MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

CAPÍTULO I

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

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes: Tepexco I ubicado en el km 107+100, Tepexco II ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 y Rijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla-Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

I TABLA DE CONTENIDO

I TABLA DE CONTENIDO 1
I DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONS|ABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 2
1.1 Datos generales del proyecto. 2
1.1.1 Nombre del proyecto 2
1.1.2 Tipo de estudio y su modalidad 3
1.1.3 Estudio de riesgo y su modalidad 3
1.1.4 Ubicación del proyecto 4
1.1.5 Coordenadas geográficas y/o UTM 6
1.1.6 TIEMPO DE VIDA UTIL 7
1.2 Datos generales del promovente 7
1.2.1 Nombre o razón social 7
1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente 7
1.2.3 Nombre y cargo del representante legal. En su caso, anexar copia certificada del poder correspondiente 7
1.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 8
1.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental 8
1.3.1 Nombre o razón social 8
1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes O CURP 8
1.3.3 Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio 8
1.3.4 Participantes ne la elaboración del estudio 9

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO 2
TABLA 2. COORDENADAS DE INICIO Y FIN DE CADA ELEMENTO QUE CONFORMA EL PROYECTO 6

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. MACRO LOCALIZACIÓN 4
FIGURA 2. MICRO LOCALIZACIÓN 5

I DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONS|ABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

1.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

1.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes: “Tepexco I” ubicado en el km 107+100, “Tepexco II” ubicado en el km 109+000, “Calmeca” ubicado en el km 115+245, “Matlata” ubicado en el km 124+400 y “Rijo” ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla-Izúcar De Matamoros, en el estado de Puebla.

1.1.1.1 SECTOR

Vías generales de comunicación

1.1.1.2 SUBSECTOR

Infraestructura carretera, 5 puentes vehiculares

1.1.1.3 TIPO DE PROYECTO

El proyecto consiste en la ampliación de los puentes: Tepexco I, Tepexco II, Calmeca, Matlata y Rijo localizados sobre la carretera Cuautla-Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla. Se pretende alcanzar especificaciones de estructuras del tipo “A4” con un ancho de 23.8 m, ya que actualmente se presentan estructuras de tipo “A2”, con un ancho de 8.5 m.

Tabla 1. Especificaciones del proyecto

Concepto	Especificaciones por puente				
	Tepexco I	Tepexco II	Calmeca	Matlala	Rijo
Estación de inicio	107+014	109+011	114+737	124+325	125+160
Estación de fin	107+077	109+088	114+767	124+397	125+233

Longitud del puente (m)	63.18	76.8	30.6	71.9	73.2
Ancho total del puente (m)	14.5	23.8	23.9	23.8	23.8
Ancho de calzada (m)	12	21	23.25	21	21
Parapetos izquierda (m)	0.25	0.4	0.4	0.4	0.4
Banquetas izquierda (m)	1	1	0	1	1
Parapetos derecha (m)	0.25	0.4	0.25	0.4	0.4
Banquetas derecha (m)	1	1	0	1	1
Longitud de los accesos (m)	40	40	40	40	40
No. de Claros	1	3	1	3	3
Gálibo (m)	4.1	2.25	4.8	5.09	4.7
NADI (msnm)	1179.72	1182.24	1294.34	1249.95	1255.47
Elemento geográfico para librar	Escurrimiento intermitente sin nombre	Escurrimiento perenne: Rio Grande	Escurrimiento sin nombre/Barranca la Maroma	Escurrimiento Perenne: Rio Ahuehuello	Escurrimiento Perenne: Rio Atila
Longitud de accesos (m)	40	40	40	40	40
Tipo de camino de accesos	A2	A2	A2	A2	A2

1.1.2 TIPO DE ESTUDIO Y SU MODALIDAD

En Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, de acuerdo con la LGEEPA[1] y su artículo 28, que enuncia las obras o actividades que requieran una autorización en materia de impacto ambiental, así como, el Artículo 11 de la REIA[2], se determinó que el Proyecto requiere presentar una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) con modalidad regional.

1.1.3 ESTUDIO DE RIESGO Y SU MODALIDAD

No aplica. El proyecto no requiere actividades consideradas altamente riesgosas

[1] https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf

[2] https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf

1.1.4 UBICACIÓN DEL PROYECTO

1.1.4.1 ENTIDAD FEDERATIVA

El proyecto se encuentra circunscrito en la República Mexicana, en el estado de Puebla, México.

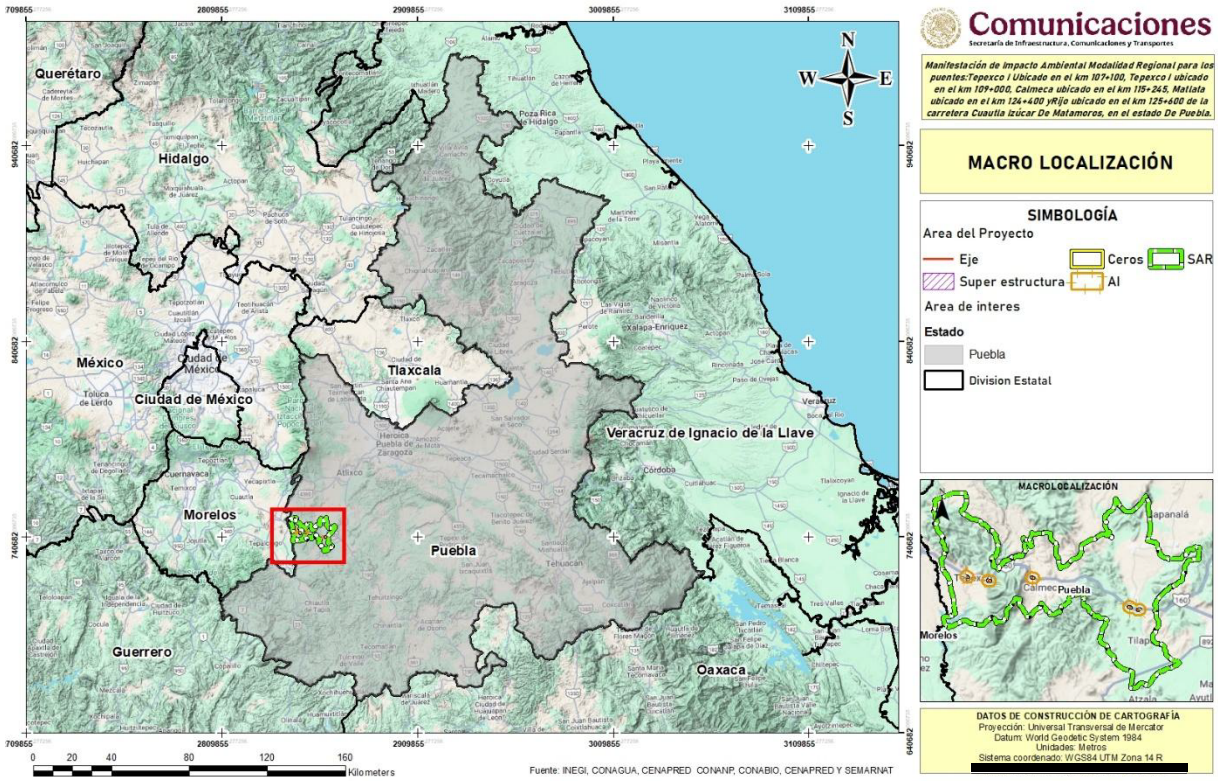


Figura 1. Macro localización

1.1.4.2 MUNICIPIO

Los puentes Tepexco I, Tepexco II y Calmeca se localizan en el municipio de Tepexco, mientras que los puentes Matlata y Rijo se encuentran en el municipio de Tilapa.

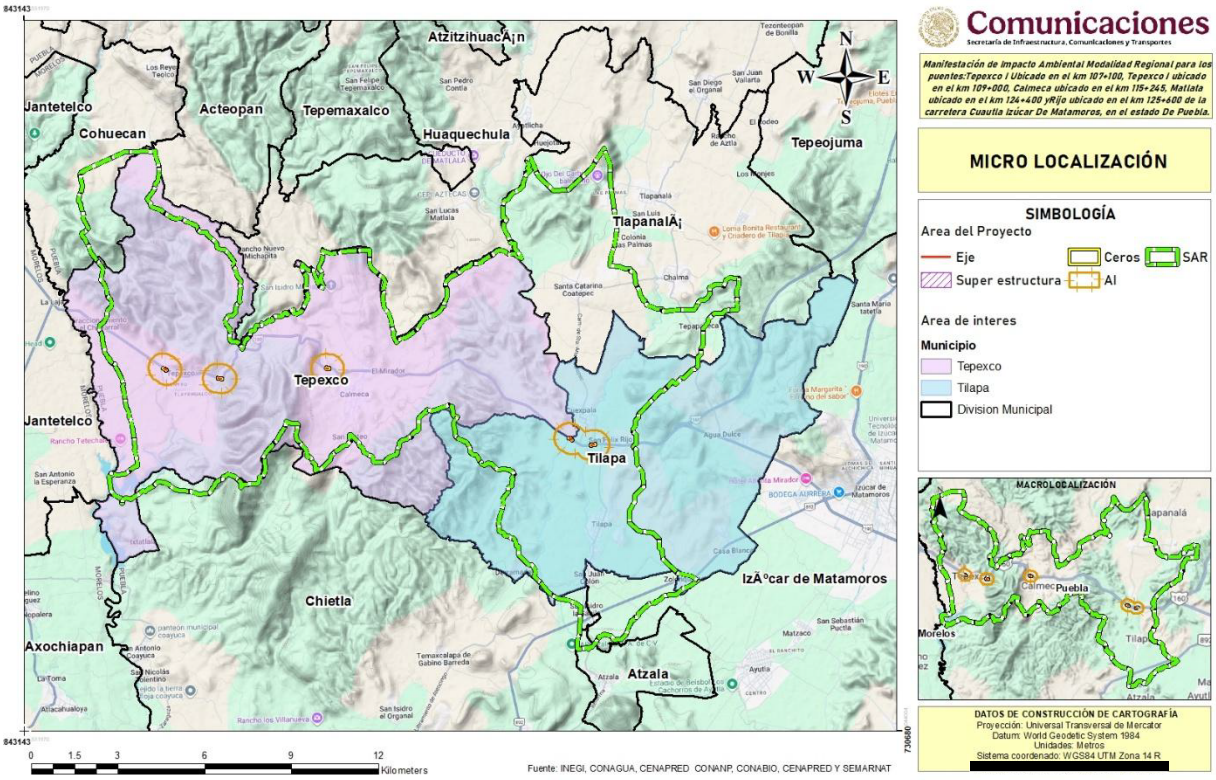


Figura 2. Micro localización

1.1.4.3 LOCALIDADES

El proyecto favorecerá la comunicación entre las localidades Tepexco, Calmeca, El Mirador, Cuexpala, San Feliz Rijo y Campo la Mesa, principalmente, aunque como el proyecto forma parte de un camino federal, potencialmente favorecerá la comunicación entre las localidades presentes a lo largo del camino Cuatla - Izucar de Matamoros

1.1.5 COORDENADAS GEOGRÁFICAS Y/O UTM

A continuación, se muestran las coordenadas de inicio y fin para los accesos y las super estructuras de cada puente que conforman el estudio

Tabla 2. Coordenadas de inicio y fin de cada elemento que conforma el proyecto

Puente Tepexco I		
Elemento	**X**	**Y**
Inicio acceso	532061.7064	2061665.841
Inicio super estructura	532093.0399	2061643.055
Fin super estructura	532153.0827	2061599.392
Fin acceso	532184.8579	2061576.285
Puente Tepexco II		
Elemento	**X**	**Y**
Inicio acceso	533925.6286	2061269.586
Inicio super estructura	533963.3507	2061263.393
Fin super estructura	534040.0639	2061250.798
Fin acceso	534081.5346	2061247.916
Puente Calmeca		
Elemento	**X**	**Y**
Inicio acceso	537670.5113	2061527.93
Inicio super estructura	537716.0084	2061521.891
Fin super estructura	537747.1385	2061520.895
Fin acceso	537787.0305	2061520.486
Puente Matlala		
Elemento	**X**	**Y**
Inicio acceso	545992.2999	2058961.416
Inicio super estructura	546023.9514	2058941.067
Fin super estructura	546085.7314	2058900.978
Fin acceso	546118.6867	2058879.213
Puente Rijo		
Elemento	**X**	**Y**
Inicio acceso	546728.6844	2058679.553

Inicio super estructura	546770.3299	2058686.117
Fin super estructura	546843.6876	2058697.679
Fin acceso	546882.1834	2058703.746

1.1.6 TIEMPO DE VIDA UTIL

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

1.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

1.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes Dirección General de Carreteras.

1.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE

SCT051121BDA

1.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL. EN SU CASO, ANEXAR COPIA CERTIFICADA DEL PODER CORRESPONDIENTE

M.I. Martha Vélez Xaxalpa

Directora Ejecutiva de Proyectos, acreditando su personalidad jurídica con copia certificada de nombramiento y copia simple para su cotejo, así como copia simple de identificación oficial.

1.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES

Av. Insurgentes Sur No. 1089 Piso 14 ala oriente, Col. Noche Buena, Alcaldía Benito Juárez, 03720, Ciudad de México

Teléfono:

5557239300 ext 14541

1.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

1.3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

Geo Bios Sustentabilidad Ambiental

1.3.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP

[redacted]

1.3.3 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO

Biol. Oscar Raúl Tapia Pérez

Cedula. Profesional. Núm. 9427707

1.3.4 PARTICIPANTES NE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO





Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

CAPÍTULO II

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

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes: Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco II ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 y Rijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

I TABLA DE CONTENIDO

I TABLA DE CONTENIDO 1
II DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO 6
2.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 6
2.1.1 Naturaleza del proyecto 7
2.1.2 Selección de la trayectoria 7
2.2 DIMENSIONES DEL PROYECTO Y USO ACTUAL DEL SUELO 11
2.2.1 Superficie del Derecho de Vía 11
2.2.2 Superficies de ocupacion actuales 12
2.2.3 Caracterisiticas y Superficie del Proyecto 12
2.2.4 Vegetación en el área del proyecto 22
2.2.5 Superficie de ocupación total y superficie de Zona Federal de cuerpos de agua 35
2.3 ESTUDIOS PARA EL DISEÑO DE SUPERESTRUCTURAS 41
2.3.1 Mecánica de suelos 41
3.1.1 Estudios topo hidrológicos 44
3.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA 46
3.2.1 Programa General Del Trabajo 46
3.3 PROCESO CONSTRUCTIVO 49
3.3.1 Preparación del sitio 49
3.3.2 Construcción de los puentes 50
3.3.3 Operación Del Proyecto Y Mantenimiento 61
3.3.4 Etapa De Abandono 62
3.4 RESIDUOS 63
3.4.1 Residuos Sólidos 63
3.4.2 Residuos Peligrosos 64
3.4.3 Residuos Líquidos 64
3.4.4 Emisiones A La Atmosfera 65
3.4.5 Infraestructura Para El Manejo Y Disposición Adecuada De Los Residuos 68

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. ESPECIFICACIONES QUE TENDRÁN LOS PUENTES QUE CONFORMAN EL PROYECTO TRAS SER MODERNIZADOS. 6
TABLA 2. COORDENADAS DE INICIO Y FIN DE CADA ELEMENTO QUE CONFORMA EL PROYECTO 9
TABLA 3. SUPERFICIE DE DDV DEL PROYECTO. 12
TABLA 4. SUPERFICIE DE OCUPACIÓN ACTUAL DE LOS PUENTES. 12
TABLA 5. DESGLOSE DE LAS SUPERFICIES DE AFECTACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS PUENTES. 22
TABLA 6. DISTRIBUCIÓN DE USO DEL SUELO Y TIPO DE VEGETACIÓN EN LA LC DEL PROYECTO, SEGÚN INEGI 22
TABLA 7. DESGLOSE DE SUPERFICIES DE USO DEL SUELO Y TIPO DE VEGETACIÓN EN LA LÍNEA DE CEROS DEL PUENTE TEPEXCO I, SEGÚN EL TRABAJO DE CAMPO 25
TABLA 8. DESGLOSE DE SUPERFICIES DE USO DEL SUELO Y TIPO DE VEGETACIÓN EN LA LÍNEA DE CEROS DEL PUENTE TEPEXCO II, SEGÚN EL TRABAJO DE CAMPO. 27
TABLA 9. DESGLOSE DE SUPERFICIES DE USO DEL SUELO Y TIPO DE VEGETACIÓN EN LA LÍNEA DE CEROS DEL PUENTE CALMECA, SEGÚN EL TRABAJO DE CAMPO 29
TABLA 10. DESGLOSE DE SUPERFICIES DE USO DEL SUELO Y TIPO DE VEGETACIÓN EN LA LÍNEA DE CEROS DEL PUENTE MATLALA, SEGÚN EL TRABAJO DE CAMPO 30
TABLA 11. DESGLOSE DE SUPERFICIES DE USO DEL SUELO Y TIPO DE VEGETACIÓN EN LA LÍNEA DE CEROS DEL PUENTE RIJO, SEGÚN EL TRABAJO DE CAMPO 32
TABLA 12. DESGLOSE DE LA SUPERFICIE NUEVA QUE REQUIERE CUSTF PARA EL PUENTE RIJO. 34
TABLA 13. POLÍGONOS DE CUSTF PARA EL PUENTE RIJO 35
TABLA 14. NADI DE CADA PUENTE EL CUAL SE USO DE BASE PARA EL CALCULO DE LA ZONA FEDERAL. 38
TABLA 15. SUPERFICIE DE LA ZONA FEDERAL. 41
TABLA 16. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO DEL PROYECTO (6AÑOS/12SEMESTRES) 47
TABLA 17. GASES DE EFECTO INVERNADERO GENERADOS POR EL PROYECTO 66
TABLA 18. FACTORES DE EMISIÓN DE COMBUSTIBLES EMPLEADOS. 67
TABLA 19. PODER CALORÍFICO NETO DE LOS COMBUSTIBLES EMPLEADOS 67
TABLA 20. VALORES DE CONSUMO DE LA MAQUINARIA 67
TABLA 21. GASES DE EFECTO INVERNADERO GENERADOS. 68

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. MACROLOCALIZACIÓN 8
FIGURA 2. MICRO LOCALIZACIÓN 9
FIGURA 3. LOCALIZACIÓN DE LOS PUENTES 11
FIGURA 4. PLANTA GENERAL DEL PUENTE TEPEXCO I 13
FIGURA 5. PERFIL DEL PUENTE TEPEXCO I 14
FIGURA 6. SECCIÓN TRASVERSAL TEPEXCO I 14
FIGURA 7. PLANTA GENERAL DEL PUENTE TEPEXCO II 15
FIGURA 8. PERFIL DEL PUENTE TEPEXCO II 15
FIGURA 9. SECCIÓN TRASVERSAL DEL PUENTE TEPEXCO II 16
FIGURA 10. PLANTA GENERAL DEL PUENTE CALMECA 17
FIGURA 11. PERFIL DEL PUENTE CALMECA 17
FIGURA 12. PERFIL DEL PUENTE CALMECA 17
FIGURA 13. PLANTA GENERAL DEL PUENTE MATLALA 18
FIGURA 14. PERFIL DEL PUENTE MATLALA 18
FIGURA 15. SECCIÓN TRASVERSAL DEL PUENTE MATLALA 19
FIGURA 16. PLANTA GENERAL DEL PUENTE RIJO 20
FIGURA 17. PERFIL DEL PUENTE RIJO 20
FIGURA 18. SECCIÓN TRASVERSAL DEL PUENTE RIJO 20
FIGURA 19. SECCIÓN TIPO DE LOS ACCESOS 21
FIGURA 20. USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN EN LA LC DEL PROYECTO SEGÚN INEGI 23
FIGURA 21. USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN EN LA LC DEL PROYECTO SEGÚN LOS TRABAJOS DE CAMPO PARA EL PUENTE TEPEXCO I 26
FIGURA 22. PORCENTAJE DE OCUPACIÓN PARA LA CONDICIÓN DE USO DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN DENTRO DE LA LÍNEA DE CEROS PARA EL PUENTE TEPEXCO I, SEGÚN LA INFORMACIÓN DE CAMPO 27
FIGURA 23. USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN EN LA LC DEL PROYECTO SEGÚN LOS TRABAJOS DE CAMPO PARA EL PUENTE TEPEXCO II 28
FIGURA 24. PORCENTAJE DE OCUPACIÓN PARA LA CONDICIÓN DE USO DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN DENTRO DE LA LÍNEA DE CEROS PARA EL PUENTE TEPEXCO II, SEGÚN LA INFORMACIÓN DE CAMPO 28
FIGURA 25. USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN EN LA LC DEL PROYECTO SEGÚN LOS TRABAJOS DE CAMPO PARA EL PUENTE CALMECA 29

FIGURA 26. PORCENTAJE DE OCUPACIÓN PARA LA CONDICIÓN DE USO DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN DENTRO DE LA LÍNEA DE CEROS PARA EL PUENTE CALMECA, SEGÚN LA INFORMACIÓN DE CAMPO 30
FIGURA 27. USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN EN LA LC DEL PROYECTO SEGÚN LOS TRABAJOS DE CAMPO PARA EL PUENTE MATLALA 31
FIGURA 28. PORCENTAJE DE OCUPACIÓN PARA LA CONDICIÓN DE USO DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN DENTRO DE LA LÍNEA DE CEROS PARA EL PUENTE MATLALA, SEGÚN LA INFORMACIÓN DE CAMPO 32
FIGURA 29. USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN EN LA LC DEL PROYECTO SEGÚN LOS TRABAJOS DE CAMPO PARA EL PUENTE RIJO 33
FIGURA 30. PORCENTAJE DE OCUPACIÓN PARA LA CONDICIÓN DE USO DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN DENTRO DE LA LÍNEA DE CEROS PARA EL PUENTE RIJO, SEGÚN LA INFORMACIÓN DE CAMPO 34
FIGURA 31. ILUSTRACIÓN DE LA DELIMITACIÓN EN LA ZONA FEDERAL 36
FIGURA 32. REGIONES DEL ATLAS NACIONAL DE RIESGOS POR INUNDACIÓN 37
FIGURA 33. ZONA FEDERAL (2017) PARA LA REGIÓN CENTRO DISPONIBLE EN EL ATLAS NACIONAL DE RIESGOS POR INUNDACIÓN 37
FIGURA 34. DELIMITACIÓN DE LA ZONA FEDERAL PARA EL PUENTE TEPEXCO I. 38
FIGURA 35. DELIMITACIÓN DE LA ZONA FEDERAL PARA EL PUENTE TEPEXCO II. 39
FIGURA 36. DELIMITACIÓN DE LA ZONA FEDERAL PARA EL PUENTE CALMECA. 39
FIGURA 37. DELIMITACIÓN DE LA ZONA FEDERAL PARA EL PUENTE MATLALA. 40
FIGURA 38. DELIMITACIÓN DE LA ZONA FEDERAL PARA EL PUENTE RIJO. 40
FIGURA 39. EJEMPLO ILUSTRATIVO DE TRABAJOS DE DESMONTE Y LIMPIEZA. 49
FIGURA 40. CIERRE PARCIAL DE LA CIRCULACIÓN SOBRE LA ESTRUCTURA EXISTENTE 50
FIGURA 41. COLOCACIÓN DE LOS PRIMEROS PILOTES. 50
FIGURA 42. PERFORACIÓN PARA LOS CABEZALES 51
FIGURA 43. DEMOLICIÓN PARCIAL DE LA SUPER ESTRUCTURA, SECCIÓN TRASVERSAL 51
FIGURA 44. DEMOLICIÓN PARCIAL DE LA SUPER ESTRUCTURA, VISTA SUPERIOR 52
FIGURA 45. HABILITACIÓN DE CIRCULACIÓN EN LA ESTRUCTURA EXISTENTE. 52
FIGURA 46. PERFORACIÓN DE LAS PILAS DERECHAS 53
FIGURA 47. CONSTRUCCIÓN DE LAS PILAS DERECHAS 53
FIGURA 48. CONSTRUCCIÓN DE CABEZALES DERECHOS 54
FIGURA 49. CONSTRUCCIÓN DE LOSA DERECHA 55
FIGURA 50. CONSTRUCCIÓN DE LOSAS DE ACCESO 55
FIGURA 51. CONSTRUCCIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA LOSA DERECHA 56

FIGURA 52. HABILITACIÓN DEL CUERPO DERECHO A LA CIRCULACIÓN 57
FIGURA 53. DEMOLICIÓN DE LA SUBESTRUCTURA EXISTENTE A NIVEL DEL TERRENO NATURAL 57
FIGURA 54. CONSTRUCCIÓN DE LAS PILAS IZQUIERDAS 58
FIGURA 55. CONSTRUCCIÓN LOS CABEZALES IZQUIERDOS 59
FIGURA 56. MONTAJE DE LAS TRABES IZQUIERDOS 59
FIGURA 57. CONSTRUCCIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA LADO IZQUIERDO 60
FIGURA 58. REMOCIÓN DE ESCOMBROS 61
FIGURA 59. EJEMPLO ILUSTRATIVO DE TRABAJOS DE DESMONTE Y LIMPIEZA. 63

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

2.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la ampliación de los puentes: Tepexco I, Tepexco II, Calmeca, Matlata y Rijo localizados sobre la carretera Cuautla-Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla, Los cuales actualmente están en operación y se pretende alcanzar especificaciones de estructuras del tipo “A4” con un ancho de 23.8 m, ya que en este momento se presentan estructuras de tipo “A2”, con un ancho de 8.5 m. todos los puentes contemplan accesos de 40m. El presente Proyecto pretende reducir los tiempos de recorrido y las emisiones a la atmósfera producto de los vehículos de lento desplazamiento.

Tabla 1. Especificaciones que tendrán los puentes que conforman el proyecto tras ser modernizados.

Concepto	Especificaciones por puente				
	Tepexco I	Tepexco II	Calmeca	Matlala	Rijo
Estación de inicio	107+014	109+011	114+737	124+325	125+160
Estación de fin	107+077	109+088	114+767	124+397	125+233
Longitud del puente (m)	63.18	76.8	30.6	71.9	73.2
Ancho total del puente (m)	14.5	23.8	23.9	23.8	23.8
Ancho de calzada (m)	12	21	23.25	21	21
Parapetos izquierda (m)	0.25	0.4	0.4	0.4	0.4
Banquetas izquierda (m)	1	1	0	1	1
Parapetos derecha (m)	0.25	0.4	0.25	0.4	0.4
Banquetas derecha (m)	1	1	0	1	1
Longitud de los accesos (m)	40	40	40	40	40
No. de Claros	1	3	1	3	3
Gálibo (m)	4.1	2.25	4.8	5.09	4.7
NADI (msnm)	1179.72	1182.24	1294.34	1249.95	1255.47
Elemento geográfico para librar	Escurrimiento intermitente sin nombre	Escurrimiento perenne: Rio Grande	Escurrimiento sin nombre/Barranca la Maroma	Escurrimiento Perenne: Rio Ahuehuello	Escurrimiento Perenne: Rio Atila
Longitud de accesos (m)	40	40	40	40	40
Tipo de camino de accesos	A2	A2	A2	A2	A2

2.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO

2.1.1.1 JUSTIFICACIÓN Y NECESIDAD QUE ATIENDE

La justificación de esta obra es atender las necesidades de comunicación y mejorar el desarrollo de las comunidades aledañas además de cumplir con los programas y prioridades de obras de infraestructura vial, ya que a la fecha el camino presenta como ancho de corona estructuras de 8.5 m de ancho, por lo anterior debido a la naturaleza del camino del cual forman parte, se pretende modernizar para que su ancho sea de 23.8 m y favorecer a la seguridad vial, así como la reducción de emisión de contaminantes a la atmosfera al reducir los tiempos de traslado.

2.1.2 SELECCIÓN DE LA TRAYECTORIA

Debido a la naturaleza del proyecto y que forma parte de una carretera actualmente en uso y que también será modernizada, cada puente permanecerá en el mismo lugar, sin únicamente se reemplazará la estructura por una de mayor amplitud, pero sin ser reubicada. Es importante destacar que no se tienen trayectorias alternativas, debido a que el eje de proyecto inicia en una vía existente y la apertura del camino se basa en la normativa y especificaciones de la SCT para fijar la ruta

2.1.2.1 UBICACIÓN FÍSICA

El proyecto se encuentra circunscrito en la República Mexicana, en el estado de Puebla, México.

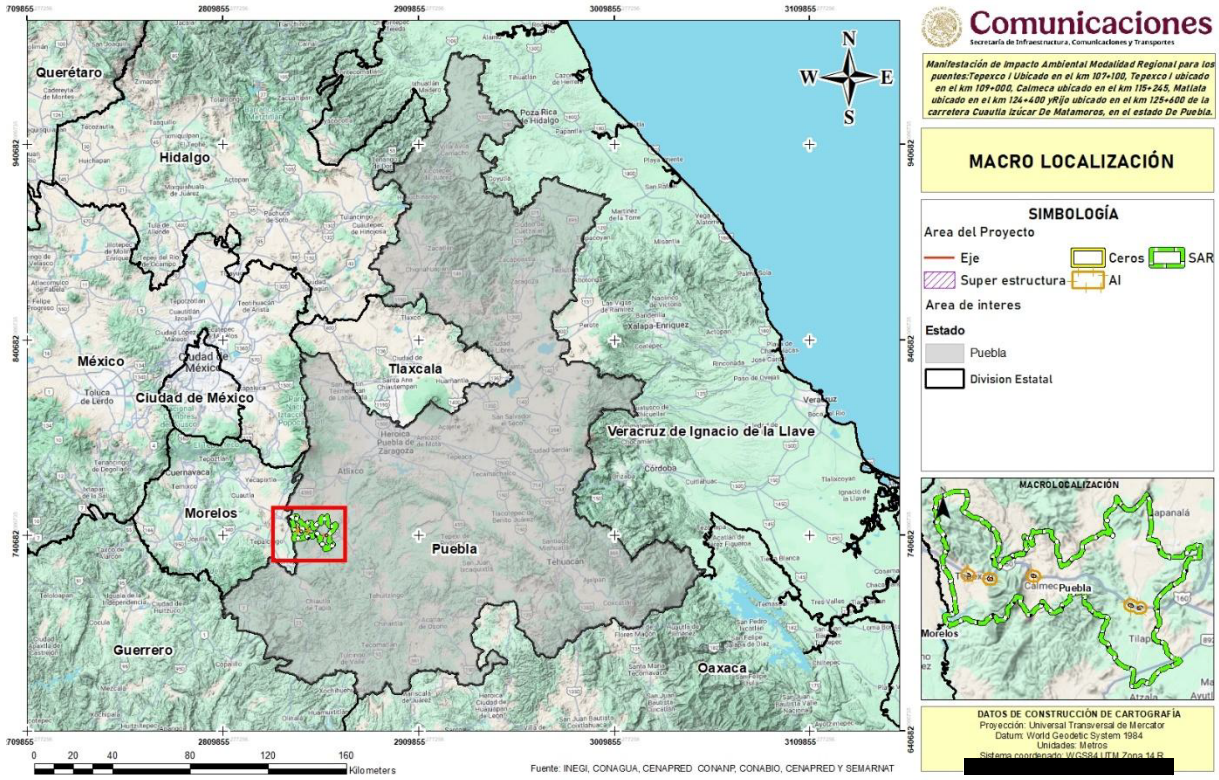


Figura 1. Macrolocalización

Los puentes Tepexco I, Tepexco II y Calmeca se localizan en el municipio de Tepexco, mientras que los puentes Matlata y Rijo se encuentran en el municipio de Tilapa.

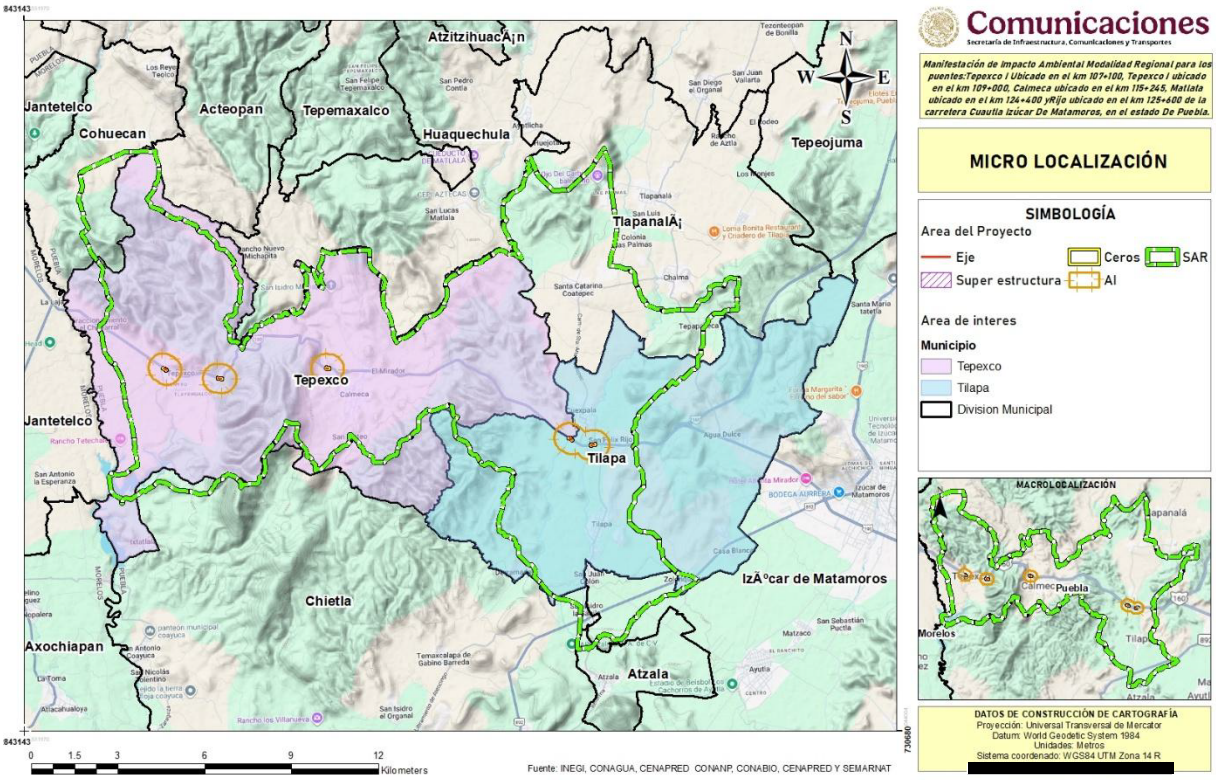


Figura 2. Micro localización

El proyecto favorecerá la comunicación entre las localidades Tepexco, Calmeca, El Mirador, Cuexpala, San Feliz Rijo y Campo la Mesa, principalmente, aunque como el proyecto forma parte de un camino federal, potencialmente favorecerá la comunicación entre las localidades presentes a lo largo del camino Cuatla - Izucar de Matamoros

Tabla 2. Coordenadas de inicio y fin de cada elemento que conforma el proyecto

Puente Tepexco I		
Elemento	**X**	**Y**
Inicio acceso	532061.7064	2061665.841
Inicio super estructura	532093.0399	2061643.055
Fin super estructura	532153.0827	2061599.392
Fin acceso	532184.8579	2061576.285
Puente Tepexco II		

Elemento	X	Y
Inicio acceso	533925.6286	2061269.586
Inicio super estructura	533963.3507	2061263.393
Fin super estructura	534040.0639	2061250.798
Fin acceso	534081.5346	2061247.916
Puente Calmeca		
Elemento	**X**	**Y**
Inicio acceso	537670.5113	2061527.93
Inicio super estructura	537716.0084	2061521.891
Fin super estructura	537747.1385	2061520.895
Fin acceso	537787.0305	2061520.486
Puente Matlala		
Elemento	**X**	**Y**
Inicio acceso	545992.2999	2058961.416
Inicio super estructura	546023.9514	2058941.067
Fin super estructura	546085.7314	2058900.978
Fin acceso	546118.6867	2058879.213
Puente Rijo		
Elemento	**X**	**Y**
Inicio acceso	546728.6844	2058679.553
Inicio super estructura	546770.3299	2058686.117
Fin super estructura	546843.6876	2058697.679
Fin acceso	546882.1834	2058703.746

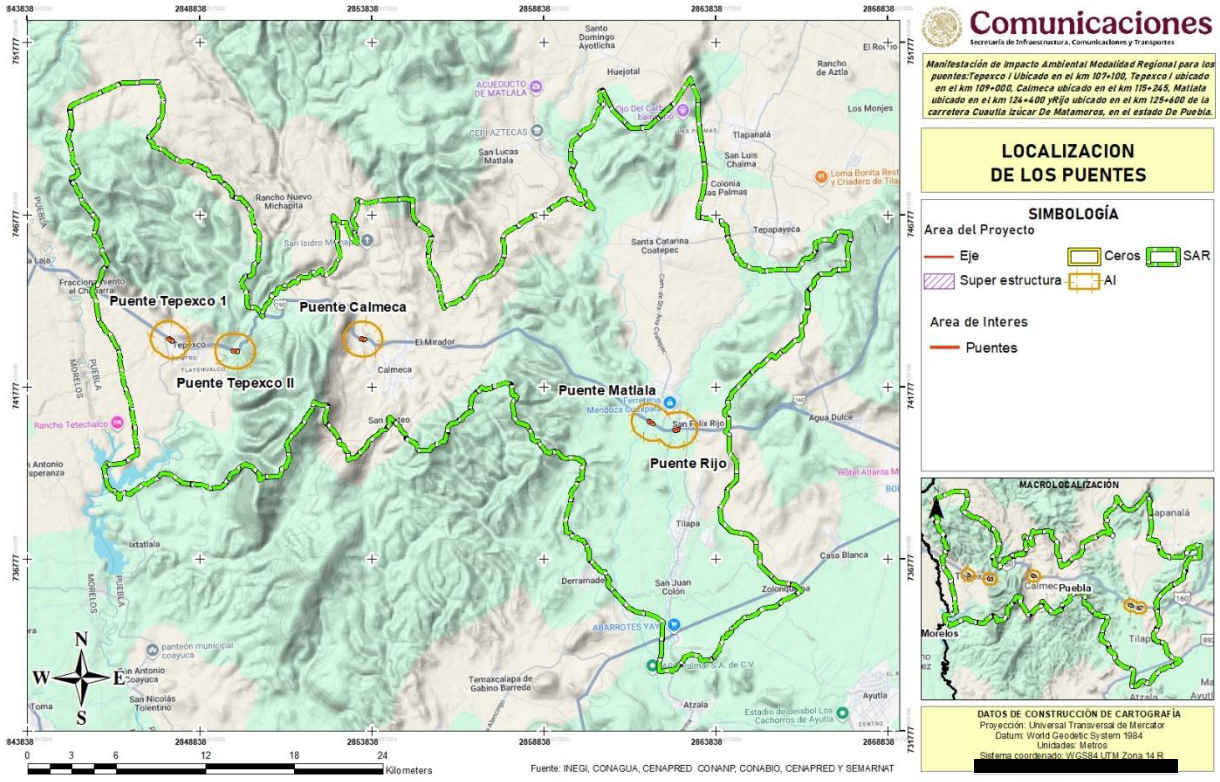


Figura 3. Localización de los puentes

2.1.2.2 INVERSIÓN REQUERIDA

El proyecto tendrá fondos de origen federal, sin embargo, el centro SICT Puebla aun esta trabajando en los montos requeridos para su construcción.

2.2 DIMENSIONES DEL PROYECTO Y USO ACTUAL DEL SUELO

2.2.1 SUPERFICIE DEL DERECHO DE VÍA

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

Dado la anterior, se indica el Derecho de Vía (DDV), fue definido a partir de un buffer de 20 metros a cada lado del eje del proyecto, es decir con una amplitud total de 40 m. Por lo cual,

y como se muestra en la siguiente tabla, el derecho de vía total para el proyecto es de 2.9322 ha:

Tabla 3. Superficie de DDV del proyecto.

Puente	Amplitud	DDV ha	DDV m2
Tepexco I	20 m a cada lado del camino	0.6091	6091
Tepexco II		0.6305	6305
Calmeca		0.4679	4679
Matlala		0.6031	6031
Rijo		0.6216	6216
Total		2.9322	29322

2.2.2 SUPERFICIES DE OCUPACION ACTUALES

Actualmente los puentes presentan una estructura tipo A4, y una corona en los accesos de 7 m. A continuación, se presentan las características de los puentes actuales.

Tabla 4. Superficie de ocupación actual de los puentes.

Puente	Acceso 1	Super estructura		Acceso 2	Total camino actual
		Calzada	Resto de SE		
Tepexco I	0.0282	0.0408	0.0316	0.0335	0.1749
Tepexco II	0.0291	0.0394	0.0127	0.0323	0.1529
Calmeca	0.0432	0.0134	0.004	0.0225	0.0965
Matlala	0.0317	0.0414	0.0322	0.0325	0.1792
Rijo	0.0355	0.0363	0.0301	0.0342	0.1724
Total	**0.1677**	**0.1713**	**0.1106**	**0.155**	**0.7759**

2.2.3 CARACTERISITICAS Y SUPERFICIE DEL PROYECTO

El proyecto está conformado por una super estructura de tipo A2, y accesos de 40 m para cada puente, a continuación, se presentan una descripción para los cinco puentes:

2.2.3.1 SUPER ESTRUCTURAS

2.2.3.1.1 PUENTE TEPEXCO I

El puente Tepexco I, es una estructura comprendida entre ejes estructurales de los caballetes del kilómetro 107+017.796 al 107+073.308 al eje de caballete de la estructura, del tramo Jaltetenco-Izucar. La longitud total del puente a eje de caballetes es de 55.52 metros de longitud. Este puente hace parte de las estructuras pertenecientes a la carretera “Cuautla-Tlapa-Marquelia”.

El puente está compuesto por un solo claro de 52 m (de eje de trabe, a eje de trabe), con un ángulo de esviaje de 44°54´54´´. La superestructura tiene un ancho total de 14.50m en una primera etapa y se espera en un futuro realizar una ampliación para tener un ancho total de 23.80. Esta se encuentra apoyada sobre un tablero en concreto reforzado de 0.20 m de espesor y 9 vigas pretensadas AASHTO tipo IV para la primera etapa y para la etapa final un total de 15 trabes.

La subestructura está compuesta por 2 caballetes y dos pilas que están soportados por cinco pilas-pilotes de 1.50 metros para todos los apoyos en la primera etapa y de 3 adicionales para la futura ampliación, las pilas – pilote separadas a 3.0 y 4.5 metros entre ejes centroidales. La longitud de los pilotes en apoyos extremos es de 13.24 y 13.34 m para los ejes 1 y 4, respectivamente; en apoyos centrales longitud de 23.29 m en ambos claros, con cabezales de sección rectangular maciza.

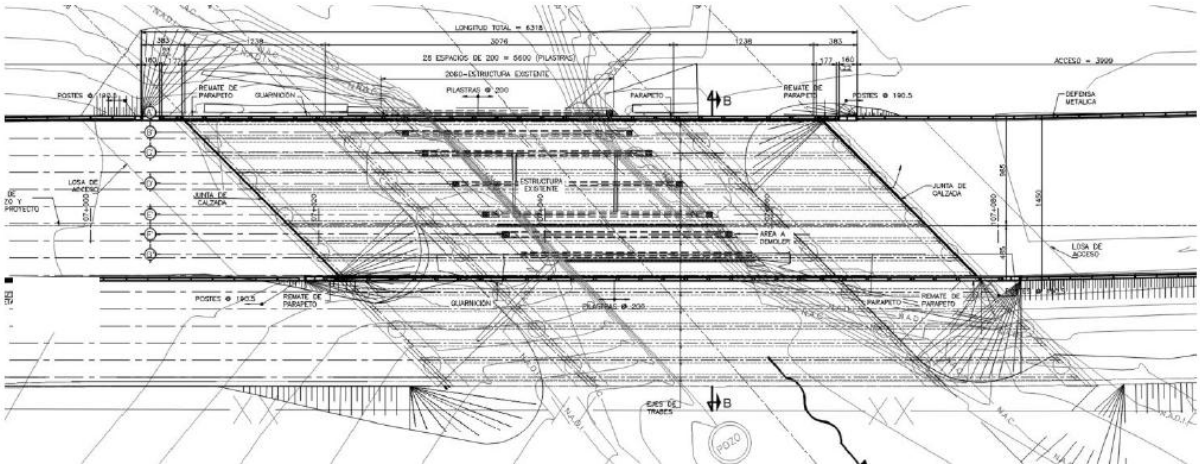


Figura 4. Planta general del puente Tepexco I

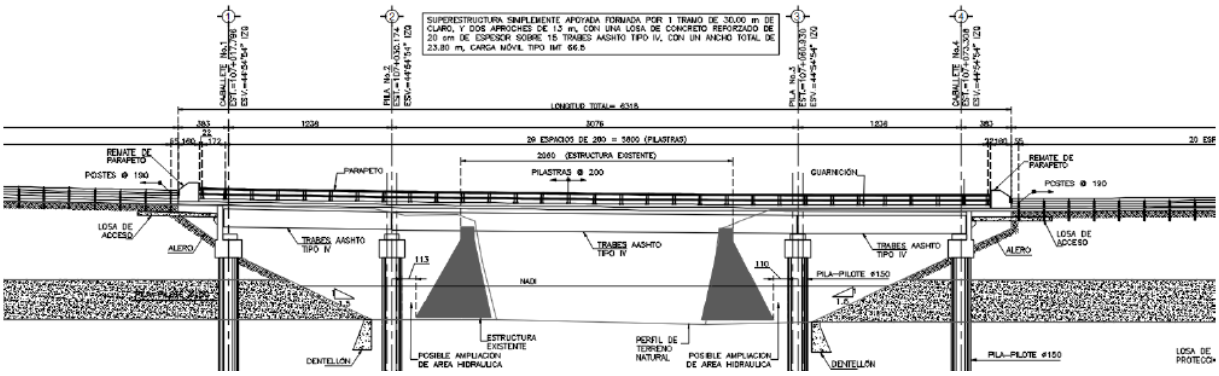


Figura 5. Perfil del puente Tepexco I

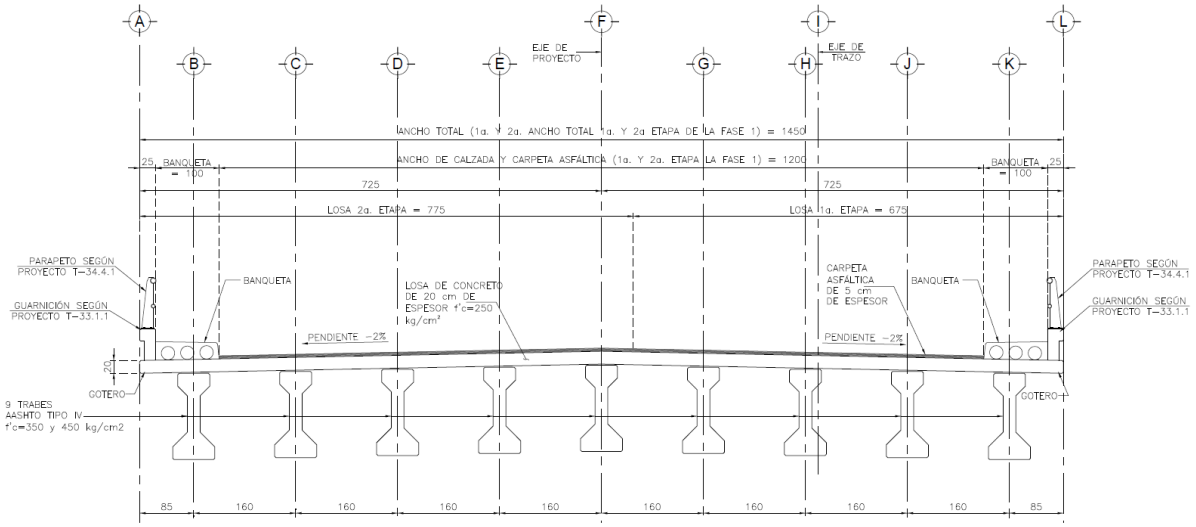


Figura 6. Sección trasversal Tepexco I

2.2.3.1.2 PUENTE TEPEXCO II

El puente Tepexco II, es una estructura comprendida entre ejes estructurales de los caballetes del kilómetro 109+010.97 al 109+087.86, del tramo Jaltetenco-Izucar. La longitud total del puente a eje de caballetes es de 76.90 metros de longitud. Este puente hace parte de las estructuras pertenecientes a la carretera “Cuautla-Tlapa-Marquelia”.

El puente está compuesto por tres claros de igual longitud de 25.0 m (entre ejes de trabe), con un ángulo de esviaje de 23°57’21’’. La superestructura tiene un ancho total de 23.80m, la cual

está conformada por un tablero en concreto reforzado de 0.20 m de espesor y 15 vigas pretensadas AASHTO IV.

La subestructura está compuesta por 2 caballetes que están soportados por ocho pilas-pilotes de 1.50 metros para todos los apoyos, las pilas – pilote separadas a 3.75 metros entre ejes centroidales. La longitud total de los pilotes es de 17.74m, 24.74m, 22.24m y 16.24m para los ejes 1, 2, 3 y 4, respectivamente, con cabezales de sección rectangular maciza. A continuación, se muestran unas figuras con la geometría descrita anteriormente del PUENTE TEPEXCO II.

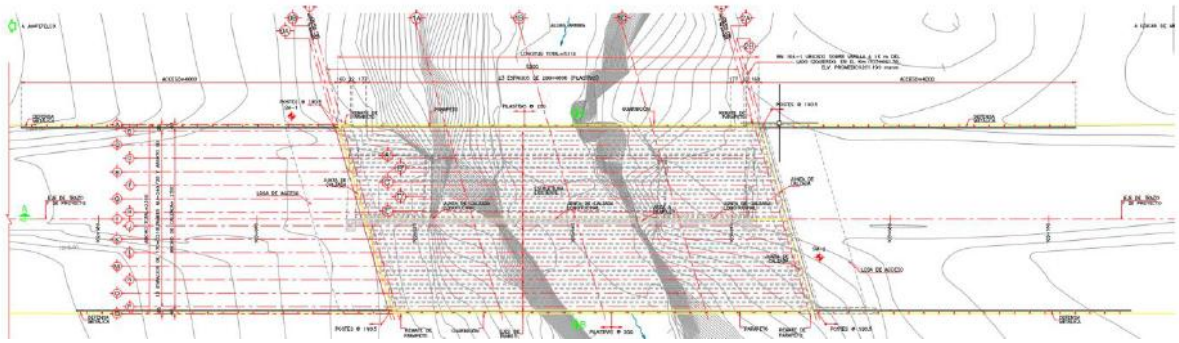


Figura 7. Planta general del puente Tepexco II

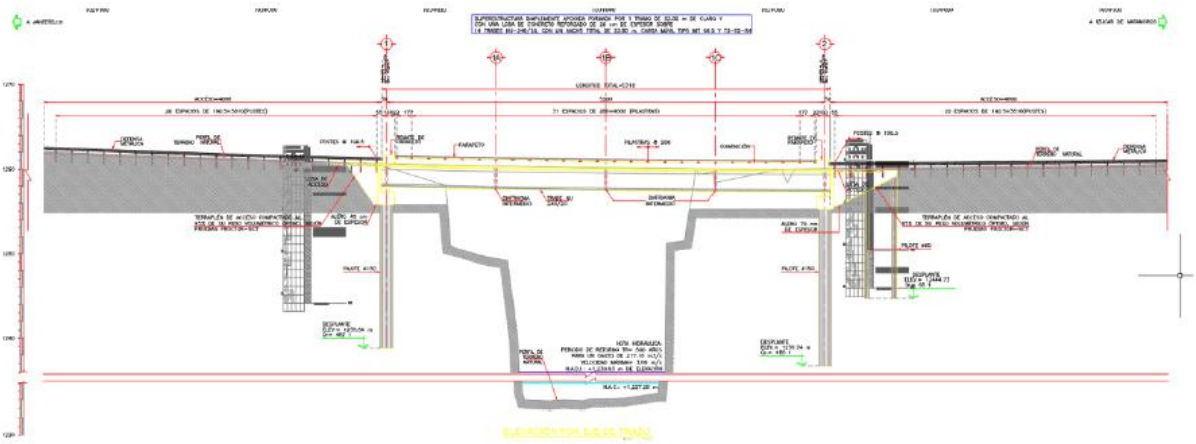


Figura 8. Perfil del puente Tepexco II

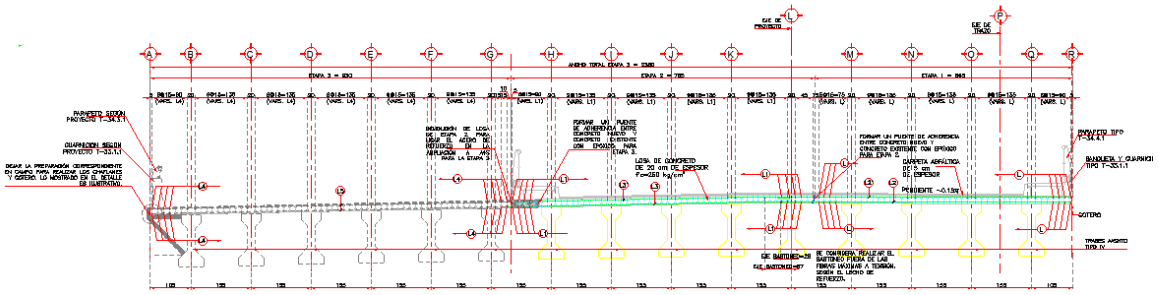


Figura 9. Sección trasversal del puente Tepexco II

2.2.3.1.3 PUENTE CALMECA

El Puente Calmeca, es una estructura comprendida entre ejes estructurales de los estribos del kilómetro 114+737.003 al 114+766.876 al eje de apoyo de la estructura, del tramo Jaltetenco-Izucar. La longitud total del puente a ejes es de 30.70 metros de longitud. Este puente hace parte de las estructuras pertenecientes a la carretera “Cuautla-Tlapa-Marquelia”.

El puente está compuesto por un solo claro de 30 m (de eje de trabe, a eje de trabe), con un ángulo de esviaje de 43°45’24” en eje 1 y 42°00’40” en eje 2. La superestructura tiene un ancho total de 14.50m en una primera etapa y se espera en un futuro realizar una ampliación para tener un ancho total de 23.80 m. Debido a la ubicación de este puente, que es en zona de espiral, se tomó en consideración una sobreampliación variable en el hombro izquierdo, tomando en consideración la información brindada por la empresa que realizó el proyecto geométrico. Esta se encuentra apoyada sobre un tablero en concreto reforzado de 0.20 m de espesor y 9 vigas pretensadas AASHTO tipo IV para la primera etapa y para la etapa final un total de 15 trabes.

La subestructura está compuesta por 2 estribos de concreto reforzado que están desplantados por una zapata de 1.50 m de espesor y un ancho perpendicular al eje de muro de 9.20 m.

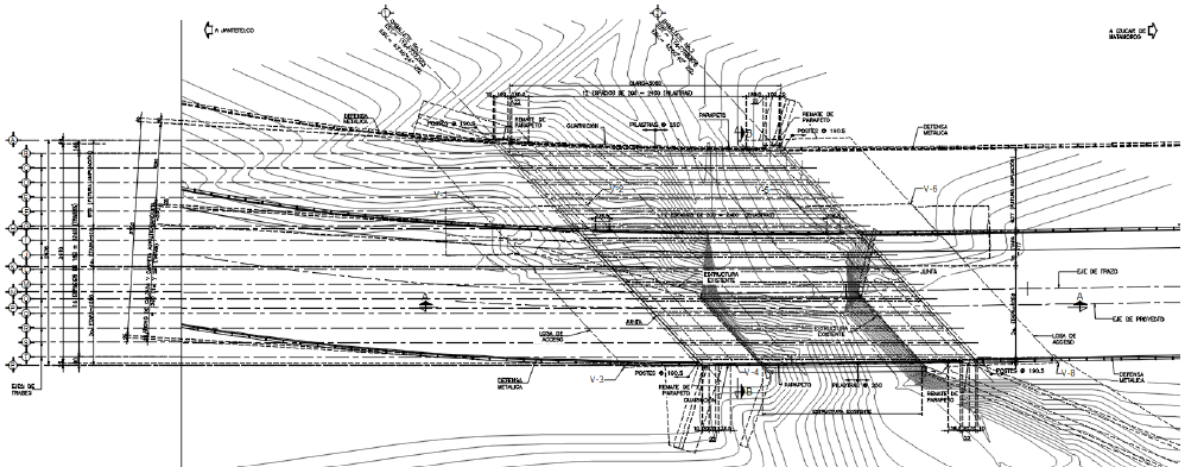


Figura 10. Planta general del puente Calmeca

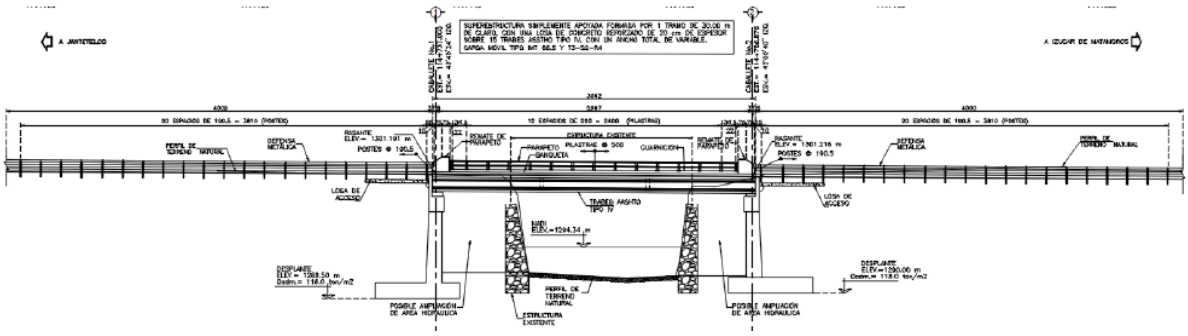


Figura 11. Perfil del puente Calmeca

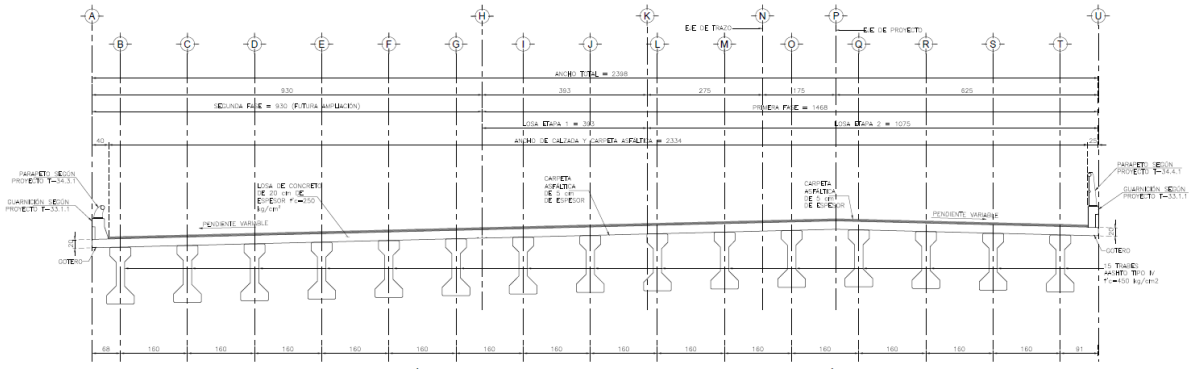


Figura 12. Perfil del puente Calmeca

2.2.3.1.4 PUENTE MATLALA

El Puente Matlala, es una estructura comprendida entre ejes estructurales de los caballetes del kilómetro 124+325.16 al 124+397.06, del tramo Jaltetenco-Izucar. La longitud total del puente a eje de caballetes es de 71.90 metros de longitud. Este puente hace parte de las estructuras pertenecientes a la carretera “Cuautla-Tlapa-Marquelia”.

El puente está compuesto por tres claros, de longitud de 25.0 m (entre ejes de trabe) para claros extremos y de 30.0 m para el claro central, con un ángulo de esviaje derecho de 23°57’21’’. La superestructura tiene un ancho total de 23.80m, la cual está conformada por un tablero en concreto reforzado de 0.20 m de espesor y 15 vigas pretensadas AASHTO III para claros extremos y AASHTO IV para claro central, y para la etapa última. Estas vigas trabajarán como simplemente apoyadas.

La subestructura está compuesta por 2 caballetes y una pila central que están soportados por ocho pilas-pilotes de 1.50 metros, las columnas-pilas separadas a 3.75 metros entre ejes centroidales. La longitud total de los pilotes es de 14.51m, 23.96m, 23.89m y 16.35m para los ejes 1, 2, 3 y 4, respectivamente, con cabezales de sección rectangular maciza.

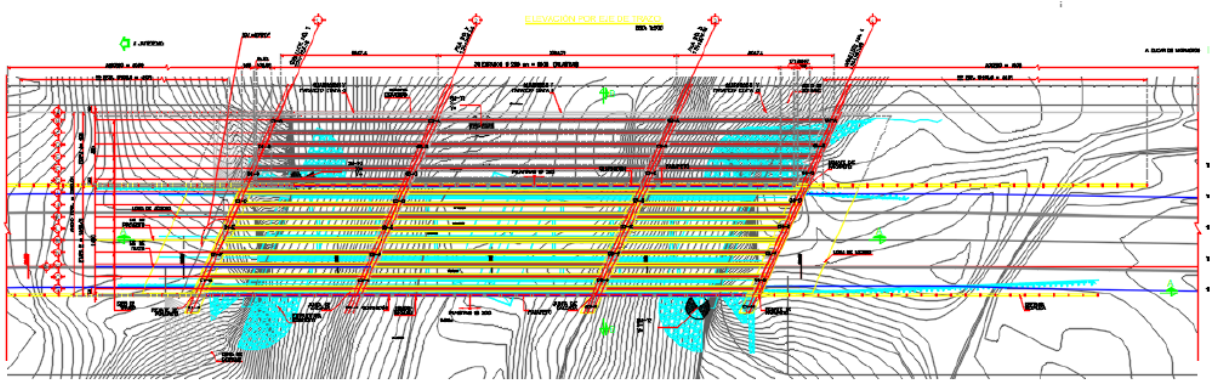


Figura 13. Planta general del puente Matlala

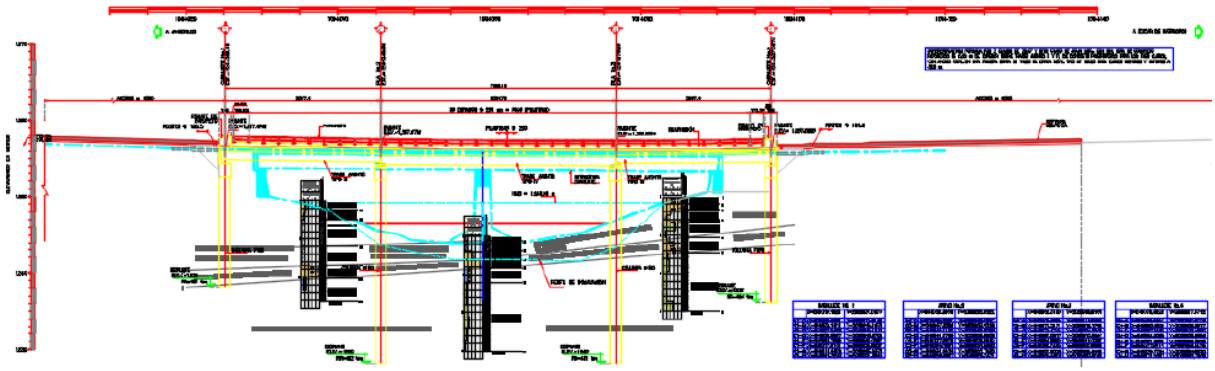


Figura 14. Perfil del puente Matlala

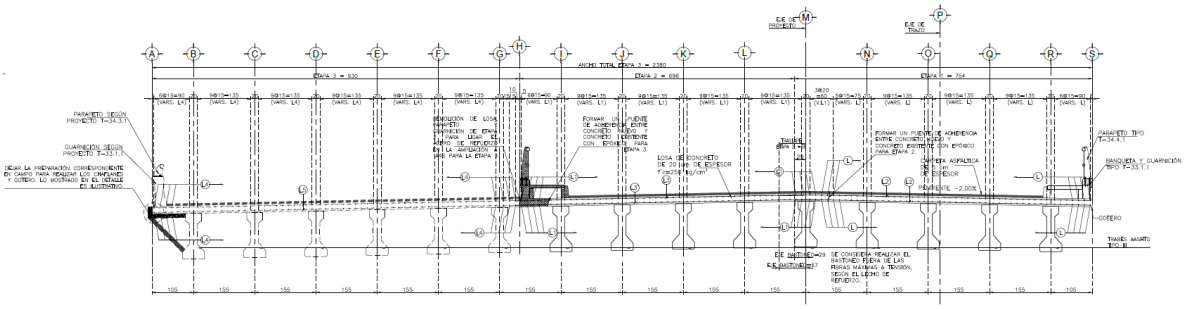


Figura 15. Sección trasversal del puente Matlala

2.2.3.1.5 PUENTE RIJO

El Puente Rijo, es una estructura comprendida entre ejes estructurales de los caballetes del kilómetro 125+160.0823 al 125+232.6628 al eje de caballete de la estructura, del tramo Jaltetenco-Izucar. La longitud total del puente a eje de caballetes es de 72.58 metros de longitud. Este puente hace parte de las estructuras pertenecientes a la carretera “Cuautla-Tlapa-Marquelia”.

El puente está compuesto por tres claros de 18, 35 y 18 m (de eje de trabe, a eje de trabe), con un ángulo de esviaje de 10°24’3.0”. La superestructura tiene un ancho total de 14.50m en una primera etapa y se espera en un futuro realizar una ampliación para tener un ancho total de 23.80. Esta se encuentra apoyada sobre un tablero en concreto reforzado de 0.20 m de espesor y 9 vigas pretensadas AASHTO tipo III en los claros 1 y 3, y 8 trabes AASHTO tipo V en el claro 2; para la primera etapa y para la etapa final un total de 15 trabes en claros extremos y 13 trabes en el claro central. Todas estas vigas trabajarán como simplemente apoyadas.

La subestructura está compuesta por 2 caballetes y dos pilas que están soportados por cuatro pilas-pilotes de 1.50 metros para todos los apoyos en la primera etapa y de 3 adicionales para la futura ampliación, las pilas – pilote separadas a 3.75 metros entre ejes centroidales. La longitud de los pilotes en apoyos extremos es de 15.83 y 22.93 m para los ejes 1 y 4 respectivamente; en apoyos centrales longitud de 28.81 y 32.84 m en los apoyos 2 y 3, con cabezales de sección rectangular maciza.

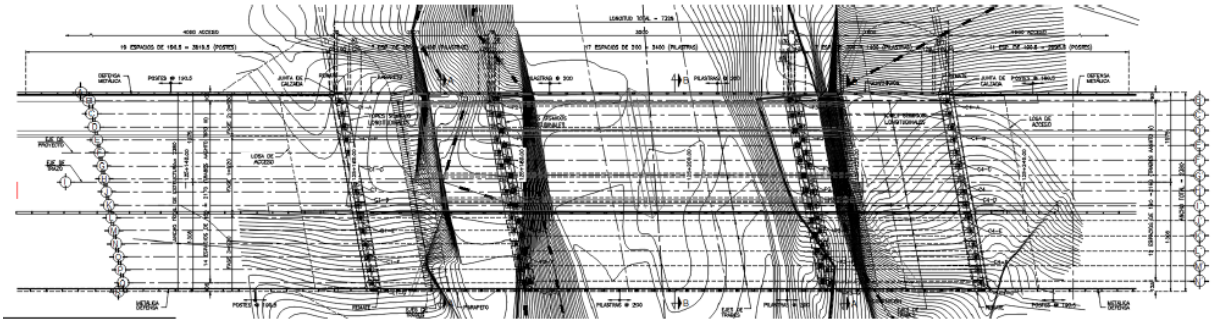


Figura 16. Planta general del puente Rijo

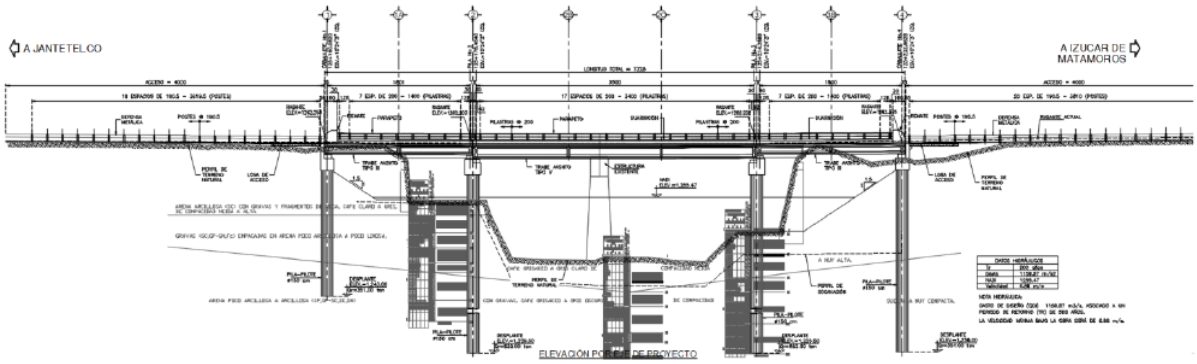


Figura 17. Perfil del puente Rijo

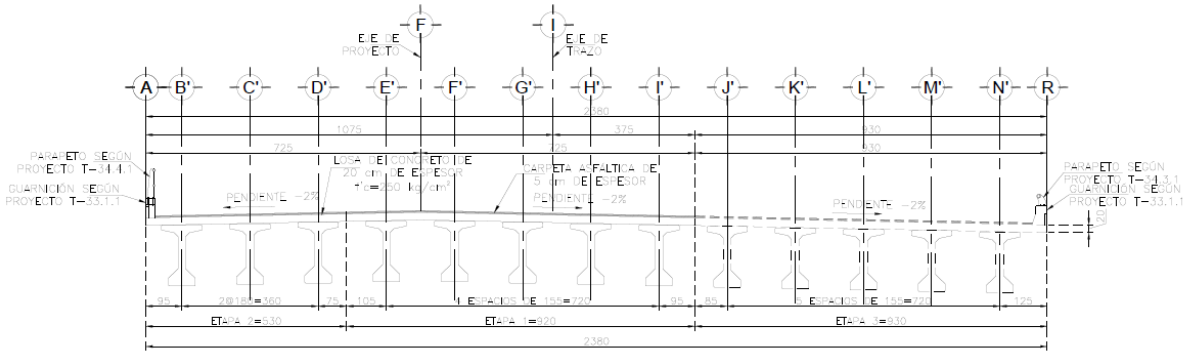


Figura 18. Sección trasversal del puente Rijo

2.2.3.2 ACCESOS

Para los 5 puentes los accesos corresponden a una carretera tipo “A2”, de acuerdo con las características técnicas dadas por la SICT, con una velocidad vehicular promedio de 50-80 Km/hr, presentando un ancho de corona de 12m con 2 carriles de circulación de 3.5 m en sentido de circulación, con acotamientos de 2.5 m a cada lado y serán de 40 m de longitud antes y después de la super estructura.

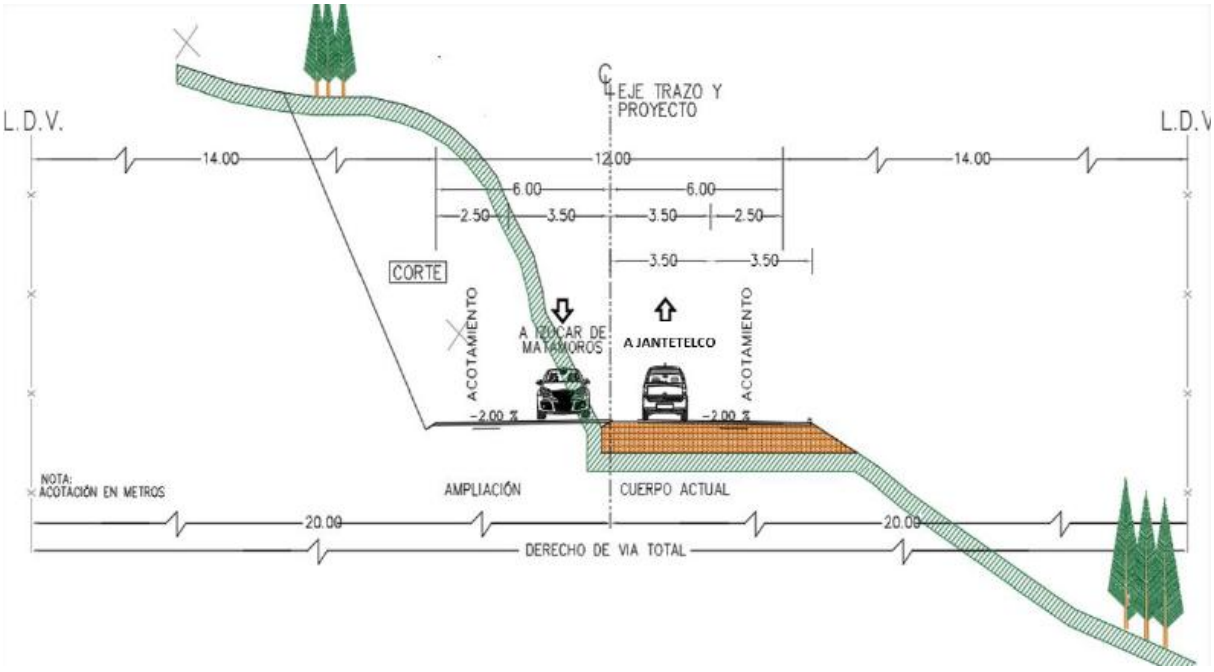


Figura 19. Sección tipo de los accesos

2.2.3.3 SUPERFICIES DE AFECTACION.

Para calcular la superficie de afectación directa del proyecto, la cual corresponde a la línea de ceros, en ArcGis se cargó el trazo del Proyecto y se calculó la superficie que ocupará la línea de ceros, dentro de la cual confluyen la super estructura, los caminos de acceso y el área de cortes y terraplenes. En el siguiente cuadro se desglosan estas áreas para cada puente:

Tabla 5. Desglose de las superficies de afectación para la construcción de los puentes.

Puente	DDV	Resto del DDV sin afectación	Línea de ceros	Desglose de superficies			
				Acceso 1	Super estructura	Acceso 2	Cortes y terraplenes
Tepexco I	0.6091	0.1563	**0.4528**	0.0428	0.1746	0.0462	0.1892
Tepexco II	0.6305	0.108	**0.5225**	0.0464	0.1851	0.0497	0.2413
Calmeca	0.4679	0.0275	**0.4404**	0.0403	0.1752	0.0518	0.1731
Matlala	0.6031	0.1899	**0.4132**	0.0551	0.0728	0.0479	0.2374
Rijo	0.6216	0.1644	**0.4572**	0.0506	0.1768	0.0467	0.1831
Total	**2.9322**	**0.6461**	**2.2861**	**0.2352**	**0.7845**	**0.2423**	**1.0241**

2.2.4 VEGETACIÓN EN EL ÁREA DEL PROYECTO

2.2.4.1 VEGETACIÓN DE ACUERDO CON EL INEGI

De acuerdo con el mapa de uso del suelo y vegetación serie VII del INEGI, escala 1:50,000, el área de afectación del Proyecto, se encuentra dentro terrenos que actualmente presenta cultivos, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6. Distribución de uso del suelo y tipo de vegetación en la LC del proyecto, según INEGI

Clave	Uso de suelo y vegetación	Superficie (Ha)	Porcentaje
RA	Agricultura De Riego Anual	0.5224	22.85%
RAS	Agricultura De Riego Anual Y Semipermanente	0.8977	39.27%
RS	Agricultura De Riego Semipermanente	0.8660	37.88%
Total		**2.2861**	**100.00%**

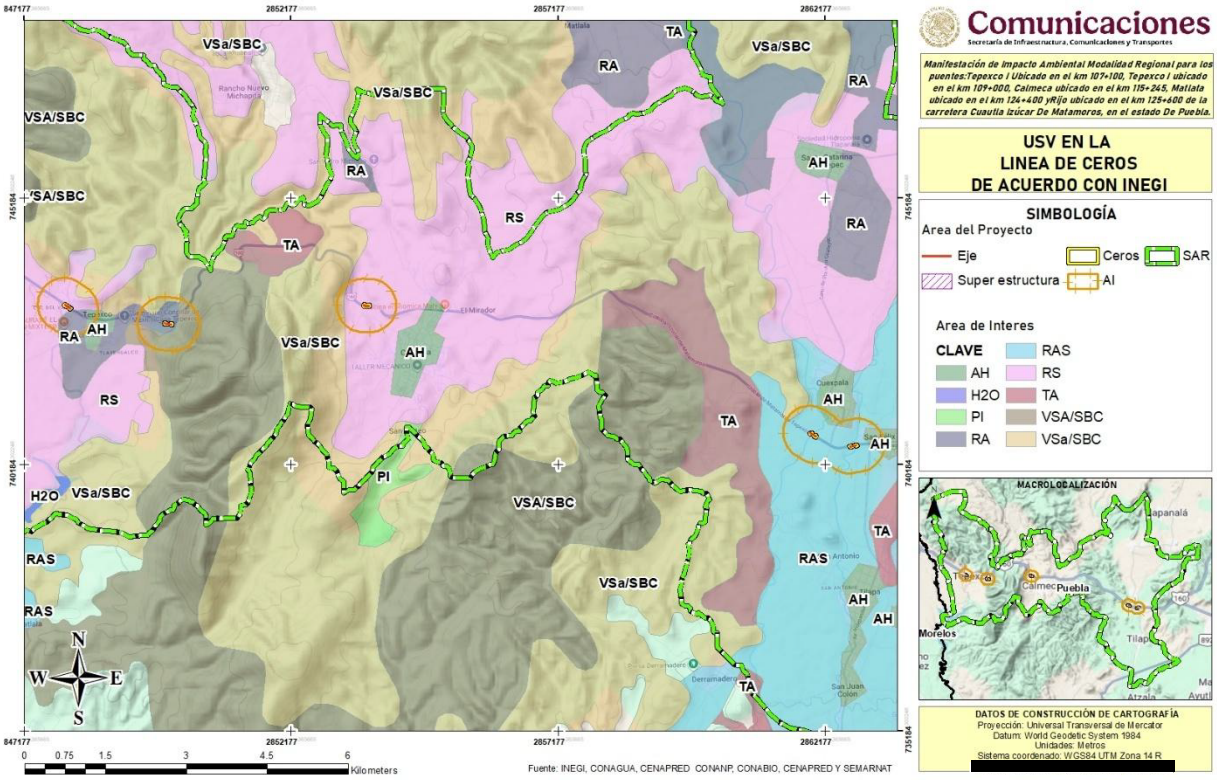


Figura 20. Uso del Suelo y Vegetación en la LC del proyecto según INEGI

2.2.4.2 VEGETACIÓN EXISTENTE EN CAMPO

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

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

- **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**

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

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

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

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

LXXX. Vegetación forestal: Es el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales

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

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

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

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

XXXI. Selva, Ecosistema forestal de clima tropical en el que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, excluyendo los acahuales y guamiles que cuentan con las características para ser considerados terrenos forestales; arbolados de acuerdo con esta Ley. En esta categoría se incluyen a todos los tipos de selva, manglar y palmar, de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía;

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

No obstante, el uso del suelo y tipo de vegetación reportado por INEGI tuvo algunas diferencias con lo observado en campo. Por lo que en campo se realizó el mapeo de los usos de suelo y tipos de vegetación de la Línea de Ceros (LC).

Esta actividad consistió en realizar un caminamiento por el eje del proyecto, registrando las coordenadas de inicio y término de cada uno de los cambios de usos de suelo y tipos de vegetación. Posteriormente en el SIG del Proyecto se cargaron dichas coordenadas y con las anotaciones de campo se realizó la rodalización de los usos de suelo y vegetación de la LC y se calcularon sus superficies, este trabajo se realizo para cada uno de los cinco puentes, es oportuno recalcar que la superficie de afectación por el proyecto contempla dos usos de suelo general:

- **Forestal:** Todas aquellas áreas que son ocupadas por vegetación primaria o dominantemente primaria y secundaria, en este caso: Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
- **No forestal.** Áreas desprovistas de vegetación total o ausencia de especies, se refiere a aquellas áreas donde no se presenta crecimiento ni desarrollo de cobertura “forestal”. Así mismo, se considera como “no forestal” aquellas zonas desprovistas de vegetación (que debido a las distintas actividades antropogénicas no se permiten procesos de sucesión natural). En este caso se agruparon las siguientes coberturas: Agricultura de temporal, Zonas desprovistas de vegetación los cauces de los ríos, aunado, por supuesto, a la superficie correspondiente al camino existente.

2.2.4.2.1.1PUENTE TEPEXCO I

En la siguiente tabla se presentan las superficies de uso de suelo y vegetación presentes en la línea de ceros del puente Tepexco I:

Tabla 7. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la línea de ceros del Puente Tepexco I, según el trabajo de campo

Área	Uso de suelo y vegetación	Aptitud	Área (ha)	Porcentaje (Respecto al DDV)
Línea de ceros	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto	No Forestal	0.1749	28.71%
	Área desprovista de Vegetación	No Forestal	0.1972	32.38%
	Cauce del Rio	No Forestal	0.0158	2.59%

	Subtotal No Forestal		**0.3879**	63.68%
	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia	Forestal	0.0649	10.66%
	Subtotal Forestal		**0.0649**	10.66%
	Total Línea de ceros		**0.4528**	74.34%
Restante de DDV sin afectación			0.1563	25.66%
Total DDV			0.6091	100.00%

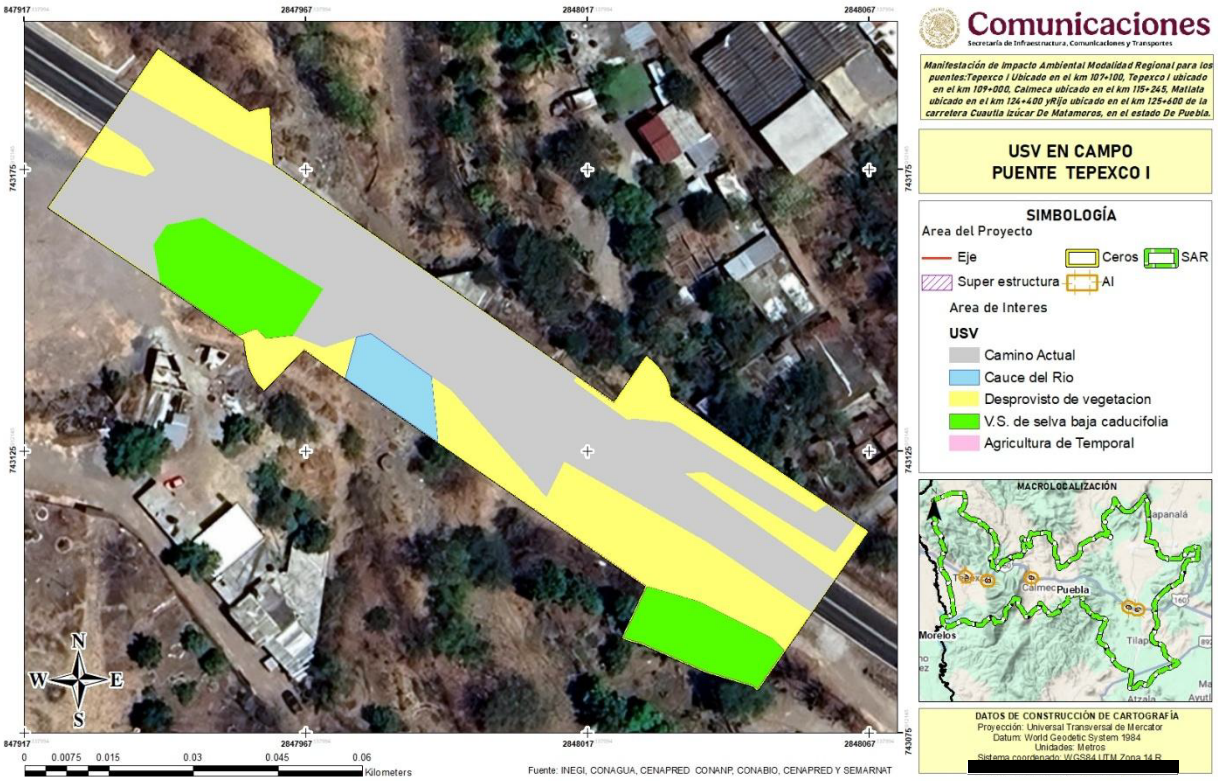


Figura 21. Uso del Suelo y Vegetación en la LC del proyecto según los trabajos de campo para el Puente Tepexco I

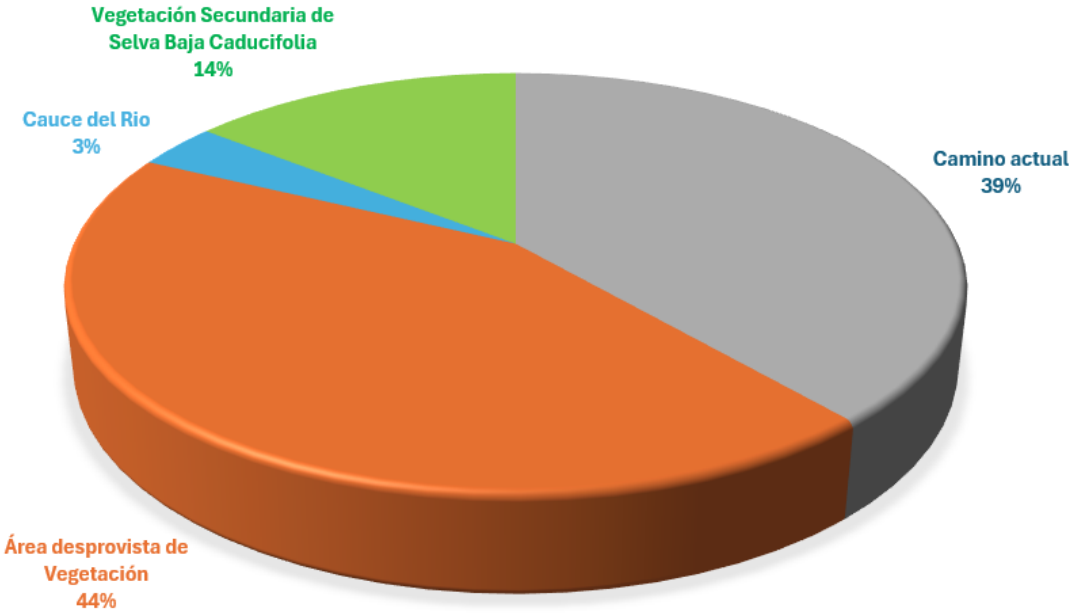


Figura 22. Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros para el puente Tepexco I, según la información de campo

2.2.4.2.1.2PUENTE TEPEXCO II

En la siguiente tabla se presentan las superficies de uso de suelo y vegetación presentes en la línea de ceros del puente Tepexco II:

Tabla 8. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la línea de ceros del Puente Tepexco II, según el trabajo de campo

Área	Uso de suelo y vegetación	Aptitud	Área (ha)	Porcentaje (Respecto al DDV)
Línea de ceros	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto	No Forestal	0.1529	24.25%
	Área desprovista de Vegetación	No Forestal	0.1144	18.14%
	Cauce del Rio	No Forestal	0.0673	10.67%
	Subtotal No Forestal		**0.3346**	**53.07%**
	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia	Forestal	0.1879	29.80%
	Subtotal Forestal		**0.1879**	29.80%
	Total Línea de ceros		**0.5225**	**82.87%**
Restante de DDV sin afectación			0.1080	17.13%
Total DDV			0.6305	100.00%

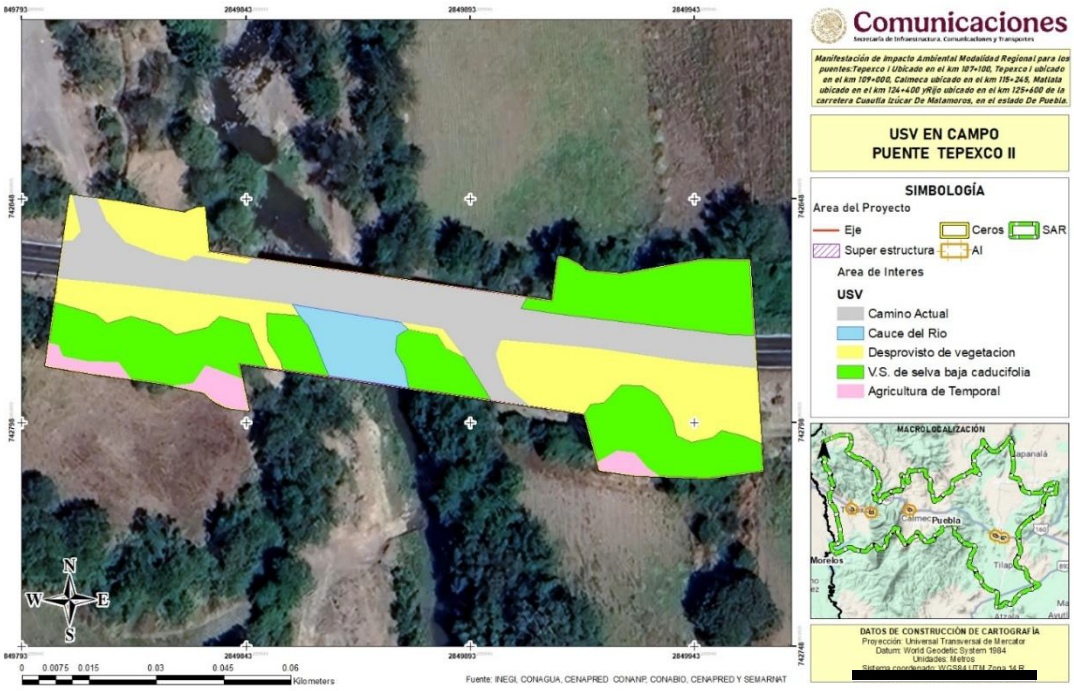


Figura 23. Uso del Suelo y Vegetación en la LC del proyecto según los trabajos de campo para el Puente Tepexco II

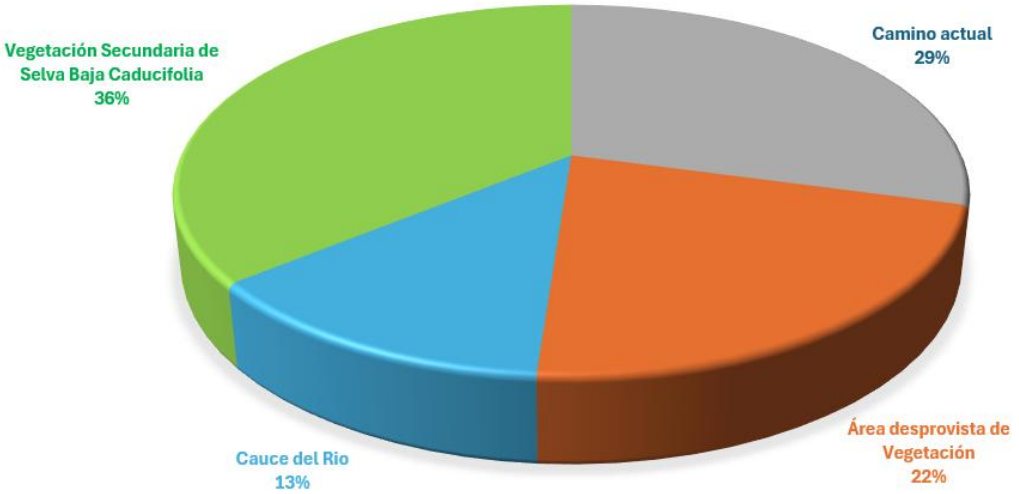


Figura 24. Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros para el puente Tepexco II, según la información de campo

2.2.4.2.1.3 PUENTE CALMECA

En la siguiente tabla se presentan las superficies de uso de suelo y vegetación presentes en la línea de ceros del puente Calmeca:

Tabla 9. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la línea de ceros del Puente Calmeca, según el trabajo de campo

Área	Uso de suelo y vegetación	Aptitud	Área (ha)	Porcentaje (Respecto al DDV)
Línea de ceros	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto	No Forestal	0.0965	20.62%
	Área desprovista de Vegetación		0.1762	37.66%
	Cauce del Rio		0.0298	6.37%
	Subtotal No Forestal		**0.3025**	**64.65%**
	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia	Forestal	0.1379	29.47%
	Subtotal Forestal		**0.1379**	29.47%
	Total Línea de ceros		**0.4404**	**94.12%**
Restante de DDV sin afectación			0.0275	5.88%
Total DDV			0.4679	100.00%

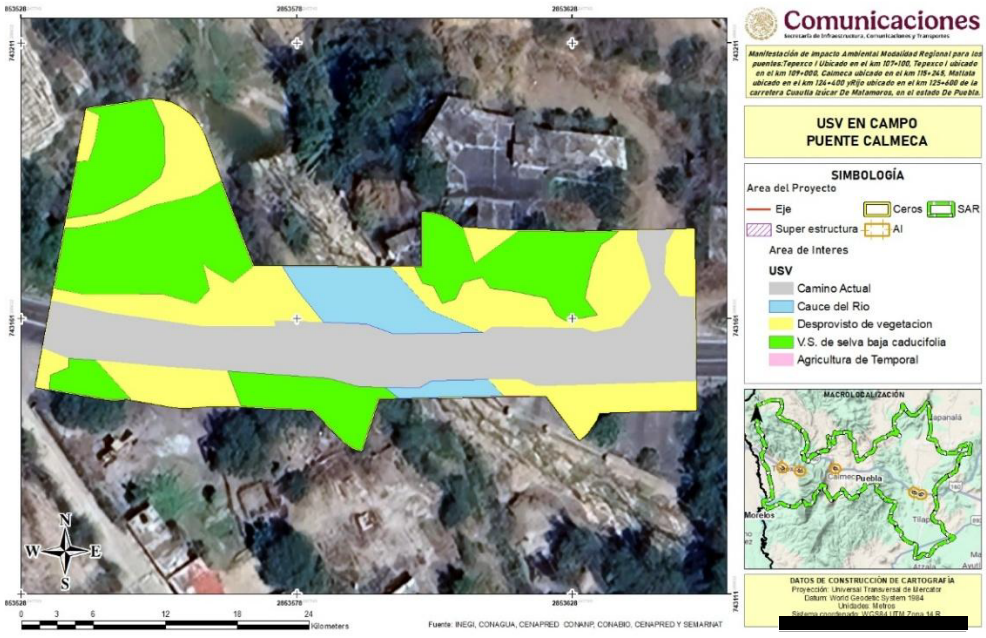


Figura 25. Uso del Suelo y Vegetación en la LC del proyecto según los trabajos de campo para el Puente Calmeca

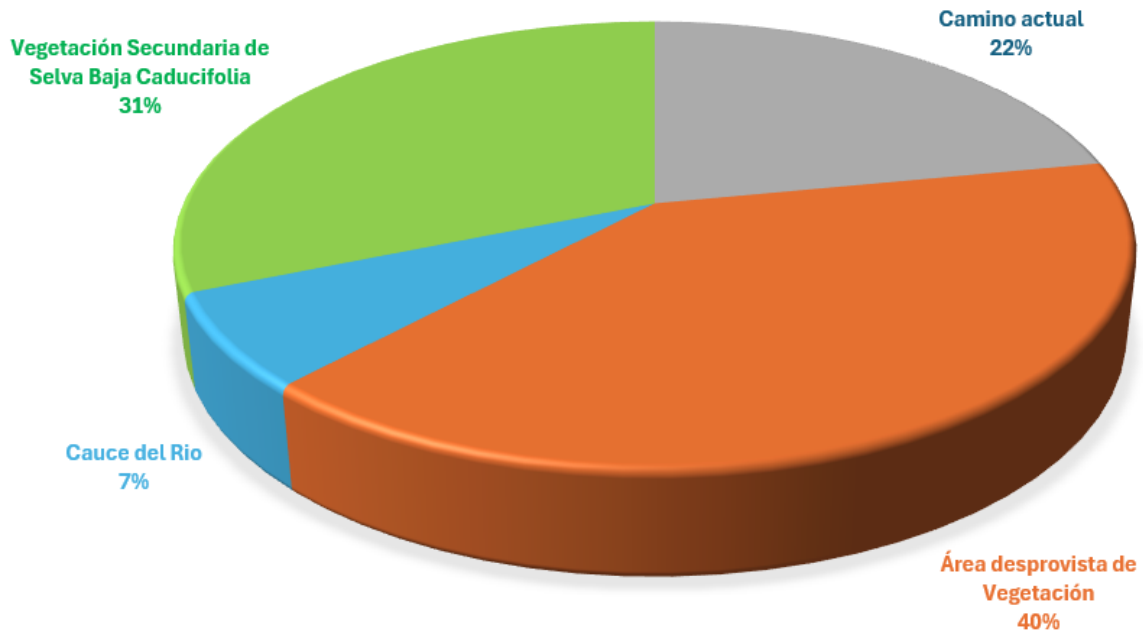


Figura 26. Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros para el puente Calmeca, según la información de campo

2.2.4.2.1.4PUENTE MATLALA

En la siguiente tabla se presentan las superficies de uso de suelo y vegetación presentes en la línea de ceros del puente Matlala:

Tabla 10. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la línea de ceros del Puente Matlala, según el trabajo de campo

Área	Uso de suelo y vegetación	Aptitud	Área (ha)	Porcentaje (Respecto al DDV)
Línea de ceros	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto	No Forestal	0.1792	29.71%
	Agricultura de Temporal		0.1329	22.04%
	Área desprovista de Vegetación		0.0042	0.70%
	Subtotal No Forestal		**0.3163**	**52.45%**
	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia	Forestal	0.0969	16.07%
	Subtotal Forestal		**0.0969**	**16.07%**

	Total Línea de ceros	**0.4132**	**68.51%**
Restante de DDV sin afectación		0.1899	31.49%
Total DDV		0.6031	100.00%

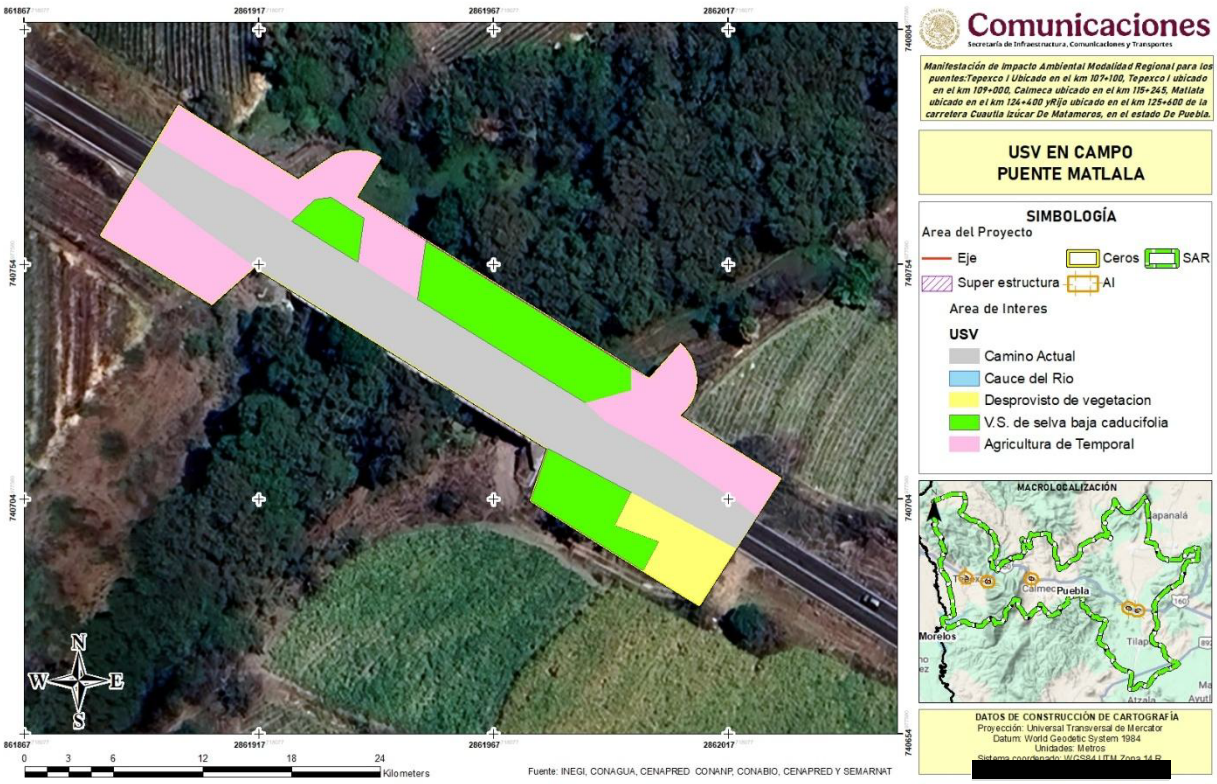


Figura 27. Uso del Suelo y Vegetación en la LC del proyecto según los trabajos de campo para el Puente Matlala

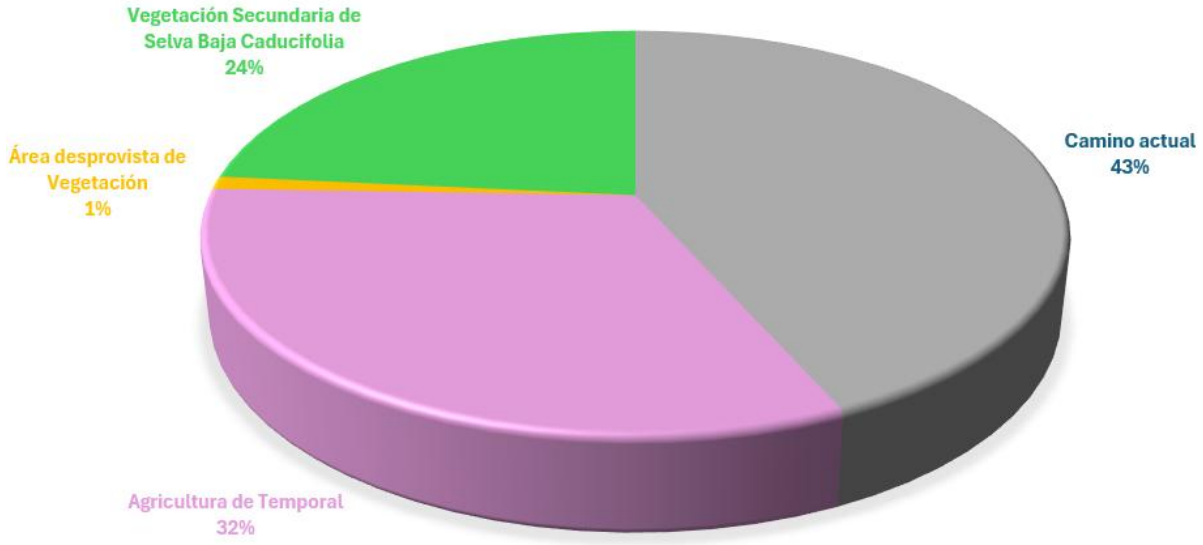


Figura 28. Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros para el puente Matlala, según la información de campo

2.2.4.2.1.5PUENTE RIJO

En la siguiente tabla se presentan las superficies de uso de suelo y vegetación presentes en la línea de ceros del puente Rijo:

Tabla 11. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la línea de ceros del Puente Rijo, según el trabajo de campo

Área	Uso de suelo y vegetación	Aptitud	Área (ha)	Porcentaje (Respecto al DDV)
Línea de ceros	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto	No Forestal	0.1724	27.73%
	Agricultura de Temporal		0.0949	15.27%
	Área desprovista de Vegetación		0.0847	13.63%
	Cauce del Rio		0.0345	5.55%
	Subtotal No Forestal		**0.3865**	**62.18%**
	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia	Forestal	0.0707	11.37%

	Subtotal Forestal	**0.0707**	**11.37%**
	Total Línea de ceros	**0.4572**	**73.55%**
Restante de DDV sin afectación		0.1644	26.45%
Total DDV		0.6216	100.00%

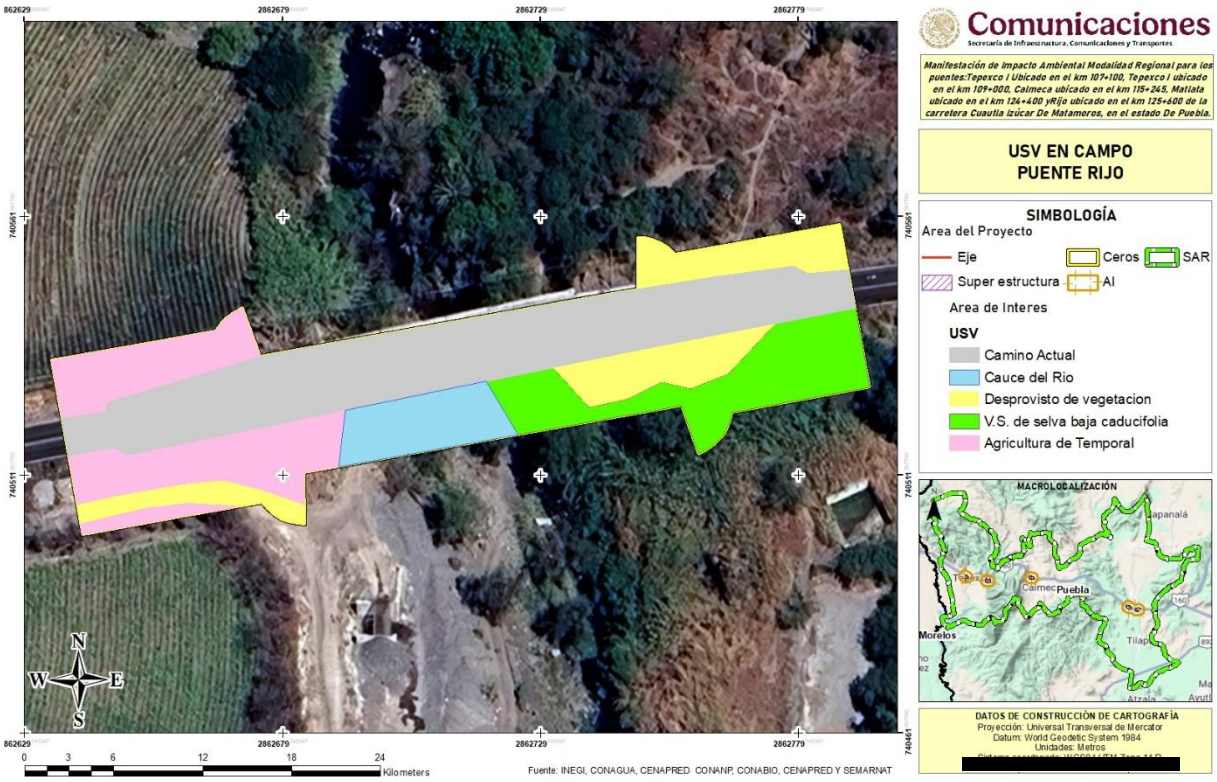


Figura 29. Uso del Suelo y Vegetación en la LC del proyecto según los trabajos de campo para el Puente Rijo

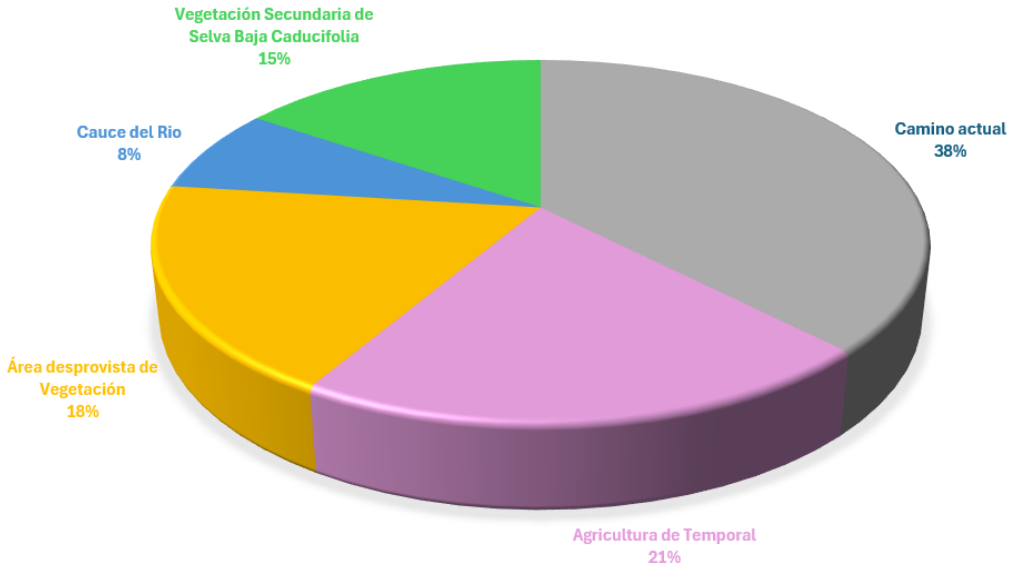


Figura 30. Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros para el puente Rijo, según la información de campo

2.2.4.2.1.6 RESUMEN DE AFECTACIONES FORESTALES

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las superficies de afectación forestal para cada puente

Tabla 12. Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para el Puente Rijo

Puente	Uso de suelo y vegetación	Numero de polígonos	Superficie	Porcentaje
Tepexco I	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia	2	0.0649	11.62%
Tepexco II		5	0.1879	33.66%
Calmeca		5	0.1379	24.70%
Matlala		3	0.0969	17.36%
Rijo		1	0.0707	12.66%
Total		16	0.5583	100.00%

2.2.4.2.1.7 POLIGONOS FORESTALES

En el siguiente Cuadro se desglosa la superficie de cada polígono forestal por cada puente.

Tabla 13. Polígonos de CUSTF para el puente Rijo

Polígono	Puente	Numero	USV	Superficie
1	Tepexco I	1	SBC	0.0383
2	Tepexco I	2	SBC	0.0266
3	Tepexco II	1	SBC	0.0513
4	Tepexco II	2	SBC	0.0124
5	Tepexco II	3	SBC	0.019
6	Tepexco II	4	SBC	0.0606
7	Tepexco II	5	SBC	0.0446
8	Calmeca	1	SBC	0.0253
9	Calmeca	2	SBC	0.0497
10	Calmeca	3	SBC	0.0065
11	Calmeca	4	SBC	0.0196
12	Calmeca	5	SBC	0.0368
13	Matlala	1	SBC	0.0115
14	Matlala	2	SBC	0.0558
15	Matlala	3	SBC	0.0296
16	Rijo	1	SBC	0.0707
Total				0.5583

Así mismo se presenta el anexo "*Vértices de los polígonos forestales.xlsx*"

2.2.5 SUPERFICIE DE OCUPACIÓN TOTAL Y SUPERFICIE DE ZONA FEDERAL DE CUERPOS DE AGUA

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

> "Ribera o Zona Federal": Las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la ribera

> o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros. El nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la creciente máxima ordinaria que será determinada por "la Comisión" o por el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, de acuerdo con lo dispuesto en los reglamentos de esta Ley. En los ríos, estas fajas se delimitarán a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los cauces con anchura no mayor de cinco metros, el nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la media de los gastos máximos anuales producidos durante diez años consecutivos. Estas fajas se delimitarán en los ríos a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, el escurrimiento que se concentre hacia una depresión topográfica y forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. La magnitud de la cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad;

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

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

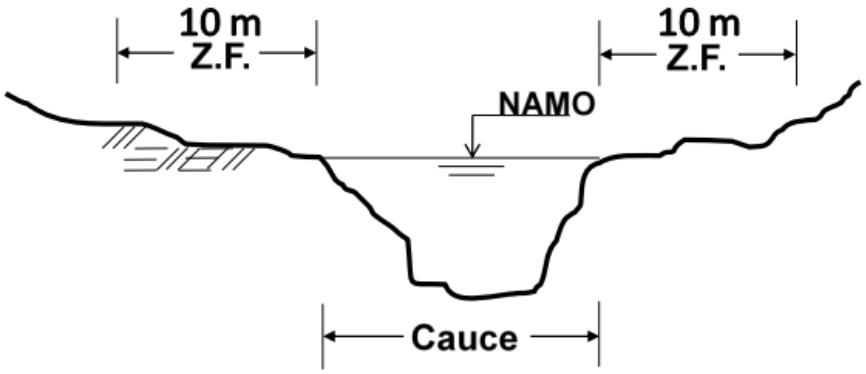


Figura 31. Ilustración de la delimitación en la zona federal

De manera inicial se consultó la información disponible en Atlas Nacional de Riesgos (ANR) de CENAPRED (http://atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html), en la sección "Atlas Nacional de Riesgo por Inundación." Específicamente en la Región Centro, ya que es la que corresponde al estado de Puebla, como se muestra en la siguiente imagen

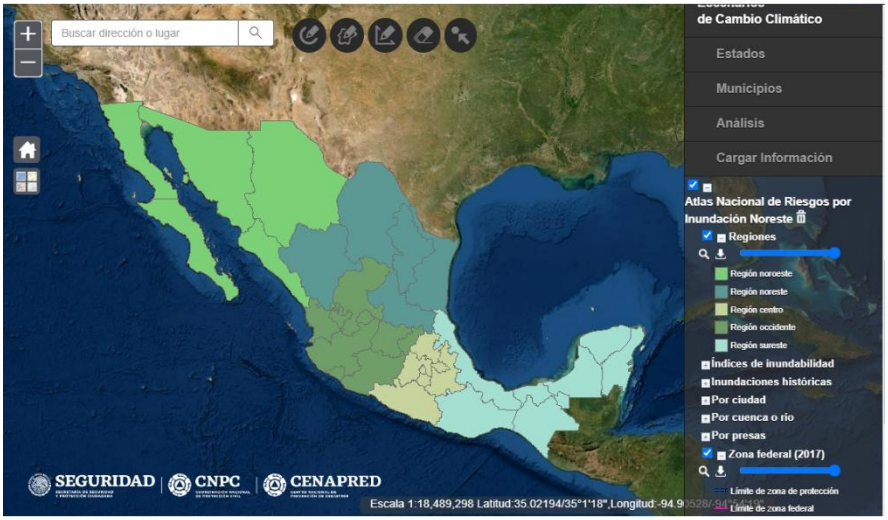


Figura 32. Regiones del Atlas Nacional de Riesgos por inundación

Sin embargo, para la zona del proyecto no hay información disponible generada por el Atlas Nacional de Riesgo por Inundación para los escurrimientos que se verán involucrados en el proyecto.

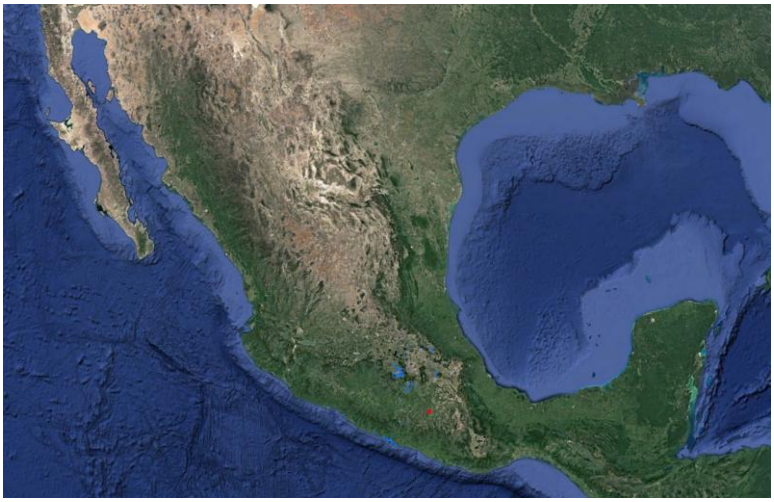


Figura 33. Zona federal (2017) para la región Centro disponible en el Atlas Nacional de Riesgos por inundación

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

Tabla 14. NADI de cada puente el cual se uso de base para el calculo de la zona federal.

Puente	NADI (msnm)
Tepexco I	1179.72
Tepexco II	1182.24
Calmeca	1294.34
Matlala	1249.95
Rijo	1255.47

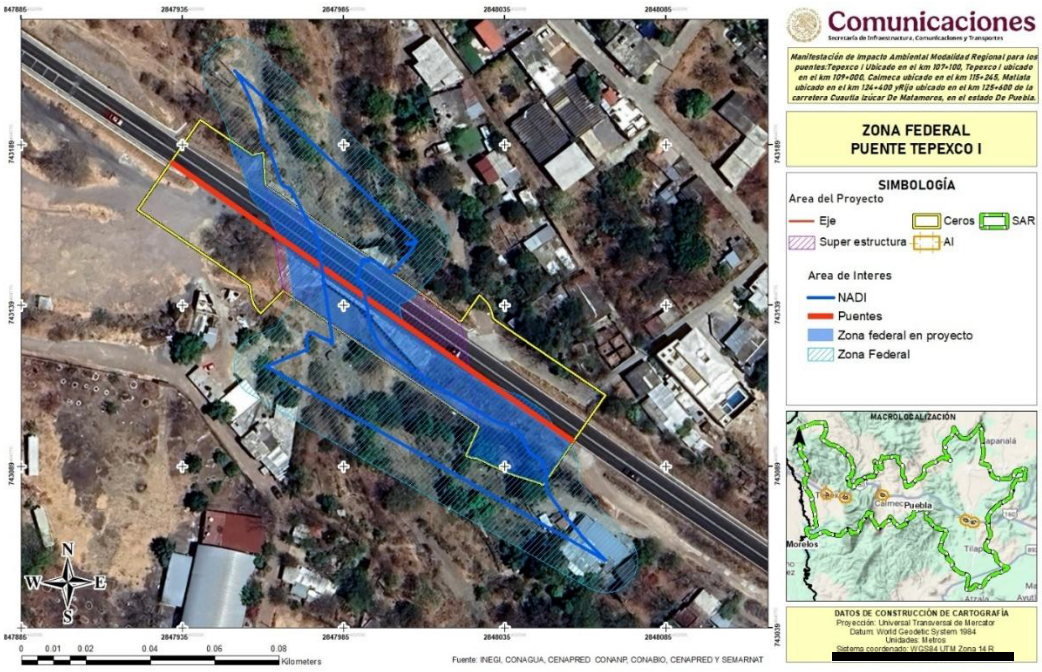


Figura 34. Delimitación de la Zona Federal para el Puente Tepexco I.



Figura 35. Delimitación de la Zona Federal para el Puente Tepexco II.



Figura 36. Delimitación de la Zona Federal para el Puente Calmeca.

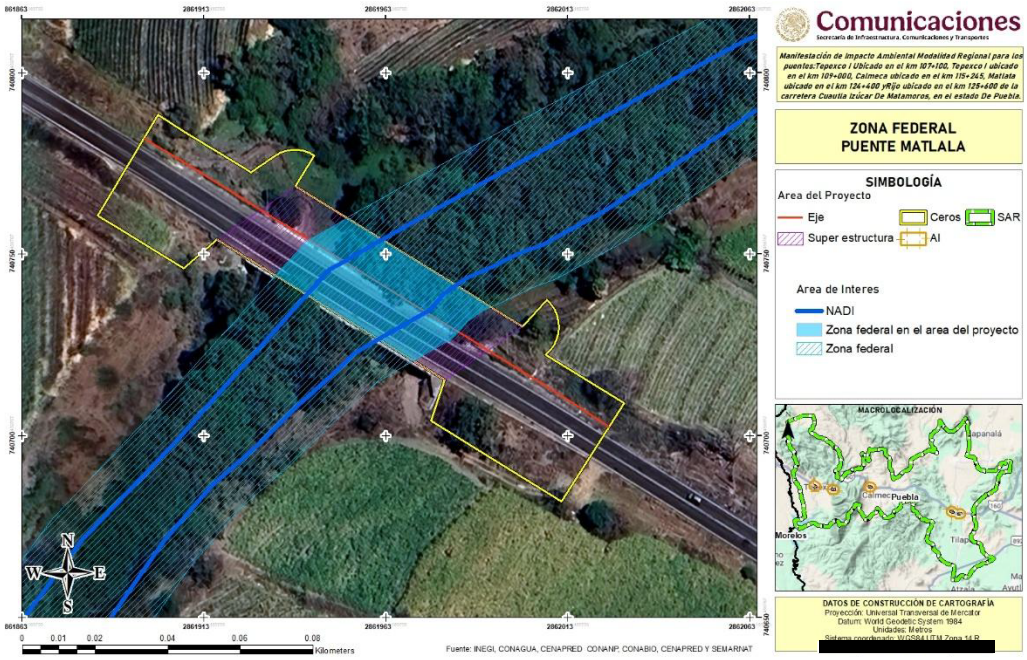


Figura 37. Delimitación de la Zona Federal para el Puente Matlala.

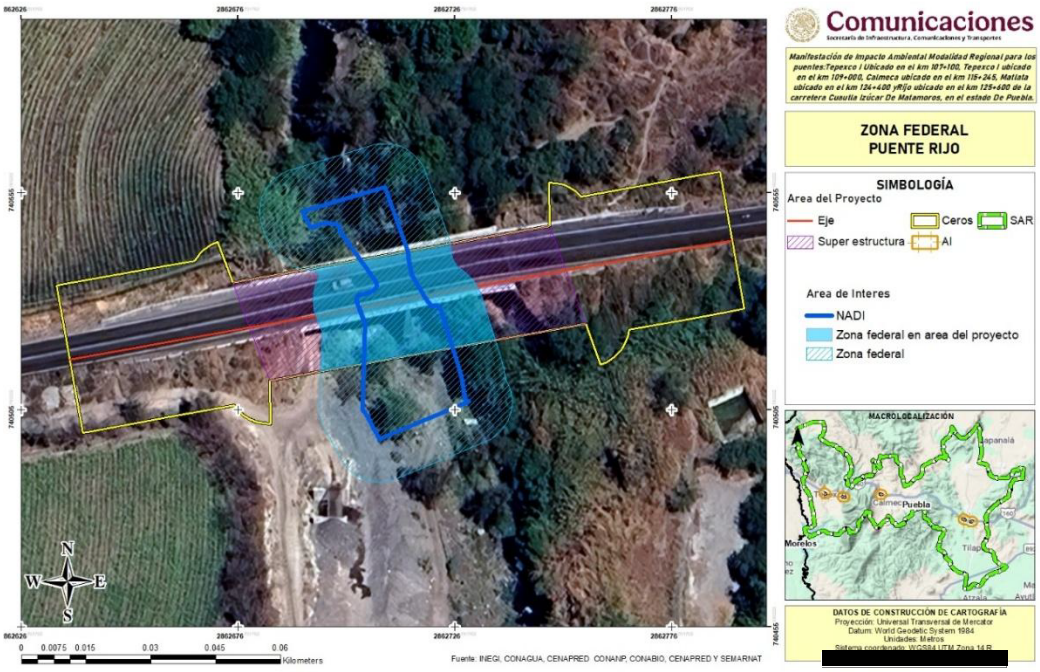


Figura 38. Delimitación de la Zona Federal para el Puente Rijo.

De acuerdo con lo anterior, la superficie de la construcción que corresponde a zona federal será de un total de 0.8150 ha (8,150 m^2), como se muestra en la siguiente tabla

Tabla 15. Superficie de la zona federal

Puente	Zona Federal (HA)
Tepexco I	0.2205
Tepexco II	0.1315
Calmeca	0.2634
Matlala	0.1119
Rijo	0.0877
Total	0.8150

2.3 ESTUDIOS PARA EL DISEÑO DE SUPERESTRUCTURAS

A continuación, se describen brevemente los estudios pertinentes para el diseño, ubicación y cimentación de los 5 puentes, los cuales forman parte del proyecto ejecutivo.

2.3.1 Mecánica de suelos

Se realizan sondeos con la intención de obtener muestras edafológicas, las cuales, tras ser analizadas, permitieron identificar elementos importantes en el diseño de los soportes de cada una de las super estructuras.

2.3.1.1 PUENTE TEPEXCO I

Dos sondeos mixtos alternando la prueba de penetración estándar (Norma ASTM D1586-99) con barril muestreador con broca y rima de diamante de diámetro NQ, con máquina perforadora, denominados: El SM-1 en el Km 107+039.85 a la izquierda del eje de trazo, con elevación de brocal 1176.606 m, hasta 14.90 m de profundidad; y el SM-2 en el Km 107+049.83 a la derecha del eje de trazo, con elevación de brocal 1176.141 m.

De acuerdo con las columnas estratigráficas de los sondeos realizados y al perfil estratigráfico, se distinguen 4 estratos básicos que en forma descendente se indican a continuación:

1. Detectado superficialmente con espesor de 0.60 m, se tiene arena poco limosa (SP-SM) con gravas aisladas, café, de compacidad media a muy alta.
2. Bajo el estrato anterior con espesor máximo de 12.40 m, se tiene gravas y boleos (GP,Fc) empecados en arena, café a gris, de calidad muy pobre.
3. Con espesor máximo de 3.50 m, se tiene limo (ML) y arcilla (CL) con poca arena y lente de arena, café a café grisáceo, de consistencia dura.
4. Subyaciendo los estratos anteriores y hasta la máxima profundidad explorada de 17.40 m, se tienen fragmentos de roca y gravillas (fc,GP-GM) empacadas en arena poco limosa, café a café grisáceo, de compacida muy alta.

2.3.1.2 PUENTE TEPEXCO II

Tres sondeos mixtos alternando la prueba de penetración estándar (Norma ASTM D1586-99) con barril muestreador con broca y rima de diamante de diámetro NQ, con máquina perforadora, denominados: El SM-5 en el Km 109+023.74 a la derecha del eje de trazo, con elevación de brocal 1179.98 m, hasta 15.00 m de profundidad; el SM-6 en el Km 109+052.30 a la derecha del eje de trazo, con elevación de brocal 1178.12 m, hasta 19.10 m de profundidad; y el SM-7 en el Km 109+077.37 a la izquierda del eje de trazo, con elevación de brocal 1181.43 m, hasta 15.50 m de profundidad.

De acuerdo con las columnas estratigráficas de los sondeos realizados y al perfil estratigráfico, se distinguen 3 estratos básicos que en forma descendente se indican a continuación:

1 Detectado superficialmente en la margen derecha con espesor de 2.30 m, se tienen alternancias de gravas (GP) y arena poco limosa (SP-SM), gris oscuro, de compacidad muy alta. En la margen izquierda con espesor de 1.05 m, se tienen alternancias de arcilla arenosa (CL) y gravas (GP), café oscuro a gris oscuro, de consistencia dura o compacidad muy alta.

2 Bajo el estrato anterior con espesor máximo de 14.45 m, se tiene roca de origen ígneo (brecha tobácea), muy fracturada, gris a gris claro, de calidad muy pobre.

3 Subyaciendo los estratos anteriores y hasta la máxima profundidad explorada de 19.10 m, se tiene arena fina a gruesa poco limosa (SP-SM) con gravas y fragmentos de andesita localmente, gris negruzco, de compacidad muy alta o calidad muy pobre.

3.1.1.1 PUENTE CALMECA

Dos sondeos mixtos alternando la prueba de penetración estándar (Norma ASTM D1586-99) con barril muestreador con broca y rima de diamante de diámetro NQ, con máquina perforadora, denominados: El SM-8 en el Km 114+749.95 a la izquierda del eje de trazo, con elevación de brocal 1290.683 m, hasta 15.15 m de profundidad; y el SM-9 en el Km 114+762.68 a la derecha del eje de trazo, con elevación de brocal 1291.402 m, hasta 15.45 m de profundidad.

De acuerdo con las columnas estratigráficas de los sondeos realizados y al perfil estratigráfico, se distinguen 3 estratos básicos que en forma descendente se indican a continuación:

1 Detectado superficialmente con espesor máximo de 1.20 m, se tiene roca de origen ígneo (andesita), muy fracturada, gris oscuro, de calidad muy pobre.
2 Bajo el estrato anterior con espesor máximo de 7.20 m, se tiene roca de origen ígneo (andesita), muy fracturada a sana, gris oscuro, de calidad muy pobre a buena.
3 Subyaciendo los estratos anteriores y hasta la máxima profundidad explorada de 15.45 m, se tiene roca de origen ígneo (andesita), muy fracturada a fracturada, gris oscuro, de calidad muy pobre a regular.

3.1.1.1 PUENTE MATLALA

Tres sondeos mixtos alternando la prueba de penetración estándar (Norma ASTM D1586-99) con barril muestreador con broca y rima de diamante de diámetro NQ, con máquina perforadora, denominados: El SM-10 en el Km 124+338.02 a la izquierda del eje de trazo, con elevación de brocal 1250.279 m, hasta 13.20 m de profundidad; el SM-11 en el Km 124+359.56 a la izquierda del eje de trazo, con elevación de brocal 1245.618 m, hasta 15.00 m de profundidad; y el SM-12 en el Km 124+385.66 a la derecha del eje de trazo, con elevación de brocal 1250.768 m, hasta 15.00 m de profundidad.

De acuerdo con las columnas estratigráficas de los sondeos realizados y al perfil estratigráfico, se distinguen 3 estratos básicos que en forma descendente se indican a continuación:

1 Detectado superficialmente con espesor máximo de 8.40 m, se tienen alternancias de arena arcillosa (SC) y arcilla arenosa (CL) con gravas localmente, café oscuro a café grisáceo, de consistencia media a dura o compacidad suelta a muy compacta.
2 Bajo el estrato anterior con espesor máximo de 1.95 m, se tienen gravas (GC) empacadas en arena poco arcillosa a arcillosa, café oscuro a gris oscuro, de compacidad media a muy alta.

3 Subyaciendo los estratos anteriores y hasta la máxima profundidad explorada de 15.00 m, se tiene roca de origen ígneo (brecha andesítica), muy fracturada, gris claro, de calida muy pobre a pobre.

3.1.1.1 PUENTE RIJO

Tres sondeos mixtos alternando la prueba de penetración estándar (Norma ASTM D1586-99) con barril muestreador con broca y rima de diamante de diámetro NQ, con máquina perforadora, denominados: El SM-13 en el Km 125+173.25 a la derecha del eje de trazo, con elevación de brocal 1255.024 m, hasta 15.20 m de profundidad; el SM-14 en el Km 125+197.88 a la derecha del eje de trazo, con elevación de brocal 1248.055 m, hasta 15.00 m de profundidad; y el SM-15 en el Km 125+213.20 a la izquiertda del eje de trazo, con elevación de brocal 1251.352 m, hasta 15.60 m de profundidad.

De acuerdo con las columnas estratigráficas de los sondeos realizados y al perfil estratigráfico, se distinguen 3 estratos básicos que en forma descendente se indican a continuación:

1 Detectado superficialmente en la margen derecha con espesor de 1.80 m, se tiene arena arcillosa (SC) con gravas y fragmentos de roca, café claro, café claro a gris, de compacidad media a muy alta.
2 Bajo el estrato anterior con espesor máximo de 7.20 m, se tiene gravas (GC,GP-GM,Fc) empacadas en arena poco arcillosa a poco limosa, café grisáceo a gris oscuro, de compacidad media a muy alta.
3 Subyaciendo los estratos anteriores y hasta la máxima profundidad explorada de 15.60 m, se tiene arena poco arcillosa a arcillosa (SP,SP-SC,SC,SM) con gravas, café grisáceo a gris oscuro, de compacidad suelta a muy compacta.

3.1.1 Estudios topo hidrológicos

Son estudios que permiten modelas los flujos de agua que cruzan los puentes, con la intención de diseñar estructuras adecuadas y seguras, permitiendo obtener las dimensiones, ubicación y demás características pertinentes para un flujo de agua extraordinario.

3.1.1.1 PUENTE TEPEXCO I

Después de realizados los estudios Hidrológico e Hidráulico, se concluye que el gasto que deberá tomarse como de diseño es el obtenido por el Método Racional Americano; el cual resultó de QDI=136.19 m³/s, posteriormente se realizó la simulación con el gasto obtenido,

obteniéndose un Nivel de Aguas de Diseño NADI (Tr=500 años) de **1,179.72 msnm** con una velocidad de la corriente de 3.85 m/s en la entrada. Debido a que el cauce no presenta riesgos de desbordamiento, se recomienda que la rasante existente quede en las elevaciones 1,185.671 msnm en el cadenamiento 107+035.40 (P.I) y de 1,185.534 msnm en el cadenamiento 107+056.00 msnm (P.F.).

3.1.1.2 PUENTE TEPEXCO II

Después de realizados los estudios Hidrológico e Hidráulico, se concluye que el gasto que deberá tomarse como de diseño es el obtenido por el Método Hidrograma Unitario Triangular; el cual resultó de QDI=378.63 m³/s, posteriormente se realizó la simulación con el gasto obtenido, obteniéndose un Nivel de Aguas de Diseño NADI (Tr=500 años) de **1,182.24 msnm** con una velocidad de la corriente de 2.73 m/s en la salida. Debido a que el cauce no presenta riesgos de desbordamiento, se recomienda que la rasante existente quede en las elevaciones 1,188.172 msnm en el cadenamiento 109+022.70 (P.I) y de 1,188.250 msnm en el cadenamiento 109+083.50 msnm (P.F.).

3.1.1.3 PUENTE CALMECA

Después de realizados los estudios Hidrológico e Hidráulico, se concluye que el gasto que deberá tomarse como de diseño es el obtenido por el Método Racional Americano; el cual resultó de QDI=189.13 m³/s, posteriormente se realizó la simulación con el gasto obtenido, obteniéndose un Nivel de Aguas de Diseño NADI (Tr=500 años) de **1,294.34 msnm** con una velocidad de la corriente de 6.85 m/s en la salida. Debido a que el cauce no presenta riesgos de desbordamiento, se recomienda que la rasante existente quede en las elevaciones 1,301.154 msnm en el cadenamiento 114+747.24 (P.I) y de 1,301.104 msnm en el cadenamiento 114+765.04 msnm (P.F.)

3.1.1.4 PUENTE MATLALA

Después de realizados los estudios Hidrológico e Hidráulico, se concluye que el gasto que deberá tomarse como de diseño es el obtenido por el Método Hidrograma Unitario Triangular; el cual resultó de QDI=503.31 m³/s, posteriormente se realizó la simulación con el gasto obtenido, obteniéndose un Nivel de Aguas de Diseño NADI (Tr=500 años) de **1,249.95 msnm** con una velocidad de la corriente de 3.79 m/s en la salida. Debido a que el cauce no presenta riesgos de desbordamiento, se recomienda que la rasante existente quede en las elevaciones 1,256.915 msnm en el cadenamiento 124+329.40 (P.I) y de 1,256.400 msnm en el cadenamiento 124+390.65 msnm (P.F.).

3.1.1.5 PUENTE RIJO

Después de realizados los estudios Hidrológico e Hidráulico, se concluye que el gasto que deberá tomarse como de diseño es el obtenido por el Método Hidrograma Unitario Triangular; el cual resultó de QDI=1159.87 m³/s, posteriormente se realizó la simulación con el gasto obtenido, obteniéndose un Nivel de Aguas de Diseño NADI (Tr=500 años) de **1,255.47 msnm** con una velocidad de la corriente de 6.86 m/s en la salida. Debido a que el cauce no presenta riesgos de desbordamiento, se recomienda que la rasante existente quede en las elevaciones 1,262.130 msnm en el cadenamiento 125+169.27 (P.I) y de 1,262.468 msnm en el cadenamiento 125+220.13 msnm (P.F.).

3.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA

3.2.1 PROGRAMA GENERAL DEL TRABAJO

Las actividades que se plantean en el programa de trabajo se ejecutarán de acuerdo con el proceso constructivo, sin embargo, cabe destacar que las actividades relacionadas con la protección al ambiente se llevarán a cabo de manera permanente hasta finalizar la obra, destacando, además, que se llevara un seguimiento de las medidas de mitigación propuestas y empleadas. El Periodo para la preparación del sitio y construcción se considera como mínimo de 6 años tal como se desglosa a continuación

Tabla 16. Programa General de Trabajo del Proyecto (6años/12semestres)

PUENTES	ETAPA	ACTIVIDADES	Duración de la modernización del proyecto SEMESTRE											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Puente Tepexco I Puente Tepexco II Puente Calmeca Puente Matlata Puente Rijo	**PERPARACION DEL SITIO**	Desmonte y limpieza del área del proyecto												
	CONSTRUCCIÓN	Cierre parcial de la circulación sobre la estructura existente												
		Colocación de los primeros pilotes												
		Perforación para los primeros cabezales												
		Demolición parcial de la super estructura												
		Habilitación de circulación en la estructura existente												
		perforación para las pilas derechas												
		Construcción de las pilas derechas												
		Construcción de cabezales derechos												
		Construcción de losa derecha												
		Construcción de losas de acceso												
		Construcción de la carpeta asfáltica en la losa derecha												
		Habilitación del cuerpo derecho a la circulación												
		Demolición de la subestructura existente a nivel del terreno natural												
		Construcción de las pilas izquierdas												
		Construcción los cabezales izquierdos												
		Montaje de las trabes izquierdos												
		Construcción de la carpeta asfáltica lado izquierdo												
		Remoción de escombros												

	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	**Operación del Proyecto y ejecución de actividades de mantenimiento**	**La etapa de operación considera la vida útil del proyecto y se presentaría posterior a los 6 años contemplados para la preparación del sitio y construcción**
	IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	**Ejecución de medidas de prevención, mitigación, control, compensación y/o restauración durante las etapas de preparación del sitio y construcción.**	

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

En el siguiente apartado se presenta la descripción de las actividades a ejecutar durante las distintas etapas del proyecto.

3.3 PROCESO CONSTRUCTIVO

Con la intención de evitar el cierre a la circulación, la modernización de los 5 puentes se llevará de manera en la que se mantendrá circulación en ambos sentidos. Manteniendo la circulación sobre la estructura existente a la vez que se construye uno de los lados del puente, posteriormente, desviando la circulación a la losa recién construida, para después demoler la estructura existente y completar la ampliación del puente. A continuación, se describen las etapas de construcción.

3.3.1 Preparación del sitio

La preparación del sitio consiste en el desmonte y limpieza del área del proyecto, lo que consiste en remover la vegetación existente dentro de la línea de ceros, con objeto de eliminar la presencia de material vegetal, impedir daños a la obra y mejorar la visibilidad. El desmonte comprende:

a) Tala, que consiste en cortar árboles y arbustos
b) Desenraice, que consiste en sacar los troncos o tocones con o sin raíces
c) Limpieza y disposición final, que consiste en retirar el producto del desmonte. El material vegetal será picado y composteado para ser utilizado como material de recubrimiento de taludes y terraplenes, es decir que no se comercializaran los productos forestales resultantes.



Figura 39. Ejemplo ilustrativo de trabajos de desmonte y limpieza.

3.3.2 Construcción de los puentes

1. Se realizará la delimitación de la zona sobre la que se van a empezar a realizar los trabajos, el área sombreada corresponderá a una parte que se demolerá en las primeras etapas de la construcción, por lo que se deberá restringir el tránsito vehicular y peatonal. Este cierre se deberá realizar hasta 20 m antes y después de la estructura.

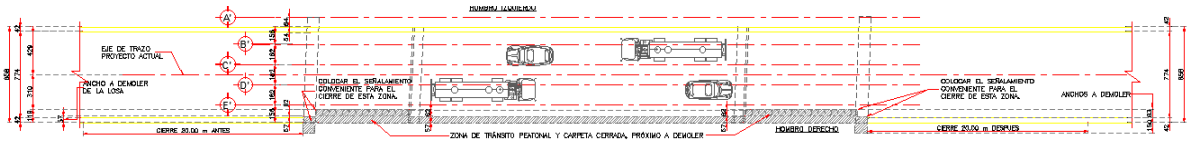


Figura 40. Cierre parcial de la circulación sobre la estructura existente.

2. En los caballetes 1 y 2, una vez cerrada la circulación en la zona especificada y antes de la demolición de los aleros de mampostería existentes, se realizaran los trabajos pertinentes para la perforación y colado de los pilotes numerados impares 1, 3, 5, etc. Hasta el pilote numero 31, en las posiciones indicadas en la planta. Los pilotes tendrán las longitudes y profundidades de desplante indicadas en los planos correspondientes para cada puente. El refuerzo de los pilotes se observa en los planos de refuerzo de los caballetes 1 y 2. Posteriormente y también antes de la demolición de los aleros de mampostería existentes, se perforaran y colaran los pilotes de la pantalla numerados con numeros pares 2, 4, 6, 8 etc.

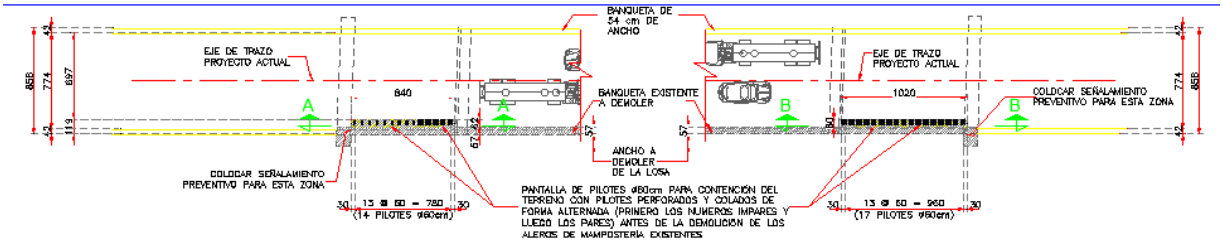


Figura 41. Colocación de los primeros pilotes.

3. Una vez que hayan fraguado las pantallas de pilotes, se procederá a la demolición de los aleros de mampostería existentes del hombro derecho de cada caballete, así como la demolición de la parte de la losa en el hombro derecho indicada en la zona sombreada. Se generarán las excavaciones correspondientes para los Cabezales 1 y 2, de acuerdo con los planos correspondientes para cada puente.

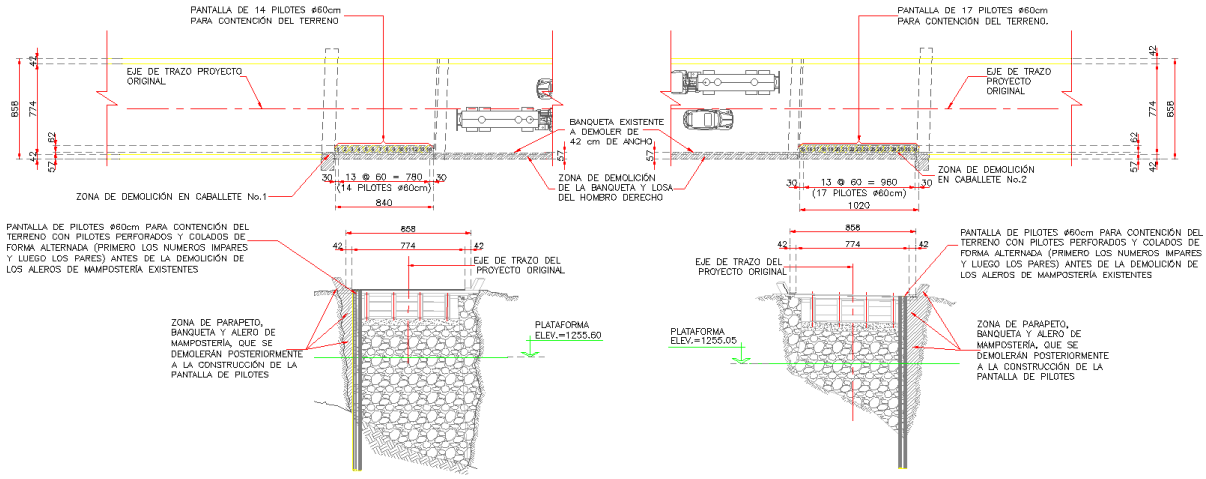


Figura 42. Perforación para los cabezales

4. Una vez terminados los trabajos de excavación y demolición en los accesos, se realizará la demolición de un parte de la losa junto con la banqueta, guarnición y parapeto. Dicho ancho deberá corresponder a 57 cm a partir del borde exterior de la banqueta del hombro derecho.

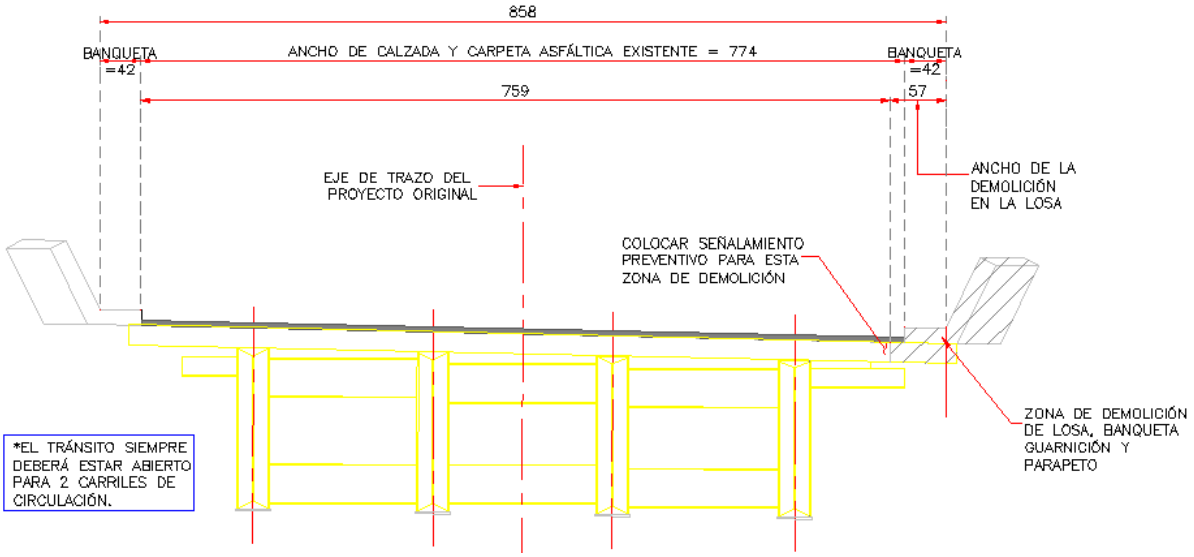


Figura 43. Demolición parcial de la super estructura, sección trasversal

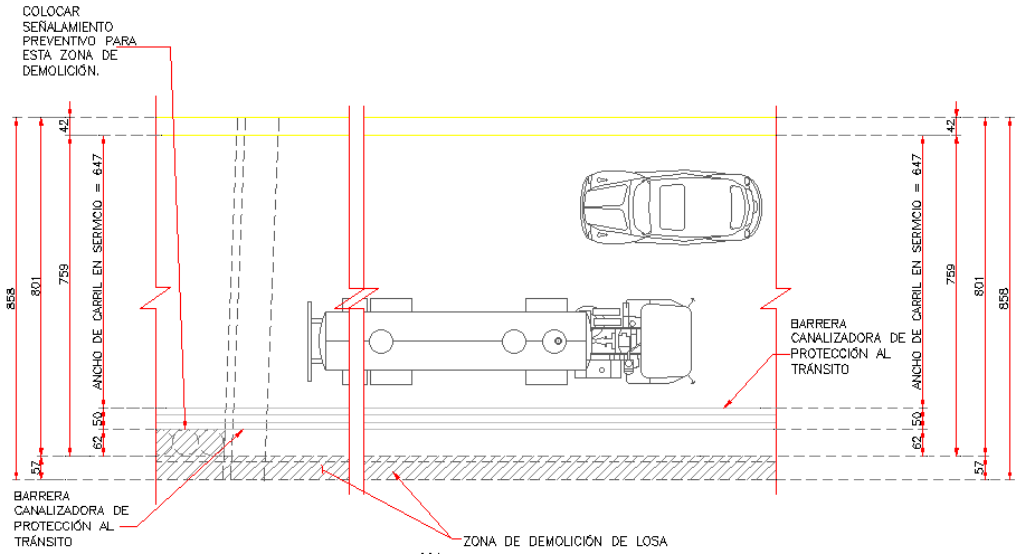


Figura 44. Demolición parcial de la super estructura, vista superior

5. Mientras se realicen los trabajos de demolición, al borde de la losa que quedará en funcionamiento se colocarán barreras canalizadoras de 50 cm de ancho de color naranja, que cumplan con lo estipulado en la NOM-086-SCT2-2023. Estas barreras tendrán también elementos reflejantes con película tipo b blanca que cumpla con lo indicado en la norma NOM-034-SCT2/SEDATU-2022. Se tendrá un ancho para servicio de 6.47 m aproximadamente, para dar paso a dos carriles de circulación de 3.2 m. Se deberá procurar en el sitio que siempre haya mínimo 3 metros para cada carril de circulación.

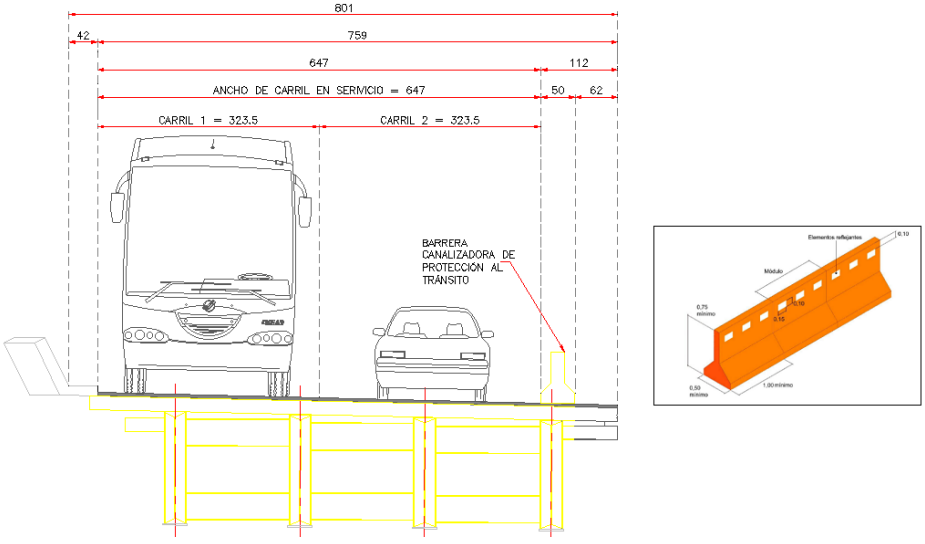


Figura 45. Habilitación de circulación en la estructura existente.

6. Cuando ya se hayan estabilizado las paredes de la plataforma de excavación, se realizará la perforación de las pilas-pilotes p-4, p-5 y p-6 de los caballetes no.1 y no.2 respectivamente a las profundidades indicadas en los planos particulares.

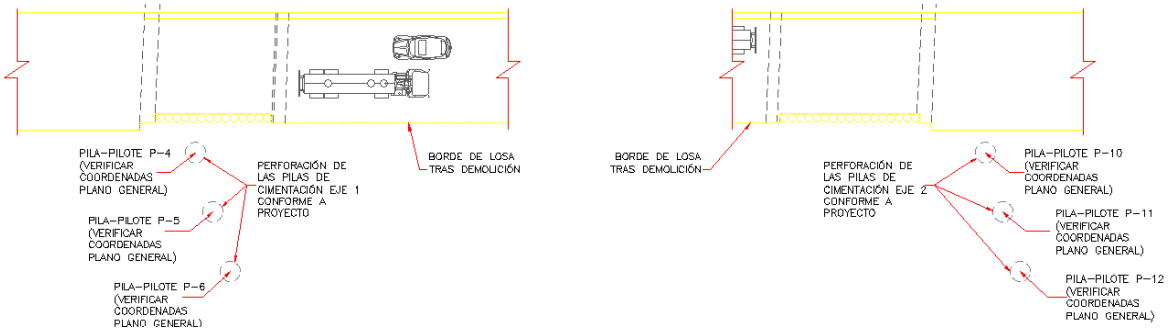


Figura 46. Perforación de las pilas derechas

7. Se realizará la construcción de las pilas-pilotes de cimentación p-4, p-5 y p-6 del caballete no.1 y las pilas-pilote p-10, p-11 y p-12 del caballete no.2, hasta el nivel inferior de los cabezales, con las alturas especificadas en los planos particulares de cada caballete.

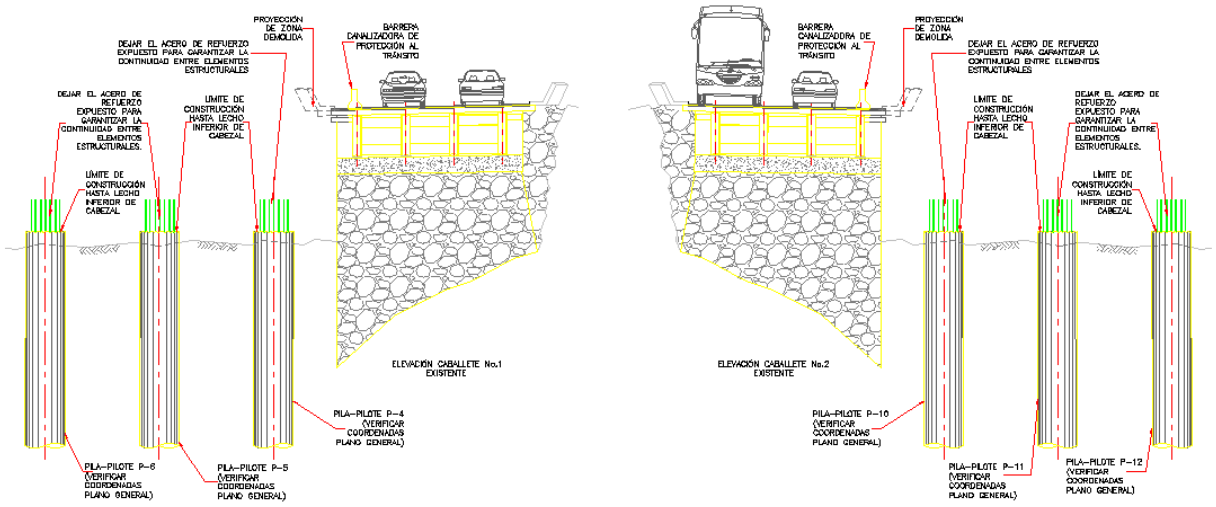


Figura 47. Construcción de las pilas derechas.

8. Cuando el concreto de las pilas haya fraguado y alcanzado la resistencia del proyecto, se procederá a la construcción de los cabezales para cada apoyo, en estos cabezales se construirá un escalón con las dimensiones especificadas en vista de caballete y de pilas, se indica la longitud de la primera etapa de construcción para cada caso. Se dejarán barbas (se deberá de dejar una longitud de desarrollo en función al diámetro del refuerzo), para dar continuidad al complemento de los cabezales, para varillas del #8 y del #10. En caso

de que se requiera se pueden doblar estas varillas para después desdoblarlas en una etapa posterior. Se deberán de colocar en los extremos conectores mecánicos para dar la continuidad a las varillas del refuerzo longitudinal,

Para el refuerzo del muro de respaldo, se dejarán barbas de 50 cm de longitud para conectar con el elemento a construirse posteriormente (no son necesarios los conectores mecánicos para este elemento)

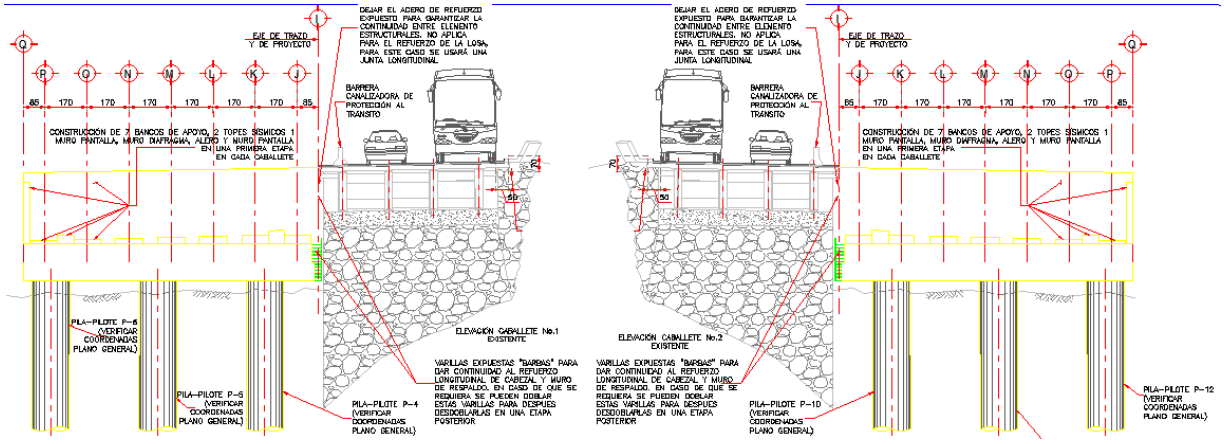


Figura 48. Construcción de cabezales derechos

9. Una vez construido el cabezal y el concreto haya fraguado y alcanzado la resistencia del proyecto junto con los bancos de apoyo, topes sísmicos, muro diafragma alero y muro pantalla, se realizará el montaje de 7 trabes tipo Nebraska NU240 posterior a esto, se realizará la construcción de la losa del cuerpo derecho de 20 cm de espesor de 11.89 m de ancho. para esta etapa, se construirán los diafragmas extremos e internos de toda la etapa 1 que se indican en el plano de diafragmas para cada puente.

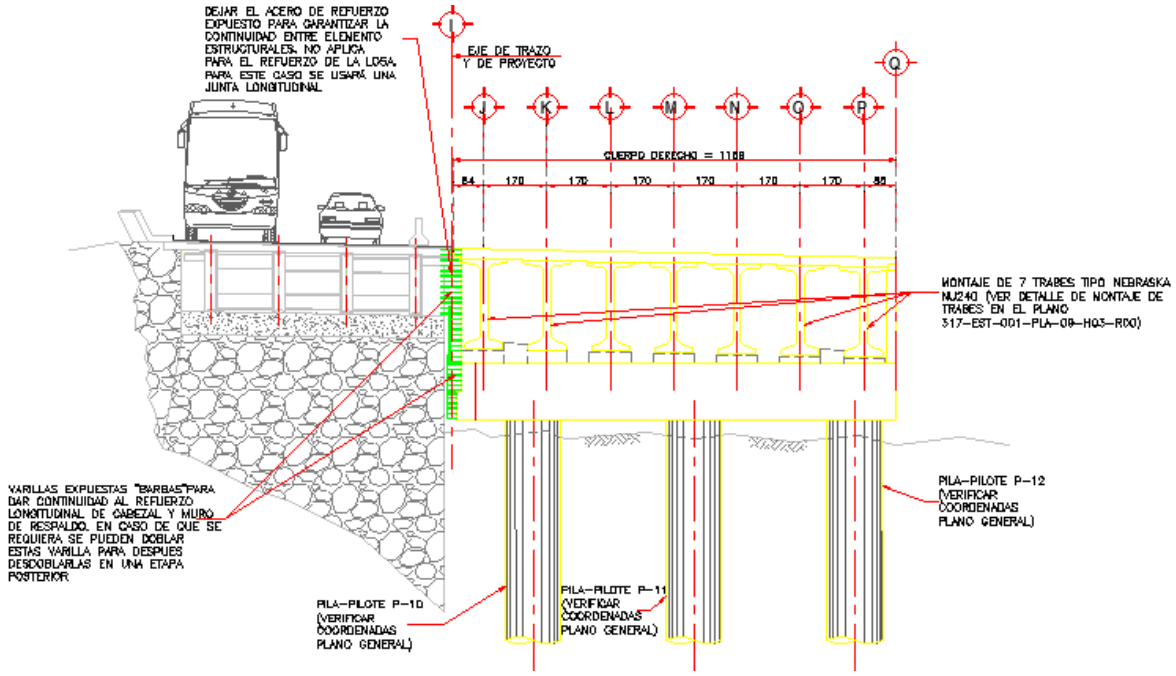


Figura 49. Construcción de losa derecha

10. Con la superestructura montada, se realizará la construcción de los accesos, se realizará el vaciado del relleno de los terraplenes y luego a este se construirá la primera sección de las losas de acceso, dejando las barbas del refuerzo perpendicular al eje de trazo (la longitud de esas barbas debe de tener una longitud de desarrollo) estas barbas serán de por lo menos 50 cm. de longitud, finalmente se terminará de colocar el relleno de los terraplenes sobre las losas de acceso y se construirán las capas de pavimento.

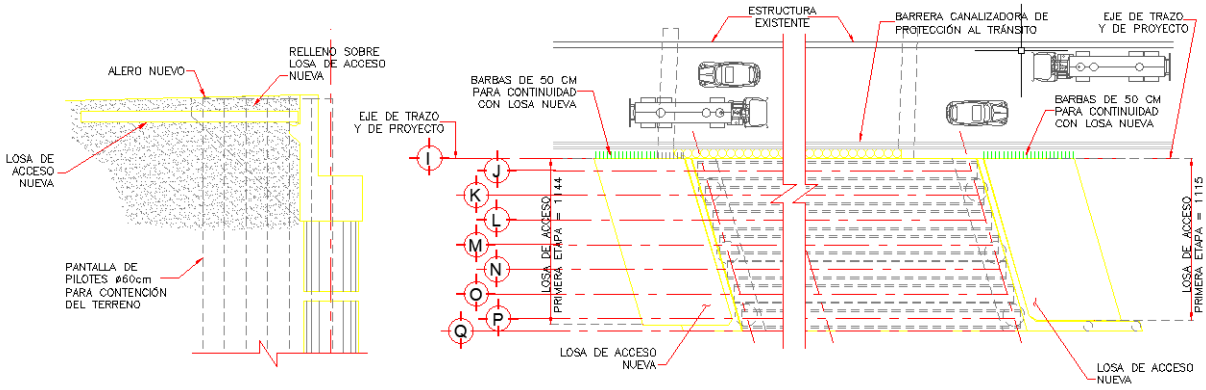


Figura 50. Construcción de losas de acceso

11. Cuando el concreto de la losa haya fraguado y alcanzado la resistencia del proyecto se construirá la carpeta asfáltica, guarnición, parapeto y banqueta correspondiente al hombro derecho. Una vez terminado esto, se cerrará la circulación de la estructura original y se colocarán las barreras canalizadoras en toda la longitud de la losa nueva (cuerpo derecho)

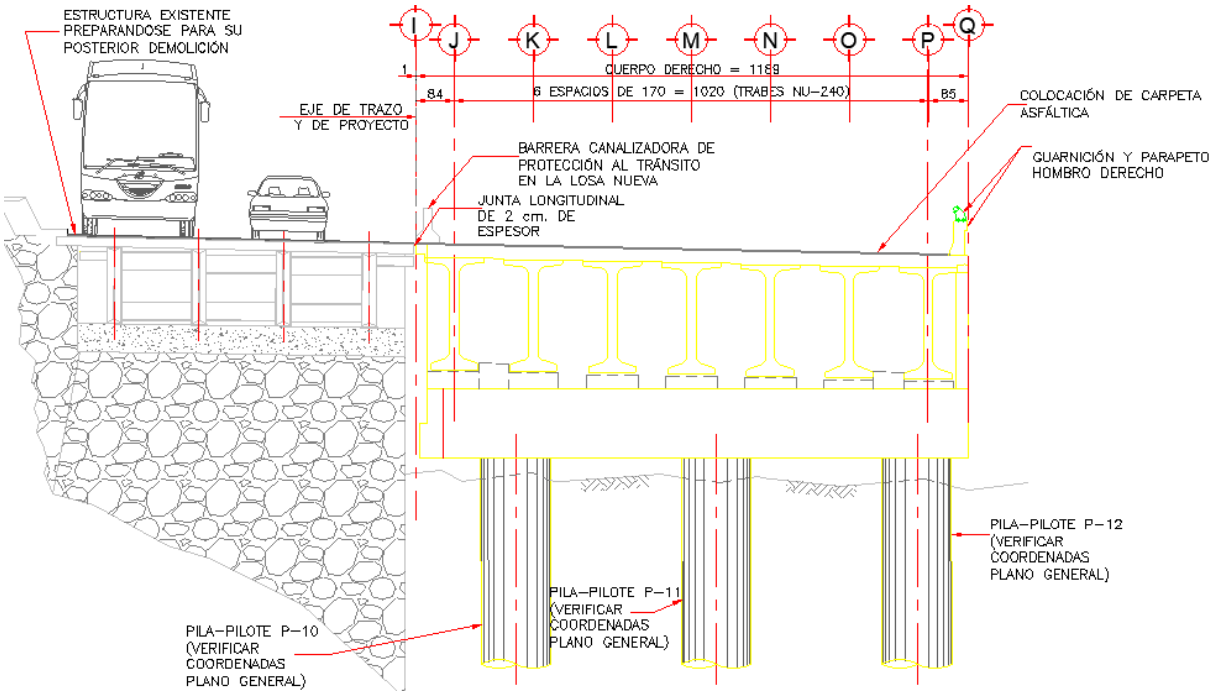


Figura 51. Construcción de la carpeta asfáltica en la losa derecha

12. Se puede abrir la circulación sobre la estructura nueva (cuerpo derecho) y se puede comenzar con la demolición de la estructura existente.

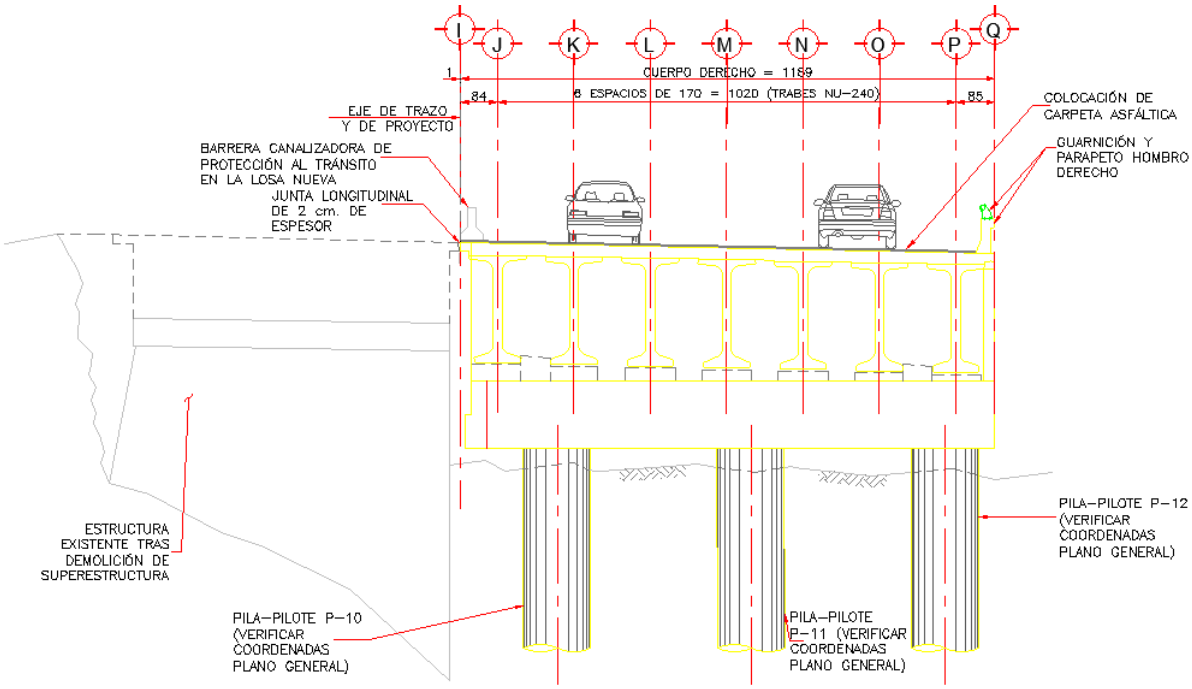


Figura 52. Habilitación del cuerpo derecho a la circulación

13. Se realizará la excavación del terraplén en los caballetes existentes no.1 y no.2, posteriormente se demolerá la subestructura (**No se considera el uso de explosivos**) hasta nivel del terreno natural, quedando únicamente el cuerpo derecho de la estructura nueva en operación. En donde se colocaron las pantallas de pilotes, estos se deberán de descabezar por debajo del nivel de los nuevos cabezales, para que no interfiera con la construcción de la nueva estructura.

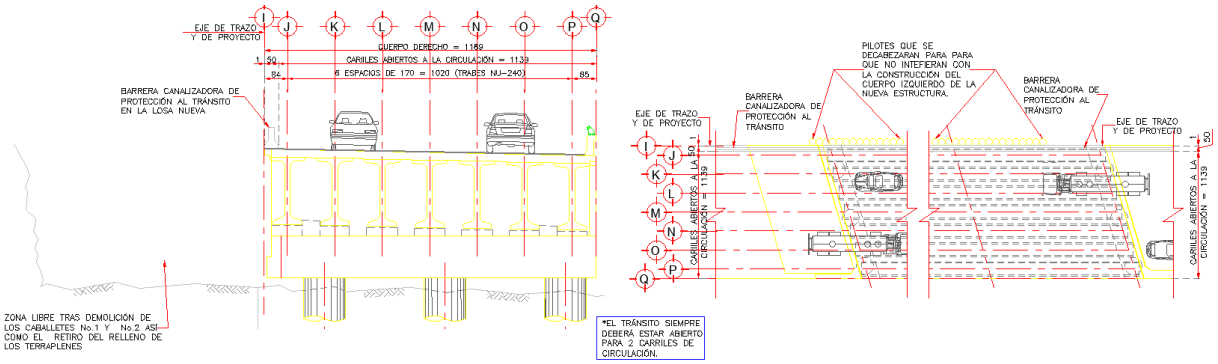


Figura 53. Demolición de la subestructura existente a nivel del terreno natural

14. Se realizará la perforación y posterior construcción de las pilas-pilote P-1, P-2 Y P-3 nuevas hasta el nivel de proyecto en ambos caballetes

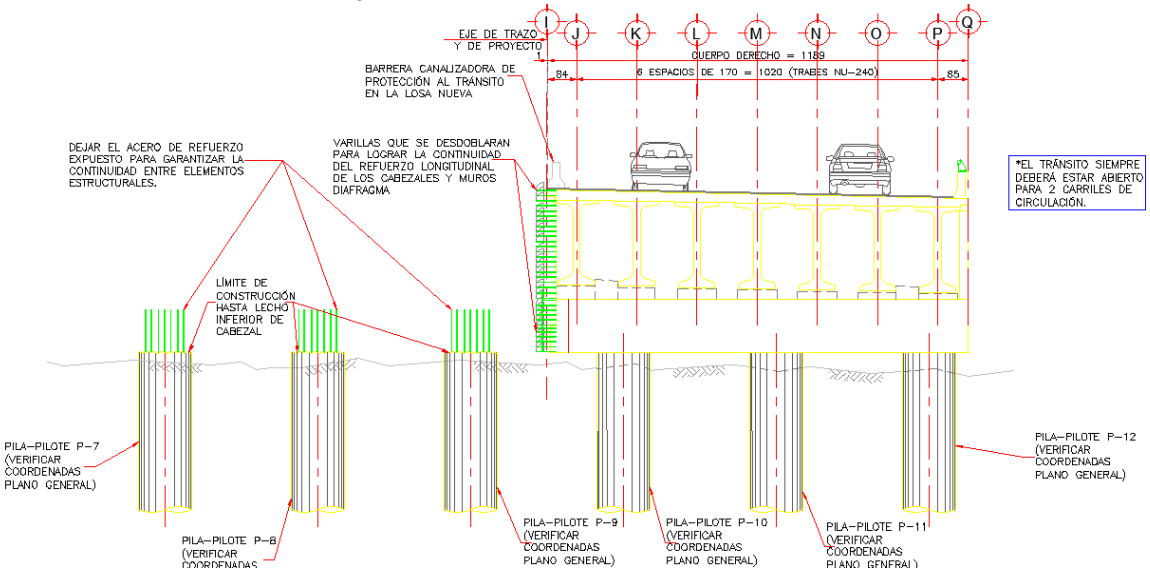


Figura 54. Construcción de las pilas izquierdas

15. Cuando el concreto de las pilas-pilote haya fraguado y alcanzado la resistencia del proyecto, se procederá a la construcción de los cabezales para cada eje, se deberán ligar las barbas del cabezal con el refuerzo del complemento del cabezal a construir, esto se logrará por medio de conectores mecánicos. Posterior a este paso se realizará el colado de todo el cabezal. Para reducir al mínimo los efectos de la generación de una junta fría, se deberá de escarificar la superficie existente hasta un espesor de 6 mm. Sobre esta cara se deberá aplicar un aditivo para juntas en concreto.

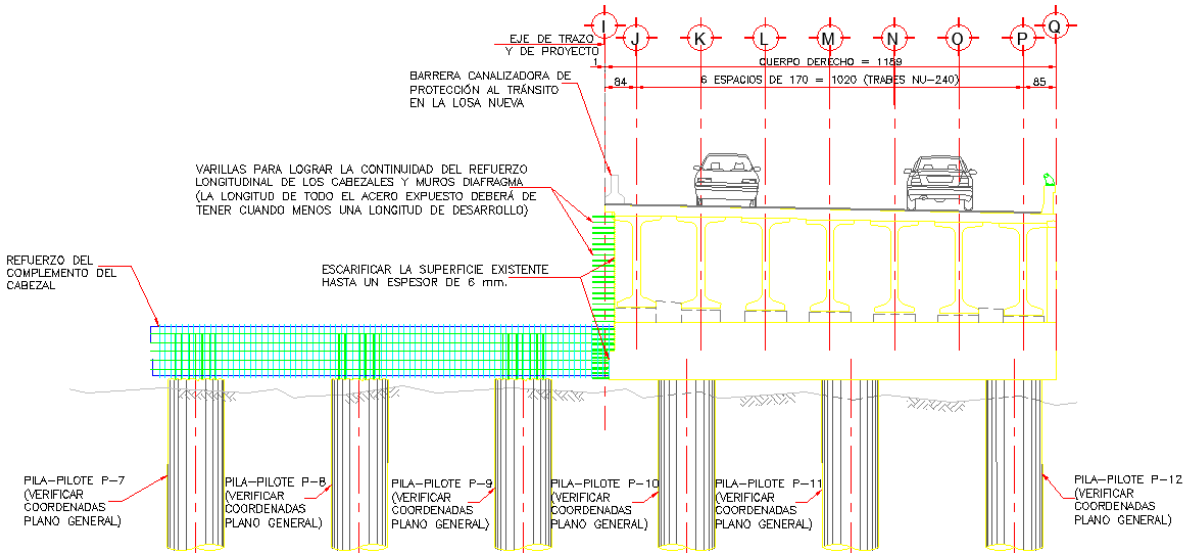


Figura 55. Construcción los cabezales izquierdos

16. Cuando el concreto de los cabezales haya fraguado y alcanzado la resistencia del proyecto junto con los bancos de apoyo, topes sísmicos, muro diafragma, y alero del hombro izquierdo de cada caballete respetivamente, se realizará el montaje de las 7 trabes Nebraska NU240. Posterior a esto, se realizará la construcción de la losa de 20 cm de espesor.

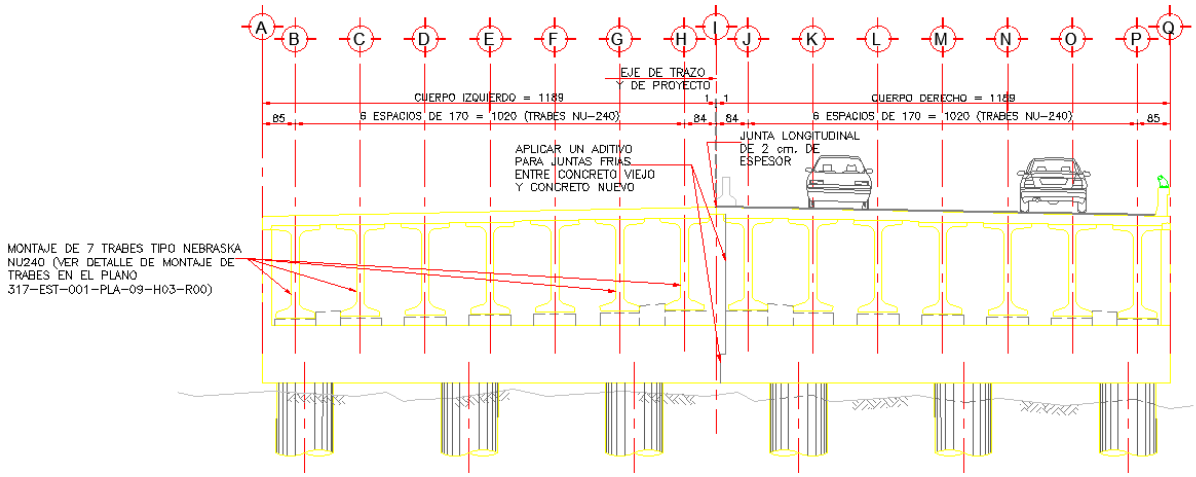


Figura 56. Montaje de las trabes izquierdos

17. Cuando el concreto de la losa haya fraguado y alcanzado la resistencia del proyecto se construirá la carpeta asfáltica, la guarnición y parapeto correspondiente al hombro izquierdo. Una vez terminado esto, se abrirá la circulación de la estructura nueva y se removerán las barreras canalizadoras en toda la longitud de la losa. Con estos trabajos terminados, se abrirá la circulación en todo su ancho.

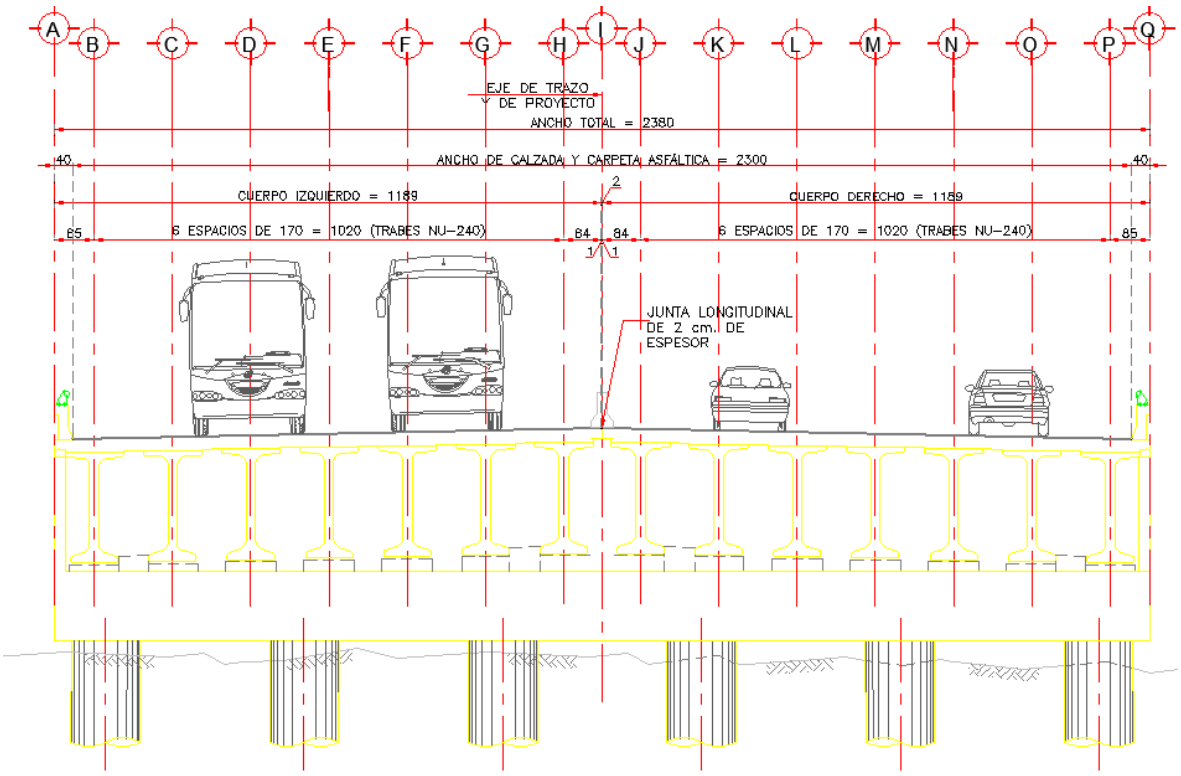


Figura 57. Construcción de la carpeta asfáltica lado izquierdo

18. Se procederá a efectuar la limpieza gruesa de obra, está consiste en el retiro de escombros fuera del sitio de la obra

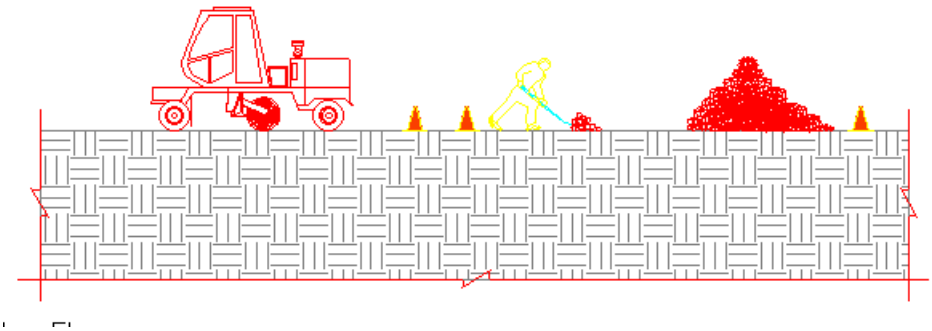


Figura 58. Remoción de escombros

3.3.3 Operación Del Proyecto Y Mantenimiento

3.3.3.1 BACHEO

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

3.3.3.2 SEÑALAMIENTOS HORIZONTALES Y VERTICALES

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

3.3.3.3 DRENAJE

Debido a las características del puente, es posible que en las estructuras de soporte lleguen a acumularse restos de ramas o de basura provenientes de poblaciones aguas arriba, por lo que deberá mantenerse una vigilancia permanente de esta situación, con la finalidad de retirar cualquiera de estos materiales de manera inmediata.

3.3.3.4 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DEL PROYECTO

Para las actividades de mantenimiento se tiene lo siguiente:

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

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

Además, se tiene contemplado lo siguiente:

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

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

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

3.3.4 Etapa De Abandono

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

a) Recubrimiento de taludes y terraplenes, es decir que no se comercializaran los productos forestales resultantes.



Figura 59. Ejemplo ilustrativo de trabajos de desmonte y limpieza.

3.4 RESIDUOS

3.4.1 RESIDUOS SÓLIDOS

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

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

Para el manejo de los residuos mencionados se colocarán tambos de plástico de 200 litros de capacidad rotulados por el tipo de residuo que deberá depositarse en estos y estarán recubiertos en su interior con bolsas de polipropileno para facilitar el manejo de residuos.

Los residuos domésticos serán dispuestos en el basurero municipal, mientras que los residuos orgánicos podrán utilizarse como material para restituirlo en áreas aledañas que puedan aprovechar este tipo de residuos para mejorar la calidad del suelo, los residuos de manejo especial serán almacenados temporalmente y deberán ser manejados de manera adecuada

según su naturaleza a los sitios donde indique la autoridad municipal o de ser el caso serán manejados por empresas autorizadas en materia de transporte y disposición final de residuos de manejo especial.

3.4.2 RESIDUOS PELIGROSOS

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

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

3.4.3 RESIDUOS LÍQUIDOS

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

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

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

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

petrolizadoras cuando éstas requieran ser abastecidas. Cabe mencionar que las plantas de asfalto también se prevé colocarlas sobre planchas de concreto para evitar que el asfalto se derrame y eventualmente contamine al suelo.

3.4.4 EMISIONES A LA ATMOSFERA

El IPCC define a los gases de efecto invernadero como el componente gaseoso de la atmósfera –ya sea de origen natural o antropogénico–, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja térmica emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes. Esta propiedad da lugar al efecto invernadero. Los principales gases responsables del efecto invernadero natural son:

- El vapor de agua (H_2O) producido por la evaporación del agua
- El bióxido de carbono (CO_2) generado a partir de la respiración de los seres vivos, la descomposición de la materia orgánica muerta y los incendios naturales
- El metano (CH_4) emitido por los humedales y los rumiantes durante su proceso digestivo
- El óxido nitroso (N_2O) producido por la descomposición bacteriana de la materia orgánica
- El ozono (O_3) cuando resulta de la unión natural de tres átomos de oxígeno

Cabe destacar que los sistemas de energía actuales se mueven por la combustión de los combustibles fósiles, y es durante esta combustión que el carbono y agua contenida en estos combustibles se convierten principalmente en dióxido de carbono (CO_2) y agua, que liberan la energía química del combustible en forma de calor.

Como parte del proceso de construcción del puente, durante la construcción, se generarán polvos y finos en casi todas las actividades, mismos que serán dispersados en el aire y depositados en los alrededores. Para atenuar esto, se recomienda la aplicación de riegos sobre los caminos y áreas de excavación o movimiento de tierras. Asimismo, habrá emisiones a la atmósfera provenientes de motores de combustión interna.

Durante la operación de la carretera, la actividad relevante será el tránsito vehicular. Sus emisiones a la atmósfera no serán confinadas dada la amplitud del Sistema Ambiental Regional, en el cual se espera serán dispersadas rápidamente.

Los principales componentes de generación de emisiones son los que se observan en el siguiente cuadro.

Tabla 17. Gases de efecto invernadero generados por el proyecto

Etapa	Actividad	Gases de efecto invernadero		
		Bióxido de carbono	Metano	Óxido nitroso
Preparación del sitio	Desmonte	X	X	X
	Despalme	X	X	X
Construcción	Construcción de accesos	X	X	X
	Construcción de la subestructura	X	X	X
	Construcción de la superestructura	X	X	X
	Parapetos y guarniciones	X	X	X
	Pavimentos en accesos	X	X	X
Operación y mantenimiento	Operación	X	X	X
	Mantenimiento	X	X	X

Considerando el *ACUERDO que establece las particularidades técnicas y las fórmulas para la aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero,* para realizar el cálculo de la emisión directa de GEI derivada del consumo y combustión de este por la maquinaria, se aplicaran las siguientes formulas:

$$E_{CO_2} = \sum_{i=0}^{n} VC_i * PC_i * FE_CO_{2_i}$$

$$E_{CH_4} = \sum_{i=0}^{n} VC_i * PC_i * FE_CH_{4_i}$$

$$E_{N_2O} = \sum_{i=0}^{n} VC_i * PC_i * FE_N_2O_i$$

Donde:

E_{CO2} = $Emision$ de $dioxido\ de\ Carbono\ (t\ CO^2)$

E_{CH4} = $Emision\ de\ metano\ (kg\ CH4)$

E_{CH4} = $Emision\ de\ metano\ (kg\ CH4)$

VC_i = $Consumo\ del\ i-$ésimi $combustible\ (t\ o\ m3)$

PC_i = $Poder\ calorifico\ del\ i-$ésimi $combustible\ (MJ\ /\ m3\ o\ MJ/t)$

FE_CO2_i = $Factor\ de\ emsión\ de\ bioxido\ de\ carbono\ del\ i-énesimo\ combustible\ (t/MJ)$

FE_CH4_i = $Factor\ de\ emsión\ de\ metano\ del\ i-énesimo\ combustible\ (Kg/MJ)$

$FEN2O_I$ = $Factor\ de\ emsión\ de\ Oxido\ Nitroso\ del\ i-énesimo\ combustible\ (Kg/MJ)$

i = $El\ i-ésimo\ combustible\ empleado\ en\ año\ del\ reporte$

n = $El\ número\ de\ combustibles\ que\ se\ empelaron\ en\ el\ año\ de\ reporte$

En los siguientes cuadros se presentan los factores de emisión para maquinaria de construcción, independientemente del uso, potencia de la maquinaria y fabricante; y poder calorífico de los combustibles.

Tabla 18. Factores de emisión de combustibles empleados

Descripción	CO^2(t/MJ)	CH^4(kg/MJ)	N_2O (kg/MJ)
Diesel	0.000074100	0.000004150	0.000028600
Gasolinas y Naftas	0.000069300	0.000050000	0.000002000

Tabla 19. Poder calorífico neto de los combustibles empleados

Combustible	Poder calorífico neto[1]
Diesel	5,990
Gasolinas y naftas	5,269
Gasolina	4,781

Tabla 20. Valores de consumo de la maquinaria

Consumo Diesel	Excavadora	Retroexcavadora	Volteo	Martillo hidráulico
Consumo por hora efectiva de trabajo (litros)	260.95	88.95	300.95	88.95
Tonelada año	4008.19	1366.27	4622.59	1366.27

Considerando los valores anteriores y aplicando las fórmulas en el siguiente cuadro se muestran los valores de emisión de Gases d efecto invernadero, cabe aclarar que será responsabilidad de la constructora determinar las emisiones anuales.

[1] Obtenido de Lista de combustibles y sus poderes caloríficos (CONUEE) que se utilizarán para el reporte al RENE 2022

Tabla 21. Gases de efecto invernadero generados.

Maquinaria	CO^2(t/MJ)	CH^4(t/MJ)	N_2O (t/MJ)	GEI Totales Toneladas/año
Excavadora	1779.07	0.10	0.69	**1779.86**
Retroexcavadora	606.43	0.03	0.23	**606.70**
Volteo	2051.78	0.11	0.79	**2052.69**
Martillo hidráulico	606.43	0.03	0.23	**606.70**

3.4.5 INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS

Como se ha indicado con anterioridad, para el proyecto se contará con los servicios y la infraestructura necesaria para la disposición adecuada de los residuos ya existente. Así mismo, se debe recalcar que la empresa contratista, será la responsable de dar el manejo y disposición final de los residuos conforme a lo indicado en los párrafos anteriores y en apego a la normatividad.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

CAPÍTULO III

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

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes: Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco II ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 y Rijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla

Tabla de contenido

III VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO. 4
3.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 4
3.2 Leyes federales y sus reglamentos aplicables 5
3.2.1 Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 5
3.2.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de EVALUACIÓN DE Impacto Ambiental 7
3.2.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) 12
3.2.4 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 13
3.2.5 Ley General de Vida Silvestre (LGVS) 17
3.2.6 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. 18
3.2.7 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) . 19
3.2.8 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS 23
3.2.9 Ley General de Cambio Climático (LGCC). 25
3.2.10 Ley de Aguas Nacionales (LAN). 27
3.2.11 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA) 28
3.2.12 Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal (LCPAF) 29
3.2.13 Vinculación con convenios internacionales (convenio 169 sobre pueblos indígenas y tribales en países idependientes de la organización internacional del trabajo) 30
3.3 Leyes Locales y sus Reglamentos aplicables 32
3.3.1 LEY PARA LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE NATURAL Y EL DESARROLLO SUSTENTABLE DEL ESTADO DE PUEBLA 32
3.3.2 LEY DE DERECHOS, CULTURA Y DESARROLLO DE LOS PUEBLOS Y COMUNIDADES INDÍGENAS DEL ESTADO DE PUEBLA 33
3.4 Vinculación con planes y programas sectoriales 34
3.4.1 Plan Nacional de Desarrollo 2025 -2030 (PND) 34
3.4.2 Programa Nacional de Infraestructura Carretera 2025-2030 36
3.4.3 Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2025-2030 38
3.4.4 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO PUEBLA 2024 - 2030 41
3.5 Vinculación con programas de ordenamiento ecológico del territorio, áreas naturales protegidas u otra zonificación prioritaria para la conservación o relativa a la regulación del uso del suelo 43
3.5.1 Vinculación con El ordenamiento ecológico del territorio. 43
3.6 Áreas Naturales Protegidas. 62
3.7 vinculación con Áreas prioritarias y de conservación. 63
3.7.1 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP). 63

3.7.2 Regiones HidrológicAS Prioritarias (RHP). 64
3.7.3 Áreas de importancia para la conservación de las aves. 66
3.7.4 Sitios Ramsar. 67
3.8 PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO MUNICIPALES (PDU) 69
3.8.1 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO DE TILAPA, PUEBLA, 2024-2027 69
3.8.2 Plan MUNICIPAL DE DESARROLLO TEPEXCO 2024-2027 70
3.9 Normas Oficiales Mexicanas. 72
3.10 Conclusiones 77

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. ARTÍCULOS APLICABLES DE LA LGEEPA APLICABLES DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO 6
TABLA 2. ARTÍCULOS APLICABLES DE LA LGDFS APLICABLES DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO 12
TABLA 3. ARTÍCULOS APLICABLES DEL RLGDFS APLICABLES DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO 13
TABLA 4. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LE GENERAL DE VIDA SILVESTRE 17
TABLA 5. ARTÍCULOS APLICABLES DEL RLGDVS APLICABLES DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO 19
TABLA 6. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS 20
TABLA 7. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS 23
TABLA 8. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO 25
TABLA 9. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY DE AGUAS NACIONALES 27
TABLA 10. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL 29
TABLA 11. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY DE CAMINOS, PUENTES Y AUTOTRANSPORTE FEDERAL 30
TABLA 12. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY PARA LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE NATURAL Y EL DESARROLLO SUSTENTABLE DEL ESTADO DE PUEBLA 33
TABLA 13. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY DE DERECHOS, CULTURA Y DESARROLLO DE LOS PUEBLOS Y COMUNIDADES INDÍGENAS DEL ESTADO DE PUEBLA 34
TABLA 14. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2025-2030 35
TABLA 15. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL PROGRAMA SECTORIAL DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES 2025-2030 39

TABLA 16. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL PROGRAMA ESTATAL DE DESARROLLO PUEBLA 2024-2030 42
TABLA 17. CARACTERÍSTICAS DE LA UAB 61 "SIERRAS DEL SUR DE PUEBLA" Y UAB 121 "DEPRESIÓN DE MÉXICO" 44
TABLA 18. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS ESTRATEGIAS DE LA UAB 61 47
TABLA 19. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS ESTRATEGIAS DE LA UAB 121 "DEPRESIÓN DE MÉXICO" 53
TABLA 20.VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO TEPEXCO 2024-2027 71

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT). ... 44
FIGURA 2. UBICACIÓN DEL PROYECTO RESPECTO AL POEGT 45
FIGURA 3. UBICACIÓN DEL PROYECTO RESPECTO AL ANP FEDERAL Y ESTATAL 62
FIGURA 4. UBICACIÓN DEL PROYECTO RESPECTO A LA RTP 64
FIGURA 5. UBICACIÓN DEL PROYECTO RESPECTO A LA RHP 66
FIGURA 6. UBICACIÓN DEL PROYECTO RESPECTO A LA AICA 67
FIGURA 7. UBICACIÓN DEL PROYECTO RESPECTO A SITIOS RAMSAR 68

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

En el presente capítulo se procede a identificar y analizar el marco regulatorio aplicable que permita el desarrollo del proyecto en congruencia con los ordenamientos jurídicos en materia ambiental y con relación a la naturaleza del proyecto.

3.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos[1], publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de febrero de 1917, misma que ha sido reformada en diversas ocasiones, establece los principales criterios para orientar el desarrollo del país mediante el otorgamiento de las garantías individuales y colectivas.

Artículo 4º. Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.

Vinculación:

Con base en lo anterior, se considera que la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental forma parte del cumplimiento de esta fracción del artículo 4 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Con su elaboración y en su caso con la autorización que emita la autoridad (SEMARNAT) constituye un cumplimiento implícito de la garantía que brinda el Estado para prevenir y en su caso compensar los posibles impactos que pueda generar el proyecto.

Artículo 25°. Corresponde al estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta constitución. El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará a cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga esta constitución.

[1] https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf

Vinculación:

Los puentes representan un elemento fundamental para la infraestructura del país, ya que permiten conectar ciudades, fortaleciendo la economía y el desarrollo social de manera que, el proyecto propuesto cumple con este precepto, de la misma forma cumple con las consideraciones ambientales pertinentes.

Artículo 27°. La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, el beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuida de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros urbanos.

Vinculación:

El presente estudio ambiental integra una propuesta de medidas preventivas, de mitigación y/o en su caso de compensación necesarias para el ordenamiento ecológico y territorial en la zona de influencia del Proyecto. Así mismo la obra propuesta está planeada para mejorar la calidad de vida de la población y se toma en cuenta el derecho de la propiedad. Por lo tanto, el proyecto cumple con las medidas de protección ambiental, así como la de mejorar las condiciones de vida de los pobladores de la región.

Artículo 133 °. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en el cual se establece que dicha Constitución, las leyes del Congreso de la Unión que emanen de ella y todos los Tratados que estén de acuerdo con la misma, celebrados y que se celebren por el presidente de la República, con aprobación del Senado, serán la Ley Suprema de toda la Unión. El Proyecto dará cumplimiento a los Tratados firmados por México, tal como se describe en los siguientes apartados.

3.2 LEYES FEDERALES Y SUS REGLAMENTOS APLICABLES

3.2.1 LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), [2] es el principal instrumento que norma la Evaluación del Impacto Ambiental, documento publicado en 1988,

[2] https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf

actualmente se les han realizado reformas a los artículos, iniciando en 1996, 1999 y 2003. Estas reformas tuvieron su justificación en las deficiencias que mostró su aplicación; varias de esas deficiencias se enfrentaban durante la aplicación de la Evaluación del Impacto Ambiental.

El concepto de Evaluación del Impacto Ambiental es enunciado en el artículo 28 como "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 ambiente.

Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo actividades de "**vías generales de comunicación**" requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

En la tabla siguiente se describen los artículos aplicables y como se dará pleno cumplimento a los mismos durante las diferentes etapas del Proyecto.

Tabla 1. Artículos aplicables de la LGEEPA aplicables durante el desarrollo del Proyecto

Artículo	Vinculación
Considerando que El artículo 28, fracciones I y VII, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en los que se señala: **Artículo 28.-** (…) quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: I. Obras hidráulicas, **vías generales de comunicación**, oleoductos, gaseoductos, carboductos y poliductos. (…) VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;	En cumplimiento a este artículo y toda vez el Proyecto se refiere a una obra de vías generales de comunicación, la Promovente desarrollará y presentará la Manifestación de Impacto Ambiental para su evaluación y posterior autorización. correspondiente. Derivado de lo anterior, y en caso de que la superficie afectada tenga vegetación forestal, se presentará ante la SEMARNAT el estudio técnico justificativo para solicitar el cambio de uso de suelo.
Artículo 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	El objetivo del presente estudio es cumplir con los lineamentos de la presente Ley. De esta forma es que se elabora esta Manifestación de Impacto Ambiental y el Estudio Técnico Justificativo para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, conforme lo marca la LGEEPA, sometiéndose a la evaluación de los mismos y respetando las condicionantes que la autoridad federal dictamine, según sea el caso.

Si después de la presentación de una manifestación de impacto ambiental se realizan modificaciones al proyecto de la obra o actividad respectiva, los interesados deberán hacerlas del conocimiento de la Secretaría, a fin de que ésta, en un plazo no mayor de 10 días les notifique si es necesaria la presentación de información adicional para evaluar los efectos al ambiente, que pudiesen ocasionar tales modificaciones, en términos de lo dispuesto en esta Ley. Los contenidos del informe preventivo, así como las características y las modalidades de las manifestaciones de impacto ambiental y los estudios de riesgo serán establecidos por el Reglamento de la presente Ley.	

Derivado de lo descrito, podemos concluir que el Proyecto dará pleno cumplimiento a lo establecido en Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

3.2.2 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental[3]. **En su Artículo 5o**.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental

B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN:

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

a) La instalación de hilos, cables o fibra óptica para la transmisión de señales electrónicas sobre la franja que corresponde al derecho de vía, siempre que se aproveche la infraestructura existente;

[3] https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf

b) Las obras de mantenimiento y rehabilitación cuando se realicen en la franja del derecho de vía correspondiente, y

c) Las carreteras que se construyan, sobre caminos ya existentes, para un tránsito promedio diario de hasta un máximo de 500 vehículos, en las cuales la velocidad no exceda de 70 kilómetros por hora, el ancho de calzada y de corona no exceda los 6 metros y no tenga acotamientos, quedando exceptuadas aquellas a las que les resulte aplicable algún otro supuesto del artículo 28 de la Ley.

O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:

I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de **vías generales de comunicación** o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;

S) Obras en Áreas Naturales Protegidas: Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación

Vinculación

El Proyecto consiste en en la ampliación de los puentes: Tepexco I, Tepexco II, Calmeca, Matlata y Rijo localizados sobre la carretera Cuautla-Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla, Los cuales actualmente están en operación y se pretende alcanzar especificaciones de estructuras del tipo “A4” con un ancho de 23.8 m, ya que en este momento se presentan estructuras de tipo “A2”, con un ancho de 8.5 m. todos los puentes contemplan accesos de 40m. El presente Proyecto pretende reducir los tiempos de recorrido y las emisiones a la atmósfera producto de los vehículos de lento desplazamiento.

Tabla 2. Especificaciones que tendrán los puentes que conforman el proyecto tras ser modernizados

Concepto	Especificaciones por puente				
	Tepexco I	Tepexco II	Calmeca	Matlala	Rijo
Estación de inicio	107+014	109+011	114+737	124+325	125+160
Estación de fin	107+077	109+088	114+767	124+397	125+233

Concepto	Especificaciones por puente				
	Tepexco I	Tepexco II	Calmeca	Matlala	Rijo
Longitud del puente (m)	63.18	76.8	30.6	71.9	73.2
Ancho total del puente (m)	14.5	23.8	23.9	23.8	23.8
Ancho de calzada (m)	12	21	23.25	21	21
Parapetos izquierda (m)	0.25	0.4	0.4	0.4	0.4
Banquetas izquierda (m)	1	1	0	1	1
Parapetos derecha (m)	0.25	0.4	0.25	0.4	0.4
Banquetas derecha (m)	1	1	0	1	1
Longitud de los accesos (m)	40	40	40	40	40
No. de Claros	1	3	1	3	3
Gálibo (m)	4.1	2.25	4.8	5.09	4.7
NADI (msnm)	1179.72	1182.24	1294.34	1249.95	1255.47
Elemento geográfico para librar	Escurrimiento intermitente sin nombre	Escurrimiento perenne: Rio Grande	Escurrimiento sin nombre/Barranca la Maroma	Escurrimiento Perenne: Rio Ahuehuello	Escurrimiento Perenne: Rio Atila
Longitud de accesos (m)	40	40	40	40	40
Tipo de camino de accesos	A2	A2	A2	A2	A2

Por lo que de acuerdo con el Art. 5 del (RLGEEPAMEIA) el proyecto requiere autorización en materia de evaluación de impacto ambiental por parte de la DGIRA. Así mismo, de acuerdo a la naturaleza del proyecto en la siguiente Tabla se presenta un resumen de las superficies de afectación forestal para cada puente y que requerirá autorización en materia de Cambio de Uso de Suelos en Terrenos Forestales (CUSTF)

Tabla 3. Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para lo cinco puentes

Puente	Uso de suelo y vegetación	Numero de polígonos	Superficie	Porcentaje
Tepexco I	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia	2	0.0649	11.62%
Tepexco II		5	0.1879	33.66%
Calmeca		5	0.1379	24.70%
Matlala		3	0.0969	17.36%
Rijo		1	0.0707	12.66%

Total	16	0.5583	100.00%

Polígonos forestales

En el cuadro siguiente se desglosa la superficie de cada polígono forestal por cada puente

Polígono	Puente	Numero	USV	Superficie
1	Tepexco I	1	SBC	0.0383
2	Tepexco I	2	SBC	0.0266
3	Tepexco II	1	SBC	0.0513
4	Tepexco II	2	SBC	0.0124
5	Tepexco II	3	SBC	0.019
6	Tepexco II	4	SBC	0.0606
7	Tepexco II	5	SBC	0.0446
8	Calmeca	1	SBC	0.0253
9	Calmeca	2	SBC	0.0497
10	Calmeca	3	SBC	0.0065
11	Calmeca	4	SBC	0.0196
12	Calmeca	5	SBC	0.0368
13	Matlala	1	SBC	0.0115
14	Matlala	2	SBC	0.0558
15	Matlala	3	SBC	0.0296
16	Rijo	1	SBC	0.0707
Total				0.5583

El proyecto busca en todo momento estar bajo los objetivos del aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, sabiendo que realizará modificaciones del ambiente, pero preocupándose por la preservación del entorno.

En todo momento para el diseño, construcción y operación de los proyectos se consultan las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental y se busca respetarlas y dar cumplimiento a los lineamientos que marcan buscando la protección del medio ambiente para un desarrollo sustentable.

Para poder demostrar que se busca cumplir de esta forma es que se elabora esta Manifestación de Impacto Ambiental y el Estudio Técnico Justificativo, conforme lo marca la LGEEPA, sometiéndose a la evaluación de los mismos y respetando las condicionantes que la autoridad federal, estatal o municipal dictamine, según sea el caso.

Artículo 9. Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del Proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.

Vinculación

La Promovente presentará a la SEMARNAT la manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional para el Proyecto

Artículo 14. 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 y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos Proyectos.

Vinculación

La promovente consiente del cambio de uso de suelo que se dará por las actividades del proyecto en el área donde se pretende desarrollar el proyecto en el cual se observa vegetación de selva baja caducifolia, y buscando un mecanismo de compensación local por los servicios ambientales presentes en dicha área de estudio y para lograr la conservación de la biodiversidad, adoptará los criterios establecidos para las áreas forestales, es decir se apegará a la normatividad relacionada con el cambio de uso de suelo en áreas forestales. Derivado de lo anterior, y toda vez que la superficie afectada es de 0.5583 hectáreas que corresponde a selva baja caducifolia, se presentará ante la SEMARNAT el estudio técnico justificativo para solicitar el cambio de uso de suelo y dar cumplimiento al Artículo 117 de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable y a los Artículos 120 y 121 su Reglamento.

Artículo 17. El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando:

I. La manifestación de impacto ambiental;

II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y

III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.

Vinculación

Este artículo se vincula con la presentación de la MIA, su resumen y la copia sellada que constata el pago de derechos para la evaluación de impacto ambiental por parte de SEMARNAT

La Promovente mediante presentación de los estudios descritos en la tabla anterior ante la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, dará cumplimiento a lo establecidos y aplicable en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

3.2.3 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS[4])

Esta Ley tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados, la Ciudad de México y los Municipios, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. En la Tabla 4 y Tabla 5 se presentan los artículos que tienen afinidad con el desarrollo del proyecto.

Tabla 4. Artículos aplicables de la LGDFS aplicables durante el desarrollo del Proyecto

Artículo	Vinculación
Artículo 93. La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada. Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat. Dichas autorizaciones deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico	Para cumplir con la vinculación con esta Ley, particularmente con el artículo, el promovente de ser necesario solicitara el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) mediante un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) en las áreas que tengan vegetación forestal. El ETJ presentado ante la delegación estatal de SEMARNAT deberá contener la información y argumentos pertinentes para manifestar y demostrar que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Cuando el ETJ es autorizado, debe integrarse un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectada y su adaptación al nuevo hábitat, además, dichas autorizaciones deberán atender lo que en su caso dispongan los programas de ordenamiento ecológico

[4] https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf

Artículo	Vinculación
correspondiente, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.	correspondiente, normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales aplicables. Se presentará la solicitud de autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por el retiro de vegetación, con esto se da cumplimiento a todos los requerimientos indicados tanto en la LGDFS como en el presente reglamento.
Artículo 98. Los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales deberán acreditar que otorgaron depósito ante el Fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.	El promovente como interesado en el CUSTF, deberá acreditar el depósito ante el Fondo Forestal Nacional por concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en términos y condiciones que establezca el reglamento.

La Promovente dará cumplimiento, mediante las gestiones necesaria para obtener el cambio de uso de suelo, así como implementar las medidas de compensación requeridas por la Autoridad en la autorización del cambio de uso de suelo.

3.2.4 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE. [5]

El Reglamento fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero de 2005, dicho ordenamiento tiene por objeto reglamentar 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.

Tabla 5. Artículos aplicables del RLGDFS aplicables durante el desarrollo del Proyecto

[5] https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGDFS_091220.pdf

Vinculación	Descripción
Artículo 139. Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, el cual deberá contener, por lo menos, lo siguiente: I. Nombre o denominación o razón social, así como domicilio, número telefónico y correo electrónico del solicitante; II. Lugar y fecha; III. Datos de ubicación del predio o Conjunto de predios, y IV. Superficie forestal solicitada para el Cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar identificada conforme a la Clasificación del Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. A la solicitud a que se refiere el párrafo anterior, se deberá anexar lo siguiente: I. Copia simple de la identificación oficial del solicitante; II. Original o copia certificada del instrumento con el cual se acredite la personalidad del representante legal o de quien solicite el Cambio de uso de suelo a nombre del propietario o poseedor del predio, así como copia simple para su cotejo; III. Original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo; IV. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea de conformidad con la Ley Agraria en la que	Para que el promovente solicite la Autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) (y cumplir con la vinculación con este artículo) debe ingresar ante la SEMARNAT el formato pertinente debidamente llenado con los datos que se presentan en este artículo y en su caso las especificaciones que solicite la Secretaría de acuerdo con los criterios y lineamientos del contenido del ETJ presentados en este Reglamento. A su vez se deberá incluir la documentación legal de las propiedades debidamente inscritas en el registro publico

Vinculación	Descripción
conste el acuerdo de Cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, y V. El estudio técnico justificativo, en formato impreso y electrónico o digital.	
Artículo 141. Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente:	A fin de cumplir con este artículo, el promovente deberá de ingresar a la secretaria el estudio Técnico Justificativo, incluyendo cada uno de los capítulos que conforman este estudio, así como las propuestas de programas de rescate y reubicación de especies de flora y fauna
I. Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno; II. Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georreferenciados y expresados en coordenadas UTM; III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrográfica, subcuenca y microcuenca, donde se encuentra ubicada la superficie solicitada incluyendo clima, tipos de suelo, topografía, hidrografía, geología y la composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticos; IV. Descripción de las condiciones del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, que incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de	

Vinculación	Descripción
fauna; V. Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales; VI. Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la Vegetación forestal; VII. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las Materias primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo; VIII. Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo; IX. Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de uso de suelo; X. Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos forestales, el suelo, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del Cambio de uso de suelo; XI. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto; XII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga; XIII. Datos de inscripción en el Registro del Prestador de Servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del Cambio de uso de suelo; XIV. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables, y XV. Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas. La propuesta de programa a que se refiere la fracción IX del presente artículo deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el Plano georreferenciado del sitio	

Vinculación	Descripción
donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de Cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento. Para efectos de lo previsto en la fracción XIV del presente artículo, los interesados identificarán los criterios de los programas de ordenamiento ecológico que emitan las autoridades competentes de los tres órdenes de gobierno, atendiendo al uso que se pretende dar al Terreno forestal	

3.2.5 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS[6])

La Ley General de Vida Silvestre es un instrumento orden público y de interés social, que proviene de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, fue decretada en julio de 2000, responde al objetivo de conservar la vida silvestre mediante su protección y aprovechamiento sustentable en el territorio de la República Mexicana.

Tabla 6. Vinculación del proyecto con la Le General de Vida Silvestre

Artículo	Vinculación
Artículo 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características	La Promovente elaborará y aplicará los planes de manejo para la reubicación de especies de fauna silvestre, que incluirá actividades que disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta las características de cada especie.
Artículo 56. La Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en la norma oficial mexicana correspondiente, señalando el nombre científico y, en su caso,	Con base en el muestreo de fauna y vegetación, **se identificaron algunas especies enlistadas en la** NOM-059-SEMARNAT-2010, de manera que, en el capítulo VI se presentan las medidas de prevención,

[6] https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_200521.pdf

Artículo	Vinculación
el nombre común más utilizado de las especies; la información relativa a las poblaciones, tendencias y factores de riesgo; la justificación técnica-científica de la propuesta; y la metodología empleada para obtener la información, para lo cual se tomará en consideración, en su caso, la información presentada por el Consejo.	mitigación y compensación ambiental para garantizar la mínima afectación a la vida silvestre y su hábitat.
Artículo 64. La SEMARNAT acordará con los propietarios o legítimos poseedores de predios en los que existan hábitats críticos, medidas especiales de manejo y conservación. La realización de cualquier obra pública o privada, así como de aquellas actividades que puedan afectar la protección, recuperación y restablecimiento de los elementos naturales en los hábitats críticos, deberá quedar sujeta a las condiciones que se establezcan como medidas especiales de manejo y conservación en los planes de manejo de que se trate, así como del informe preventivo correspondiente, de conformidad con lo establecido en el reglamento".	El presente proyecto pretende la modernización de cinco puentes ubicados en la carretera Izúcar De Matamoros, en el estado de Puebla. No obstante, éste contempla el desarrollo de diversas medidas de prevención, compensación, minimización y/o mitigación ambiental debido a la ejecución de la vía de comunicación, tal como el Programa de Rescate y Reubicación de Flora, Programa de ahuyentamiento, rescate, reubicación y liberación de fauna silvestre, Programa de Manejo, Vigilancia y Monitoreo Ambiental y Programa de Conservación y Protección de componentes hídricos. Dichos programas estarán dirigidos principalmente hacia aquellas especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o aquellos lugares ambientalmente degradados y/o susceptibles a degradación. Cabe mencionar que en el sitio donde se desarrollen dichas actividades fungirá como corredor biológico, hogar, área de descanso y/o alimentación para las distintas especies de fauna que habitan o transitan por la zona.

Mediante la implementación de programas de manejo para rescate y reubicación de flora y fauna, la Promovente dará cumplimiento a la Ley General de Vida Silvestre

3.2.6 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE[7].

El Reglamento fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006, dicho ordenamiento 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 Vida Silvestre.

[7] https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGVS.pdf

Tabla 7. Artículos aplicables del RLGDVS aplicables durante el desarrollo del Proyecto

Artículo	Vinculación
Artículo 78. Las medidas de manejo, control y remediación de ejemplares o poblaciones perjudiciales podrán consistir en cualquiera de las siguientes, de acuerdo con el orden de prelación que se indica: I. La captura o colecta para el desarrollo de proyectos de recuperación, actividades de repoblación y reintroducción; II. La captura o colecta para actividades de investigación o educación ambiental; III. La reubicación de ejemplares, en cuyo caso se deberá evaluar el hábitat de destino y las condiciones de los ejemplares, en los términos señalados en la Ley y en el presente Reglamento para la liberación; IV. La captura de ejemplares, en cuyo caso la Secretaría determinará el destino de los mismos; V. La eliminación de ejemplares o la erradicación de poblaciones, y VI. Las acciones o dispositivos para ahuyentar, dispersar, dificultar el acceso de los ejemplares o disminuir el daño que ocasionan, cuando así se justifique.	A fin de dar cumplimiento al citado instrumento y promover la preservación de la biodiversidad, se proponen acciones de rescate y reubicación de flora silvestre, así como protección y conservación de fauna silvestre y en particular el seguimiento del cumplimiento ambiental durante la ejecución de la obra, dando certeza de atender las regulaciones que se establecen en el presente reglamento.

3.2.7 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS (LGPGIR[8])

Tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. En las tablas siguientes se enlistan los artículos que tienen injerencia con el desarrollo del Proyecto.

[8] https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf

Tabla 8. Vinculación del proyecto con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Artículo	Vinculación
Artículo 5. Para los efectos de esta Ley se entiende por: XXIX. Residuo: Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven; XXIII. Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole;	De acuerdo con el proceso de modernización de los puentes, éste generará residuos sólidos urbanos y residuos de obra civil, así como residuos pétreos por la ejecución de la obra, los cuáles serán dispuestos tal como lo estipula la normatividad y las autoridades correspondientes. Para el caso de residuos peligrosos, se considera a los lubricantes, aceites, grasas producto del mantenimiento de la maquinaria empleada en la construcción, así como los trapos, estopa, cartones y todo aquel material que entre en contacto o se impregne de estos productos durante el proceso constructivo u operacional del proyecto, ya que la empresa constructora deberá ejecutar un mantenimiento preventivo y periódico de vehículos, equipo y maquinaria empleados. Este tipo de residuos deberá ser almacenado hasta que una empresa autorizada realice el transporte y disposición final.
Artículo 15. La Secretaría agrupará y subclasificará los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial en categorías, con el propósito de elaborar los inventarios correspondientes, y orientar la toma de decisiones basada en criterios de riesgo y en el manejo de los mismos	Durante los trabajos ejecutados para la construcción y operación se espera la generación de diversos residuos, por lo que deberá realizar la separación de los residuos desde la fuente de origen.
Artículo 18. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.	Se utilizará esta Ley y sus artículos como referencia para la adecuada separación de los residuos.
Artículo 19. Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como	Se contempla la generación de algunos residuos de manejo especial, aunque debe considerarse que se generaran de manera indirecta, irregular y

Artículo	Vinculación
peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes: (…) V. Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales; (…) VIII. Residuos tecnológicos provenientes de las industrias de la informática, fabricantes de productos electrónicos o de vehículos automotores y otros que, al transcurrir su vida útil, por sus características, requieren de un manejo específico; IX. Pilas que contengan litio, níquel, mercurio, cadmio, manganeso, plomo, zinc, o cualquier otro elemento que permita la generación de energía en las mismas, en los niveles que no sean considerados como residuos peligrosos en la norma oficial mexicana correspondiente; X. Los neumáticos usados, y (…)	en bajas cantidades ya que la preparación del sitio y construcción se llevara a cabo de manera paulatina. Los residuos con potencial de generación por el uso de diversos artículos por los visitantes al proyecto o por el uso de los mismos en las instalaciones para ofrecer algún servicio, serán manejados conforme a su naturaleza por un contratista debidamente registrado. De acuerdo con el proceso constructivo de los puentes, éste generará residuos sólidos urbanos y residuos de obra civil, así como residuos pétreos por la ejecución de la obra, los cuáles serán dispuestos tal como lo estipula la normatividad y las autoridades correspondientes. Para el caso de residuos peligrosos, se considera a los lubricantes, aceites, grasas producto del mantenimiento de la maquinaria empleada en la construcción, así como los trapos, estopa, cartones y todo aquel material que entre en contacto o se impregne de estos productos durante el proceso constructivo u operacional del proyecto, ya que la empresa constructora deberá ejecutar un mantenimiento preventivo y periódico de vehículos, equipo y maquinaria empleados. Este tipo de residuos deberá ser almacenado hasta que una empresa autorizada realice el transporte y disposición final.
Artículo 43. Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.	El desarrollo de las obras y actividades durante la preparación, construcción y mantenimiento del Proyecto no involucrará el uso de sustancias peligrosas
Artículo 54. Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo	Durante los trabajos ejecutados para la construcción y operación se espera la generación de diversos residuos, por lo que deberá realizar la separación de los residuos desde la fuente de origen.

Artículo	Vinculación
Artículo 55. La Secretaría determinará en el Reglamento y en las normas oficiales mexicanas, la forma de manejo que se dará a los envases o embalajes que contuvieron residuos peligrosos y que no sean reutilizados con el mismo fin ni para el mismo tipo de residuo, por estar considerados como residuos peligrosos. Asimismo, los envases y embalajes que contuvieron materiales peligrosos y que no sean utilizados con el mismo fin y para el mismo material, serán considerados como residuos peligrosos, con excepción de los que hayan sido sujetos a tratamiento para su reutilización, reciclaje o disposición final. En ningún caso, se podrán emplear los envases y embalajes que contuvieron materiales o residuos peligrosos, para almacenar agua, alimentos o productos de consumo humano o animal.	Se considera que durante la etapa de preparación y construcción de los puentes en el sitio serán colocados recipientes en sitios accesibles, rotulados y con tapa para disposición de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos
Artículo 56. La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas para el almacenamiento de residuos peligrosos, las cuales tendrán como objetivo la prevención de la generación de lixiviados y su infiltración en los suelos, el arrastre por el agua de lluvia o por el viento de dichos residuos, incendios, explosiones y acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames. Se prohíbe el almacenamiento de residuos peligrosos por un periodo mayor de seis meses a partir de su generación, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente. No se entenderá por interrumpido este plazo cuando el poseedor de los residuos cambie su lugar de almacenamiento. Procederá la prórroga para el almacenamiento cuando se someta una solicitud al respecto a la Secretaría cumpliendo los requisitos que establezca el Reglamento.	Dentro de las medidas de mitigación para el proyecto se tiene considerado adecuar un área exclusiva para el depósito temporal de residuos resultantes de las excavaciones o aquellos residuos de la construcción. Los residuos generados se pondrán a disposición según la normativa aplicable
Artículo 68. Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes. Toda persona física o moral que, directa o indirectamente, contamine un sitio u ocasione un daño o afectación al ambiente como resultado de la generación, manejo o liberación, descarga,	El desarrollo de las obras y actividades durante la preparación, construcción y mantenimiento del Proyecto no involucrará el uso de sustancias peligrosas. Por otro lado, en caso de existir contaminación del suelo, los responsables deberán realizar las acciones necesarias para recuperar y reestablecer las condiciones del suelo, los residuos generados deberán ser manejados y

Artículo	Vinculación
infiltración o incorporación de materiales o residuos peligrosos al ambiente, será responsable y estará obligada a su reparación y, en su caso, a la compensación correspondiente, de conformidad a lo previsto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.	puestos a disposición final por prestadores de servicios acreditados por la autoridad correspondiente.
Artículo 95. La regulación de la generación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial se llevará a cabo conforme a lo que establezca la presente Ley, las disposiciones emitidas por las legislaturas de las entidades federativas y demás disposiciones aplicables.	Durante el proceso de preparación, construcción y operación serán generados diversos residuos producto de las mismas obras, por lo que se deberá realizar un manejo adecuado y oportuno de los residuos sólidos
Artículo 99. Los municipios, de conformidad con las leyes estatales, llevarán a cabo las acciones necesarias para la prevención de la generación, valorización y la gestión integral de los residuos sólidos urbanos	

3.2.8 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

Tabla 9. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Artículo	Vinculación
Artículo 2°. - Para efectos del presente Reglamento, además de las definiciones contenidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se entenderá por: *II. Acopio: Acción de reunir los residuos de una o diferentes fuentes para su manejo; XVII. Recolección: Acción de recoger residuos para transportarlos o trasladarlos a otras áreas o instalaciones para su manejo integral;*	Los residuos resultantes del proceso constructivo serán acopiados en los frentes de obra para posteriormente destinarlos a los rellenos sanitarios, tal como lo establece la normatividad vigente. Aunado a ello, se implementará un programa integral de separación de residuos sólidos mediante la colocación de contenedores señalizados. Los residuos contendidos en los mismos serán colectados de manera periódica y éstos serán trasladados hasta su correcta disposición final tal como lo enmarca la ley y con la finalidad de evitar la contaminación de la zona.

Artículo	Vinculación
XIX. Relleno sanitario: Instalación destinada a la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	
Artículo 35. Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo con lo siguiente: I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley; II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados. Los residuos peligrosos listados por alguna condición de corrosividad, reactividad, explosividad e inflamabilidad señalados en la fracción.	Durante los trabajos ejecutados para la modernización y operación se espera la generación de diversos residuos, por lo que deberá realizar la separación de los residuos desde la fuente de origen, para ello se colocarán contenedores con señalamientos y colores específicos a fin de identificar los diferentes tipos de residuos.
Artículo 83. El almacenamiento de residuos peligrosos por parte de microgeneradores se realizará de acuerdo con lo siguiente: I. En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios; II. En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo, y III. Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan previsiones específicas para la microgeneracion de residuos peligrosos.	Dentro de las medidas de mitigación para el proyecto se tiene considerado adecuar un área exclusiva para el depósito temporal de residuos resultantes de las excavaciones o aquellos residuos de la construcción. El depósito temporal deberá de cumplir con todas las especificaciones descritas en el RLGPGIR

Artículo	Vinculación
Artículo 84. Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.	Los residuos generados se pondrán a disposición según la normativa aplicable

3.2.9 LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (LGCC[9]).

La ley establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático y regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático en México. Tiene por objeto fomentar la difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático y establecer las bases para la concertación con la sociedad, entre otros. En la siguiente Tabla 10 se presentan aquellos artículos de dicha ley que tienen injerencia con el proyecto.

Tabla 10. Vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático

Artículo	Vinculación
Artículo 2o. Esta ley tiene por objeto: I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero; II. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma; III. Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático; IV. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos	El presente proyecto, no provocará el decremento en la calidad de vida de la población, ecosistemas, recursos naturales, entre otros; se dará cumplimiento a todos los reglamentos federales, estatales y municipales con la finalidad de mitigar los efectos que pudieran ser considerados peligrosos o dañinos al medio ambiente. El estudio y proyecto toma en consideración todas las medidas de mitigación y prevención que se recomiendan en la presente ley. Se ejecutarán diversas acciones ambientales para evitar o minimizar los impactos sobre el medio ambiente, cumpliendo de esta manera con los principios que señala la política nacional de cambio climático, que son: precaución, prevención y responsabilidad ambiental, toda vez que el proyecto tiene como finalidad la modernización de un camino para agilizar los tiempos de traslado y por consiguiente el consumo de combustible y

[9] https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf

Artículo	Vinculación
adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno; V. Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático; VI. Establecer las bases para la concertación con la sociedad, VII. Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono.	emisiones por quema de combustible disminuirá
Artículo 7o. Son atribuciones de la federación las siguientes: XXII. Convocar a entidades federativas y municipios, para el desarrollo de acciones concurrentes para la mitigación y adaptación al cambio climático, en el ámbito de sus competencias;	Como parte de los objetivos del gobierno federal en materia de infraestructura destaca el mejoramiento de la red carretera. En particular el proyecto que es de carácter federal busca que las emisiones contaminantes disminuyan al mejorar las condiciones físicas de la carretera, con lo que se pretende reducir tiempos de recorrido.
Artículo 8o. Corresponde a las entidades federativas las siguientes atribuciones. III. Incorporar en sus instrumentos de política ambiental, criterios de mitigación y adaptación al cambio climático; IV. Elaborar e instrumentar su programa en materia de cambio climático, promoviendo la participación social, escuchando y atendiendo a los sectores público, privado y sociedad en general;	En el estado de Puebla se presentan instrumentos jurídicos que promueven el mejoramiento de la calidad ambiental, dichos instrumentos se describen en el capítulo III de la presente MIA-R (ordenamientos ecológicos y leyes de carácter estatal).

Artículo	Vinculación
Artículo 9o. Corresponde a los municipios, las siguientes atribuciones: II. Formular e instrumentar políticas y acciones para enfrentar al cambio climático en congruencia con el Plan Nacional de Desarrollo, la Estrategia Nacional, el Programa, el Programa estatal en materia de cambio climático y con las leyes aplicables, en las siguientes materias: a) Prestación del servicio de agua potable y saneamiento; b) Ordenamiento ecológico local y desarrollo urbano; c) Recursos naturales y protección al ambiente de su competencia; d) Protección civil; e) Manejo de residuos sólidos municipales; f) Transporte público de pasajeros eficiente y sustentable en su ámbito jurisdiccional;	En el apartado anterior se describe la vinculación que tiene el proyecto con los instrumentos políticos que buscan la preservación y restauración del equilibrio ecológico y conservación de los ecosistemas y cambio climático

3.2.10 LEY DE AGUAS NACIONALES (LAN[10]).

La LAN regula el acceso a, extracción, y uso de aguas tanto superficiales como subterráneas dentro del territorio mexicano. Los mandatos de la LAN (artículos) pueden ser implementados en niveles administrativos menores (Estado, municipio o incluso de instituciones comunitarias que manejan el agua). En la Tabla 11 se presentan aquellos artículos de dicha ley que tienen injerencia con el proyecto.

Tabla 11. Vinculación del Proyecto con la Ley de Aguas Nacionales

Artículo	Vinculación
Artículo 7. Se declara de utilidad pública: I. La adquisición o aprovechamiento de los bienes inmuebles que se requieran para la construcción, operación, mantenimiento, conservación, rehabilitación, mejoramiento o desarrollo de las obras públicas hidráulicas y de	No se pretende realizar aprovechamiento de recursos hídricos de la zona, sin embargo, cabe señalar que el proyecto cruza 3 escurrimientos de carácter perenne y 2 de carácter intermitente por lo que se plantean diversas acciones para su conservación y protección, tales como:

[10] https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf

los servicios respectivos, y la adquisición y aprovechamiento de las demás instalaciones, inmuebles y vías de comunicación que las mismas requieran.	• El manejo de los materiales de excavación, residuos sólidos y líquidos se hará con base en los lineamientos trazados en los proyectos • En ninguna circunstancia se debe permitir la disposición de residuos sólidos en las corrientes hídricas • El material de las excavaciones para la construcción de obras de drenaje en cercanías de cauces naturales debe acopiarse lo más lejos posible • Instalación de obras de drenaje que permitan la dinámica hidrológica natural. Por lo tanto, el proyecto garantiza la integridad del medio hídrico de la zona
Artículo 86 BIS. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.	
Artículo 118. I. Ejecutar la explotación uso o aprovechamiento consignado en la concesión en la concesión con apego a las especificaciones que hubiere dictado "la autoridad del agua". II. Realizar únicamente las obras aprobadas en la concesión o autorizadas por "la autoridad del agua". III. Iniciar el ejercicio de los derechos consignado en la concesión a partir de la fecha aprobada conforme a las condiciones asentadas en el título respectivo y concluir las obras aprobadas dentro de los plazos previstos en la concesión.	En caso de que se requiera se realizará la solicitud correspondiente.

3.2.11 LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL (LFRA[11])

Esta norma jurídica regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

[11] https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA_200521.pdf

En la siguiente tabla se presentan aquellos artículos de dicha ley que tienen injerencia con el proyecto.

Tabla 12. Vinculación del proyecto con la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

Artículo	Vinculación
Artículo 6. No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de: I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que, II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas. La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.	La vinculación con este instrumento queda manifestada en la evaluación de impacto ambiental realizada en el capítulo V, así como con las medidas de prevención y mitigación presentadas en el capítulo VI.

3.2.12 LEY DE CAMINOS, PUENTES Y AUTOTRANSPORTE FEDERAL (LCPAF[12])

Dicha Ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes, los cuales constituyen vías generales de comunicación; así como los servicios de autotransporte federal que en ellos operan, sus servicios auxiliares y el tránsito en dichas vías. En la tabla siguiente se presenta la relación que existe entre esta ley y el proyecto en comento.

[12] https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LCPAF.pdf

Tabla 13. Vinculación del proyecto con la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal

Artículo	Vinculación
Artículo 1. Este ordenamiento legal tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes a que se refieren las fracciones I y V del artículo 2, los cuales constituyen vías generales de comunicación; así como los servicios de autotransporte federal que en ellos operan, sus servicios auxiliares y el tránsito en dichas vías.	Por las características de la obra, el proyecto se encuentra dentro de los supuestos del articulado citado en este apartado, en tal virtud y considerando que el proyecto será realizado con fondos federales, se establece que dicho proyecto es de competencia de la Federación, y toda vez que se trata de una vía general de comunicación, se cita que está estrictamente vinculado a la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal.
Artículo 3. Son parte de las vías generales de comunicación los terrenos necesarios para el derecho de vía, las obras, construcciones y demás bienes y accesorios que integran las mismas.	

3.2.13 VINCULACIÓN CON CONVENIOS INTERNACIONALES (CONVENIO 169 SOBRE PUEBLOS INDÍGENAS Y TRIBALES EN PAÍSES IDEPENDIENTES DE LA ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO)

Comprender los derechos y las perspectivas de los pueblos indígenas y tribales afectados por los proyectos es una tarea importante, aunque, en ocasiones, compleja, en particular en relación con proyectos de infraestructura.

El Convenio 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes de la Organización Internacional del Trabajo tiene dos postulados básicos: el derecho de los pueblos indígenas a mantener y fortalecer sus culturas, formas de vida e instituciones propias, y su derecho a participar de manera efectiva en las decisiones que les afectan. Estas premisas constituyen la base sobre la cual deben interpretarse las disposiciones del convenio.

El Convenio también garantiza el derecho de los pueblos indígenas y tribales a decidir sus propias prioridades en lo que atañe al proceso de desarrollo, en la medida en que éste afecte sus vidas, creencias, instituciones y bienestar espiritual y a las tierras que ocupan o utilizan de alguna manera, y de controlar, en la medida de lo posible, su propio desarrollo económico, social y cultural. En este sentido, y debido a que el proyecto se ubicara en el municipio de la Yesca considerado en la base de datos del ahora Instituto Nacional de Pueblos Indígenas

(INPI) como territorio con más del 40% de población indígena [13] la promovente deberá establecer los mecanismos de coordinación con dicho instituto, así como con la Unidad Coordinadora de Participación Social y Transparencia (UCPAST) de SEMARNAT para realizar la consulta a los pueblos indígenas[14] ubicados en las localidades de incidencia directa del proyecto tomando en cuenta los siguientes artículos del Convenio 169:

Descripción
Parte I. Política General **Artículo 1.** 1. El presente Convenio se aplica: (…) b) a los pueblos en países independientes, considerados indígenas por el hecho de descender de poblaciones que habitaban en el país o en una región geográfica a la que pertenece el país en la época de la conquista o la colonización o del establecimiento de las actuales fronteras estatales y que, cualquiera que sea su situación jurídica, conservan todas sus propias instituciones sociales, económicas, culturales y políticas, o parte de ellas.
Artículo 6. Al aplicar las disposiciones del presente Convenio, los gobiernos deberán: a) consultar a los pueblos interesados, mediante procedimientos apropiados y en particular a través de sus instituciones representativas, cada vez que se prevean medidas legislativas o administrativas susceptibles de afectarles directamente; b) establecer los medios a través de los cuales los pueblos interesados puedan participar libremente, por lo menos en la misma medida que otros sectores de la población, y a todos los niveles en la adopción de decisiones en instituciones electivas y organismos administrativos y de otra índole responsables de políticas y programas que les conciernan; c) establecer los medios para el pleno desarrollo de las instituciones e iniciativas de esos pueblos, y en los casos apropiados proporcionar los recursos necesarios para este fin. 2. Las consultas llevadas a cabo en aplicación de este Convenio deberán efectuarse de buena fe y de una manera apropiada a las circunstancias, con la finalidad de llegar a un acuerdo o lograr el consentimiento acerca de las medidas propuestas

[14] La procedencia de la consulta y los mecanismos de la misma serán establecidos por el INPI, por lo que el promovente pedirá el dictamen correspondiente una vez que la SEMARNAT así lo solicite y se apegará a los mecanismos que establezca este organismo en cuanto a la ejecución de la consulta.

Descripción
Artículo 7. 1. Los pueblos interesados deberán tener el derecho de decidir sus propias prioridades en lo que atañe el proceso de desarrollo, en la medida en que éste afecte a sus vidas, creencias, instituciones y bienestar espiritual y a las tierras que ocupan o utilizan de alguna manera, y de controlar, en la medida de lo posible, su propio desarrollo económico, social y cultural. Además, dichos pueblos deberán participar en la formulación, aplicación y evaluación de los planes y programas de desarrollo nacional y regional susceptibles de afectarles directamente.

Vinculación
El promovente reconocerá y respetará en todo momento a las autoridades tradicionales de las comunidades indígenas, nombradas por sus integrantes de acuerdo con sus propias costumbres

3.3 LEYES LOCALES Y SUS REGLAMENTOS APLICABLES

3.3.1 LEY PARA LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE NATURAL Y EL DESARROLLO SUSTENTABLE DEL ESTADO DE PUEBLA

Esta Ley del estado de Puebla es aplicable a la presente MIA-R, en relación con su alcance y objeto, el cual se encuentra establecido en su Artículo 1, que dice lo siguiente:

"*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".*

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con esta Ley

Tabla 14. Vinculación del proyecto con la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del estado de Puebla

Artículo	Vinculación
Artículo 37. 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.	Como bien indica este articulo al ser este un proyecto de índole federal queda excluido de presentar la Manifestación de Impacto Ambiental ante el estado de Puebla, sin embargo, el presente Estudio será ingresado ante la autoridad en este caso SEMARNAT, para ser evaluado acorde a la estipulado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de impacto ambiental.
Artículo 38. 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, particularmente las siguientes: I. Obra pública estatal y municipal; II. Estaciones de Servicio de Gasolina; III. Estaciones de Carburación a Gas; IV. Caminos estatales y rurales…	

3.3.2 LEY DE DERECHOS, CULTURA Y DESARROLLO DE LOS PUEBLOS Y COMUNIDADES INDÍGENAS DEL ESTADO DE PUEBLA

Esta Ley del estado de Puebla es aplicable a la presente MIA-R, en relación con su alcance y objeto, el cual se encuentra establecido en su Artículo 1, que dice lo siguiente:

La presente Ley es reglamentaria del artículo 13 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Puebla, en lo relativo a los derechos y cultura indígena. Sus disposiciones son de orden público, de interés social y de observancia general en todo el Estado de Puebla.

Tiene por objeto respetar, promover, reconocer, proteger y garantizar a las Comunidades integrantes de los Pueblos Indígenas y a sus habitantes, el ejercicio de sus formas de organización comunitaria y de gobierno propio; el respeto y desarrollo de sus culturas, creencias, conocimientos, lenguas, usos, costumbres, medicina tradicional, recursos, el ejercicio de sus derechos y sus sistemas normativos internos.

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con la presente Ley

Tabla 15. Vinculación del proyecto con la Ley de Derechos, Cultura y Desarrollo de los Pueblos y Comunidades Indígenas del estado de Puebla

Artículo	Vinculación
Artículo 17. El Estado garantizará y promoverá las prácticas tradicionales, costumbres y valores de los Pueblos y Comunidades Indígenas, la participación plena de las mujeres en tareas y actividades de los Pueblos y Comunidades, en equidad de circunstancias y condiciones con los hombres, de tal forma que contribuyan a lograr su realización y superación, así como el reconocimiento y el respeto a su dignidad. **Artículo 17 Bis.** Es derecho de los Pueblos y Comunidades Indígenas ser consultados mediante procedimientos apropiados, a través de sus instituciones representativas, cada vez que se prevean medidas legislativas o administrativas susceptibles de afectarles directamente, o de cualquier otra índole que les conciernan. Las consultas a que tienen derecho deberán efectuarse de manera previa, libre, informada, culturalmente adecuada y de buena fe, con la finalidad de llegar a un acuerdo o lograr el consentimiento respecto de las medidas propuestas.	El promovente reconoce y respetará en todo momento a las autoridades tradicionales de las comunidades indígenas, nombradas por sus integrantes de acuerdo con sus propias costumbres.

3.4 VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES

3.4.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2025 -2030 (PND[15])

Publicado en el Diario Oficial de la Federación en abril de 2025, este instrumento es una guía de los objetivos y acciones del Gobierno de México en los próximos años. Estos objetivos consisten en consolidar la transformación del país bajo un modelo de desarrollo con bienestar, justicia social y sustentabilidad. A través de este documento, se reafirma el compromiso del Gobierno con el pueblo de México de gobernar con honestidad, democracia, eficiencia y con una visión humanista. Este PND se articula sobre cuatros ejes generales y tres ejes

[15] https://framework-gb.cdn.gob.mx/landing/documentos/PND.pdf

transversales que estructuran la política pública en su conjunto. A continuación, se mencionan los Ejes que comprende el PND.

- Ejes Generales

I. Gobernanza con justicia y participación ciudadana
II. Desarrollo con bienestar y humanismo
III. Economía moral y trabajo
IV. Desarrollo sustentable

A su vez, el Plan cuenta con tres Ejes Transversales que son:

i) Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres
ii) Innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional y
iii) Derechos de las comunidades indígenas y afromexicanas

El PND 2025-2030 establece que en materia de infraestructura se buscará impulsar los trenes de pasajeros ya que significan el fortalecimiento al desarrollo de regional, empleos, turismo y prosperidad compartida. Así mismo, continuarán con caminos artesanales, con la construcción de puertos, aeropuertos y carreteras que generan desarrollo con bienestar y al mismo tiempo fortalezcan las infraestructura y conectividad en el país y potencien el desarrollo económico, social y la inversión.

En el cuadro siguiente se muestra la vinculación del proyecto con aquellos objetivos y estrategias de política públicas a implementar por el Gobierno de México en el periodo 2025-2030 que se relacionan con la naturaleza del proyecto y sus actividades.

Tabla 16. Vinculación del proyecto con el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030

EJE III. Economía moral y trabajo	
Objetivo 3.7. Mejorar la movilidad de personas y mercancía en todo el territorio nacional y transfronterizo, incrementando la competitividad del país mediante la consolidación de una red intermodal de infraestructura para un transporte eficiente, sostenible y seguro	
Estrategia	**Vinculación**
3.7.1 Incrementar la conectividad entre regiones para mejorar el acceso a comunidades aisladas y promover el desarrollo de centros poblacionales, económicos y turísticos, integrando el ordenamiento territorial con criterios de movilidad sustentable, segura, accesible e incluyente, que contribuyan al	El Proyecto consiste en la modernización de 5 puentes en el estado de Puebla, los cuales favorecerán la comunicación entre las localidades, contribuyendo al transporte de bienes, servicios y personas. De manera que esta estrategia es aplicable al proyecto.

EJE III. Economía moral y trabajo	
Objetivo 3.7. Mejorar la movilidad de personas y mercancía en todo el territorio nacional y transfronterizo, incrementando la competitividad del país mediante la consolidación de una red intermodal de infraestructura para un transporte eficiente, sostenible y seguro	
Estrategia	**Vinculación**
bienestar regional, al comercio interno y transfronterizo, y al turismo.	
3.7.2. Fomentar la construcción, modernización y conservación de la infraestructura de transporte para garantizar la movilidad de personas, bienes, servicios y turistas nacionales e internacionales, asegurando condiciones de seguridad vial, accesibilidad, eficiencia, sostenibilidad, calidad, inclusión e igualdad.	El presente proyecto contribuirá al fortalecimiento del desarrollo económico y social, manteniendo la conexión de las vías de comunicación, beneficiando también a los sectores de la construcción y el turismo.

3.4.2 PROGRAMA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA 2025-2030.

La infraestructura carretera es un elemento de gran relevancia para el desarrollo económico y social de un país, ya que permite la conectividad entre diferentes regiones, favorece la entrega oportuna de bienes y servicios y garantiza un traslado eficiente y seguro de los usuarios. De manera que, las inversiones en infraestructura vial ofrecen un costo-beneficio, no solo como una forma de consolidar la economía y fortalecer el comercio, sino también como un recurso para la comprensión intercultural y el intercambio de conocimientos (PIARC, 2020)

Este Programa tendrá una inversión de 173 mil millones de pesos para el mantenimiento mayor de carreteras en todo el país con el objetivo de conectar a las zonas más vulnerables. De acuerdo con la SICT de esta inversión, se realizarán 126 km de obras de continuidad; cerca de 3 mil km de carreteras catalogadas como ejes prioritarios; la construcción de 18 puentes y proyectos de inversión mixta bajo el modelo Construcción, Mantenimiento, Rehabilitación y Operación (CMRO).

En cuanto a las obras de continuidad que se concluirán este 2025, son las siguientes:

- Puente Rizo de Oro y La Concordia: 2 km de vialidades; más el puente de 400 km de longitud y se proyecta estará listo para octubre.
- Real del Monte – Huasca: inauguración el 11 de marzo.

- Puente Vehicular Nichupté: 11.2 km en los cuales se trabaja en frentes de trabajo simultáneos y se estima sea terminado en agosto.
- San Ignacio - Tayoltita: cuenta con participación de la Secretaría de la Defensa Nacional; se trabaja en 10 frentes de trabajo y será inaugurado en mayo.

Para el año 2026, las obras de continuidad serán las siguientes:

- Ciudad Valles-Tampico: modernización a dos y cuatro carriles
- Saltillo-Monclova: modernización a cuatro carriles
- Guaymas-Esperanza-Yécora-Chihuahua: modernización y construcción a dos carriles

También este Programa contempla un Programa Carretero para el estado de Oaxaca en el que se intervendrán cerca de mil km con una inversión de 6 mil mdp, cuyas obras comienzan en abril en las carreteras:

- Huajuapan de León-Oaxaca: tramo Nochixtlán - Huajuapan, que tiene 88 km
- Tehuacán – Lím. Edos Pue/Oax – Chazumba – Huajuapan de León, que contempla 121 km
- Huajuapan – Mariscala – Tamazola – Silacayoapan, con 167 km
- Huajuapan – Tlacotepec – Juxtlahuaca Santa María Asunción – El Carrizal – Putla de Guerrero, con 131 km
- Juxtlahuaca - San Martín Peras – Ahuejutla – Alcozauca de Guerrero – Tlapa, con 116
- San Juan Mixtepec – Juxtlahuaca, con 31 km
- Putla de Guerrero – Pinotepa Nacional, con 138 km
- E. C. (San Martín Peras – Juxtlahuaca) – Coicoyán - Metlatónoc – Chilixtlahuaca, con 40 km

Mientras que, para el Programa Carretero en Guerrero, como parte del Plan “Lázaro Cárdenas”, se realizará la reconstrucción de 63 puentes: 14 con afectaciones menores; nueve con ampliación de claros y 40 nuevos. De estos ya se encuentran establecidos cuatro frentes de trabajo en el puente La Venta; El Pedregal; El Gallinero y Palma Sola.

Además, dentro de este Programa Nacional de Infraestructura Carretera se contemplan 18 puentes y viaductos con una inversión de cerca de 12 mil millones de pesos:

- Baja California: Glorieta Fonatur.
- Ciudad de México y Estado de México: puentes de Alameda Oriente.
- Colima: El libramiento Arco Sur, Arno Norte, Barrio V, ingreso principal de Manzanillo y el recinto portuario La Flechita.
- Morelos: En Jojutla y el de la Universidad Autónoma del estado de Morelos
- Nayarit: El puente Amado Nervo y Luis Donaldo Colosio”.

- Querétaro: El puente de la Avenida de Los Patos
- Quintana Roo: el puente para librar una falla geológica
- Sinaloa: el Pérez Escobosa
- Tlaxcala: el viaducto Santa Ana
- Veracruz: Coatzacoalcos I, acceso al Puerto de Veracruz y Paso del Toro

Mientras que los proyectos de inversión mixta son estos:

- Córdoba - Orizaba: de 45 km estará y que estará lista en tres años
- Cardel- La Tinaja y Ramal Puerto de Veracruz: de 86 km en tres años
- Puente Intencionalidad Nuevo Laredo: de 8 km, en dos años
- Nueva Italia - Lázaro Cárdenas: de 156 km, que se proyecta una ejecución en cuatro años
- Bypass Tijuana- Ensenada: de la cual ya se comienzan los estudios y proyectos

Con base en los objetivos y metas propuestas, se concluye que el proyecto es compatible con este instrumento ya que se encuentra dentro de los planes de mejoramiento de la infraestructura carretera, ya que con la construcción de los puentes permitirá aumentar el bienestar de los usuarios, incrementar la cobertura y la accesibilidad de los usuarios a las vías de comunicación.

3.4.3 PROGRAMA SECTORIAL DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES 2025-2030.

Este Programa se establece derivado del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 y es la hoja de ruta que da continuidad al proyecto de transformación nacional con una mirada humanista, justa e incluyente. El propósito es construir una infraestructura estratégica que fortalezca el desarrollo regional, eleve la competitividad del país y garantice una movilidad segura, accesible y sustentable. Se trata de conectar territorios y reducir brechas de desigualdad.

En este instrumento se definen seis objetivos que atenderán las necesidades prioritarias del sector, para consolidar la transformación del país bajo un modelo de desarrollo con bienestar, justicia social y sustentabilidad, así como fortalecer el Segundo Piso de la Transformación, establecido en el PND 2025–2030.

Objetivo 1. Mejorar la conectividad y accesibilidad territorial mediante la construcción, modernización y conservación de infraestructura carretera con criterios de inclusión social, sostenibilidad y eficiencia para garantizar la movilidad de personas y mercancías.

Objetivo 2. Impulsar un Sistema Ferroviario Mexicano y proyectos para el transporte masivo de pasajeros sostenibles, accesibles y eficientes, que garanticen la seguridad en el traslado de personas y mercancías.

Objetivo 3. Garantizar un autotransporte federal eficiente, incluyente, moderno, seguro y sustentable, mediante la regulación, verificación y modernización de la flota vehicular, con la finalidad de incrementar la seguridad de los usuarios.

Objetivo 4. Consolidar un sistema de transporte aéreo seguro, eficiente, competitivo y sostenible que impulse la conectividad regional.

Objetivo 5. Promover la cobertura y el acceso a servicios de telecomunicaciones para favorecer la conectividad significativa con énfasis en la población en situación de vulnerabilidad.

Objetivo 6. Contribuir al fortalecimiento de la protección social y fomento de la sostenibilidad ambiental mediante proyectos integrales de infraestructura urbana, educativa, cultural y de transporte y manejo de residuos sólidos, que mejoren la calidad de vida de la población

El proyecto se vincula con el Objetivo 1 y a continuación se realiza su vinculación con las estrategias y líneas de acción.

Tabla 17. Vinculación del proyecto con el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2025-2030

Objetivo 1. Mejorar la conectividad y accesibilidad territorial mediante la construcción, modernización y conservación de infraestructura carretera con criterios de inclusión social, sostenibilidad y eficiencia para garantizar la movilidad de personas y mercancías		
Estrategia	**Líneas de acción**	**Vinculación**
1.1. Incrementar el estado físico de la Red Carretera a través de su conservación y rehabilitación para garantizar la movilidad de personas, bienes y servicios, con condiciones de accesibilidad, eficiencia, sostenibilidad y calidad.	1.1.1 Atender mediante la conservación y rehabilitación, los tramo carreteros y puentes en regular y mal estado de la Red Carretera Federal. 1.1.2. Consolidar el Programa de Trenes de Pavimentación para la atención de tramos carreteros prioritarios de la Red Carretera Federal. 1.1.3. Fortalecer el estado físico de la Red Carretera Federal implementando procesos eficientes de evaluación y auscultación en tramos carreteros y puentes. 1.1.4. Continuar con la prestación de servicios de operación y mantenimiento de los caminos y puentes a cargo de	El proyecto consiste en la modernización de cinco puentes ubicados en el estado de Puebla, lo cual va a permitir un traslado más seguro y eficiente a los usuarios, además de mejorar las condiciones de accesibilidad de las comunidades, de manera que esta estrategia es aplicable al proyecto.

Objetivo 1. Mejorar la conectividad y accesibilidad territorial mediante la construcción, modernización y conservación de infraestructura carretera con criterios de inclusión social, sostenibilidad y eficiencia para garantizar la movilidad de personas y mercancías		
Estrategia	**Líneas de acción**	**Vinculación**
	CAPUFE, con base en la implementación de parámetros de evaluación para mejorar su desempeño. 1.1.5. Promover la modernización de la Red Carretera Federal de cuota implementando medios electrónicos de pago a fin de disminuir los tiempos de espera en el cruce de las plazas de cobro	
1.3 Incrementar la conectividad entre regiones con visión multimodal a través de la construcción y modernización de carreteras, caminos y puentes, que mejoren el acceso a comunidades aisladas y promuevan el desarrollo de centros poblacionales económicos y turísticos.	1.3.1 Continuar con el Programa de Caminos Artesanales en zonas de alta y muy alta marginación. 1.3.2. Construir y modernizar la Red Carretera Federal para conectar los corredores troncales y mejorar la conectividad regional para el traslado de personas y bienes. 1.3.3. Construir puentes y distribuidores viales que mejoren la movilidad urbana. 1.3.4. Dar seguimiento a la construcción y modernización de proyectos de carreteras de altas especificaciones mediante esquemas de inversión mixta, con el fin de optimizar el transporte en los principales corredores troncales. 1.3.5. Impulsar los proyectos de inversión mixta para ampliar la conectividad de la Red Carretera Federal. 1.3.6 Promover la accesibilidad en los puertos fronterizos	El proyecto consiste en la modernización de cinco puentes en el estado de Puebla lo cual contribuirá a mejorar las condiciones de traslado y accesibilidad de las comunidades, fortaleciendo el desarrollo social y económico de las regiones.

Objetivo 1. Mejorar la conectividad y accesibilidad territorial mediante la construcción, modernización y conservación de infraestructura carretera con criterios de inclusión social, sostenibilidad y eficiencia para garantizar la movilidad de personas y mercancías		
Estrategia	**Líneas de acción**	**Vinculación**
	mediante proyectos de carreteras y puentes a efecto de facilitar el intercambio comercial nacional e internacional	

3.4.4 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO PUEBLA 2024 - 2030

Este instrumento se erige como un documento rector en materia de planeación y para su elaboración se estableció un esquema de trabajo articulado, cuya finalidad fue integrar una ruta a seguir de carácter estratégico, que permitió marcar las directrices de actuación y, al mismo tiempo, sentar las bases para la elaboración de los programas que se van a derivar del mismo.

Incorpora indicadores estratégicos mediante los cuales se le da seguimiento y permite evaluar el avance de los objetivos, estrategias y líneas de acción, estos indicadores fueron seleccionados bajo el criterio de ser monitoreables, adecuados y oficiales a fin de propiciar la transparencia y asegurar darles continuidad en los instrumentos de planeación derivados del Plan Estatal de Desarrollo.

Por ello, el PDE 2024-2030, se estructura en 5 Ejes estratégicos y un transversal:

Eje 1: Humanismo con Bienestar. La prioridad es la gente, trabajaremos para garantizar su salud, educación, vivienda y un desarrollo social equitativo que permita a cada persona vivir con dignidad y alcanzar sus sueños.

Eje 2: Prosperidad y Estabilidad Económica. Para que Puebla crezca con equidad y sostenibilidad, apostaremos por la generación de empleos bien remunerados, el impulso a los emprendedores y el fortalecimiento de nuestros sectores estratégicos para dinamizar la economía local.

Eje 3: Estado de Derecho, Seguridad y Justicia. Ninguna sociedad puede aspirar al cambio sin paz y confianza en sus instituciones, por ello, implementaremos políticas eficaces de prevención del delito, fortaleceremos las capacidades de nuestras corporaciones de seguridad y garantizaremos el acceso a la justicia sin privilegios ni corrupción.

Eje 4: Desarrollo Urbano y Crecimiento Sostenible. El progreso debe ir de la mano con el respeto al medio ambiente y el orden en nuestro crecimiento territorial, en este sentido, impulsaremos infraestructura moderna, movilidad sostenible y el uso eficiente de nuestros recursos naturales.

Eje 5: Gobierno Transformador y de Resultados. Seremos un gobierno abierto, inclusivo y eficiente, comprometido con la rendición de cuentas y capaz de responder a las exigencias de la ciudadanía. Fomentaremos la confianza en las autoridades a través de la transparencia, la honestidad y un trabajo constante y responsable.

Eje Transversal: Por Amor a Puebla. Toda acción que emane del Gobierno del Estado impactará positivamente en tres grandes rubros: la protección y empoderamiento de las niñas, adolescentes y mujeres, así como el fortalecimiento de la perspectiva de género; la atención integral de los pueblos indígenas y afromexicano; y la incorporación de la ciencia, tecnología e innovación como herramientas esenciales para el desarrollo social y económico.

A continuación, se realiza la vinculación del proyecto con el Programa Estatal de Desarrollo Puebla

Tabla 18. Vinculación del proyecto con el Programa Estatal de Desarrollo Puebla 2024-2030

INFRAESTRUCTURA		
Objetivo 4.2.1 Mejorar las condiciones y disponibilidad de la infraestructura publica		
Estrategia	**Líneas de acción**	**Vinculación**
4.2.1.3 Fortalecimiento de la movilidad y conectividad terrestre a través de la infraestructura	4.2.1.3.1 Mejorar las condiciones de la infraestructura vial estatal en los municipios y regiones del estado 4.2.1.3.2 Ampliar los circuitos carreteros de las regiones del estado 4.2.1.3.3 Incrementar la conectividad carretera y ferroviaria en el estado 4.2.1.3.4 Incrementar la cobertura de recursos materiales especializados en prevención, atención inmediata de riesgos, impulso de actividades productiva y mejoramiento de las	El presente proyecto se vincula con esta estrategia ya que la modernización de los cinco puentes mejorará las condiciones del flujo continuo de algún modo de transporte. Por tanto, estas estructuras son de gran relevancia en el desarrollo de las vías de comunicación ya que contribuirán a accesibilidad de bienes y servicios de la región.

INFRAESTRUCTURA		
Objetivo 4.2.1 Mejorar las condiciones y disponibilidad de la infraestructura publica		
Estrategia	**Líneas de acción**	**Vinculación**
	condiciones de la infraestructura vial en los municipios del estado 4.2.1.3.5 Ejecutar proyectos de infraestructura para el impulso de la movilidad en el estado	

3.5 VINCULACIÓN CON PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO, ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS U OTRA ZONIFICACIÓN PRIORITARIA PARA LA CONSERVACIÓN O RELATIVA A LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO

3.5.1 VINCULACIÓN CON EL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO.

3.5.1.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO.

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

La regionalización ecológica en el POEGT comprende unidades territoriales sintéticas que se integraron a partir de los principales factores del medio biofísico. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB).

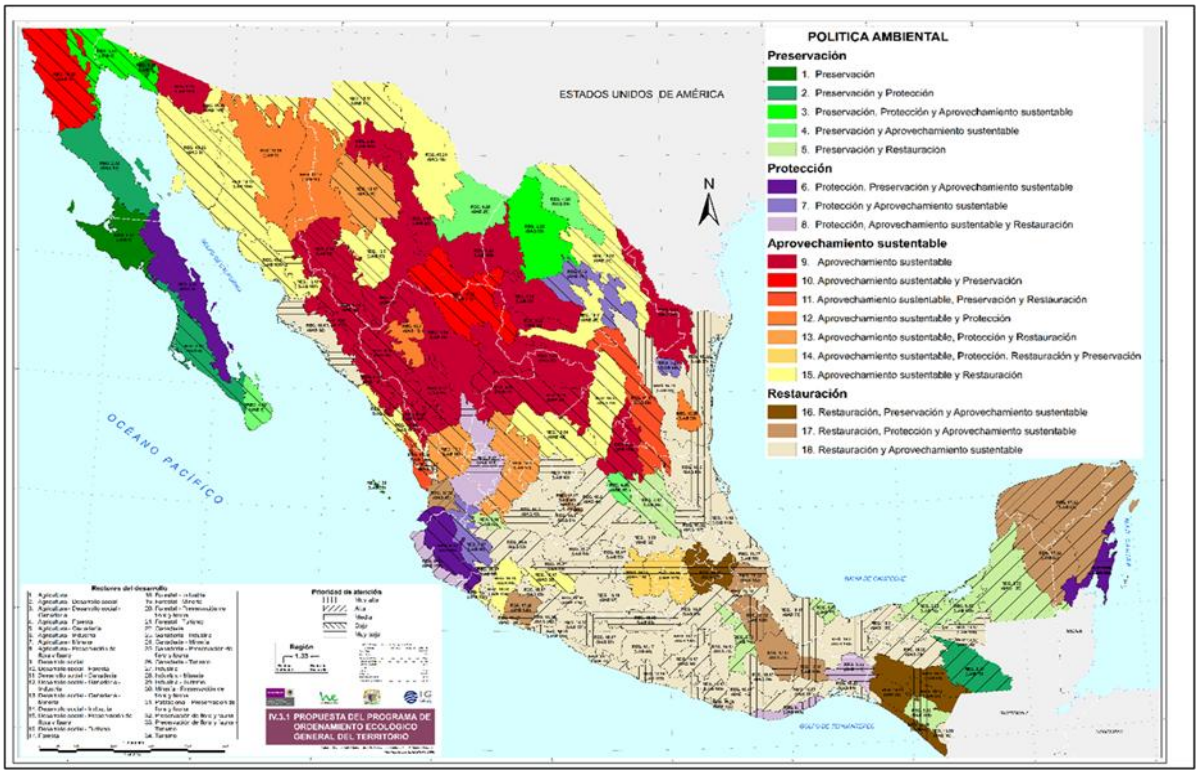


Figura 1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

De acuerdo con la regionalización del POEGT, el proyecto (Puente Rijo, Matlala, una porción del Puente Calmeca, Tepexco I y Tepexco II) se encuentra en la Región Ecológica 12.30 específicamente en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 61, denominada “Sierras del Sur de Puebla”. Mientras que la otra porción del Puente Calmeca se encuentra en la UAB 121 “Depresión de México” y los Puentes Tepexco I y II se encuentran en los límites de esta UAB. Por lo tanto, en la Tabla siguiente se presentan las características de ambas UAB.

Tabla 19. Características de la UAB 61 “Sierras del Sur de Puebla” y UAB 121 “Depresión de México”

Región	UAB	Nombre de la UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Política ambiental	Nivel de atención prioritaria	Estrategias sectoriales

18.9	61	Sierras del Sur de Puebla	Desarrollo social	Forestal	Agricultura Ganadería Minería	SICT Pueblo Indígenas	Restauración y aprovechamiento sustentable	Alta	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44
14.16	121	Depresión de México	Desarrollo social Turismo	Forestal Industria Preservación de flora y fauna	Agricultura Ganadería Minería	CFE SICT Pueblos indígenas	Aprovechamiento sustentable, Protección, Restauración y Preservación	Media	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44

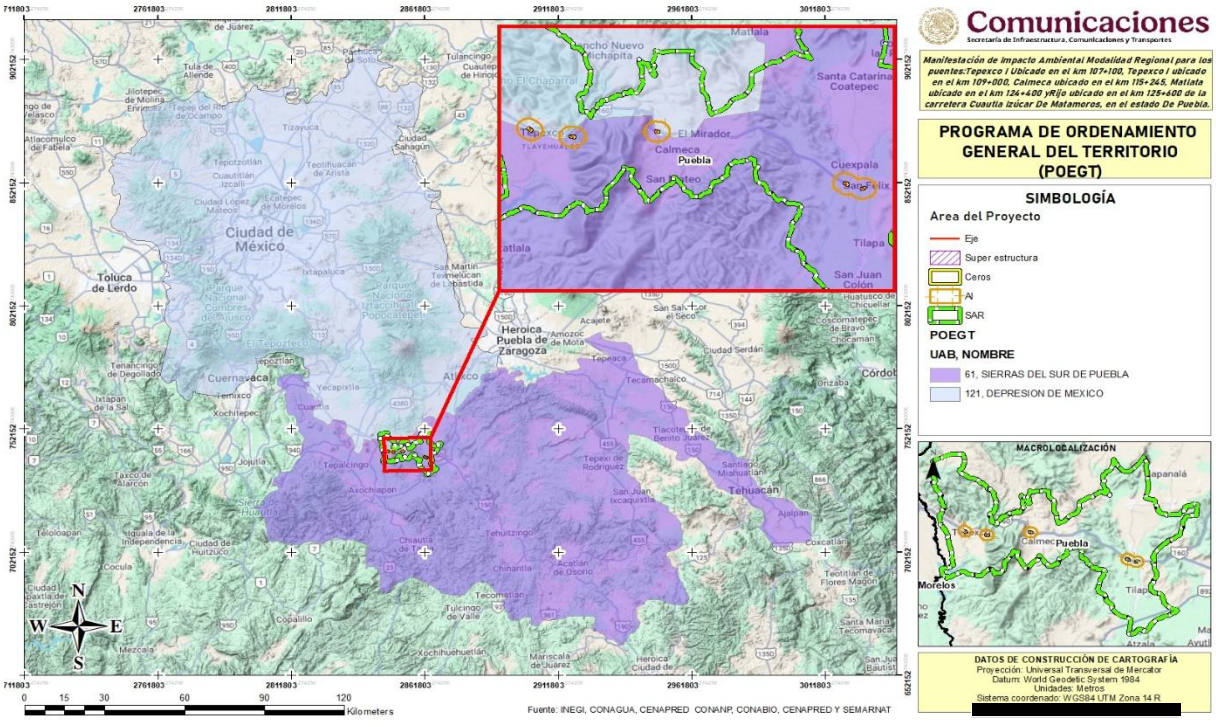


Figura 2. Ubicación del proyecto respecto al POEGT

Considerando las estrategias sectoriales listadas anteriormente, se expone la relación que tiene el desarrollo del proyecto con ellas y cómo contribuirá a las acciones para alcanzar los objetivos de dichas estrategias.

Tabla 20. Vinculación del proyecto con las estrategias de la UAB 61

Estrategias sectoriales UAB 61		Vinculación
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
B) Aprovechamiento sustentable	**4.** Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El proyecto corresponde al sector de infraestructura carretera, y consiste en la modernización de cinco puentes actualmente en operación, por lo que debido a la naturaleza de las actividades del proyecto no se tiene considerado el aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. De modo que, esta estrategia no es aplicable al proyecto.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	El proyecto corresponde al sector de infraestructura carretera, y consiste en la modernización de cinco puentes actualmente en operación, por lo que no se realizará el Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. De modo que, esta estrategia no es aplicable al proyecto.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	El proyecto consiste en la modernización de cinco puentes actualmente en operación por lo que dentro de las actividades no se considerarán modernizaciones en la infraestructura hidroagrícola y tecnificación de las superficies agrícolas. De modo que, esta estrategia no es aplicable al proyecto.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	El proyecto consiste en la modernización de cinco puentes actualmente en operación por lo que debido a la naturaleza de las actividades no se llevará a cabo el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. No obstante, se contemplan medidas de prevención y mitigación para los impactos potenciales que se

		producirán por el desarrollo de la obra. Con dichas medidas se preservará la biodiversidad del sitio.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	El proyecto corresponde al sector de infraestructura carretera, y consiste en la modernización de cinco puentes actualmente en operación, por lo que debido a su naturaleza no tiene relación, ni afectación con la valoración de los servicios ambientales. Por tanto, esta estrategia no es aplicable al proyecto
C) Protección de los recursos naturales	**12.** Protección de los ecosistemas	El proyecto se vincula con esta estrategia, considerando que se contempla la ejecución de medidas de prevención y mitigación para los impactos potenciales que se presentaran por el desarrollo del Proyecto.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes	Debido a la naturaleza del proyecto, no se llevarán a cabo actividades sobre el uso racional de agroquímicos y el de biofertilizantes
D) Restauración	**14.** Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El proyecto corresponde al sector de infraestructura carretera, y consiste en la modernización de cinco puentes actualmente en operación ubicados en el estado de Puebla. Dentro de las medidas de compensación planteadas en el capitulo VI del presente documento se tienen consideradas actividades de rescate y reubicación de flora y fauna y la conservación de cuerpos hídricos. Dada la posible ejecución de este tipo de actividades y los beneficios que aportarán, el proyecto es compatible con esta estrategia.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales	**15.** Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al	El proyecto corresponde al sector de infraestructura carretera, y consiste en la modernización de cinco

no renovables y actividades económicas de producción y servicios	desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	puentes actualmente en operación, por lo que debido a su naturaleza no tiene relación, ni afectación con la aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. Por tanto, esta estrategia no es aplicable al proyecto.
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	El proyecto corresponde al sector de infraestructura carretera, de manera que, no se realizarán actividades relacionadas con el sector minero.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
A) Suelo urbano y vivienda	**24.** Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	El proyecto de modernización de cinco puentes actualmente en operación no es vinculante con la estrategia de manera directa, sin embargo, con estas obras se generarán las condiciones necesarias para que se desarrollen las acciones señaladas.
B) Zonas de riesgo y prevención de contingencias	**25.** Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.	El proyecto corresponde al sector de infraestructura carretera, y consiste en la modernización de cinco puentes actualmente en operación, por lo que debido a su naturaleza no tiene relación, con prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.
	26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.	Debido a la naturaleza del proyecto, no existe vinculación con esta estrategia.
C) Agua y Saneamiento	**27.** Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	Debido a la naturaleza del proyecto, no existe vinculación con esta estrategia.

	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	El proyecto se trata de la modernización de cinco puentes actualmente en operación, sin embargo, las actividades a ejecutar no están relacionadas con consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. Aunque cabe destacar que se plantea la implementación de un programa de conservación y protección de cuerpos hídricos para prevenir y compensar los daños a este factor.
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	El proyecto se trata de la modernización de cinco puentes actualmente en operación, sin embargo, las actividades a ejecutar no están relacionadas con consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. Aunque cabe destacar que se plantea la implementación de un programa de conservación y protección de cuerpos hídricos para prevenir y compensar los daños a este factor.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	**30.** Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región	El proyecto se trata de la modernización de cinco puentes actualmente en operación, los cuales forman parte de una red carretera que permitirá la comunicación entre ciudades y reducirá el tiempo de traslados. Además, incentivará el comercio, el desarrollo social y económico de la región. Por tanto, esta estrategia es aplicable al proyecto.
	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	El proyecto se trata de la modernización de cinco puentes actualmente en operación, los cuales forman parte de una red carretera que permitirá la comunicación entre ciudades y reducirá el tiempo de traslados. Además, incentivará el desarrollo social y económico de la región, elevando la competitividad de la zona.
	32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades,	El proyecto consiste en la modernización de cinco puentes actualmente en operación, de manera que no

	dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	se llevarán a cabo actividades orientadas a frenar la expansión desordenada de las ciudades a través del impulso del desarrollo regional. Por tanto, esta estrategia no es aplicable con el proyecto.
E) Desarrollo social	**35.** Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos	Debido a la naturaleza del proyecto no existe vinculación con esta estrategia
	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	El proyecto consiste en la modernización de cinco puentes actualmente en operación, de manera que no se llevarán a cabo actividades orientadas a la promoción de la diversificación de las actividades productivas del sector agroalimentario. Por lo tanto, esta estrategia no es aplicable al proyecto.
	37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	El proyecto consiste en la modernización de cinco puentes actualmente en operación, de manera que no se llevarán a cabo actividades orientadas a la integración de grupos vulnerables al sector económico-productivo. Por lo tanto, esta estrategia no es aplicable al proyecto.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	El proyecto consiste en la modernización de cinco puentes actualmente en operación, de manera que no se llevarán a cabo actividades orientadas a fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.
	39. Incentivar el uso de servicios de salud, especialmente de las	El proyecto consiste en la modernización de cinco puentes actualmente en operación, de manera que no

	mujeres y los niños de las familias en pobreza.	se llevarán a cabo actividades orientadas a promover el uso de servicios de salud. Por tanto, esta estrategia no es aplicable al proyecto.
	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	Si bien el proyecto de manera indirecta contribuirá a fortalecer el desarrollo social mediante la accesibilidad a servicios de salud, educación y actividades culturales a las comunidades cercanas al proyecto, de manera específica el proyecto no se enfocará en atender y promover estas actividades de manera directa.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad	Debido a la naturaleza del proyecto no existe vinculación con esa estrategia
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco Jurídico	**42.** Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El proyecto corresponde al sector de infraestructura carretera, y consiste en la modernización de cinco puentes actualmente en operación, por lo que debido a su naturaleza no tiene relación, ni afectación con asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	**43.** Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	El proyecto corresponde al sector de infraestructura carretera, y consiste en la modernización de cinco puentes en el estado de Puebla actualmente en operación, por lo que, debido a su naturaleza, no se realizarán actividades asociadas a integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información

		agraria para impulsar proyectos productivos. Por consiguiente, esta estrategia no es aplicable al proyecto.
	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	El proyecto corresponde al sector de infraestructura carretera, y consiste en la modernización de cinco puentes actualmente en operación, por lo que debido a su naturaleza no se llevarán a cabo actividades relacionadas con 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. Por consiguiente, esta estrategia no es aplicable al proyecto.

Tabla 21. Vinculación del proyecto con las estrategias de la UAB 121 "Depresión de México"

Estrategias sectoriales UAB 121		Vinculación
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
A) Preservación	**1.** Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad	Dentro de las medidas de compensación ambiental planteadas en el capítulo VI del presente documento, se tiene considerada el rescate y reubicación de flora y fauna, priorizando las especies nativas y que se encuentren en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, se realizarán actividades enfocadas a la protección y conservación de cuerpos hídricos.
	2.Recuperación de especies en riesgo	
	3.Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad	Debido a la naturaleza del proyecto no existe vinculación con esta estrategia.

B) Aprovechamiento sustentable	**4.** Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El proyecto corresponde al sector de infraestructura carretera, y consiste en la modernización de cinco puentes actualmente en operación, por lo que debido a la naturaleza de las actividades del proyecto no se tiene considerado el aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. De modo que, esta estrategia no es aplicable al proyecto.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	El proyecto corresponde al sector de infraestructura carretera, y consiste en la modernización de cinco puentes actualmente en operación, por lo que no se realizará el Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. De modo que, esta estrategia no es aplicable al proyecto.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	El proyecto consiste en la modernización de cinco puentes actualmente en operación por lo que dentro de las actividades no se considerarán modernizaciones en la infraestructura hidroagrícola y tecnificación de las superficies agrícolas. De modo que, esta estrategia no es aplicable al proyecto.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	El proyecto consiste en la modernización de cinco puentes actualmente en operación por lo que debido a la naturaleza de las actividades no se llevará a cabo el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. No obstante, se contemplan medidas de prevención y mitigación para los impactos potenciales que se producirán por el desarrollo de la obra. Con dichas medidas se preservará la biodiversidad del sitio.

	8. Valoración de los servicios ambientales.	El proyecto corresponde al sector de infraestructura carretera, y consiste en la modernización de cinco puentes actualmente en operación, por lo que debido a su naturaleza no tiene relación, ni afectación con la valoración de los servicios ambientales. Por tanto, esta estrategia no es aplicable al proyecto
C) Protección de los recursos naturales	**12.** Protección de los ecosistemas	El proyecto se vincula con esta estrategia, considerando que se contempla la ejecución de medidas de prevención y mitigación para los impactos potenciales que se presentaran por el desarrollo del Proyecto.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes	Debido a la naturaleza del proyecto, no se llevarán a cabo actividades sobre el uso racional de agroquímicos y el de biofertilizantes
D) Restauración	**14.** Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El proyecto corresponde al sector de infraestructura carretera, y consiste en la modernización de cinco puentes actualmente en operación ubicados en el estado de Puebla. Dentro de las medidas de compensación planteadas en el capítulo VI del presente documento se tienen consideradas actividades de rescate y reubicación de flora y fauna y la conservación de cuerpos hídricos. Dada la posible ejecución de este tipo de actividades y los beneficios que aportarán, el proyecto es compatible con esta estrategia.
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.	El proyecto corresponde al sector de infraestructura carretera, y consiste en la modernización de cinco puentes actualmente en operación, por lo que debido a su naturaleza no tiene relación, ni afectación con la aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. Por tanto, esta estrategia no es aplicable al proyecto.

	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	El proyecto corresponde al sector de infraestructura carretera, de manera que, no se realizarán actividades relacionadas con el sector minero.
	16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional.	El proyecto corresponde al sector de infraestructura carretera, de manera que, no se realizarán actividades relacionadas con la industria textil. Por lo tanto, esta estrategia no es aplicable al proyecto.
	17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras)	El proyecto corresponde al sector de infraestructura carretera, de manera que, no se realizarán actividades relacionadas con la industria automotriz. Por lo tanto, esta estrategia no es aplicable al proyecto.
	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.	El proyecto corresponde al sector de infraestructura carretera, de manera que, no se realizarán actividades relacionadas con la industria automotriz. Por lo tanto, esta estrategia no es aplicable al proyecto.
	20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático,	El proyecto consiste en la modernización de cinco puentes que actualmente se encuentran en operación, y durante las distintas etapas del proyecto se contará con un programa de mantenimiento preventivo y periódico;

	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	con el propósito de mantener los limites máximos permisibles de emisión de gases por el escape de la maquinaria.
	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	El proyecto corresponde al sector de infraestructura carretera, de manera que, no se realizarán actividades relacionadas con el turismo. Por lo tanto, esta estrategia no es aplicable al proyecto
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	El proyecto corresponde al sector de infraestructura carretera, de manera que, no se realizarán actividades relacionadas con el turismo. Por lo tanto, esta estrategia no es aplicable al proyecto
	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).	El proyecto corresponde al sector de infraestructura carretera, de manera que, no se realizarán actividades relacionadas con el turismo. Por lo tanto, esta estrategia no es aplicable al proyecto
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
A) Suelo urbano y vivienda	**24.** Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	El proyecto de modernización de cinco puentes actualmente en operación no es vinculante con la estrategia de manera directa, sin embargo, con estas obras se generarán las condiciones necesarias para que se desarrollen las acciones señaladas.

B) Zonas de riesgo y prevención de contingencias	**25.** Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.	El proyecto corresponde al sector de infraestructura carretera, y consiste en la modernización de cinco puentes actualmente en operación, por lo que debido a su naturaleza no tiene relación, con prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.
	26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.	Debido a la naturaleza del proyecto, no existe vinculación con esta estrategia.
C) Agua y Saneamiento	**27.** Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	Debido a la naturaleza del proyecto, no existe vinculación con esta estrategia.
	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	El proyecto se trata de la modernización de cinco puentes actualmente en operación, sin embargo, las actividades a ejecutar no están relacionadas con consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. Aunque cabe destacar que se plantea la implementación de un programa de conservación y protección de cuerpos hídricos para prevenir y compensar los daños a este factor.
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	El proyecto se trata de la modernización de cinco puentes actualmente en operación, sin embargo, las actividades a ejecutar no están relacionadas con consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. Aunque cabe destacar que se plantea la implementación de un programa de conservación y protección de cuerpos hídricos para prevenir y compensar los daños a este factor.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	**30.** Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor	El proyecto se trata de la modernización de cinco puentes actualmente en operación, los cuales forman

	seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región	parte de una red carretera que permitirá la comunicación entre ciudades y reducirá el tiempo de traslados. Además, incentivará el comercio, el desarrollo social y económico de la región. Por tanto, esta estrategia es aplicable al proyecto.
	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	El proyecto se trata de la modernización de cinco puentes actualmente en operación, los cuales forman parte de una red carretera que permitirá la comunicación entre ciudades y reducirá el tiempo de traslados. Además, incentivará el desarrollo social y económico de la región, elevando la competitividad de la zona.
	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 las mismas para impulsar el desarrollo regional.	El proyecto consiste en la modernización de cinco puentes actualmente en operación, de manera que no se llevarán a cabo actividades orientadas a frenar la expansión desordenada de las ciudades a través del impulso del desarrollo regional. Por tanto, esta estrategia no es aplicable con el proyecto.
E) Desarrollo social	**35.** Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos	Debido a la naturaleza del proyecto no existe vinculación con esta estrategia
	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	El proyecto consiste en la modernización de cinco puentes actualmente en operación, de manera que no se llevarán a cabo actividades orientadas a la promoción de la diversificación de las actividades productivas del sector agroalimentario. Por lo tanto, esta estrategia no es aplicable al proyecto.

	37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	El proyecto consiste en la modernización de cinco puentes actualmente en operación, de manera que no se llevarán a cabo actividades orientadas a la integración de grupos vulnerables al sector económico-productivo. Por lo tanto, esta estrategia no es aplicable al proyecto.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	El proyecto consiste en la modernización de cinco puentes actualmente en operación, de manera que no se llevarán a cabo actividades orientadas a fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.
	39. Incentivar el uso de servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	El proyecto consiste en la modernización de cinco puentes actualmente en operación, de manera que no se llevarán a cabo actividades orientadas a promover el uso de servicios de salud. Por tanto, esta estrategia no es aplicable al proyecto.
	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	Si bien el proyecto de manera indirecta contribuirá a fortalecer el desarrollo social mediante la accesibilidad a servicios de salud, educación y actividades culturales a las comunidades cercanas al proyecto, de manera específica el proyecto no se enfocará en atender y promover estas actividades de manera directa.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad	Debido a la naturaleza del proyecto no existe vinculación con esa estrategia

Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco Jurídico	**42.** Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El proyecto corresponde al sector de infraestructura carretera, y consiste en la modernización de cinco puentes actualmente en operación, por lo que debido a su naturaleza no tiene relación, ni afectación con asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	**43.** Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	El proyecto corresponde al sector de infraestructura carretera, y consiste en la modernización de cinco puentes en el estado de Puebla actualmente en operación, por lo que, debido a su naturaleza, no se realizarán actividades asociadas a integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. Por consiguiente, esta estrategia no es aplicable al proyecto.
	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	El proyecto corresponde al sector de infraestructura carretera, y consiste en la modernización de cinco puentes actualmente en operación, por lo que debido a su naturaleza no se llevarán a cabo actividades relacionadas con 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. Por consiguiente, esta estrategia no es aplicable al proyecto.

3.6 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

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

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

Con base en la ubicación geográfica del trazo del proyecto, no se presenta incidencia con las ANP tanto de carácter federal, estatal o municipal. La ANP de carácter federal más cercana se encuentra 20.18 km denominada “Sierra de Huautla”. Con respecto a la ANP estatal, la más cercana al proyecto se encuentra a 17.3 km denominada “Sierra del Tentzo”.

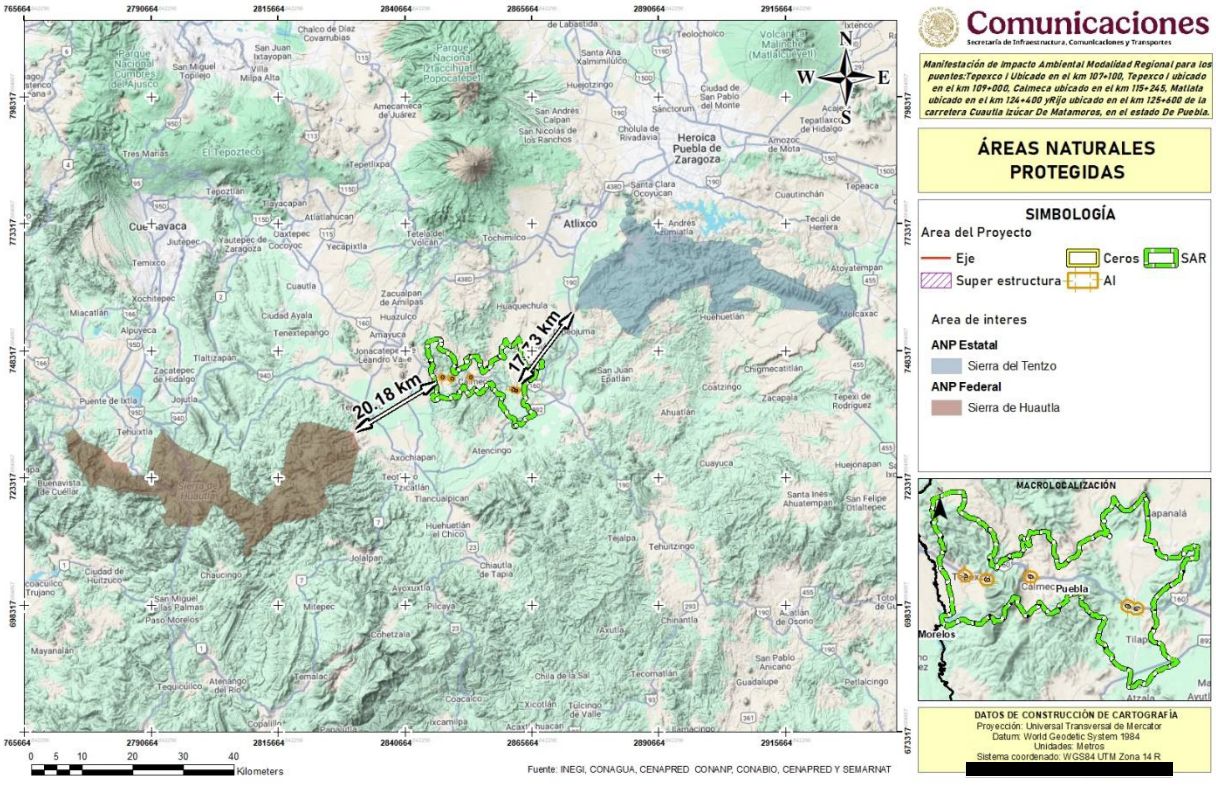


Figura 3. Ubicación del proyecto respecto al ANP Federal y Estatal

3.7 VINCULACIÓN CON ÁREAS PRIORITARIAS Y DE CONSERVACIÓN.

Las regiones prioritarias establecidas por la CONABIO (Regiones Terrestres Prioritarias, Regiones Hidrológicas Prioritarias, Regiones Marinas Prioritarias Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) y sitios Ramsar), no forman parte del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP) por lo que, sin embargo, se revisaron estos conceptos para tener una visión integral de la importancia para la conservación de la zona en la que se pretende realizar el Proyecto.

Por lo anterior, a continuación, se presentan los resultados obtenidos.

3.7.1 REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP).

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

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

Es importante mencionar que la mayor concentración de RTP se presenta en las entidades más grandes de país: Chihuahua (21), Sonora (21) y Coahuila (15). La baja densidad poblacional de estos estados explica la existencia de grandes superficies prácticamente sin alteración, cuya integridad ecológica es, por lo tanto, relevante.

Así, conforme a la revisión realizada en el “Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de la CONABIO”, mediante el mapa correspondiente a una escala 1:1000000, generado por la CONABIO, el proyecto no se encuentra inmerso en alguna RTP, sin embargo, la más cercana se encuentra a 19.62 km denominada “Sierras de Taxco-Huautla”, a 29.44 km de la RTP “Sierra Nevada” y a 42.40 km de la RTP “Ajusco-Chichinautzi”.

Particularmente la RTP-120 comprende los estados de: Edo de México, Guerrero, Morelos y Puebla. Tiene una superficie de 2,959 km^2 y su importancia radica en la riqueza biológica de las cañadas y la Sierra de Taxco, así como a la alta integridad ecológica de la Sierra de Huautla, que constituyen un reservorio de especies endémicas. Así mismo, cabe mencionar

que en las cañadas de la sierra de Taxco está reportada una riqueza significativamente alta en mariposas.

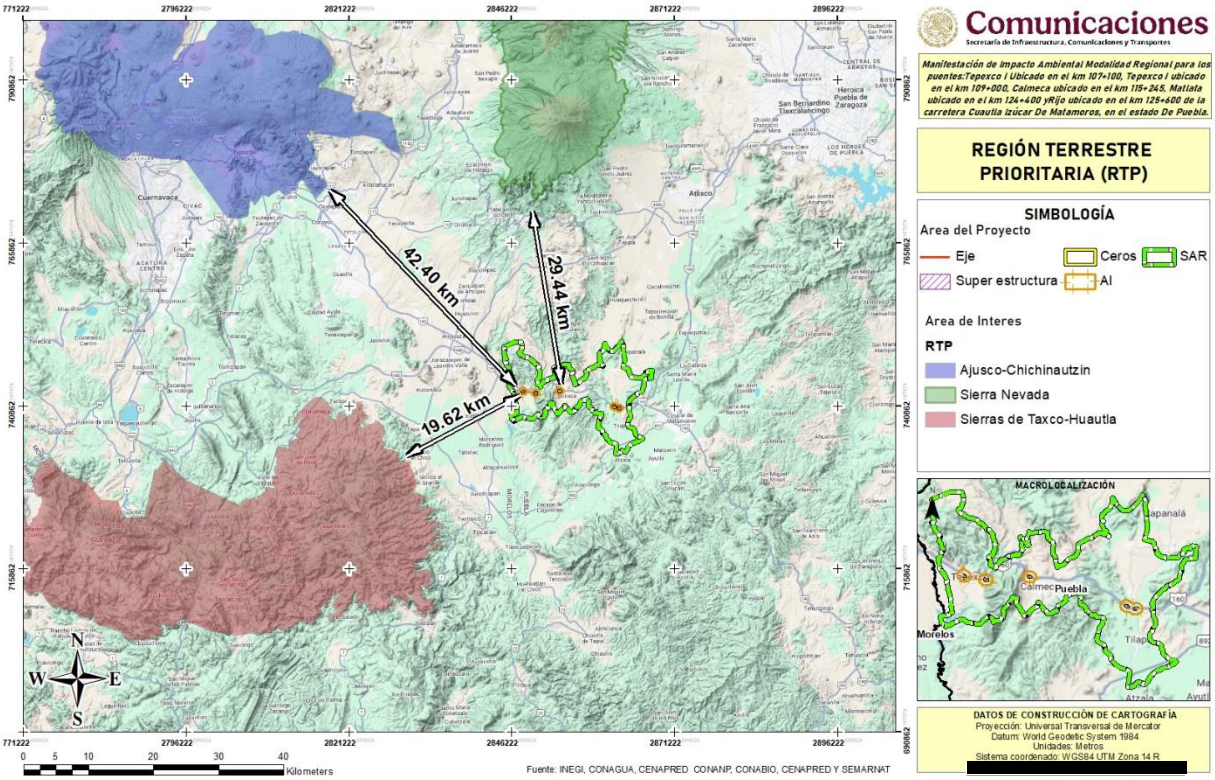


Figura 4. Ubicación del proyecto respecto a la RTP

3.7.2 REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS (RHP).

En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), siendo el interés principal la detección y caracterización de las cuencas hidrológicas, tanto de ambientes de agua dulce como salobre, que se consideren prioritarias para la biodiversidad.

Para la regionalización la CONABIO se consideraron como criterios de evaluación algunos aspectos ligados a los valores ambiental y económico. Se considera que los principales criterios de evaluación son el grado de integridad ecológica funcional, la presencia de especies endémicas y la riqueza especifica de las regiones. Posteriormente, se elaboraron mapas del territorio nacional (escala 1:1000000) de las áreas prioritarias consensadas por su

biodiversidad, uso de recursos, carencia de información y potencial para la conservación, así como una ficha técnica de cada área con información de tipo biológico y físico, problemática y sugerencias identificadas para su estudio, conservación y manejo.

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

Así, conforme a la revisión realizada en el "Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de la CONABIO", mediante el mapa correspondiente a una escala 1:1000000, generado por la CONABIO, se determinó que el Proyecto no se encuentra dentro de una RHP, sin embargo, la más cercana se encuentra a 11.95 km denominada "Rio Amacuzac-Lagunas de Zempoala."

Esta RHP comprende los estados de Morelos, Guerrero y Edo. De México, y tiene una extensión de 7924.72 km^2. Los recursos hídricos principales son lenticos (lagos y manantiales de aguas termales) y lóticos (ríos y arroyos). Presenta un clima templado subhúmedo con una temperatura media anual 8-26°C.

La actividad económica principal es el comercio, la agricultura de riego y de temporal, cultivo de árboles frutales, ganadería y turismo. Entre los principales problemas de esta RHP se encuentran: la modificación del entorno, deforestación, fragmentación del hábitat, contaminación por agroquímicos y la introducción de especies exóticas.

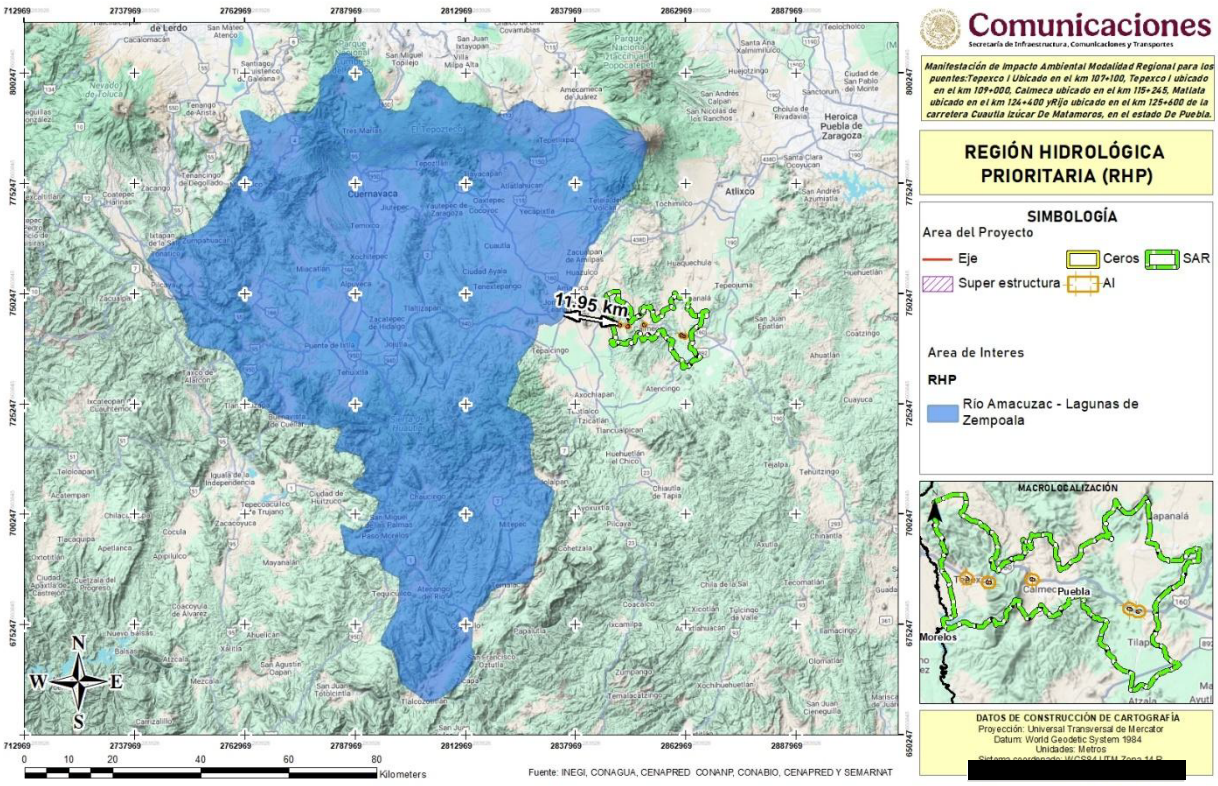


Figura 5. Ubicación del proyecto respecto a la RHP

3.7.3 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES.

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

A nivel nacional se han delimitado 243 AICAS, las cuales fueron identificadas con base en los sitios propuestos por los especialistas como los más importantes, de acuerdo con los siguientes criterios: a) presencia de especies amenazadas, en peligro de extinción o vulnerables; b) mantenimiento de poblaciones locales con rangos de distribución restringida; c) presencia de especies restringidas a un bioma o hábitat único o amenazado; d) grandes concentraciones de individuos, y e) sitios importantes para la investigación ornitológica.

Así, de acuerdo con el mapa de delimitación de las AICA´s, en escala 1:250000, elaborado por la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (CIPAMEX) y la CONABIO, se identificó que el proyecto no se encuentra dentro de un AICA, sin embargo, la más cercana se encuentra a 19.40 km denominada “Sierra de Huautla”, a 33.51 km de la AICA “Volcanes Iztaccíhuatl-Popocatépetl” y a 45.80 km de la AICA “Sur del Valle de México”.

La AICA Sierra de Huautla se localiza al sur del estado de Guerrero, en los municipios de Tlaquiltenango y Tepalcingo. Es un área con riqueza de 125 especies de aves de las cuales 34 son endémicas y 8 especies amenazadas de extinción. La vegetación predominante corresponde a bosque tropical caducifolio en un 90%, el 10% restante pertenece a bosque espinoso, matorral xerófilo, vegetación acuática y agroecosistemas de temporal.

Las principales amenazas a esta AICA corresponden principalmente a la ganadería, deforestación, desarrollos urbanos, explotación inadecuada de recursos y la introducción de especies exóticas.

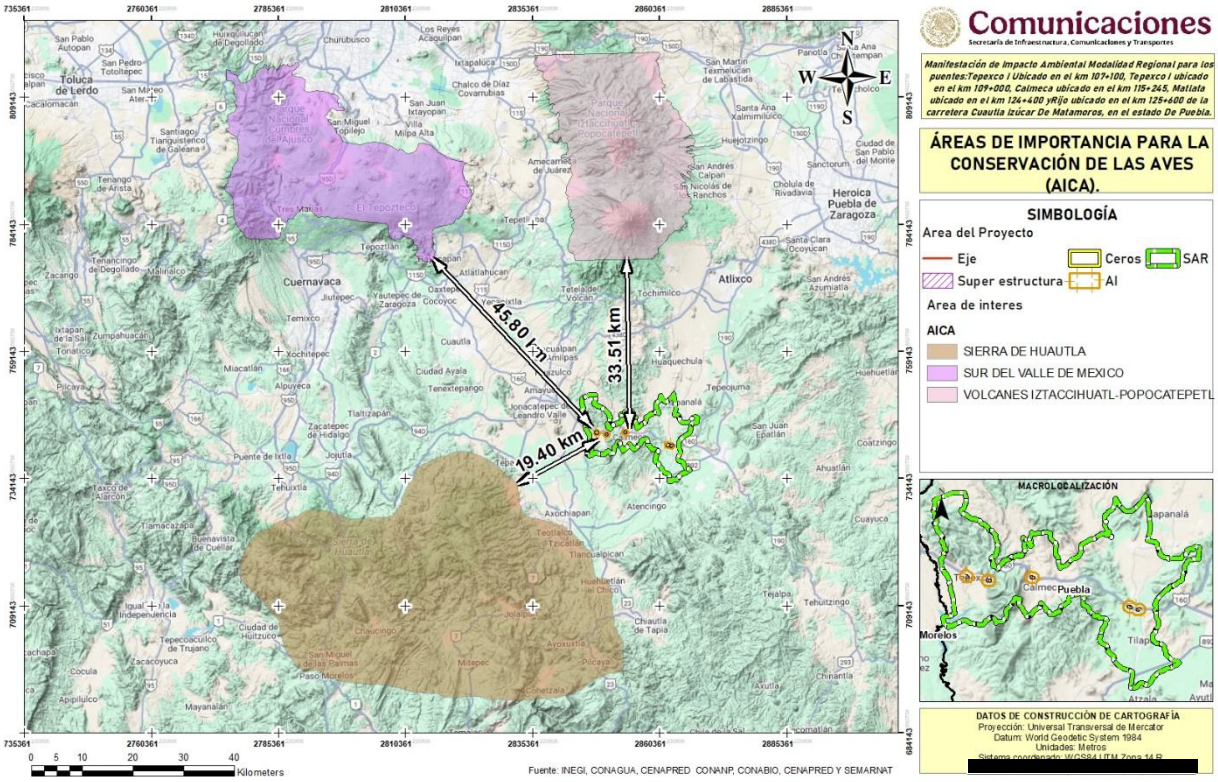


Figura 6. Ubicación del proyecto respecto a la AICA

3.7.4 SITIOS RAMSAR.

Los Humedales de Importancia Internacional, mejor conocidos como Sitios Ramsar, son áreas que han sido reconocidas internacionalmente por sus características biológicas y culturales, siendo los entornos más productivos del mundo y refugio de diversas especies de flora y fauna; deben su nombre al tratado intergubernamental firmado en la ciudad Iraní de Ramsar en 1971.

En México, se tienen registrados 82 humedales que cubren alrededor de 5,929 607 ha y comprenden ecosistemas acuáticos costeros como lagunas, arismas, playas, deltas, manglares y corales, y aguas epicontinentales como lagos, lagunas, ríos, pantanos, ciénegas, charcas y oasis.

A través de la consulta del mapa de Sitios RAMSAR de México 2014, escala: 1:7000000, editado por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, en el que se presentan los 140 sitios RAMSAR en la República Mexicana, publicados por la Convención RAMSAR en Morelia, Michoacán de Ocampo, se determinó que el área de proyecto rea en sitio RAMSAR denominado “Sierra de Ajos - Bavispe Zona de Influencia Cuenca Río San Pedro”

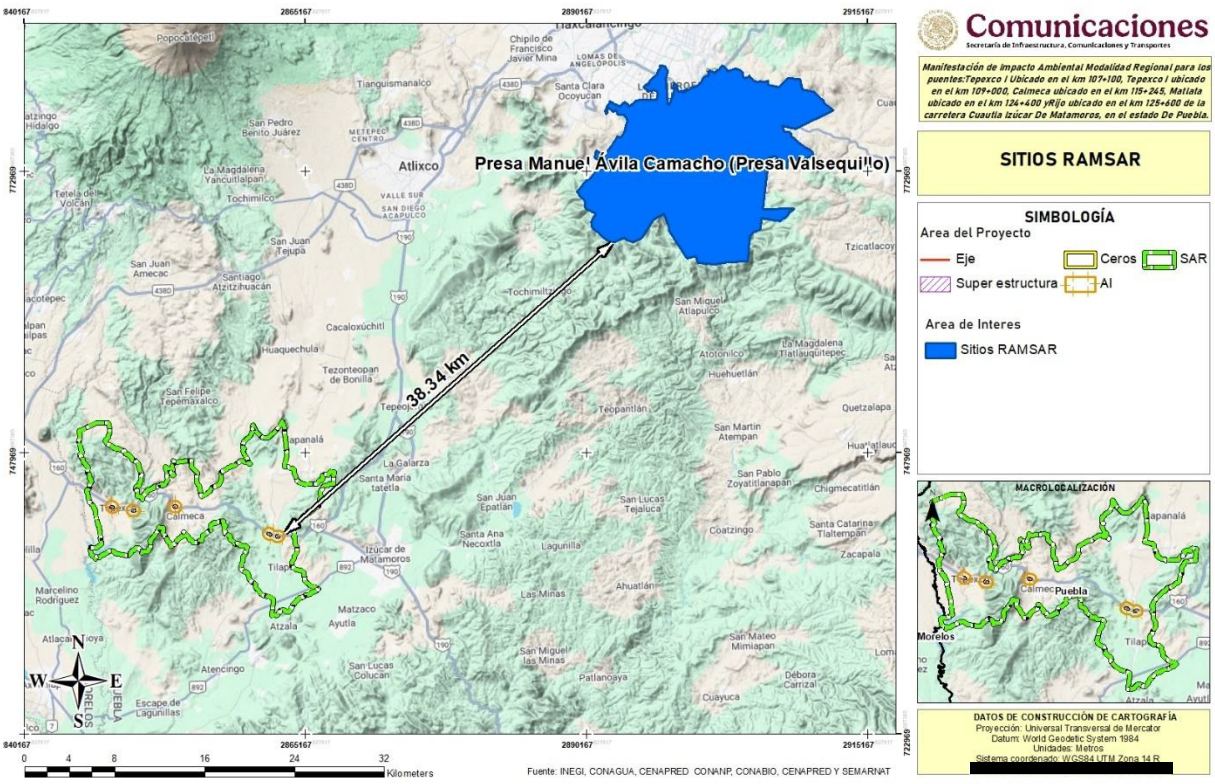


Figura 7. Ubicación del proyecto respecto a sitios RAMSAR

3.8 PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO MUNICIPALES (PDU)

3.8.1 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO DE TILAPA, PUEBLA, 2024-2027

Este plan se fundamenta en los principios de transparencia, rendición de cuentas y participación ciudadana, y se alinea con los objetivos de desarrollo sostenible establecidos a nivel nacional e internacional. A través de la implementación de este Plan, se espera lograr un Municipio más competitivo, inclusivo y resiliente, donde todos los tilapenses puedan disfrutar de una mejor calidad de vida.

Este instrumento se conforma de cuatro ejes fundamentales:

Eje 1. Seguridad Pública y Prevención del Delito

Eje 2. Bienestar Social e Inclusión

Eje 3. Crecimiento Económico Sostenible

Eje 4. Fortalecimiento Institucional y Gobernanza

A continuación, se realiza la vinculación del proyecto con el Plan Municipal de Desarrollo de Tilapa:

Eje 3. Crecimiento Económico Sostenible

Este eje se fundamenta en la necesidad de promover un desarrollo económico equilibrado, fomentando el empleo, la inversión y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

Infraestructura para el Bienestar (FAISMUN)

El programa se fundamenta en el artículo 115 constitucional y en las disposiciones del Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social Municipal (FAISMUN), que tiene como objetivo reducir las carencias en servicios básicos en las comunidades con mayor rezago social. Este programa prioriza la inversión en infraestructura básica, como agua potable, drenaje y electrificación, para mejorar las condiciones de vida de los habitantes más vulnerables.

Infraestructura para el Bienestar (FAISMUN)		
Objetivo General. Contribuir a reducir el rezago social en el municipio mediante la provisión de infraestructura básica que garantice el acceso a servicios esenciales para todos los habitantes		
Estrategia. Población beneficiada con las obras de infraestructura y servicios urbanos dignos		
Líneas de acción. Componente 3	**Actividades**	**Vinculación**
Mejoramiento de Infraestructura Urbana	3.1 Realizar obras de construcción, rehabilitación y/o ampliación de pavimentos, adoquinamientos, rampas, techados y guarniciones para mejorar los servicios públicos	El presente proyecto a pesar de ser carácter federal se vincula con esta estrategia ya que tiene como propósito la modernización y el mejoramiento de 5 puentes actualmente en operación, los cuales contribuirán a fortalecer la conectividad y garantizarán una movilidad más segura y eficiente para los usuarios

3.8.2 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO TEPEXCO 2024-2027

Es un instrumento de planeación basado en una construcción colectiva que refleja las realidades del municipio y propone soluciones viables, estratégicas y progresivas a los que se enfrentan. A partir de este análisis, se diseñaron ejes rectores de política pública, con objetivos y líneas de acción concretas que permitirán orientar la gestión municipal con eficacia y responsabilidad.

El Plan Municipal de Desarrollo 2024-2027 está alineado con los objetivos establecidos en el Plan Estatal de Desarrollo del Gobierno del Estado de Puebla y el Plan Nacional de Desarrollo promoviendo la coordinación interinstitucional entre los tres órdenes de gobierno y garantizando la congruencia entre las políticas públicas locales y los objetivos nacionales de bienestar, paz, justicia, desarrollo económico y sostenibilidad

Los 4 Ejes Rectores del Plan Municipal de Desarrollo de Tepexco 2024-2027, son los siguientes:

EJE1: Seguridad Pública y Justicia para todos.

Objetivos: Mejorar las Condiciones de Seguridad Pública, Integralmente, el Entorno Social, Económico y humano de la población a través de los servicios de Seguridad y Justicia

EJE 2. Cuidado y Bienestar para la Población

Objetivos: Contribuir al desarrollo social y humano en el municipio mediante la colaboración corresponsable de los actores gubernamentales, con el fin de mejorar la calidad de vida de las familias del municipio

EJE 3. Desarrollo rural y fortalecimiento productivo local

Objetivos: Impulsar el desarrollo integral del sector rural y las actividades productivas tradicionales del municipio, mediante el fortalecimiento del campo, el fomento a la actividad artesanal con palma, y el apoyo a iniciativas económicas locales que generen empleo e ingresos dignos para las familias de Tepexco

EJE 4. Un municipio Transparente y Eficiente

Objetivos: Garantizar una administración pública honesta, eficaz y responsable mediante el uso eficiente de los recursos, el fortalecimiento del control interno, la rendición de cuentas, la transparencia, la participación ciudadana y la mejora continua de la gestión gubernamental.

A continuación, se realiza la vinculación del proyecto con el Plan Municipal de Desarrollo de Tepexco:

Tabla 22.Vinculación del proyecto con el Plan Municipal de Desarrollo Tepexco 2024-2027

2.2 Reducción del rezago Social mediante el FAISMUN (Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social Municipal)		
Objetivo. Contribuir a la disminución de los índices de pobreza y marginación en las localidades más rezagadas del municipio, mediante la aplicación eficiente y transparente de los recursos del FAISMUN		
Estrategia	**Líneas de acción 2.2.1**	**Vinculación**
Implementar acciones de infraestructura básica, urbana, educativa y social que incidan en el mejoramiento de las	Desarrollo de infraestructura básica y urbana	El presente proyecto se vincula con esta estrategia ya que la modernización de los cinco puentes incentivará el

2.2 Reducción del rezago Social mediante el FAISMUN (Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social Municipal)		
Objetivo. Contribuir a la disminución de los índices de pobreza y marginación en las localidades más rezagadas del municipio, mediante la aplicación eficiente y transparente de los recursos del FAISMUN		
Estrategia	**Líneas de acción 2.2.1**	**Vinculación**
condiciones de vida de la población	-Construcción, ampliación, rehabilitación y mantenimiento de sistemas de drenaje -Expansión y mantenimiento de redes de agua potable -Fortalecimiento de infraestructura eléctrica -Rehabilitación de caminos rurales y calles -Ejecución de obras de pavimentación	desarrollo social y económico al permitir el flujo comercial de bienes y al acercar a las comunidades a los servicios básicos y culturales.

3.9 NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, que tienen como finalidad establecer las características que deben reunir los procesos o servicios cuando estos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana; así como aquellas relativas a terminología y las que se refieran a su cumplimiento y aplicación.

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

Norma	Especificación Observable	Aplicación del Proyecto
NOM-041-SEMARNAT-2015 Que establece los límites máximos	4.2. Límites máximos permisibles de emisiones provenientes del escape de vehículos en circulación en el país, que usan gasolina como combustible.	Los vehículos, maquinaria y equipo que sean empleados en las distintas etapas del

<table>
<tr><th>Norma</th><th>Especificación Observable</th><th>Aplicación del Proyecto</th></tr>
<tr><td>permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible..</td><td>4.2.1. Los límites máximos permisibles de emisiones de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno, óxidos de nitrógeno, límites mínimos y máximos de dilución provenientes del escape; así como el valor del Factor Lambda de vehículos en circulación que usan gasolina como combustible, en función del método de prueba dinámica y el año modelo, son los establecidos en la TABLA 1 de la presente Norma Oficial Mexicana.
<table>
<tr><th rowspan="2">Año-modelo del vehículo</th><th>Hidrocarburos</th><th>Monóxido de carbono</th><th>Oxígeno</th><th colspan="2">Dilución (CO +CO2) (%Vol)</th><th></th></tr>
<tr><th>(HC) (ppm)</th><th>(CO) (% Vol)</th><th>(O2) (% Vol)</th><th>Mín.</th><th>Máx.</th><th>Factor Lambda Máx.</th></tr>
<tr><td>1990 y anteriores</td><td>350</td><td>2.5</td><td>2.0</td><td>13</td><td>16.5</td><td>1.05</td></tr>
<tr><td>1991 y posteriores</td><td>100</td><td>1.0</td><td>2.0</td><td>13</td><td>16.5</td><td>1.05</td></tr>
</table></td><td>proyecto contarán con un programa de mantenimiento preventivo y periódico; en el cual se considere el cambio de aceite y filtros, y en caso de ser necesario, la verificación de los mismos en establecimientos autorizados por las autoridades correspondientes.</td></tr>
<tr><td>NOM-080-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido, proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.</td><td>1.9.1. Los límites máximos permisibles de los automóviles, camionetas, camiones y tractocamiones son expresados en dB(A) de acuerdo con su peso bruto vehicular y son mostrados en la siguiente tabla.
<table>
<tr><th>PESO BRUTO VEHICULAR</th><th>LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES dB</th></tr>
<tr><td>Hasta 3,000</td><td>86</td></tr>
<tr><td>Más de 3,000 y hasta 10,000</td><td>92</td></tr>
<tr><td>Más de 10,000</td><td>99</td></tr>
</table></td><td>La empresa constructora será la responsable de atender que los niveles de ruido emitidos por los vehículos, maquinaria y equipo se encuentren dentro de los límites máximos permisibles en la normatividad vigente. Así mismo, ésta se encargará de proveer un mantenimiento periódico a cada una de las unidades que se empleen durante la construcción del camino.</td></tr>
<tr><td>NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.</td><td>7. Características que definen a un residuo como peligroso.

7.1 Un residuo es peligrosos es considerado como tal si tiene al menos alguna de las siguientes características:
• Corrosividad
• Reactividad
• Explosividad
• Toxicidad ambiental
• Inflamabilidad
• Biológico-infecciosa

7.4 Es Explosivo cuando es capaz de producir una reacción o descomposición detonarte o explosiva solo o en presencia de una fuente de energía o si es calentado bajo confinamiento. Esta característica no debe determinarse mediante análisis de laboratorio, por lo que la identificación de esta característica debe estar basada en el conocimiento del origen o composición del residuo.</td><td>La promovente (por medio de la empresa constructora) será responsable del manejo, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos que se generen en la obra, normalmente por el mantenimiento de equipo pesado empleado en el proyecto.

En este sentido, la empresa constructora deberá proporcionar un mantenimiento periódico a cada una de las unidades que se empleen durante la construcción del camino; aunado a ello, se evitarán derrames de aceites, grasas,</td></tr>
</table>

Norma	Especificación Observable	Aplicación del Proyecto
	7.6 Es Inflamable cuando una muestra representativa presenta cualquiera de las siguientes propiedades: **7.6.1** Es un líquido o una mezcla de líquidos que contienen sólidos en solución o suspensión que tiene un punto de inflamación inferior a 60,5°C, medido en copa cerrada, de conformidad con el procedimiento que se establece en la Norma Mexicana correspondiente, quedando excluidas las soluciones acuosas que contengan un porcentaje de alcohol, en volumen, menor a 24%.	solventes y sustancias tóxicas, generados en las distintas etapas del proyecto, que pudieran provocar accidentes y contaminación al ambiente. En caso de que se presente algún derrame, el manejo de estos residuos se efectuará de acuerdo con los ordenamientos legales vigentes; para ello, se deberá preparar y ejecutar un proyecto específico para el manejo de este tipo de residuos y contratar los servicios de empresas autorizadas para el manejo de residuos peligrosos.
NOM-017-STPS-2008 Norma Oficial Mexicana, Equipo de protección personal-selección, uso y manejo en los centros de trabajo.	**5.** Son obligaciones del patrón: **5.2.** Determinar el EPP requerido en cada puesto de trabajo, de acuerdo con el análisis de riesgos a los que están expuestos los trabajadores, en las actividades de rutina, especiales o de emergencia que tengan asignadas. **5.3.** Dotar a los trabajadores del EPP necesario, garantizando que el mismo cumpla con: ✓ Atenuar el contacto del trabajador con los agentes de riesgo; ✓ En su caso, ser de uso personal; ✓ Estar acorde a las características y dimensiones físicas de los trabajadores. **5.4.** Comunicar a los trabajadores los riesgos a los que están expuestos y el EPP que deben utilizar. **5.6**. Entregar a los trabajadores que usen EPP, los procedimientos para su uso, limitaciones, reposición y disposición final, revisión, limpieza, mantenimiento y resguardo. **5.7.** Proporcionar a los trabajadores la capacitación y adiestramiento necesarios para aplicar los procedimientos para el equipo de protección personal. **5.8.** Verificar que, durante la jornada de trabajo, los trabajadores utilicen el EPP asignado, de acuerdo al procedimiento para el equipo de protección personal.	Se proveerá a cada trabajador con el Equipo de Protección Personal necesario de acuerdo con las actividades a realizar en su puesto de trabajo y los riesgos que se tienen en éste. Bajo este contexto, principalmente se tienen riesgos de trabajo por operación de maquinaria pesada (vibración, ruido, contaminación visual por polvos, humos y vapores); riesgos por exposición a agentes físicos (temperaturas extremas y radiaciones). En este sentido, es necesario dotar a los trabajadores de cascos contra impactos, anteojos de protección, googles, tapones auditivos, respirador contra partículas, guantes, overol y calzado de seguridad. Así mismo, es necesario el acceso oportuno a un botiquín de primeros auxilios y los números telefónicos de las instituciones de salud cercanas, en caso de algún accidente.
NOM-054-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.	**5.** Procedimiento. **5.1.1** Se identificarán los residuos peligrosos dentro de alguno de los grupos reactivos que se presentan en el anexo 1 de esta Norma Oficial Mexicana. **5.2.1** Se identificarán los residuos peligrosos dentro de alguno de los grupos reactivos que se presentan en el anexo 4 de esta norma oficial mexicana.	Las sustancias peligrosas con las que se trabajará, principalmente para el mantenimiento del equipo pesado, pertenecen al grupo de 101 de Materiales combustibles e inflamables diversos: aceites, gasolina, thinner y diésel, principalmente; por lo que es

Norma	Especificación Observable	Aplicación del Proyecto
		necesario mantener estos materiales en un lugar de almacenamiento seguro, así como tomar las medidas de seguridad necesarias para su uso, evitar derrames y llevar un plan de manejo adecuado para estos residuos, teniendo un almacenamiento temporal, de preferencia alejado de cualquier otro material que pudiera provocar algún siniestro.
NOM-011-STPS-2001 Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.	**8.** Programa de conservación de la audición. **8.5.** Capacitación y adiestramiento. **8.5.1** Los trabajadores expuestos a NER iguales o superiores a 80 dB(A) deben ser instruidos respecto a las medidas de control, mediante un programa de capacitación acerca de los efectos a la salud, niveles máximos permisibles de exposición, medidas de protección y de exámenes audiométricos y sitios de trabajo que presenten condiciones críticas de exposición. **8.5.2** La información proporcionada en el programa de capacitación debe ser actualizada, incluyendo prácticas de trabajo y del uso, cuidado, mantenimiento, limpieza, reemplazo y limitaciones de los equipos de protección auditiva.	Los trabajadores estarán expuestos al ruido que se genera principalmente por la operación de maquinaria pesada, en este caso es importante tomar medidas de control, como: 1. Efectuar labores de mantenimiento preventivo y correctivo de las fuentes generadoras de ruido; 2. Sustitución o modificación de equipos o procesos; 3. Reducción de las fuerzas generadoras del ruido; 4. Modificación de los componentes de frecuencia con mayor posibilidad de daño a la salud de los trabajadores; 5. Manejo de los tiempos de exposición; 6. Utilización del EPP por parte de los trabajadores.
NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio.	**5.1** La lista en la que se identifican las especies y poblaciones de flora y fauna silvestre en cada una de las categorías de riesgo se dividen en: anfibios, aves, hongos, invertebrados, mamíferos, peces plantas y reptiles. **5.3** En la integración del listado se consideran como categorías de riesgo las siguientes: En peligro de extinción (P) Amenazada (A), Sujeta a protección especial (Pr), Probablemente extinta en el medio silvestre (E).	Durante la elaboración de la MIA-R se identificaron distintas especies de flora y fauna mediante los múltiples muestreos realizados en el área del proyecto, posteriormente se determinó si alguna de estas especies se encontraba en alguna categoría de riesgo. Las especies florísticas y/o faunísticas que se encuentran en alguna categoría de riesgo son: *Coryphantha elephantidens* como amenazada (A) *y Mammillaria haageana* como En Peligro de Extinción (P). Respecto a

Norma	Especificación Observable	Aplicación del Proyecto
		la fauna, se registraron dentro del grupo de reptiles a *Kinosternon integrum* (Tortuga pecho quebrado mexicana) y *Aspidoscelis costata* (Huico llanero) catalogadas como Sujeta a Protección Especial (Pr); *Masticophis mentovarius* (Culebra chirriadora neotropical) y *Ctenosaura pectinata* (Iguana mexicana de cola espinosa) como Amenzadas (A); Estas especies deberán manejarse con extremo cuidado y presentar mayor atención durante la ejecución de las medidas de prevención del proyecto para su protección. En el Capítulo IV se presenta la información a detalle del muestreo de flora y fauna realizado en campo
NOM-161-SEMARNAT-2011 Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión ha dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.	Gran parte de los residuos que se generan en los procesos industriales, y actividades comerciales y de servicios, como subproductos no deseados o como productos fuera de especificación, son Residuos de Manejo Especial. Incorporados a tales residuos, se generan residuos derivados del consumo, operación y mantenimiento de las demás áreas que forman parte de las instalaciones industriales, comerciales y de servicios, como oficinas, comedores, sanitarios y mantenimiento, los cuales por sus características se consideran como Residuos Sólidos Urbanos, pero que por sus volúmenes de generación superiores a 10 toneladas por año o su equivalente en otras unidades, se convierten en Residuos de Manejo Especial El Listado de los Residuos de Manejo Especial sujetos a Plan de Manejo se indica a continuación: IV. Los residuos de las actividades de transporte federal, que incluye servicios en los puertos, aeropuertos, centrales camioneras y estaciones de autotransporte y los del transporte público, que incluye a los prestadores de servicio que cuenten con terminales, talleres o estaciones, que se incluyen en la lista siguiente y que se generen por un gran generador en una cantidad mayor a 10 toneladas al año por residuo o su equivalente: ✓ Envases metálicos. ✓ Envases y embalajes de papel y cartón. ✓ Envases de vidrio. ✓ Envases de tereftalato de polietileno (PET). ✓ Envases de poliestireno expandido (unicel). ✓ Bolsas de polietileno. ✓ Tarimas de madera. Neumáticos de desecho	El proyecto pretende la construcción de cinco puentes actualmente en operación, por lo que los únicos residuos que se generarán corresponden a sólidos urbanos y material resultante de obra, mismos que serán manejados conforme a lo estipulado por en la normatividad vigente.
NOM-081-SEMARNAT-1994 Que establece los límites	La contaminación es un problema ambiental importante con cada vez mayor presencia en la sociedad moderna, debido al desarrollo de actividades industriales, comerciales y de servicios que constituyen fuentes tanto fijas como móviles que	Durante las distintas etapas de la construcción de los puentes se respetarán en

<table>
<tr><th>Norma</th><th>Especificación Observable</th><th>Aplicación del Proyecto</th></tr>
<tr><td>máximos permisibles de emisión de ruido de fuentes fijas y su método de medición.</td><td>generan diferentes tipos de ruido que, de acuerdo con su intensidad, frecuencia y tiempo de exposición, repercuten no solo en los seres humanos sino en los seres vivos que conforman los ecosistemas en los que se encuentra inmersa la población humana. A continuación, se muestran los límites máximos permisibles de nivel sonoro que se puede emitir respecto a la hora y sitio de emisión.
<table>
<tr><th>Zona</th><th>Horario</th><th>Límite Máximo Permisible dB(A)</th></tr>
<tr><td>Residencial (Exteriores)</td><td>6:00-22:00
22:00-6:00</td><td>55
50</td></tr>
<tr><td>Industrias y comerciales</td><td>6:00-22:00
22:00-6:00</td><td>68
65</td></tr>
<tr><td>Escuelas (áreas exteriores de juego)</td><td>Durante el juego</td><td>55</td></tr>
<tr><td>Ceremonias, festivales y eventos de entretenimiento</td><td>4 horas</td><td>100</td></tr>
</table></td><td>todo momento los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad vigente. Así mismo, es importante recalcar que el personal que labore en la obra contará con el material de protección necesario para su seguridad.</td></tr>
</table>

3.10 CONCLUSIONES

Una vez analizada la vinculación del proyecto con los instrumentos de planeación y política ambiental, así como con los instrumentos de conservación de los ecosistemas y la biodiversidad que resultaron aplicables; se encontró que, en función de la ubicación, características y alcances del proyecto, así como de las características del ecosistema en que se inserta; el proyecto no contraviene estrategia o criterio alguno establecido en los ordenamientos ecológicos del territorio e instrumentos de política ambiental.

Por otro lado, el proyecto presenta congruencias con el Plan Nacional de Desarrollo 2019 - 2024, así como con el Programa Nacional de Infraestructura Carretera 2018 – 2024 de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y con el Plan Estatal de Desarrollo de Sonora. Lo anterior se debe a que el proyecto representa una obra de beneficio social y seguridad vial, toda vez que las condiciones actuales de los puentes no resultan favorables, en este sentido, la modernización propuesta contribuirá a mejorar la calidad de vida de los habitantes de las localidades cercanas, proporcionando mayor seguridad en los recorridos y favoreciendo la comunicación de distintas regiones.

Finalmente, una vez realizada la vinculación del proyecto con los ordenamientos ecológicos aplicables (POEGT) se encontró que el mismo no presenta controversia alguna con la normatividad aplicable, siempre y cuando se ejecuten en tiempo y forma las medidas tanto preventivas, como de mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, las cuales se detallan en el capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental. Asimismo, el proyecto deberá ajustarse a los límites y

condiciones que establecen las Normas Oficiales Mexicanas, así como las disposiciones de la legislación aplicable a las distintas actividades que lo conforman.

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

CAPÍTULO IV

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

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes: Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco II ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 y Rijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla

IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN 16
4.1 Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde se pretende establecer el proyecto 16
4.1.1 Delimitación Del Área De Influencia (AI) 16
4.1.1.1 Área de Influencia (AI) 16
4.1.1.2 Metodología 17
4.1.1.3 Resultados 18
4.1.2 Delimitación Del Sistema Ambiental Regional (SAR) 20
4.1.2.1 Sistema Ambiental Regional (SAR) 20
4.1.2.2 Metodología 20
4.1.2.3 Delimitación analítica y grafica 22
4.1.2.3.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. (POEGT) 22
4.1.2.3.2 Ordenamientos Ecológicos Regionales y/o Locales Decretados 23
4.1.2.3.3 Sitios de importancia ecológica (ANP´s, AICA´s, RTP´s, RHP´s, RMP´s, y Sitios RAMSAR) 24
4.1.2.3.4 Fisiografía – Topografía 25
4.1.2.3.5 Hidrología (Red Hidrográfica INEGI 1: 50,000) 25
4.1.2.3.6 Acuíferos (CONAGUA) 28
4.1.2.3.7 Clima (CONABIO) 28
4.1.2.3.8 Sistema de Topoformas (INEGI) 29
4.1.2.3.9 Resumen de capas utilizadas para delimitar el SAR 30
4.1.2.4 Resultados 31
4.1.3 Resumen de superfices 32
4.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional 33
4.2.1 Medio abiótico 33
4.2.1.1 Clima 33
4.2.1.1.1 Estaciones meteorológicas 34
4.2.1.1.2 Temperatura 36
4.2.1.1.3 Precipitación 38
4.2.1.2 Fenómenos meteorológicos extremos 39
4.2.1.2.1 Ciclones tropicales 39
4.2.1.2.2 Inundaciones 40
4.2.1.2.3 Bajas temperaturas 41
4.2.1.2.4 Sequía 42
4.2.1.2.5 Tormentas eléctricas 44

4.2.1.3 Fisiografía 45
4.2.1.4 Sistema de topoformas 49
4.2.1.5 Geología 50
4.2.1.6 Edafología 53
4.2.1.7 Tipo de suelo 53
4.2.1.8 Degradación del suelo 56
4.2.1.9 Riesgos de origen geológico 59
4.2.1.9.1 Sismos 59
4.2.1.9.2 Inestabilidad de laderas 61
4.2.1.9.3 Fallas y fracturas 63
4.2.1.10 Hidrología subterránea 65
4.2.1.10.1 Acuíferos 65
4.2.1.10.2 Hidrología superficial 67
4.2.1.10.2.1 Región hidrológica 67
4.2.1.10.2.2 Cuenca hidrológica 69
4.2.1.10.2.3 Subcuenca hidrológica 70
4.2.1.10.2.4 Microcuenca hidrológica 71
4.2.1.10.2.5 Escurrimientos 73
4.2.2 Medio biótico. 74
4.2.2.1 Flora 74
4.2.2.1.1 Uso de suelo y vegetación con base en INEGI 74
4.2.2.1.2 Vegetación Existente en campo 77
4.2.2.1.3 PUENTE TEPEXCO 79
4.2.2.1.4 Puente Tepexco II 81
4.2.2.1.5 Puente Calmeca 83
4.2.2.1.6 Puente Matlala 84
4.2.2.1.7 Puente Rijo 85
4.2.2.1.7.1 Resumen de afectaciones forestales 86
4.2.2.1.7.2 Poligonos forestales 87
4.2.2.2 Metodología para la caracterización de la vegetación presente en el AP, AI y SAR (fase de campo y gabinete) 88
4.2.2.3 Caracterización de la vegetación de selva baja caducifolia en el sistema ambienta regionaL 98
4.2.2.3.1 Composición florística 98
4.2.2.3.2 Especies en la NOM-059-semarnat-2010 103
4.2.2.3.3 Análisis estructural 103

4.2.2.3.3.1 Arbóreo 103
4.2.2.3.3.2 Arbustivo 107
4.2.2.3.3.3 Cactáceas/Rosetófilas 110
4.2.2.3.3.4 Enredaderas 112
4.2.2.3.3.5 Epífitas 114
4.2.2.3.3.6 Herbáceo 116
4.2.2.3.3.7 Conclusión 118
4.2.2.4 Caracterización de la Vegetación de Selva Baja Caducifolia en el Área de Influencia 118
4.2.2.4.1 Composición florística 118
4.2.2.4.2 Especies en la nom-059-semarnat-2010 124
4.2.2.4.3 Análisis estructural 124
4.2.2.4.3.1 Arbóreo 124
4.2.2.4.3.2 Arbustivo 128
4.2.2.4.3.3 Cactáceas y rosetófilas 131
4.2.2.4.3.4 Enredaderas 134
4.2.2.4.3.5 Epífitas 136
4.2.2.4.3.6 Herbáceo 138
4.2.2.4.3.7 Conclusión 141
4.2.2.5 Caracterización de la vegetación de selva baja caducifolia en el área del proyecto 141
4.2.2.5.1 composición florística 141
4.2.2.5.2 Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 146
4.2.2.5.3 Análisis estructural 146
4.2.2.5.3.1 Arbóreo 146
4.2.2.5.3.2 Arbustivo 149
4.2.2.5.3.3 Cactáceas/Rosetófilas 152
4.2.2.5.3.4 Enredaderas 154
4.2.2.5.3.5 Epífitas 156
4.2.2.5.3.6 Herbáceo 158
4.2.2.5.3.7 Conclusión 160
4.2.2.6 Fauna 161
4.2.2.6.1 Fauna del estado de Puebla 161
4.2.2.6.1.1 Ornitofauna 161
4.2.2.6.1.2 Herpetofauna 161
4.2.2.6.1.3 Mastofauna 161
4.2.2.6.2 Fauna encotrada en campo 162

4.2.2.6.2.1 Metodología de muestreo en campo 162
4.2.2.6.2.1.1 Metodología para identificación y evaluación de poblaciones de fauna .. 162
4.2.2.6.2.1.2 Descripción del muestreo 162
4.2.2.6.2.1.3 Método de conteo en transectos 163
4.2.2.6.2.1.4 Justificación del muestreo 164
4.2.2.6.2.1.5 Metodología en campo para anfibios y reptiles 164
4.2.2.6.2.1.6 Metodología en campo para aves 164
4.2.2.6.2.1.7 Metodología en campo para mamíferos 164
4.2.2.6.2.2 Ubicación de los transectos para el registro de fauna 165
4.2.2.6.2.3 Curva de acumulación de especies. 166
4.2.2.6.2.3.1 Curvas De Acumulación De Especies En El Sitio AP. 170
4.2.2.6.2.3.2 Curvas De Acumulación De Especies En El Sitio AI 171
4.2.2.6.2.3.3 Curvas De Acumulación De Especies En El Sitio SAR 173
4.2.2.6.3 Análisis de diversidad 174
4.2.2.6.3.1 Resultados de riqueza y abundancia de fauna silvestre 181
4.2.2.6.3.2 Resultados de riqueza y abundancia de fauna silvestre en el SAR 181
4.2.2.6.3.2.1 Aves 181
4.2.2.6.3.2.2 Mamíferos 186
4.2.2.6.3.2.3 Herpetofauna 188
4.2.2.6.3.3 Resultados para el Área de Influencia (AI). 191
4.2.2.6.3.3.1 Aves 191
4.2.2.6.3.3.2 Mamíferos 195
4.2.2.6.3.3.3 Reptiles 197
4.2.2.6.3.4 Resultados en el Área del Proyecto (AP) 200
4.2.2.6.3.4.1 Aves 200
4.2.2.6.3.4.2 Mamíferos 204
4.2.2.6.3.4.3 Herpetofauna 205
4.2.2.6.3.5 Especies catalogadas dentro de la NOM059-SEMARNAT-2010. 207
4.2.2.6.3.6 Conclusión 208
4.2.3 Medio socioeconómico 211
4.2.3.1 Demografía 211
4.2.3.2 Vivienda 212
4.2.3.3 Salud 213
4.2.3.4 Situación económica 213
4.2.3.5 Educación 214

4.2.3.6 Desarrollo Social 215
4.2.3.7 Poblacion indigena 217
4.2.4 Paisaje 218
4.2.4.1 Metodología 219
4.2.4.2 Resultados 225
4.2.4.2.1 Evaluación del paisaje por componente 226
4.2.4.2.2 Evaluación del paisaje por zona y punto de observación 226
4.3 Diagnóstico ambiental. 228
4.3.1.1 Metodología 228
4.3.1.2 Resultados 234
4.3.1.2.1 Resultados por factor evaluado 235
4.3.1.2.2 Resultados por punto de observación. 235
4.3.1.2.3 Resultados por zona delimitada 236
4.3.1.3 Conclusión 237
4.4 Literatura citada: 238

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. DISTANCIA A LAS ÁREAS DE INTERÉS 18
TABLA 2. PROPIEDADES DEL ÁREA DE INFLUENCIA DELIMITADO 19
TABLA 3. ELEMENTOS UTILIZADOS PARA LA CONFORMACIÓN DEL SAR 30
TABLA 4. PROPIEDADES DEL SAR DELIMITADO 31
TABLA 5. TIPOS DE CLIMAS PRESENTES EN EL SAR, AI Y AP. 34
TABLA 6. DATOS DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA CONSULTADA. 35
TABLA 7. DATOS PROMEDIO DE LAS NORMALES CLIMATOLÓGICAS DE LA ESTACIÓN MÁS CERCANA. 36
TABLA 8. SUPERFICIES EN EL SAR, AI Y AP CON RESPECTO A ZONAS CON RIESGO POR CICLONES TROPICALES. 39
TABLA 9. SUPERFICIES EN EL SAR, AI Y AP CON RESPECTO A ZONAS CON RIESGO POR INUNDACIONES 40
TABLA 10. SUPERFICIES EN EL SAR, AI Y AP CON RESPECTO A ZONAS CON RIESGO POR BAJAS TEMPERATURAS. 42
TABLA 11. SUPERFICIES EN EL SAR, AI Y AP CON RESPECTO A ZONAS CON RIESGO POR SEQUÍAS. 43
TABLA 12. SUPERFICIES EN EL SAR, AI Y AP CON RESPECTO A ZONAS CON RIESGO POR TORMENTAS ELÉCTRICAS 44
TABLA 13. PROVINCIAS FISIOGRÁFICAS. 47

TABLA 14. SUPERFICIES EN EL SAR, AI Y AP CON RESPECTO A LAS SUBPROVINCIAS FISIOGRÁFICAS. 48
TABLA 15. SUPERFICIES EN EL SAR, AI Y AP CON RESPECTO AL SISTEMA DE TOPOFORMAS. 49
TABLA 16. SUPERFICIES EN EL SAR, AI Y AP CON RESPECTO A LA GEOLOGÍA DE LA REGIÓN. 51
TABLA 17. DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIES DEL SAR, AI Y AP CON RESPECTO A LA EDAFOLOGÍA. 54
TABLA 18. TIPOS DE EROSIÓN PRESENTES EN EL SA- AI Y AP. 57
TABLA 19. FALLAS Y FRACTURAS DEL SAR, AI Y AP 65
TABLA 20. ACUÍFEROS PRESENTES EN EL SA- AI Y AP. 66
TABLA 21. REGIÓN HIDROLÓGICA PRESENTE EN EL SA- AI Y AP. 68
TABLA 22. CUENCAS HIDROLÓGICAS PRESENTES EN EL SA- AI Y AP. 69
TABLA 23. SUBCUENCAS HIDROLÓGICAS PRESENTES EN EL SA- AI Y AP. 70
TABLA 24. MICROCUENCAS PRESENTES EN EL SA- AI Y AP 72
TABLA 25. ESCURRIMIENTOS PRESENTES EN LA ZONA DEL PROYECTO. 73
TABLA 26. USOS DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN EN EL SAR. 74
TABLA 27. USOS DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN EN EL SAR. 75
TABLA 28. DESGLOSE DE SUPERFICIES DE USO DEL SUELO Y TIPO DE VEGETACIÓN EN LA LÍNEA DE CEROS DEL PUENTE TEPEXCO I, SEGÚN EL TRABAJO DE CAMPO 79
TABLA 29. DESGLOSE DE SUPERFICIES DE USO DEL SUELO Y TIPO DE VEGETACIÓN EN LA LÍNEA DE CEROS DEL PUENTE TEPEXCO II, SEGÚN EL TRABAJO DE CAMPO 81
TABLA 30. DESGLOSE DE SUPERFICIES DE USO DEL SUELO Y TIPO DE VEGETACIÓN EN LA LÍNEA DE CEROS DEL PUENTE CALMECA, SEGÚN EL TRABAJO DE CAMPO 83
TABLA 31. DESGLOSE DE SUPERFICIES DE USO DEL SUELO Y TIPO DE VEGETACIÓN EN LA LÍNEA DE CEROS DEL PUENTE MATLALA, SEGÚN EL TRABAJO DE CAMPO 84
TABLA 32. DESGLOSE DE SUPERFICIES DE USO DEL SUELO Y TIPO DE VEGETACIÓN EN LA LÍNEA DE CEROS DEL PUENTE RIJO, SEGÚN EL TRABAJO DE CAMPO 85
TABLA 33. DESGLOSE DE LA SUPERFICIE NUEVA QUE REQUIERE CUSTF PARA EL PUENTE RIJO. 86
TABLA 34. POLÍGONOS DE CUSTF PARA LOS CINCO PUENTES 87
TABLA 35. CARACTERÍSTICAS Y VARIABLES DE INTERÉS DE LOS ESTRATOS OBJETOS DEL MUESTREO DE VEGETACIÓN 90
TABLA 36. NÚMERO DE SITIOS DE MUESTREO LEVANTADOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO 91
TABLA 37. UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO EN EL SA, AI Y AP 93
TABLA 38. LISTADO DE ESPECIES DE FLORA REPORTADAS EN EL MUESTREO DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 100
TABLA 39. RESULTADO DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DE BIODIVERSIDAD POR ESPECIES PARA EL ESTRATO ARBÓREO EN EL SAR 105

TABLA 40. RESULTADO DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DE BIODIVERSIDAD POR ESPECIES PARA EL ESTRATO ARBUSTIVO EN EL SAR 109
TABLA 41. RESULTADO DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DE BIODIVERSIDAD POR ESPECIES PARA EL ESTRATO CACTÁCEAS/ROSETÓFILAS EN EL SAR 111
TABLA 42. RESULTADO DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DE BIODIVERSIDAD POR ESPECIES PARA EL ESTRATO ENREDADERAS EN EL SAR 113
TABLA 43. RESULTADO DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DE BIODIVERSIDAD POR ESPECIES PARA EL ESTRATO EPIFITAS EN EL SAR 115
TABLA 44. RESULTADO DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DE BIODIVERSIDAD POR ESPECIES PARA EL ESTRATO HERBÁCEO EN EL SAR 117
TABLA 45. ÍNDICES DE SHANNON PARA LA VEGETACIÓN DEL SAR 118
TABLA 46. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LA VEGETACIÓN DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA 119
TABLA 47. LISTADO DE ESPECIES DE FLORA REPORTADAS EN EL MUESTREO DEL ÁREA DE INFLUENCIA 121
TABLA 48. RESULTADO DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DE BIODIVERSIDAD POR ESPECIES PARA EL ESTRATO ARBÓREO EN EL AI 126
TABLA 49. RESULTADO DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DE BIODIVERSIDAD POR ESPECIES PARA EL ESTRATO ARBUSTIVO EN EL AI 130
TABLA 50. RESULTADO DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DE BIODIVERSIDAD POR ESPECIES PARA EL ESTRATO CACTÁCEAS/ROSETÓFILAS EN EL AI 133
TABLA 51. RESULTADO DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DE BIODIVERSIDAD POR ESPECIES PARA EL ESTRATO ENREDADERAS EN EL AI 135
TABLA 52. RESULTADO DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DE BIODIVERSIDAD POR ESPECIES PARA EL ESTRATO EPÍFITAS EN EL AI 137
TABLA 53. RESULTADO DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DE BIODIVERSIDAD POR ESPECIES PARA EL ESTRATO HERBÁCEO EN EL AI 140
TABLA 54. ÍNDICES DE SHANNON PARA LA VEGETACIÓN DEL AI 141
TABLA 55. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LA VEGETACIÓN DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA EN EL ÁREA DEL PROYECTO 142
TABLA 56. LISTADO DE ESPECIES DE FLORA REPORTADAS EN EL MUESTREO DEL ÁREA DEL PROYECTO 144
TABLA 57. RESULTADO DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DE BIODIVERSIDAD POR ESPECIES PARA EL ESTRATO ARBÓREO EN EL AP 148
TABLA 58. RESULTADO DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DE BIODIVERSIDAD POR ESPECIES PARA EL ESTRATO ARBUSTIVO EN EL AP 151

TABLA 59. RESULTADO DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DE BIODIVERSIDAD POR ESPECIES PARA EL ESTRATO CACTÁCEAS/ROSETÓFILAS EN EL AP 153
TABLA 60. RESULTADO DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DE BIODIVERSIDAD POR ESPECIES PARA EL ESTRATO ENREDADERAS EN EL AP 155
TABLA 61. RESULTADO DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DE BIODIVERSIDAD POR ESPECIES PARA EL ESTRATO EPÍFITAS EN EL AP 157
TABLA 62. RESULTADO DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DE BIODIVERSIDAD POR ESPECIES PARA EL ESTRATO HERBÁCEO EN EL AP 159
TABLA 63. ÍNDICES DE SHANNON PARA LA VEGETACIÓN EN EL AP 160
TABLA 64. TRANSECTOS MUESTREADOS POR LA BRIGADA DE FAUNA 165
TABLA 65. COMPARACIONES DE DIVERSIDAD DE LOS ESTIMADORES NO PARAMÉTRICOS, ASÍ COMO MEDICIÓN DEL ESFUERZO DE MUESTREO DADO EN PORCENTAJES. 169
TABLA 67 ESPECIES REGISTRADAS DURANTE EL TRABAJO EN CAMPO 177
TABLA 68. RESUMEN DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD CALCULADOS PARA AVES EN EL SAR 182
TABLA 69. NÚMERO DE AVES ENCONTRADOS DURANTE EL MUESTREO EN LAS SAR 183
TABLA 70. ABUNDANCIA, ABUNDANCIA RELATIVA, FRECUENCIA, FRECUENCIA RELATIVA, PI, LN(PI), CALCULO DE IS PARA LAS ESPECIES DE ORNITOFAUNA REGISTRADAS EN LOS SITIOS DE MUESTREO EN EL SAR 184
TABLA 71. RESUMEN DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD CALCULADOS PARA MASTOFAUNA EN EL SAR 187
TABLA 72. NÚMERO DE MAMÍFEROS ENCONTRADOS DURANTE EL MUESTREO EN EL SAR 187
TABLA 73. ABUNDANCIA, ABUNDANCIA RELATIVA, FRECUENCIA, FRECUENCIA RELATIVA, PI, LN(PI), CALCULO DE IS PARA LAS ESPECIES DE MASTOFAUNA REGISTRADAS EN LOS SITIOS DE MUESTREO EN EL SAR 188
TABLA 74. RESUMEN DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD CALCULADOS PARA REPTILES EN EL SAR 189
TABLA 75. NÚMERO DE REPTILES ENCONTRADOS DURANTE EL MUESTREO EN EL SAR 189
TABLA 76. ABUNDANCIA, ABUNDANCIA RELATIVA, FRECUENCIA, FRECUENCIA RELATIVA, PI, LN(PI), CALCULO DE IS PARA LAS ESPECIES DE HERPETOFAUNA REGISTRADAS EN LOS SITIOS DE MUESTREO EN EL SAR 190
TABLA 77. RESUMEN DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD CALCULADOS PARA ORNITOFAUNA EN EL AI 191
TABLA 78. NÚMERO DE AVES ENCONTRADOS DURANTE EL MUESTREO EN LAS AI 192
TABLA 79. ABUNDANCIA, ABUNDANCIA RELATIVA, FRECUENCIA, FRECUENCIA RELATIVA, PI, LN(PI), CALCULO DE IS PARA LAS ESPECIES DE ORNITOFAUNA REGISTRADAS EN LOS SITIOS DE MUESTREO EN EL AI 193
TABLA 80. RESUMEN DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD CALCULADOS PARA MASTOFAUNA EN EL AI 196

TABLA 81. NÚMERO DE MAMÍFEROS ENCONTRADOS DURANTE EL MUESTREO EN LAS AI 196
TABLA 82. ABUNDANCIA, ABUNDANCIA RELATIVA, FRECUENCIA, FRECUENCIA RELATIVA, PI, LN(PI), CALCULO DE IS PARA LAS ESPECIES DE MASTOFAUNA REGISTRADAS EN LOS SITIOS DE MUESTREO EN EL AI 197
TABLA 83. RESUMEN DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD CALCULADOS PARA HERPETOFAUNA EN EL AI 198
TABLA 84. NÚMERO DE HERPETOFAUNA ENCONTRADOS DURANTE EL MUESTREO EN LAS AI 198
TABLA 85. ABUNDANCIA, ABUNDANCIA RELATIVA, FRECUENCIA, FRECUENCIA RELATIVA, PI, LN(PI), CALCULO DE IS PARA LAS ESPECIES DE HERPETOFAUNA REGISTRADAS EN LOS SITIOS DE MUESTREO EN EL AI 199
TABLA 86. RESUMEN DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD CALCULADOS PARA ORNITOFAUNA EN EL AP 200
TABLA 87. NÚMERO DE AVES ENCONTRADAS DURANTE EL MUESTREO EN AP 201
TABLA 88. ABUNDANCIA, ABUNDANCIA RELATIVA, FRECUENCIA, FRECUENCIA RELATIVA, PI, LN(PI), CALCULO DE IS PARA LAS ESPECIES DE AVIFAUNA REGISTRADAS EN LOS SITIOS DE MUESTREO EN EL AP 202
TABLA 89. RESUMEN DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD CALCULADOS PARA MASTOFAUNA EN EL AP 204
TABLA 90. NÚMERO DE MAMIFEROS ENCONTRADOS DURANTE EL MUESTREO EN LAS AP 205
TABLA 91. ABUNDANCIA, ABUNDANCIA RELATIVA, FRECUENCIA, FRECUENCIA RELATIVA, PI, LN(PI), CALCULO DE IS PARA LAS ESPECIES DE MASTOFAUNA REGISTRADAS EN LOS SITIOS DE MUESTREO EN EL AP 205
TABLA 92. RESUMEN DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD CALCULADOS PARA HERPETOFAUNA EN EL AP 206
TABLA 93. NÚMERO DE HERPENTOFAUNA ENCONTRADOS DURANTE EL MUESTREO EN LAS AP 206
TABLA 94. ABUNDANCIA, ABUNDANCIA RELATIVA, FRECUENCIA, FRECUENCIA RELATIVA, PI, LN(PI), CALCULO DE IS PARA LAS ESPECIES DE HERPETOFAUNA ENCONTRADA EN LOS SITIOS DE MUESTREO EN EL AP 207
TABLA 95. ESPECIES BAJO ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO REGISTRADAS EN EL MUESTREO. 207
TABLA 96. COMPARATIVO DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD CALCULADOS EN EL SAR, AP Y AI. 210
TABLA 97. VIVIENDAS DE LOS MUNICIPIOS DE INCIDENCIA DEL PROYECTO QUE CUENTAN CON MATERIAL EN PISO, ENERGÍA, AGUA Y DRENAJE. 213
TABLA 98.. UNIDADES DE SALUD DE LOS MUNICIPIOS DE INCIDENCIA DEL PROYECTO POR DEPENDENCIA 213
TABLA 99. CRITERIOS PARA EVALUAR PAISAJE. 219
TABLA 100..RANGOS DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DEL PAISAJE 220

TABLA 101.. COORDENADAS DE LOS PUNTOS DE OBSERVACIÓN USADOS PARA ANALISIS DE PAISAJE. 220
TABLA 102.. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL PAISAJE. 225
TABLA 103.. COORDENADAS DE LOS PUNTOS DE OBSERVACIÓN USADOS PARA EL DIAGNÓSTICO AMBIENTAL. 228
TABLA 104.. CATEGORÍAS PARA EL DIAGNÓSTICO AMBIENTAL. 229
TABLA 105.. RANGOS DE CALIDAD AMBIENTAL. 230
TABLA 106.. PUNTOS DE OBSERVACIÓN DENTRO DEL ÁREA DEL PROYECTO. 231
TABLA 107. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD EN EL S.A. Y A.P. 234

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. VISUALIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA (AI) 19
FIGURA 2. GEORREFERENCIACIÓN DEL PROYECTO EN UN AMBIENTE SIG 21
FIGURA 3. LÍMITES DE LAS UNIDADES DEL POEGT RESPECTO AL PROYECTO. 22
FIGURA 4. MODELO DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE PUEBLA EN EL AP Y AI 23
FIGURA 5. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO Y POR RIESGO ERUPTIVO DEL TERRITORIO DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL Y SU ZONA DE INFLUENCIA DEL ESTADO DE PUEBLA CERCANO AL AP Y AI 23
FIGURA 6. SITIOS DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA CERCANOS AL PROYECTO 24
FIGURA 7. FISIOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA 25
FIGURA 8. REGIONES HIDROLÓGICAS 26
FIGURA 9. CUENCAS HIDROLÓGICAS 26
FIGURA 10. SUBCUENCAS HIDROLÓGICAS 27
FIGURA 11. MICROCUENCAS HIDROLÓGICAS. 27
FIGURA 12. ACUÍFEROS CON LAS QUE INTERACCIONA EL PROYECTO 28
FIGURA 13. SITIOS PRIORITARIOS TERRESTRES (CONABIO) CON LAS QUE INTERACCIONA EL PROYECTO 29
FIGURA 14. SITIOS PRIORITARIOS TERRESTRES (CONABIO) CON LAS QUE INTERACCIONA EL PROYECTO 30
FIGURA 15. UNIDAD DELIMITADA COMO SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) 32
FIGURA 16. TIPOS DE CLIMAS PRESENTES EN EL SAR Y ÁREA DE PROYECTO. 34

FIGURA 17. ESTACIONES METEOROLÓGICAS CERCANAS AL SAR, AI Y AP.....35
FIGURA 18. COMPORTAMIENTO DE LAS NORMALES DE TEMPERATURAS MÍNIMAS, MEDIAS Y MÁXIMAS A LO LARGO DEL AÑO EN EL SAR 37
FIGURA 19. TEMPERATURA MEDIA EN EL SAR. 37
FIGURA 20. COMPORTAMIENTO DE LAS NORMALES DE LAS PRECIPITACIONES MÍNIMAS, MEDIAS Y MÁXIMAS A LO LARGO DEL AÑO EN EL SAR 38
FIGURA 21. PRECIPITACIÓN MEDIA EN EL SAR. 38
FIGURA 22. UBICACIÓN DEL SAR, AI Y AP CON RESPECTO AL GRADO DE RIESGO POR CICLONES TROPICALES. 40
FIGURA 23. UBICACIÓN DEL SAR, AI Y AP CON RESPECTO AL GRADO DE RIESGO POR INUNDACIONES. 41
FIGURA 24. GRADO DE RIESGO POR BAJAS TEMPERATURAS. 42
FIGURA 25. UBICACIÓN DEL SAR, AI Y AP CON RESPECTO AL GRADO DE RIESGO POR SEQUÍAS ..43
FIGURA 26. UBICACIÓN DEL SAR, AI Y AP CON RESPECTO AL GRADO DE RIESGO POR SEQUÍAS ..45
FIGURA 27. UBICACIÓN DEL SAR, AI Y AP CON RESPECTO A LAS PROVINCIAS FISIOGRÁFICAS. ..47
FIGURA 28. UBICACIÓN DEL SAR, AI Y AP CON RESPECTO A LAS SUBPROVINCIAS FISIOGRÁFICAS. 49
FIGURA 29. UBICACIÓN DEL SAR, AI Y AP CON RESPECTO AL SISTEMA DE TOPOFORMAS 50
FIGURA 30. UBICACIÓN DEL SAR, AI Y AP CON RESPECTO A LA GEOLOGÍA.....51
FIGURA 31. UNIDADES DE SUELO PRESENTES EN EL SAR Y ÁREA DE PROYECTO. 54
FIGURA 32. UBICACIÓN DEL SAR, AI Y AP CON RESPECTO A LA DEGRADACIÓN DEL SUELO. 59
FIGURA 33. REGIONALIZACIÓN SÍSMICA.....61
FIGURA 34. REGIONES POTENCIALES DE DESLIZAMIENTO DE LADERAS 63
FIGURA 35. FALLAS Y FRACTURAS PRESENTES EN EL SAR Y ÁREA DE PROYECTO.....65
FIGURA 36. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA EN EL SAR Y ÁREA DE PROYECTO. 67
FIGURA 37. UBICACIÓN DEL SAR, AI Y AP CON RESPECTO A LA REGIÓN HIDROLÓGICA. 68
FIGURA 38.. UBICACIÓN DEL SAR, AI Y AP CON RESPECTO A CUENCA HIDROLÓGICA.....70
FIGURA 39. UBICACIÓN DEL SAR, AI Y AP CON RESPECTO A SUBCUENCA HIDROLÓGICA. 71
FIGURA 40. UBICACIÓN DEL SAR, AI Y AP CON RESPECTO A LA MICROCUENCA HIDROLÓGICA.....72
FIGURA 41. UBICACIÓN DEL SAR Y EL AI CON RESPECTO A LA HIDROLÓGICA SUPERFICIAL. 73
FIGURA 42. USOS DEL SUELO Y VEGETACIÓN EN EL SAR, AI Y AP 75
FIGURA 43. USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN EN LA LC DEL PROYECTO SEGÚN LOS TRABAJOS DE CAMPO PARA EL PUENTE TEPEXCO I 80

FIGURA 44. PORCENTAJE DE OCUPACIÓN PARA LA CONDICIÓN DE USO DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN DENTRO DE LA LÍNEA DE CEROS PARA EL PUENTE TEPEXCO I, SEGÚN LA INFORMACIÓN DE CAMPO 81
FIGURA 45. USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN EN LA LC DEL PROYECTO SEGÚN LOS TRABAJOS DE CAMPO PARA EL PUENTE TEPEXCO II 82
FIGURA 46. PORCENTAJE DE OCUPACIÓN PARA LA CONDICIÓN DE USO DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN DENTRO DE LA LÍNEA DE CEROS PARA EL PUENTE TEPEXCO II, SEGÚN LA INFORMACIÓN DE CAMPO 82
FIGURA 47. USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN EN LA LC DEL PROYECTO SEGÚN LOS TRABAJOS DE CAMPO PARA EL PUENTE CALMECA 83
FIGURA 48. PORCENTAJE DE OCUPACIÓN PARA LA CONDICIÓN DE USO DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN DENTRO DE LA LÍNEA DE CEROS PARA EL PUENTE CALMECA, SEGÚN LA INFORMACIÓN DE CAMPO 84
FIGURA 49. PORCENTAJE DE OCUPACIÓN PARA LA CONDICIÓN DE USO DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN DENTRO DE LA LÍNEA DE CEROS PARA EL PUENTE MATLALA, SEGÚN LA INFORMACIÓN DE CAMPO 85
FIGURA 50. PORCENTAJE DE OCUPACIÓN PARA LA CONDICIÓN DE USO DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN DENTRO DE LA LÍNEA DE CEROS PARA EL PUENTE RIJO, SEGÚN LA INFORMACIÓN DE CAMPO 86
FIGURA 51. UNIDADES DE MUESTREO 88
FIGURA 52. UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO DE FLORA 94
FIGURA 53. COMPOSICIÓN DE ESPECIES POR FAMILIA EN EL SAR 99
FIGURA 54. COMPARACIÓN DE LA ABUNDANCIA, FRECUENCIA Y DOMINANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DEL ESTRATO ARBÓREO DEL SAR 104
FIGURA 55. COMPARACIÓN DE LA ABUNDANCIA, FRECUENCIA Y DOMINANDO RELATIVA DE LAS ESPECIES DEL ESTRATO ARBUSTIVO 108
FIGURA 56. COMPARACIÓN DE LA ABUNDANCIA, FRECUENCIA Y DOMINANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DEL ESTRATO CACTÁCEAS/ROSETÓFILAS EN EL SAR 110
FIGURA 57. COMPARACIÓN DE LA ABUNDANCIA, FRECUENCIA Y DOMINANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DEL ESTRATO ENREDADERAS EN EL SAR 112
FIGURA 58. COMPARACIÓN DE LA ABUNDANCIA, FRECUENCIA Y DOMINANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DEL ESTRATO EPIFITAS EN EL SAR 114
FIGURA 59. COMPARACIÓN DE LA ABUNDANCIA, FRECUENCIA Y DOMINANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DEL ESTRATO HERBÁCEO EN EL SAR 116
FIGURA 60. COMPOSICIÓN DE ESPECIES POR FAMILIA EN EL AI 120
FIGURA 61. COMPARACIÓN DE LA ABUNDANCIA, FRECUENCIA Y DOMINANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DEL ESTRATO ARBÓREO DEL AI 125

FIGURA 62. COMPARACIÓN DE LA ABUNDANCIA, FRECUENCIA Y DOMINANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DEL ESTRATO ARBUSTIVO EN EL AI.....129
FIGURA 63. COMPARACIÓN DE LA ABUNDANCIA, FRECUENCIA Y DOMINANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DEL ESTRATO CACTÁCEAS/ROSETÓFILA.....132
FIGURA 64. COMPARACIÓN DE LA ABUNDANCIA, FRECUENCIA Y DOMINANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DEL ESTRATO ENREDADERAS EN EL AI.....134
FIGURA 65. COMPARACIÓN DE LA ABUNDANCIA, FRECUENCIA Y DOMINANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DEL ESTRATO EPIFITAS EN EL AI.....136
FIGURA 66. COMPARACIÓN DE LA ABUNDANCIA, FRECUENCIA Y DOMINANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DEL ESTRATO HERBÁCEO EN EL AI.....139
FIGURA 67. COMPOSICIÓN DE ESPECIES POR FAMILIA EN EL AP. 143
FIGURA 68. COMPARACIÓN DE LA ABUNDANCIA, FRECUENCIA Y DOMINANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DEL ESTRATO ARBÓREO DEL AP.....147
FIGURA 69. COMPARACIÓN DE LA ABUNDANCIA, FRECUENCIA Y DOMINANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DEL ESTRATO ARBUSTIVO EN EL AP.....150
FIGURA 70. COMPARACIÓN DE LA ABUNDANCIA, FRECUENCIA Y DOMINANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DEL ESTRATO CACTÁCEAS/ROSETÓFILAS EN EL AP 152
FIGURA 71. COMPARACIÓN DE LA ABUNDANCIA, FRECUENCIA Y DOMINANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DEL ESTRATO ENREDADERAS EN EL AP 154
FIGURA 72. COMPARACIÓN DE LA ABUNDANCIA, FRECUENCIA Y DOMINANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DEL ESTRATO EPÍFITAS EN EL AP.....156
FIGURA 73. COMPARACIÓN DE LA ABUNDANCIA, FRECUENCIA Y DOMINANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DEL ESTRATO HERBÁCEO EN EL AP.....158
FIGURA 74. **DIAGRAMA DE UN TRANSECTO**.....163
FIGURA 75.TRANSECTOS DE FAUNA.....166
FIGURA 76. CURVA DE ACUMULACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE AVES EN EL SITIO AP EMPLEANDO LOS ESTIMADORES DE DIVERSIDAD NO PARAMÉTRICOS ACE, CHAO 1 Y BOOTSTRAP. 170
FIGURA 77. CURVA DE ACUMULACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE MAMÍFEROS EN EL SITIO AP EMPLEANDO LOS ESTIMADORES DE DIVERSIDAD NO PARAMÉTRICOS ACE, CHAO 1 Y BOOTSTRAP.....170
FIGURA 78. CURVA DE ACUMULACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE REPTILES EN EL SITIO AP EMPLEANDO LOS ESTIMADORES DE DIVERSIDAD NO PARAMÉTRICOS ACE, CHAO 1 Y BOOTSTRAP.....171
FIGURA 79. CURVA DE ACUMULACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE AVES EN EL SITIO AI EMPLEANDO LOS ESTIMADORES DE DIVERSIDAD NO PARAMÉTRICOS ACE, CHAO 1 Y BOOTSTRAP. 171
FIGURA 80. CURVA DE ACUMULACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE MAMÍFEROS EN EL SITIO AI EMPLEANDO LOS ESTIMADORES DE DIVERSIDAD NO PARAMÉTRICOS ACE, CHAO 1 Y BOOTSTRAP.....172
FIGURA 81. CURVA DE ACUMULACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE REPTILES EN EL SITIO AI EMPLEANDO LOS ESTIMADORES DE DIVERSIDAD NO PARAMÉTRICOS ACE, CHAO 1 Y BOOTSTRAP.....172

FIGURA 82. CURVA DE ACUMULACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE AVES EN EL SITIO AI EMPLEANDO LOS ESTIMADORES DE DIVERSIDAD NO PARAMÉTRICOS ACE, CHAO 1 Y BOOTSTRAP. 173
FIGURA 83. CURVA DE ACUMULACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE MAMÍFEROS EN EL SITIO AI EMPLEANDO LOS ESTIMADORES DE DIVERSIDAD NO PARAMÉTRICOS ACE, CHAO 1 Y BOOTSTRAP..... 173
FIGURA 84. CURVA DE ACUMULACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE REPTILES EN EL SITIO AI EMPLEANDO LOS ESTIMADORES DE DIVERSIDAD NO PARAMÉTRICOS ACE, CHAO 1 Y BOOTSTRAP..... 174
FIGURA 86. INTERPRETACIÓN DE LOS VALORES CALCULADOS DE DIVERSIDAD MEDIANTE EL ÍNDICE DE SHANNON. 175
FIGURA 87. **ABUNDANCIA DE ORNITOFAUNA REGISTRADAS EN EL SAR** 182
FIGURA 88. ABUNDANCIA DE LA MASTOFAUNA DE SAR 187
FIGURA 89. ABUNDANCIA DE REPTILES EN EL SAR 189
FIGURA 90. ABUNDANCIA DE AVES EN EL AI..... 192
FIGURA 91. ABUNDANCIA DE LA MASTOFAUNA EN EL AI 196
FIGURA 92. ABUNDANCIA DE REPTILES EN EL AI 198
FIGURA 93. ABUNDANCIA DE ORNITOFAUNA REGISTRADAS EN EL AP 201
FIGURA 94. ABUNDANCIA DE MASTOFAUNA EN AP 204
FIGURA 95. ABUNDANCIA DE HERPENTOFAUNA EN EL AP 206
FIGURA 96.. PIRÁMIDE POBLACIONAL DEL MUNICIPIO DE TEPEXCO..... 212
FIGURA 97.. PIRÁMIDE POBLACIONAL DEL MUNICIPIO DE TILAPA..... 212
FIGURA 98. UNIDADES ECONÓMICAS SEGÚN SECTOR ECONÓMICO EN 2019 EN EL ESTADO DE PPUEBLA..... 214
FIGURA 99. ESCOLARIDAD EN 2020 EN EL MUNICIPIO DE TEPEXCO. 215
FIGURA 100. ESCOLARIDAD EN 2020 EN EL MUNICIPIO DE TILAPA. 215
FIGURA 101. NIVELES DE POBREZA EN 2020 EN EL MUNICIPIO DE TEPEXCO. 216
FIGURA 102. NIVELES DE POBREZA EN 2020 EN EL MUNICIPIO DE TILAPA. 217
FIGURA 103. PUEBLOS INDÍGENAS DEL ESTADO DE GUERRERO 218
FIGURA 104. PUNTOS DE OBSERVACIÓN USADOS PARA EL ANALISIS DE PAISAJE 221
FIGURA 105.. PUNTOS DE OBSERVACIÓN DENTRO DEL ÁREA DEL PROYECTO. 222
FIGURA 106. PUNTOS DE OBSERVACIÓN DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA. 223
FIGURA 107. PUNTOS DE OBSERVACIÓN DENTRO DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. 224
FIGURA 108.. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL PAISAJE POR COMPONENTE..... 226
FIGURA 109.. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE PAISAJE POR SITIO DE MUESTREO 227
FIGURA 110.. EVALUACIÓN DEL PAISAJE POR ZONA..... 227
FIGURA 111. PUNTOS DE OBSERVACIÓN USADOS PARA EL DIAGNÓSTICO AMBIENTAL. 229
FIGURA 112. PUNTOS DE OBSERVACIÓN DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA. 232

FIGURA 113. PUNTOS DE OBSERVACIÓN DENTRO DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. 233
FIGURA 114. VALOR PROMEDIO DE CADA FACTOR EVALUADO 235
FIGURA 115. CALIDAD AMBIENTAL POR SITIO DE MUESTREO.....236
FIGURA 116. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL PROMEDIO POR ZONA 237

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

4.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) DONDE SE PRETENDE ESTABLECER EL PROYECTO

Tal como se señala en la Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental, Modalidad Particular , el objetivo del inventario ambiental "*el objetivo de este apartado se orienta a ofrecer una caracterización del medio en sus elementos bióticos y abióticos, describiendo y analizando, en forma integral, los componentes del sistema ambiental en donde se encuentra inserto el proyecto, todo ello con el objeto de hacer una correcta identificación de sus condiciones ambientales, de las principales tendencias de desarrollo y/o deterioro. Se deberán considerar los lineamientos de planeación de los capítulos siguientes, así como aquellas conclusiones derivadas de la consulta bibliográfica*…". Para ello, en primera instancia, se presenta la delimitación del Área de Influencia y el Sistema Ambiental del Proyecto, sobre la base de una serie de criterios técnicos, normativos y de planeación. Posteriormente, se caracteriza y analiza el medio ambiente. Esto se realizó con información que abarca desde el periodo en que se pretende iniciar el proyecto, con una retrospectiva de 30 años, con el propósito de determinar las tendencias del Sistema Ambiental. Con los resultados de la caracterización, se presenta un diagnóstico ambiental sobre el entorno donde se ubicará el proyecto, considerando las principales tendencias de desarrollo y/o deterioro de la región.

4.1.1 Delimitación Del Área De Influencia (AI)

4.1.1.1 ÁREA DE INFLUENCIA (AI)

Según la Guía para la elaboración de la manifestación de impacto ambiental regional, el área de influencia es el espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en el sistema ambiental o región, y que alterará algún elemento ambiental, y precisamente ahí radica la importancia de la adecuada delimitación del Área de Influencia (AI). Por ello, es necesario señalar lo siguiente:

1. **Rango de afectación una infraestructura lineal**

El rango de afectación de una infraestructura lineal depende de variables tanto ambientales como del diseño de la infraestructura, así como de aspectos socioeconómicos del entorno.

Típicamente los efectos de una infraestructura lineal sobre la ecología de un sistema ambiental se extienden varias veces la amplitud del proyecto y abarca un asimétrico polígono que refleja

una serie de variables ecológicas con distancias diferentes desde cada punto de la infraestructura debido a la pendiente, dirección del viento, tipo de suelo, presencia humana y calidad ambiental, entre otras variables.

Por otro lado, todo fenómeno geográfico tiene un impacto sobre el territorio; en numerosas ocasiones el investigador debe mostrar esta influencia espacial generando en torno al objeto una serie de coronas, corredores o áreas próximas, por ejemplo, para mostrar el impacto sobre el territorio de una infraestructura de una vía de comunicación.

2. Generación de áreas de influencia geográfica

Para la presente Manifestación de Impacto Ambiental, la metodología utilizada se encuentra basada de los trabajos de Forman and Alexander (1998) publicada en el artículo *ROADS AND THEIR MAJOR ECOLOGICAL EFFECTS (LOS CAMINOS Y SUS PRINCIPALES EFECTOS ECOLÓGICOS)* adaptada al proyecto el cual tomo como base para la definición del área de influencia los siguientes criterios:

- ✓ Comportamiento de la pendiente
- ✓ Efectos hidrológicos
- ✓ Salinización, contaminación por plomo, etc., en sistemas acuáticos
- ✓ Sedimentación
- ✓ Afectación por arrastre de limos, arenas y nutrientes
- ✓ Afectación a fauna en camino poco transitados
- ✓ Afectación a fauna en zonas conservadas adyacentes a la línea de actuación
- ✓ Afectación a fauna mayor en arbolado
- ✓ Hábitat circundante

4.1.1.2 METODOLOGÍA

En ese sentido, el procedimiento implementado fue el siguiente:

El área de influencia se comenzó a delimitar con base en las características del proyecto en cuanto a longitud en metros tipo de infraestructura y los posibles impactos a generar por las actividades del tipo de proyecto a realizar.

Posteriormente para definir el área de afectación se definieron las zonas con vegetación conservada, semiconservada o relictual donde se considerará la posibilidad de fauna por la afinidad al hábitat que vayan a ser fragmentados y/o perturbados por el proyecto, también se identificaron las zonas donde se tiene un impacto humano previo de consideración (como son amplias áreas agrícolas o ganaderas). Para ello se utilizaron los criterios contenidos en la Tabla 1.

Tabla 1. Distancia a las áreas de interés

Criterios	Distancia Mínima
Pendiente arriba	100 m
Efectos hidrológicos	100 m
Salinización, contaminación por plomo, etc., en sistemas acuáticos	100 m
Sedimentación	100 m
Afectación por arrastre de limos, arenas y nutrientes	100 m
Afectación a fauna en camino poco transitados	100 m
Afectación a fauna en zonas conservadas adyacentes a la línea de actuación	500 m
Afectación a fauna mayor en arbolado	100 m
Hábitat circundante	500 m

4.1.1.3 RESULTADOS

Tomando en consideración la ubicación del proyecto y su interrelación con los diferentes componentes ambientales, y los impactos indirectos que se puedan presentar de las actividades de construcción y en un futuro de su operación, se ha determinado 500 m, a ambos lados del Eje del Proyecto. Esta distancia se estableció debido a la posible contaminación por material particulado y ruido, propio de las actividades de Modernización/Construcción del Proyecto. En la operación se espera tener impactos de carácter positivo con relación al desarrollo de la zona, generación de empleo, conexión entre poblados, acceso a más y mejores servicios, entre otros.

El Área de Influencia se definió como la superficie que albergará la superficie de afectación por la construcción, patio de maniobras, movimiento de tierras, obras permanentes, etc., con afectación de cubierta vegetal por despalme y desmonte. De lo anterior se obtuvo que el análisis de interacciones de las unidades ambientales con el proyecto, así como sus límites gráficos, podemos delimitar una unidad que cuenta con las características deseadas, esto es cartografiable, que cuente con un sistema de coordenadas (UTM 14Q datum, WGS84) y que sea espacialmente adecuada al proyecto.

La unidad delimitada como Área de Influencia está confirmada por 4 poligonales y cuenta con las siguientes características:

Tabla 2. Propiedades del Área de Influencia delimitado

Polígono	Superficie (ha)	Perímetro (km)	Sistema de coordenadas	Datum	Vértices
1	93.7117	3.4456	UTM Zona 14 N	WGS 1984	101
2	94.2442	3.4562			113
3	90.1818	3.3749			116
4	168.5309	5.1476			156
Total	446.6686	15.4243			486

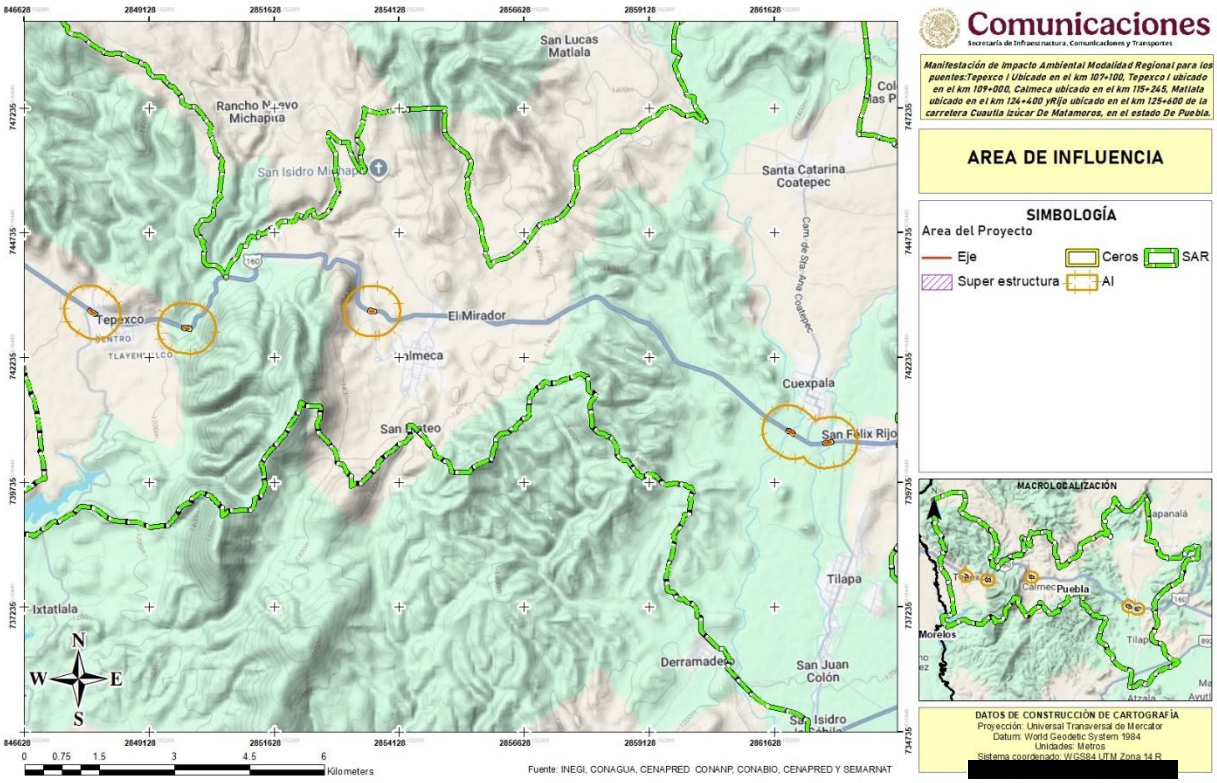


Figura 1. Visualización del área de influencia (AI)

Se adjunta el archivo de Excel con las coordenadas que delimitan el Área de Influencia el anexo llamado "*Vértices del Área de influencia.xlsx*"

4.1.2 Delimitación Del Sistema Ambiental Regional (SAR)

4.1.2.1 SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)

El *Sistema Ambiental Regional* como espacio geográfico, es el área de referencia en el que se encuentra inserto el sitio del proyecto para su estudio y análisis ambiental. Mientras que *Región* es el espacio geográfico ambientalmente homogéneo, resultado de la interacción de sus diversos componentes (bióticos y abióticos), cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de estos. Por tanto, la delimitación del **Sistema Ambiental Regional** equivale a definir **la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental, lo que implica el uso de un enfoque sistémico, geográfico y administrativo.**

Es por ello que el SAR es considerado como una herramienta inicial para lograr un diagnóstico ambiental de una porción del territorio, con validez para proyectar la evaluación del impacto ambiental; por lo que, a través de esta noción de sistema ambiental, es factible identificar y evaluar las interrelaciones e interdependencia que caracterizan la estructura y el funcionamiento del/los ecosistemas en términos relativos y en función del tamaño o dimensión de los factores ambientales en el SAR, y con ello efectuar previsiones de los efectos de las interrelaciones entre el ambiente y el proyecto. La importancia de esta delimitación deriva de la función que tiene en el proceso de evaluación de impacto ambiental, toda vez que se trata del área de referencia a la que se acudirá en todo momento durante el procedimiento.

En cuanto a la caracterización del SAR, se refiere a la descripción y análisis integral de los elementos (bióticos y abióticos) que interactúan de forma dinámica en procesos de desarrollo y conservación ambiental, con el objeto de hacer la identificación de sus condiciones ambientales antes de la ejecución del proyecto y de sus principales tendencias de desarrollo y/o deterioro.

4.1.2.2 METODOLOGÍA

Contemplando las características del proyecto descritas en el Capítulo 2 de la presente MIA-R, para la definición del SAR del proyecto, se consultaron las siguientes fuentes cartográficas de información disponible en las siguientes plataformas e instituciones:

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
- Subsistema de Información sobre el Ordenamiento Ecológico (SIORE)
- Consejo Internacional para la Preservación de las Aves, Sección México (CIPAMEX)

- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)
- Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL)
- Sistema de Información de la Gaceta de la Propiedad Industrial (SIGA)
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)

El procedimiento empleado fue el siguiente:

Se reunió la información cartográfica obtenida de las fuentes antes referidas y la información vectorial del proyecto (puntos de inflexión del Proyecto, eje del proyecto lineal, línea de ceros y área de influencia) en el ambiente de un Sistema de Información Geográfica (SIG), específicamente en el software ArcMap 10.8

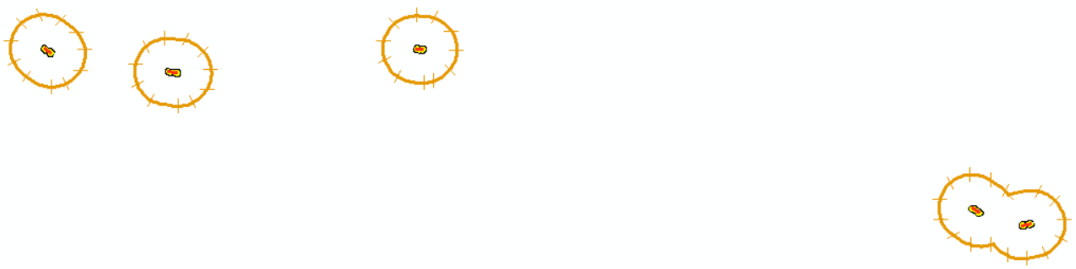


Figura 2. Georreferenciación del proyecto en un ambiente SIG

Cabe precisar que en este apartado se presentan numerosas imágenes que tienen como finalidad representar el procedimiento de delimitación de las áreas de estudio, e ilustrar los resultados que se fueron logrando durante dicho procedimiento; es decir que estas imágenes no son mapas en el sentido estricto, ya que en los apartados correspondientes se presenta la cartografía temática correspondiente, asís como el anexo cartográfico.

Una vez visualizado el proyecto dentro del SIG se procedió a delimitar analítica y gráficamente el sistema ambiental de la región de estudio, considerando en primera instancia el análisis de los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental, las áreas de importancia ecológica y posteriormente analizar la uniformidad y la continuidad de los componentes y de sus procesos ambientales significativos (flora, suelo, hidrología, corredores biológicos, etc.) con los que el proyecto interactuará en espacio y tiempo.

Consistió en cargar la capa correspondiente, por medio del SIG, para verificar la existencia o no de alguna interacción relevante entre el proyecto y ordenamientos jurídicos ambientales así como el componente ambiental (biótico o abiótico), a continuación se muestran los componentes que se observaron relevantes y que sirvieron como límite de la unidad poligonal, delimitada con un sistema de coordenadas que haga posible su localización cartográfica de manera objetiva y precisa denominada finalmente como SAR.

4.1.2.3 DELIMITACIÓN ANALÍTICA Y GRAFICA

4.1.2.3.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO. (POEGT)

Se revisó la ubicación espacial respecto al modelo del POEGT y se observó que el AP y AI se encuentran inmersos en su totalidad en las Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) número 121 y 61 denominadas: Depresión de Mexico y Sierras del Sur de Puebla respectivamente, en ese sentido, contemplando que el área del Proyecto contempla solo una pequeña porción de las UAB, se descartó como límite del SAR.

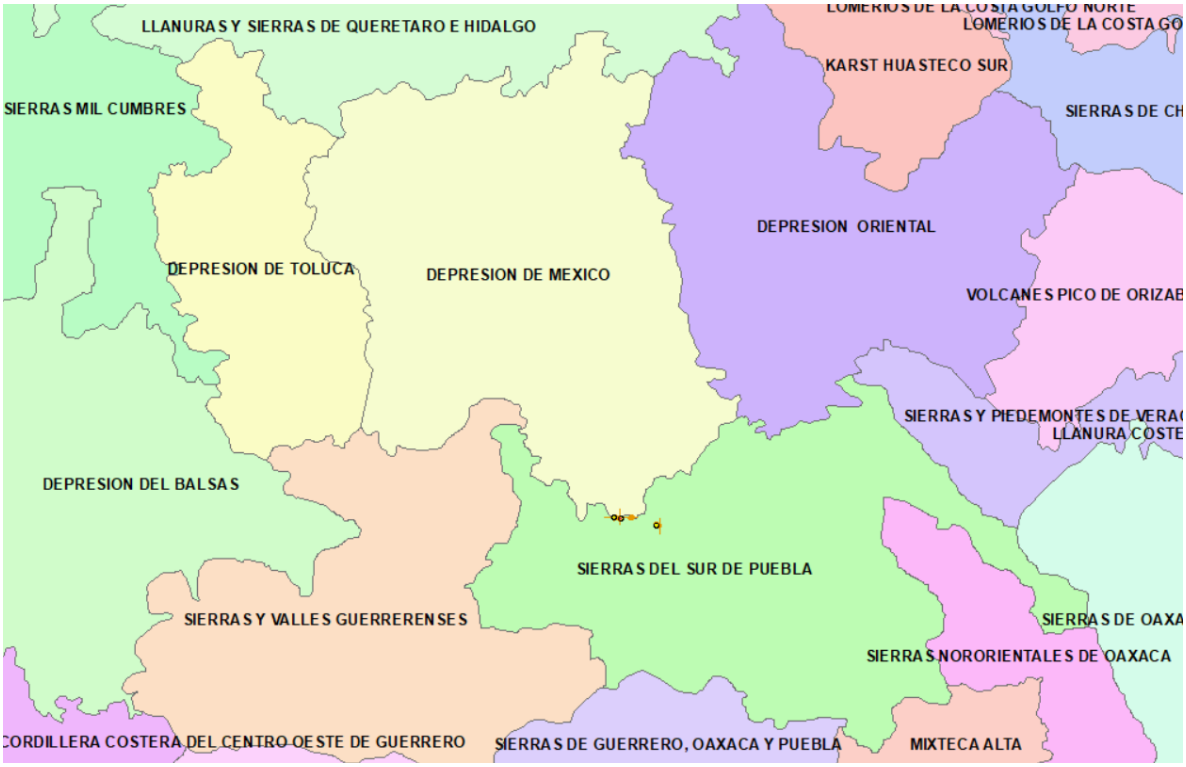


Figura 3. Límites de las unidades del POEGT respecto al proyecto.

4.1.2.3.2 ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS REGIONALES Y/O LOCALES DECRETADOS

Se revisaron los ordenamientos decretados con o sin participación de SEMARNAT, así como la plataforma del Subsistema de Información Geográfica sobre el Ordenamiento Ecológico, conforme a la ubicación espacial del proyecto, donde se identificó que el proyecto se encuentra inmerso dentro del Modelo de Ordenamiento Ecológico de Puebla, y cercano a el Programa de ordenamiento Ecológico y por riesgo eruptivo del territorio del volcán Popocatépetl y su zona de influencia del Estado de Puebla tal como se muestra en la siguiente figura, sin embargo, solo el Programa de ordenamiento Ecológico y por riesgo eruptivo del territorio del volcán Popocatépetl y su zona de influencia del Estado de Puebla se consideró para la delimitación del SAR.

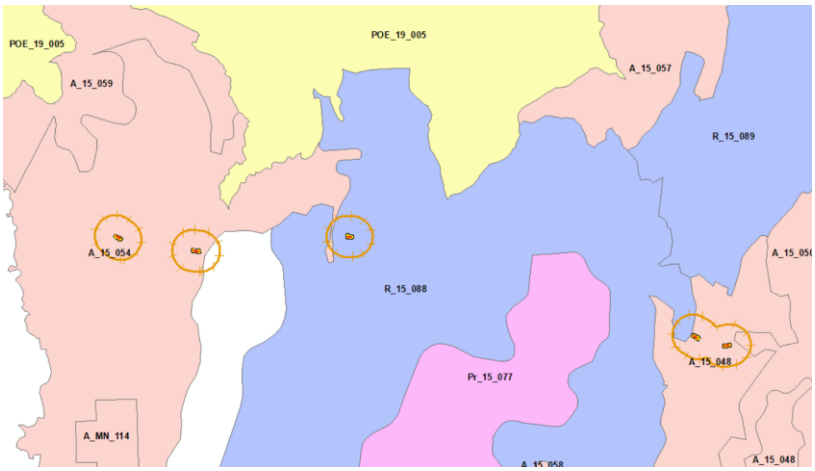


Figura 4. Modelo de Ordenamiento Ecológico de Puebla en el AP y AI

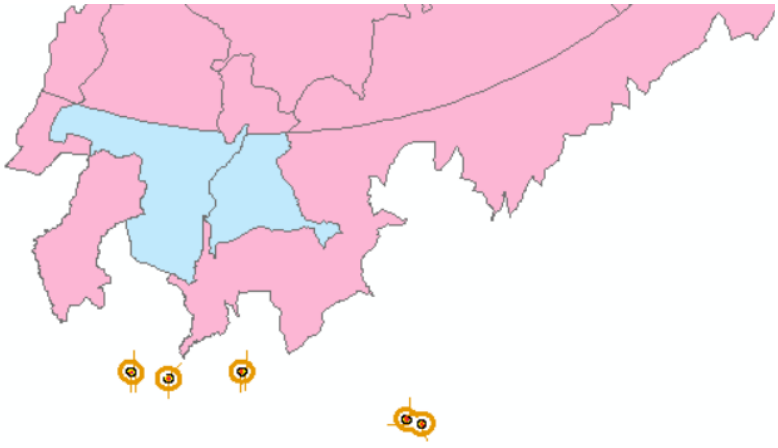


Figura 5. Programa de ordenamiento Ecológico y por riesgo eruptivo del territorio del volcán Popocatépetl y su zona de influencia del Estado de Puebla cercano al AP y AI

4.1.2.3.3 SITIOS DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA (ANP´S, AICA´S, RTP´S, RHP´S, RMP´S, Y SITIOS RAMSAR)

Se revisó la información disponible de ubicación de los sitios de importancia ecológica, sin embargo, estas no fueron de relevancia para la delimitación del SA. Los resultados correspondientes a los sitios de importancia se enuncian a continuación:

- **Área Natural Protegida (ANP)** del tipo estatal nombrada “Sierra de Tentzto”, localizada a 17.73 km del área del Proyecto.
- **Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)** denominada “Sierra de Huautla” ubicada a 19.40 km de la zona del proyecto.
- **Sitio RAMSAR** denominado “Presa Manuel Avila Camacho” ubicado a 38.34 km del Proyecto.
- **Región Hidrológica Prioritaria (RHP)** denominada “Rio Amacuzac-Lagunas de Zempoalaubicada a 11.95 km del área del proyecto.
- **Región Terrestre Prioritaria (RTP)** llamada “Sierras de Texco-Huautla”, localizada a 19.62 km del área del Proyecto.

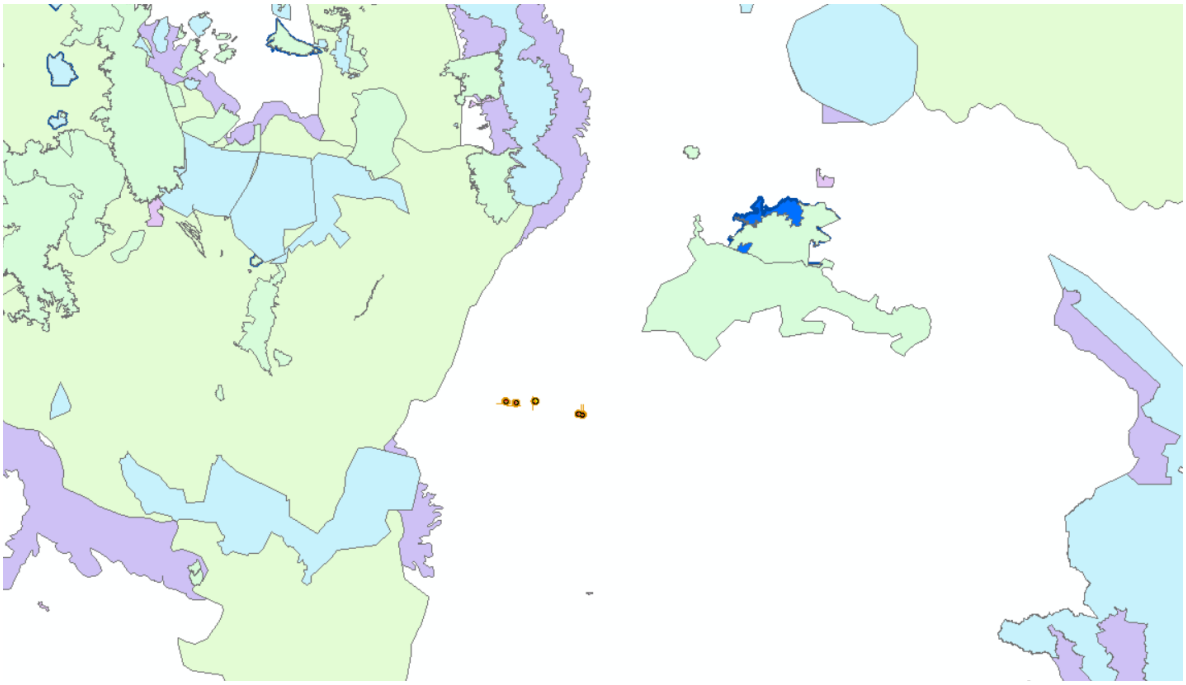


Figura 6. Sitios de importancia ecológica cercanos al proyecto

4.1.2.3.4 FISIOGRAFÍA – TOPOGRAFÍA

Otro factor que se visualizó para diagnosticar el área fue el conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos, encontrando que el Proyecto atravesará una subprovincia por lo que establecer el SAR sobre este aspecto daría como resultados un área de estudio muy amplia y sobre todo muy heterogénea para los fines que debe cumplir dicho SAR. Para ejemplificar lo anterior podemos ver la Figura 7 en donde se aprecia que el área se encuentra en la subprovincia fisiográfica llamada “Lagos y Volcanes de Anahuac”.

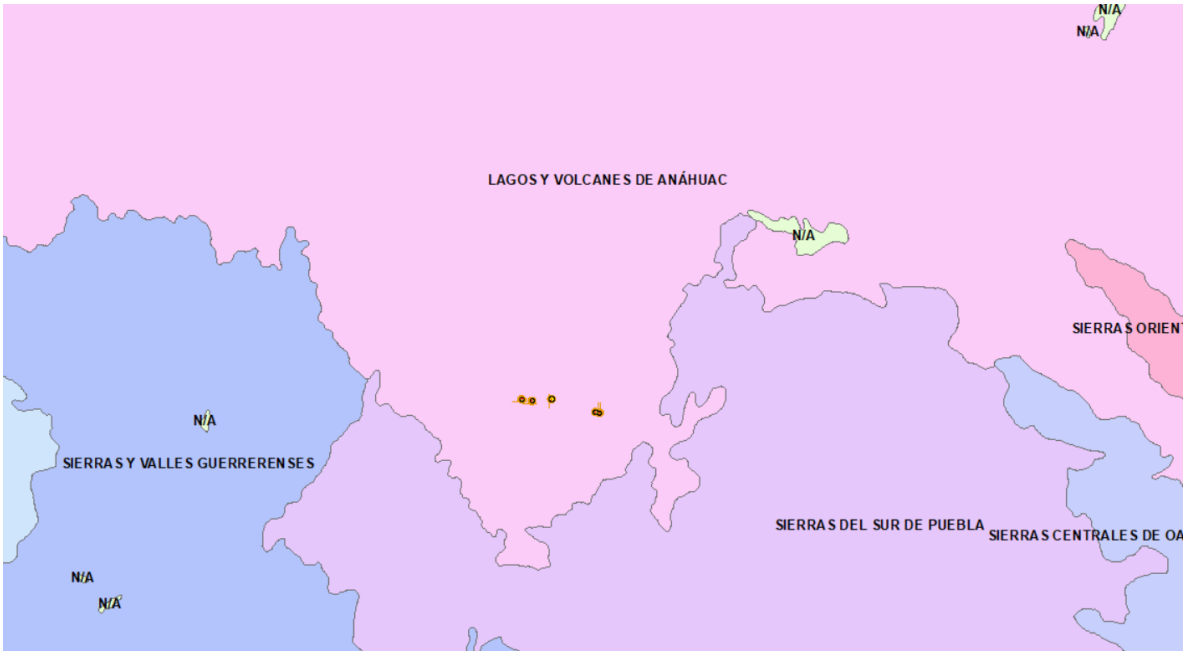


Figura 7. Fisiografía y topografía

4.1.2.3.5 HIDROLOGÍA (RED HIDROGRÁFICA INEGI 1: 50,000)

Como parte del proceso de revisión geográfica el proyecto fue ubicado dentro de los límites de la Región Hidrológica, Cuenca, Subcuenca y microcuenca correspondiente. Así en la Figura 8 podemos observar que el área del Proyecto recae en la región denominada “Balsas”, que abarcan una porción pequeña del área del Proyecto. En ese mismo sentido, en la Figura 9 se observa que, en cuanto a Cuenca Hidrológica, se tiene un comportamiento similar, es decir que el proyecto tendrá influencia la cuenca “R Atoyac”. Por otra parte, en la Figura 10 y Figura 11 se observa que, a nivel de Subcuencas, el área del Proyecto recae dentro de la subcuenca “R. Nexapa”, en la podemos observar que el proyecto recae en la Microcuencas denominadas “Tepexco, Calmeca (San Juan Calmeca), Tilapa y Huaquechula”. Siendo estas ultimas las consideradas como elementos relevantes en la configuración del SAR.

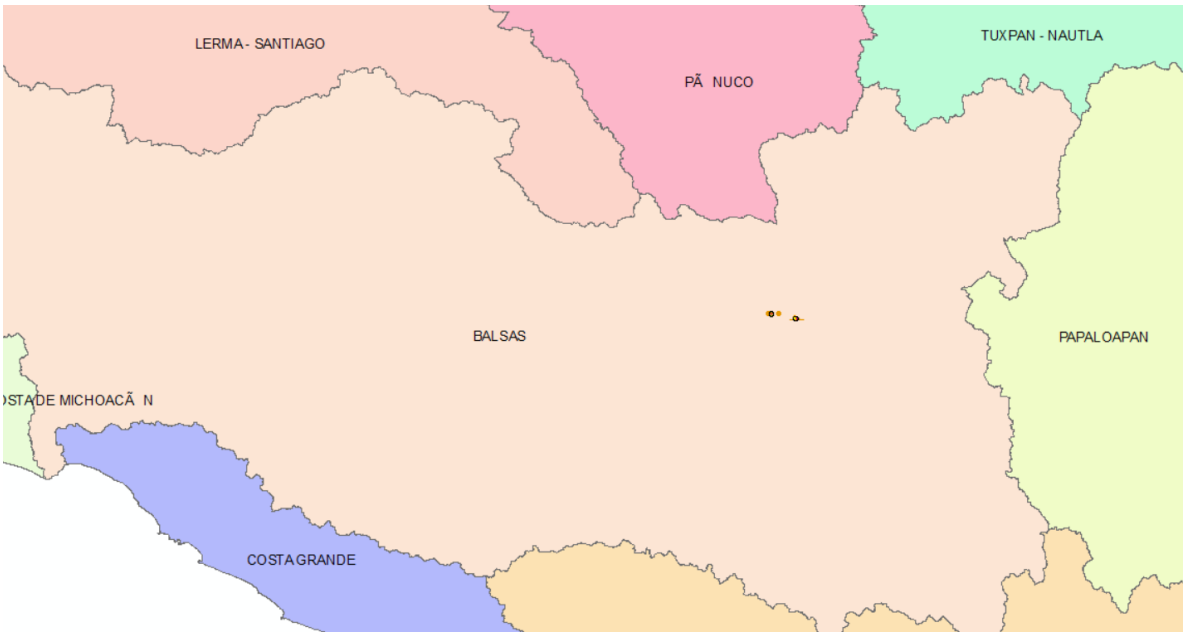


Figura 8. Regiones Hidrológicas

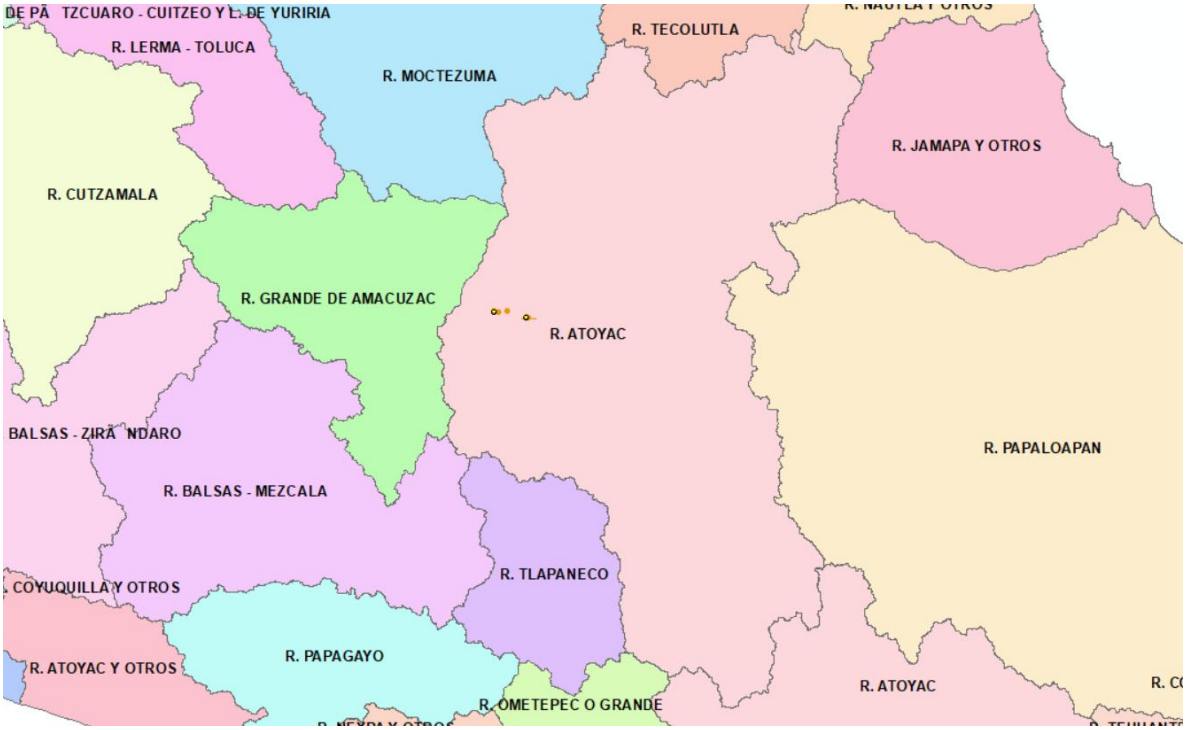


Figura 9. Cuencas Hidrológicas

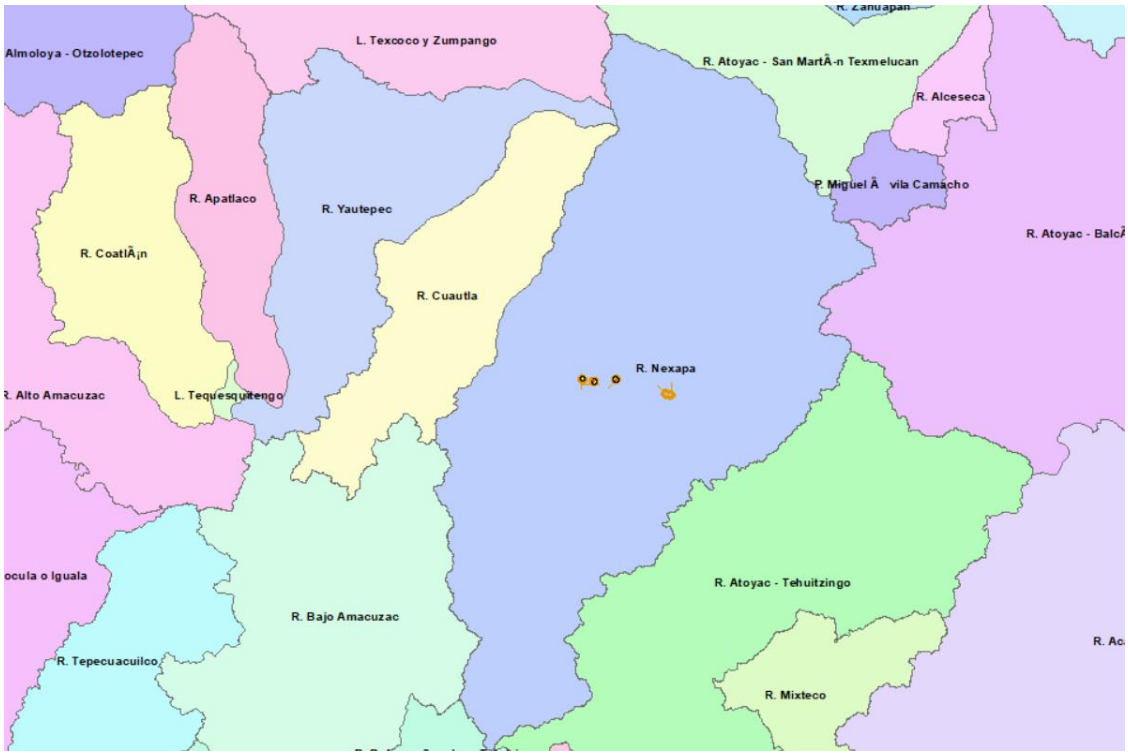


Figura 10. Subcuencas Hidrológicas

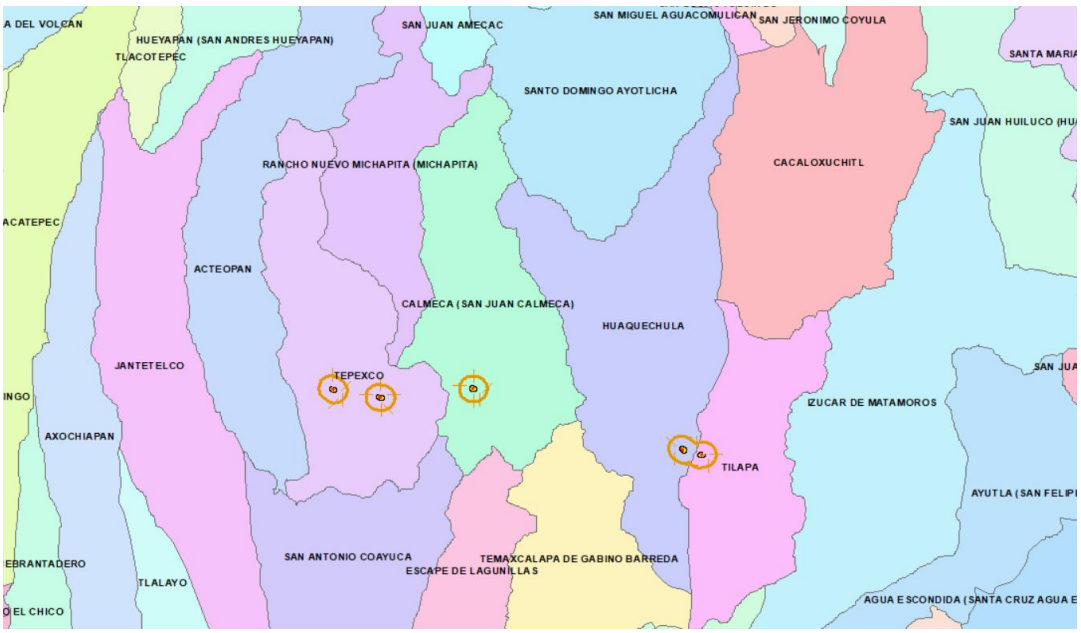


Figura 11. Microcuencas Hidrológicas.

4.1.2.3.6 ACUÍFEROS (CONAGUA)

Adicionalmente se revisó la relación de los acuíferos con el proyecto, encontrándose que el proyecto recae únicamente en el acuífero llamado “Atlixco - Izucar de Matamoros” por lo cual se consideró como límite del SAR.

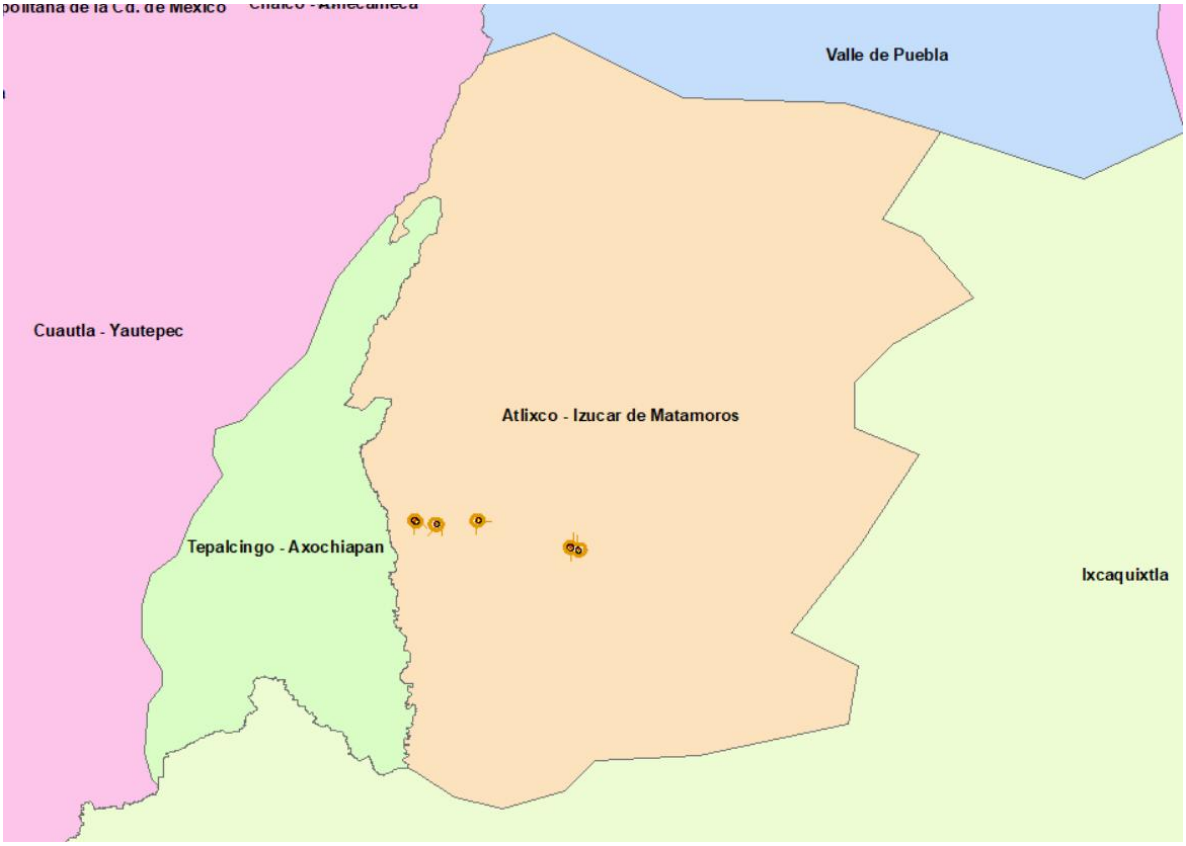


Figura 12. Acuíferos con las que interacciona el proyecto

4.1.2.3.7 CLIMA (CONABIO)

Adicionalmente se revisó la relación de la capa de climas con respecto al proyecto, encontrándose que el proyecto recae un polígono de clima tipo “Aw0(w)” por lo cual se consideró como límite del SAR.

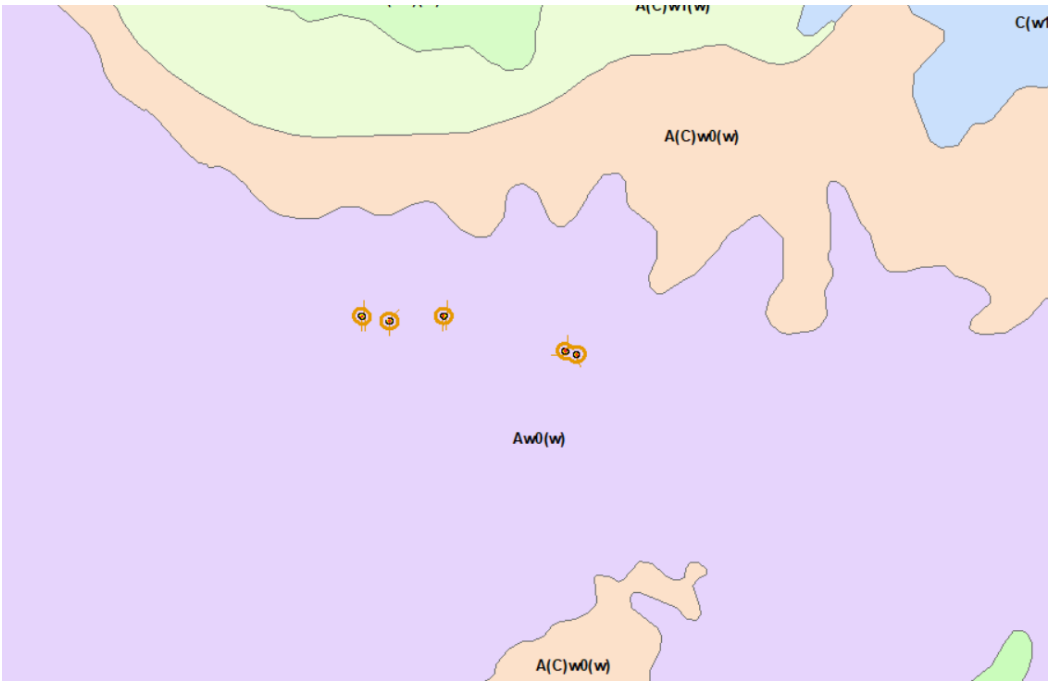


Figura 13. Sitios Prioritarios Terrestres (CONABIO) con las que interacciona el proyecto

4.1.2.3.8 SISTEMA DE TOPOFORMAS (INEGI)

Adicionalmente se revisó la relación de la capa de Sistema de Topoformas con respecto al proyecto, encontrándose que el proyecto recae un polígono de clima tipo “Meseta, Llanura y Sierra” por lo cual se consideró como límite del SAR.

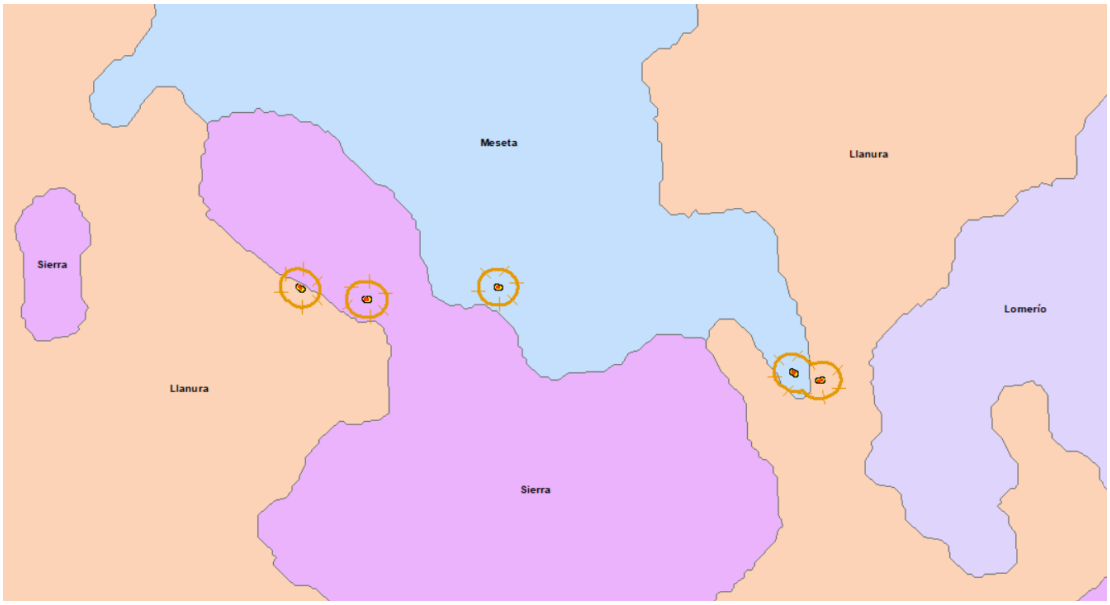


Figura 14. Sitios Prioritarios Terrestres (CONABIO) con las que interacciona el proyecto

4.1.2.3.9 RESUMEN DE CAPAS UTILIZADAS PARA DELIMITAR EL SAR

El Sistema Ambiental Regional es resultado de la interacción de distintas capas cargadas en el SIG ArcMap 10.8, las cuales al interactuar de manera excluyente o compartiendo elementos y superficie en común, de manera particular se usaron las siguientes capas y unidades de análisis:

Tabla 3. Elementos utilizados para la conformación del SAR

Capa	Fuente	Unidad de análisis
Clima	CONABIO	Aw0(w)
Programa de ordenamiento Ecológico y por riesgo eruptivo del territorio del volcán Popocatépetl y su zona de influencia del Estado de Puebla	Secretaria del Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial del estado de Puebla del medio	UGA 203 UGA 206
Micro cuencas	FIRCO	Tepexco Calmeca (San Juan Calmeca) Tilapa Huaquechula

Sistema de Topoformas	INEGI	Llanura Aluvial Con Lomerío Meseta Basáltica Con Cañadas Sierra Compleja

4.1.2.4 RESULTADOS

Tomando en cuenta los resultados de la delimitación analística y gráfica, además de la magnitud de los aspectos físicos, el SAR resulta de los elementos espaciales y físicos existentes en los alrededores del sitio del Proyecto, tal es el caso de las microcuencas.

Finalmente, el SAR se acotó a una poligonal, delimitada con un sistema de coordenadas que haga posible su localización cartográfica de manera objetiva y precisa, por lo que la unidad delimitada como SAR cuenta con las siguientes características.

Tabla 4. Propiedades del SAR delimitado

Superficie	Perímetro	Sistema de coordenadas	Datum	Vértices
16,802.2267 hectáreas	112.723 kilómetros	UTM Zona 14 N	WGS 1984	1330

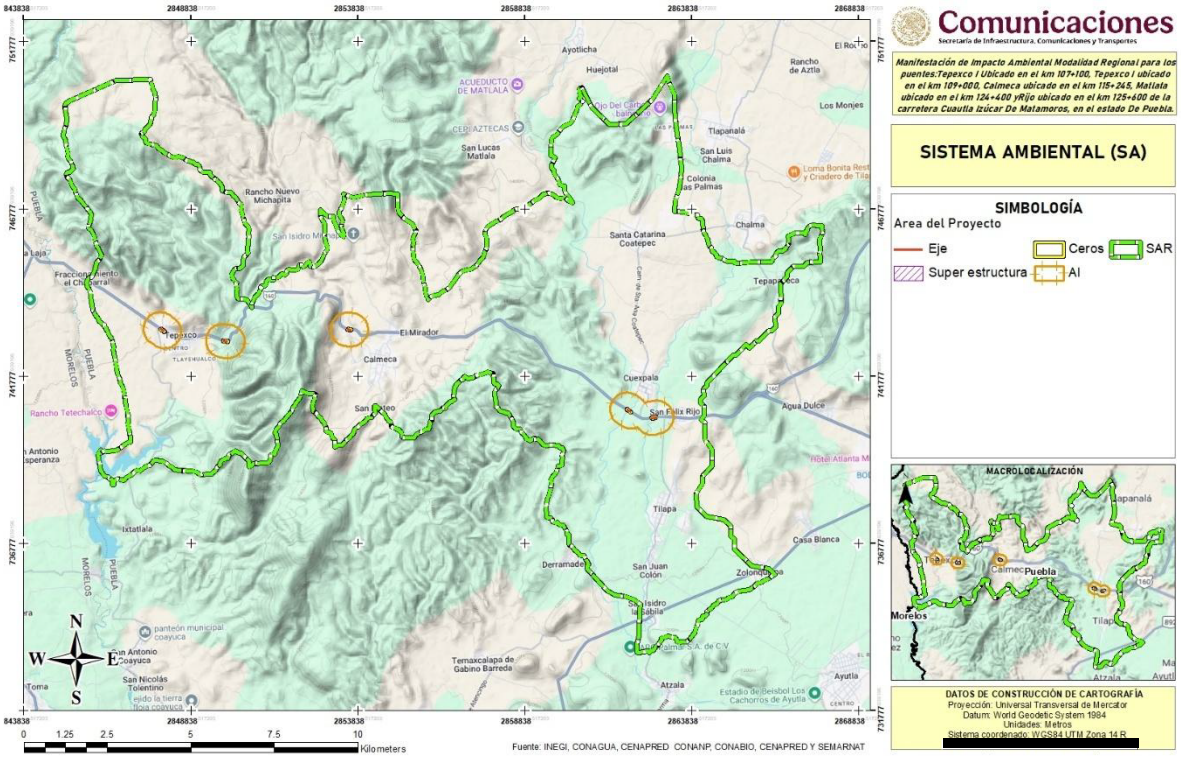


Figura 15. Unidad delimitada como Sistema ambiental regional (SAR)

Se anexa el archivo de Excel "*Vertices del Sistema Ambiental Regional.xls*"

4.1.3 RESUMEN DE SUPERFICES

Al final se tienen las siguientes superficies:

- Sistema Ambiental (SA): 16,802.2267 ha (168,022,267 m^2).
- Área de Influencia (AI) (se consideraron 500 m a cada lado del proyecto): 446.6686 ha (4,466,686 m^2)
- Área de Influencia Directa del Proyecto (AID) (Se consideró la línea de ceros del Proyecto): 2.2861 ha (22,861 m^2).

4.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

4.2.1 MEDIO ABIÓTICO

Sabemos que el medio abiótico se define como la integración de aquellos componentes que determinan el espacio físico en el que habitan los seres vivos; estos componentes abióticos se dan por las condiciones físicas y químicas del medio ambiente y conforman una parte de todo el entorno natural en el que se desarrollan los seres vivos, que en conjunto forman el biotipo, o sea el espacio donde se realizan las actividades de los seres vivos. Por lo tanto, a continuación, se describen los principales factores del medio físico.

4.2.1.1 CLIMA

El clima es un elemento natural, no susceptible de ser modificado por el hombre, por lo que es muy importante saber con estadísticas cómo se comporta, ya que las actividades humanas se adaptan al clima que se presenta en el lugar. Lo anterior determina desde el tipo de ropa que hay que usar en cada época y lugar, hasta los materiales y formas de reconstrucción de las obras de infraestructura como caminos, viviendas e industrias, pasando por el tipo de cultivos y de ganado adaptables a una región y las técnicas que se utilizarán para que la actividad en cuestión resulte productiva. Tal vez sea en el aspecto de la producción agrícola donde el clima es un factor determinante para el cultivo de ciertas especies como la papaya o el mango, que son propias de las zonas tropicales, y otras, como el trigo y la cebada, que prosperan en las zonas templadas, o algunas plantas, como el girasol, que requieren cierto número de horas de iluminación solar, o de sombra, como en el caso del café. Asimismo, el clima influye en la abundancia relativa de agua y determina la necesidad de construir obras de riego si el balance es negativo, o de drenaje si el balance es positivo.

De acuerdo con la carta de Climas de CONABIO (en una escala de 1:250,000) en el Sistema Ambiental Regional (SAR), Área de Influencia (AI) y el Área del Proyecto (AP), se encuentra en los siguientes tipos de clima:

Aw0(w). Clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual mayor a 22º C y del mes más frío mayor a 18º C); el más seco de los subhúmedos, diez veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el mes más seco, bajo porcentaje de lluvia invernal menor a 5. Cociente P/T menor que 43.2 mm/ºC y con poca oscilación térmica (5 a 7º C).La distribución de los tipos de clima en cada una de las unidades de análisis se muestra a continuación:

Tabla 5. Tipos de climas presentes en el SAR, AI y AP.

Clave	Tipo	SAR		AI		AP	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Aw0(w)	Clima cálido subhúmedo con lluvias en verano	16,802.2267	100.00%	446.6686	100.00%	2.2861	100.00%
Total		**16,802.2267**	**100.00%**	**446.6686**	**100.00%**	**2.2861**	**100.00%**

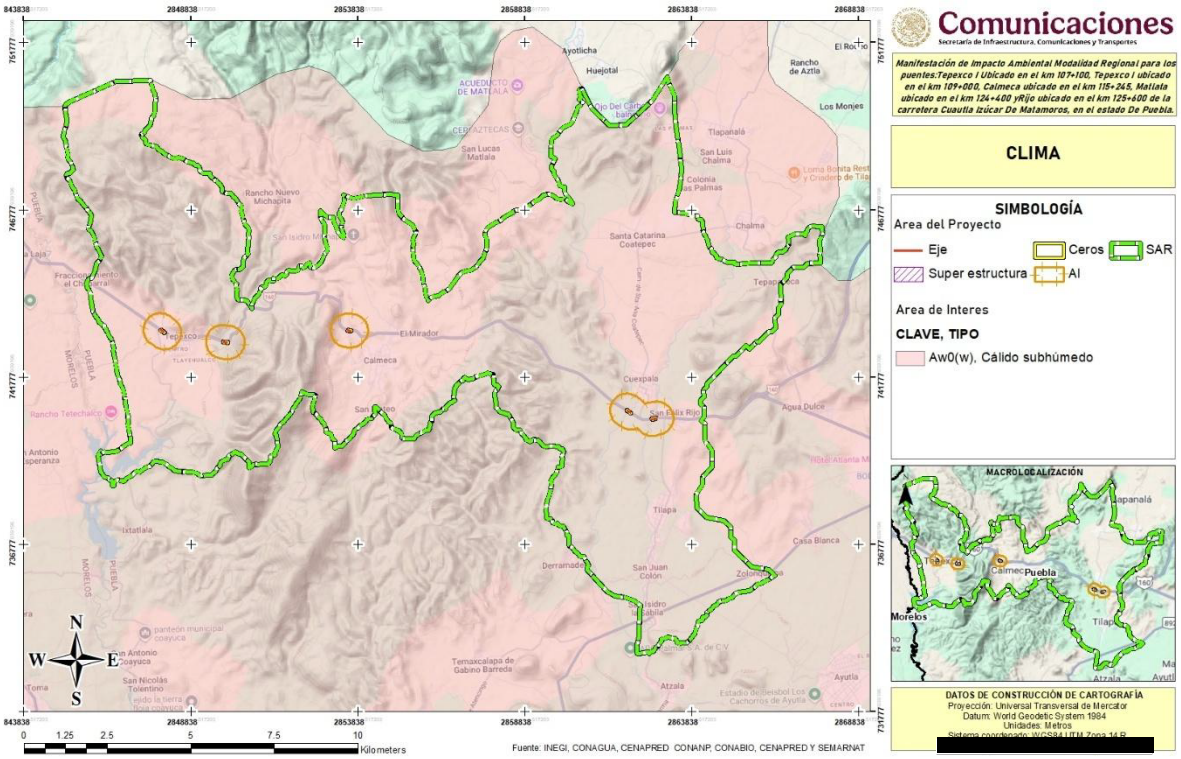


Figura 16. Tipos de Climas presentes en el SAR y área de proyecto.

4.2.1.1.1 ESTACIONES METEOROLÓGICAS

Aunado a la visión general del clima descrito anteriormente, es importante conocer las condiciones climatológicas del área de estudio, se consultó la red de estaciones climatológicas de la Comisión Nacional del Agua y del Servicio Meteorológico Nacional, decidiendo utilizar las normales climatológicas de la estación meteorológica en operación y más cercana al área del Proyecto y del SAR.

La estación meteorológica más cercana al Proyecto se ubica a 4.9 km del área del proyecto y presenta las siguientes características:

Tabla 6. Datos de la estación meteorológica consultada.

No.	Nombre	Estado	Distancia respecto al AP
21177	Tepexco	Operando	400 m del Puente Tepexco I

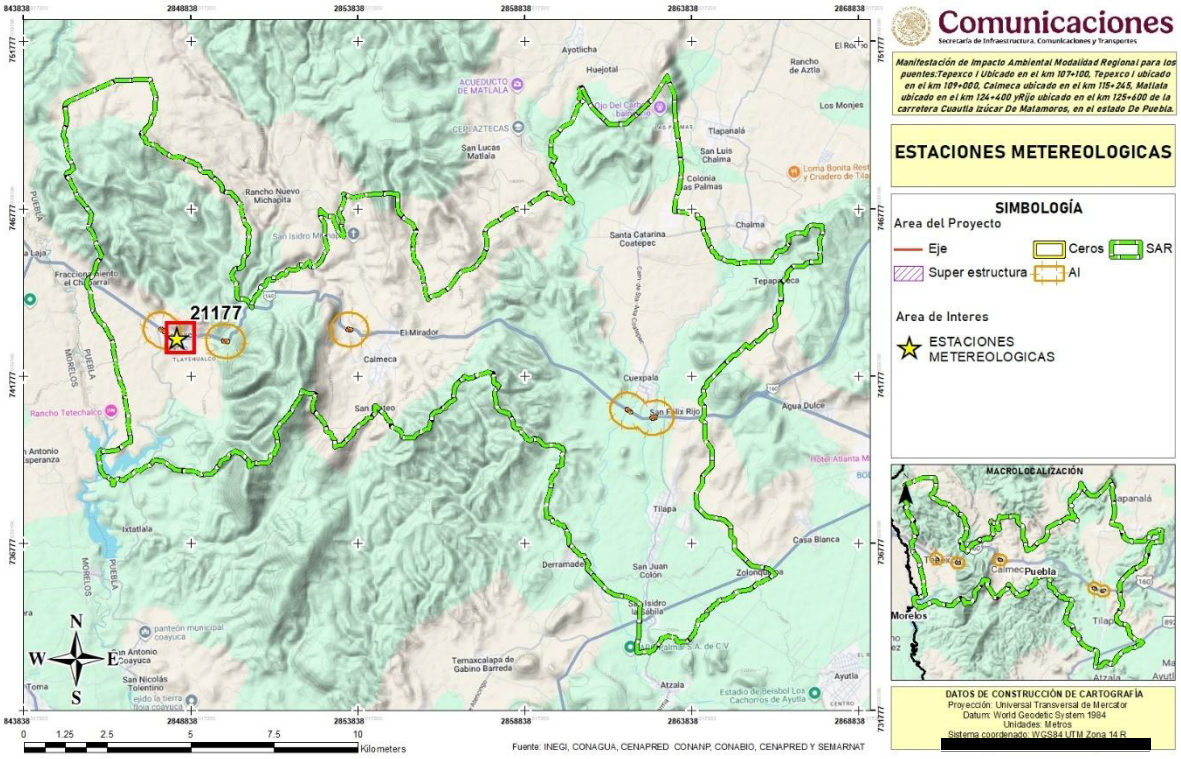


Figura 17. Estaciones meteorológicas cercanas al SAR, AI y AP.

A partir de la información obtenida de la estación meteorológica del periodo de 1980 al 2025, se obtuvo un estimado de las condiciones climáticas (temperatura, precipitación y evapotranspiración) del SAR. En la siguiente tabla se presenta los datos de la temperatura promedio mensual que se puede presentar en el SAR.

Tabla 7. Datos promedio de las normales climatológicas de la estación más cercana.

Tepexco	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura media												
Mínima	18.6	20.4	22.5	24.3	24.8	23	22.5	22.4	21.6	21.5	20.8	15.6
Media	21.1	22.9	24.8	26.9	27.4	25.2	24.1	24.1	23.4	23.1	22.3	21.1
Máxima	23.2	25.5	27.5	29.2	31.5	29	26.4	27.6	25.6	24.9	25.7	23.4
Precipitación Total												
Mínima	0	0	0	0	0	27.5	43.5	26	19.4	1	0	0
Media	12	7.1	5	9.5	55.6	177.9	162.7	173.3	186.3	55.3	11.5	1.2
Máxima	111	44	58.5	72.5	191	401.5	437.1	294.5	438.5	174	69.5	16
Fenómenos meteorológicos												
Niebla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Granizo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Evaporación	9.78	10.13	13.92	14.8	14.78	15.5	10.41	10.89	17.6	9.74	10.3	9.5

4.2.1.1.2 TEMPERATURA

Por otra parte, de acuerdo con el promedio de la normal climatológica de la estación meteorológica antes referida, se tiene que el registro de variación térmica reportada que las temperaturas más bajas se presentan en el mes de diciembre y enero (21.1°C). A partir del mes de febrero comienzan a incrementar para mantener el mayor registro en el mes de Mayo (27.4°C). En la siguiente figura se puede observar el comportamiento de los valores medios, máximos y mínimos mensuales de la temperatura, a partir de los datos registrados de la estación meteorológica.

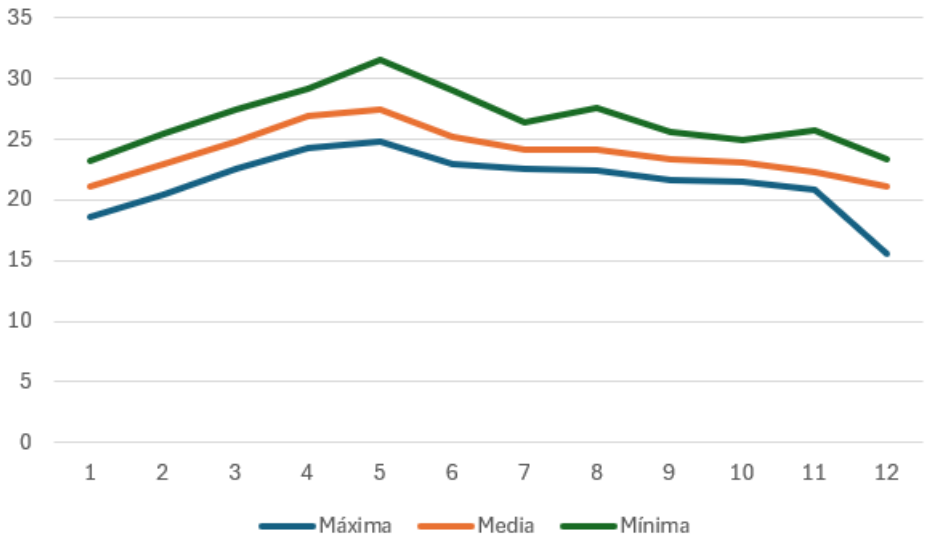


Figura 18. Comportamiento de las normales de temperaturas mínimas, medias y máximas a lo largo del año en el SAR

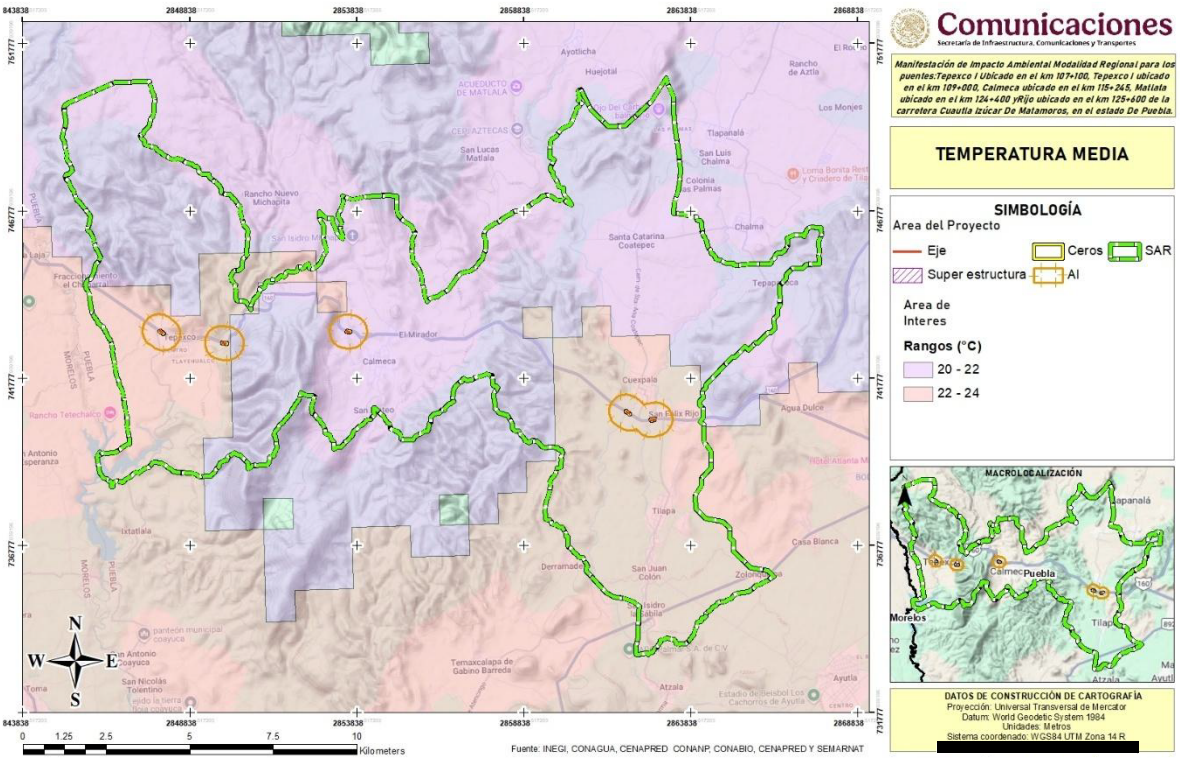


Figura 19. Temperatura media en el SAR.

4.2.1.1.3 PRECIPITACIÓN

Así, de acuerdo con las normales climatológicas, la precipitación media anual para el SAR es de 1.2, la precipitación mínima mensual se registra en el mes de diciembre, y la mayor durante el mes de Junio. De tal manera que, la temporada con mayor registro de precipitaciones se encuentra entre los meses de junio a septiembre. Para mayor detalle ver la siguiente figura.

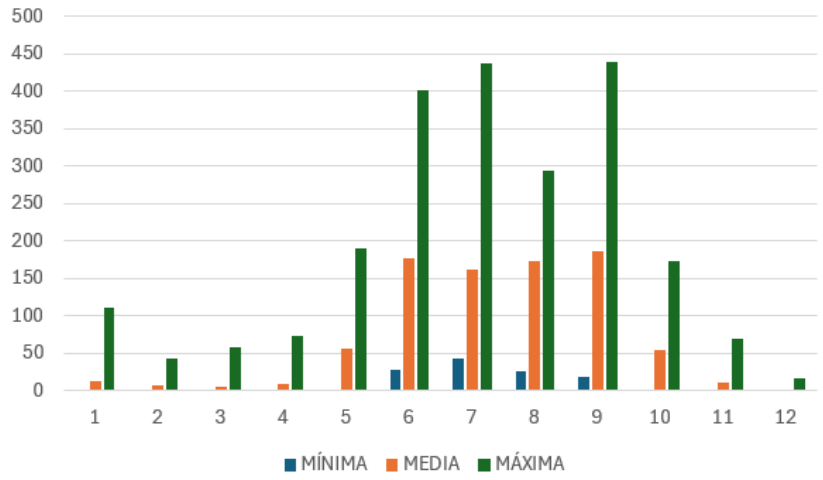


Figura 20. Comportamiento de las normales de las precipitaciones mínimas, medias y máximas a lo largo del año en el SAR

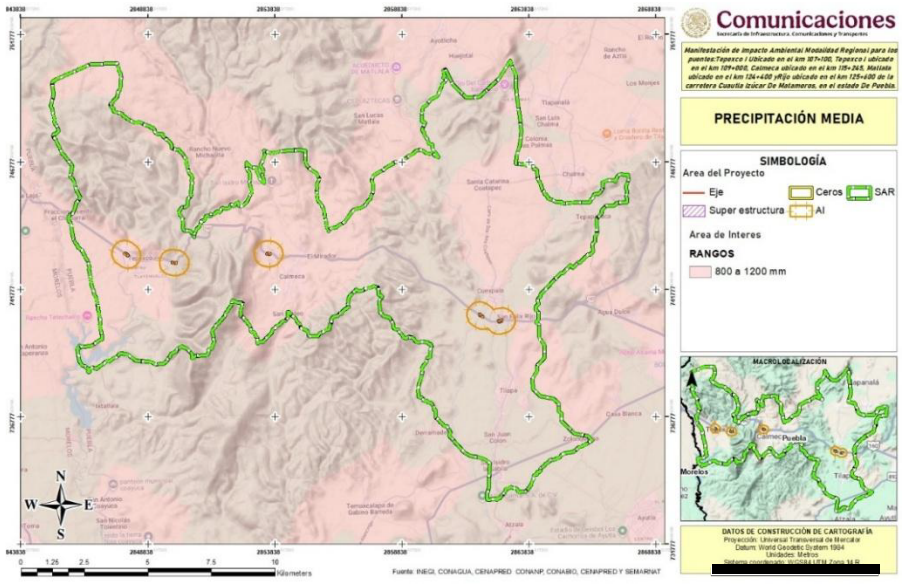


Figura 21. Precipitación media en el SAR.

4.2.1.2 FENÓMENOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS

En la Ley General de Protección Civil (2018), en su artículo 2, inciso XXIV define a un Fenómeno Hidrometeorológico como un agente perturbador que se genera por la acción de los agentes atmosféricos, tales como: ciclones tropicales, lluvias extremas, inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres; tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad; heladas; sequías; ondas cálidas y gélidas; y tornados. A continuación, se presentan descripciones de cinco diferentes tipos de fenómenos hidrometeorológicos y sus grados de riesgo dentro del SAR.

4.2.1.2.1 CICLONES TROPICALES

De acuerdo con el Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México, un ciclón tropical consiste en una gran masa de aire cálida y húmeda con vientos fuertes que giran en forma de espiral alrededor de una zona central de baja presión, se caracterizan por producir vientos fuertes, oleaje elevado, una sobreelevación del mar y lluvia abundante teniendo un impacto económico importante a escala mundial. A partir de la base de datos del CENAPRED correspondiente al Grado de Riesgo por Ciclones Tropicales el riesgo en la superficie total del área del SAR, del AI y del DDV **es Muy Bajo,** tal y como se puede observar en la siguiente tabala.

Tabla 8. Superficies en el SAR, AI y AP con respecto a zonas con riesgo por ciclones tropicales.

Riesgo	SAR		AI		AP	
	Área (ha)	**Porcentaje**	**Área (ha)**	**Porcentaje**	**Área (ha)**	**Porcentaje**
Medio	16,802.2267	100.00%	446.6686	100.00%	2.2861	100.00%
Total	**16,802.2267**	**100.00%**	**446.6686**	**100.00%**	**2.2861**	**100.00%**

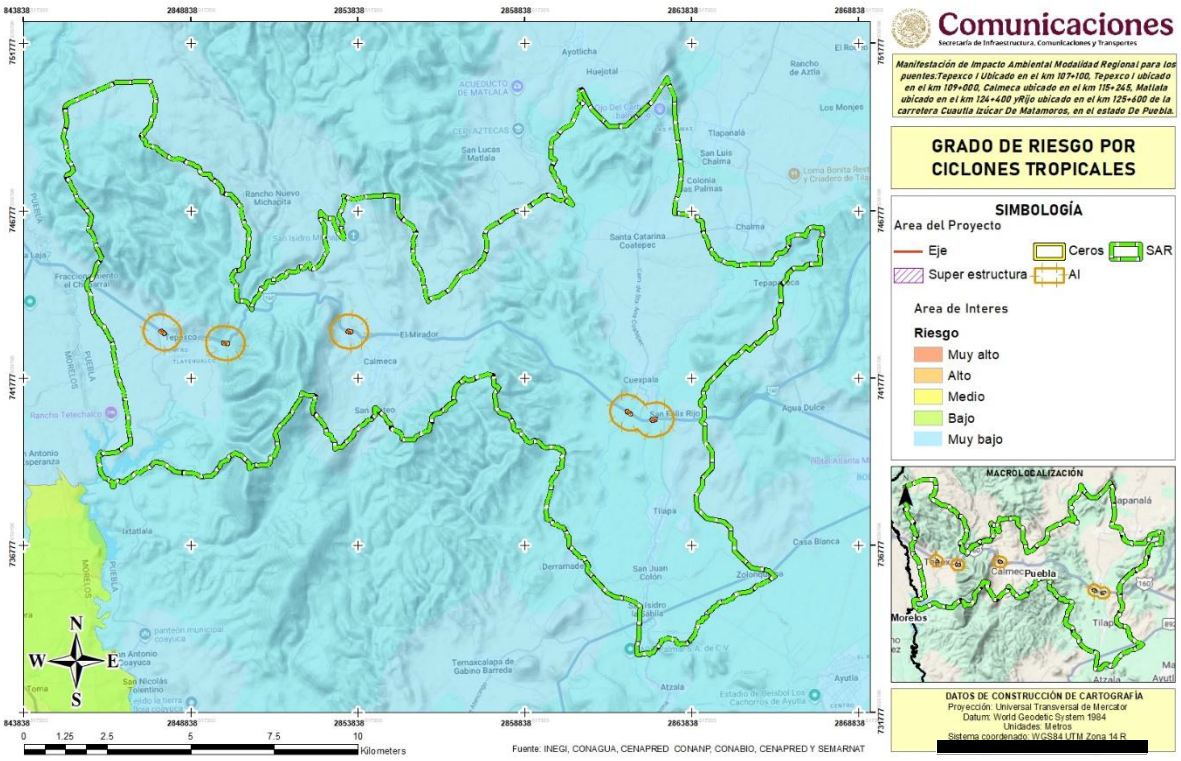


Figura 22. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al grado de riesgo por ciclones tropicales.

4.2.1.2.2 INUNDACIONES

Se conoce como inundación a aquel evento que debido a la precipitación (lluvia, nieve o granizo), oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica provoca un incremento en el nivel de agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión y daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura (CENAPRED 2019). A partir de la base de datos del CENAPRED correspondiente al Grado de Riesgo por Inundaciones, el riesgo en la superficie total del área del SAR, del AI y del DDV **es principalmente Baja,** tal y como se puede observar en el siguiente cuadro.

Tabla 9. Superficies en el SAR, AI y AP con respecto a zonas con riesgo por inundaciones

Riesgo	SAR		AI		AP	
	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Alto	3833.1757	22.81%	143.2253	32.07%	0.7923	34.66%
Bajo	0.9590	0.01%	0.0000	0.00%	0.0000	0.00%
Medio	12944.7054	77.04%	303.4433	67.93%	1.4938	65.34%

Muy alto	23.3866	0.14%	0.0000	0.00%	0.0000	0.00%
Total	**16,802.2267**	**100.00%**	**446.6686**	**100.00%**	**2.2861**	**100.00%**

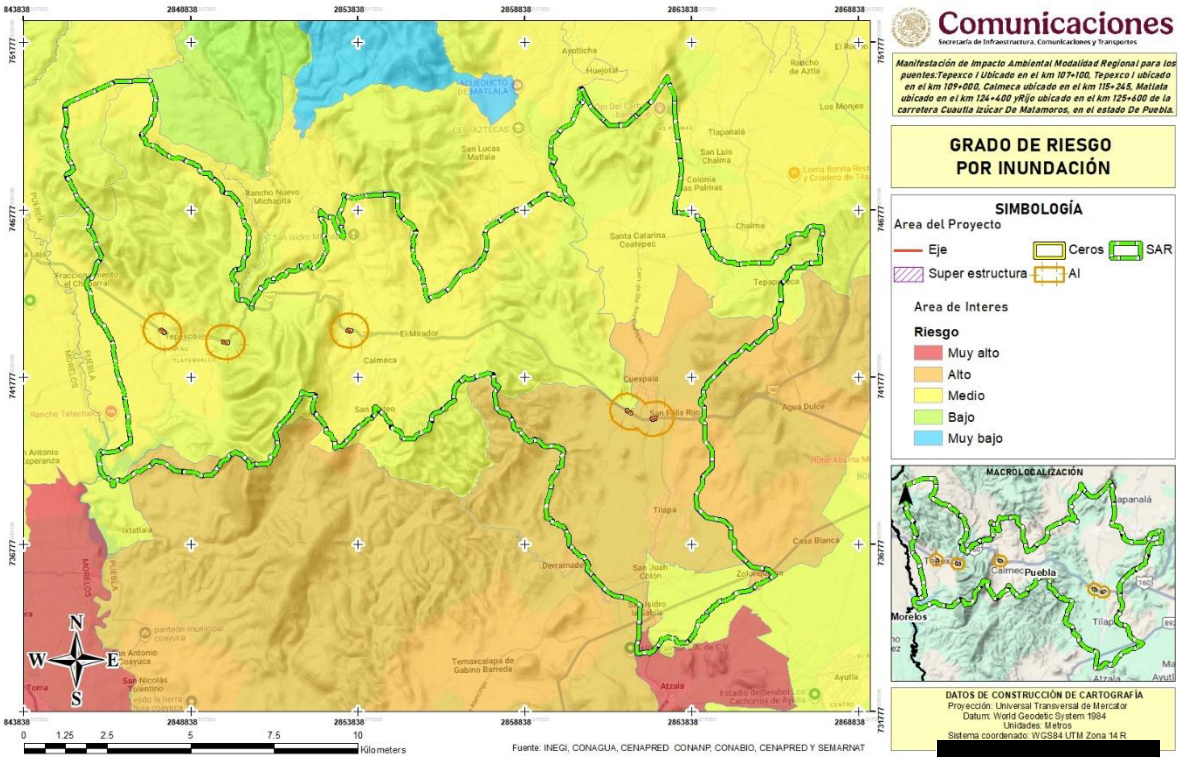


Figura 23. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al grado de riesgo por inundaciones.

4.2.1.2.3 BAJAS TEMPERATURAS

De acuerdo con el Glosario Meteorológico, la temperatura está definida como la medida del movimiento molecular. Se mide usando escalas arbitrarias a partir del cero absoluto (-273 °C) donde las moléculas teóricamente dejan de moverse. Así, para definir las bajas temperaturas se describe la temperatura mínima como la temperatura más baja en el transcurso de un intervalo de tiempo determinado. Con base en el Atlas nacional de riesgos elaborado por CENAPRED el SAR, AI y el DDV presentan grado de riesgo por bajas temperaturas con un grado de **Medio** principalmente,

Tabla 10. Superficies en el SAR, AI y AP con respecto a zonas con riesgo por bajas temperaturas.

Riesgo	SAR		AI		AP	
	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Bajo	13739.4770	81.77%	0.0000	0.00%	0.0000	0.00%
Medio	3062.7497	18.23%	446.6686	100.00%	2.2861	100.00%
Total	**16,802.2267**	**100.00%**	**446.6686**	**100.00%**	**2.2861**	**100.00%**

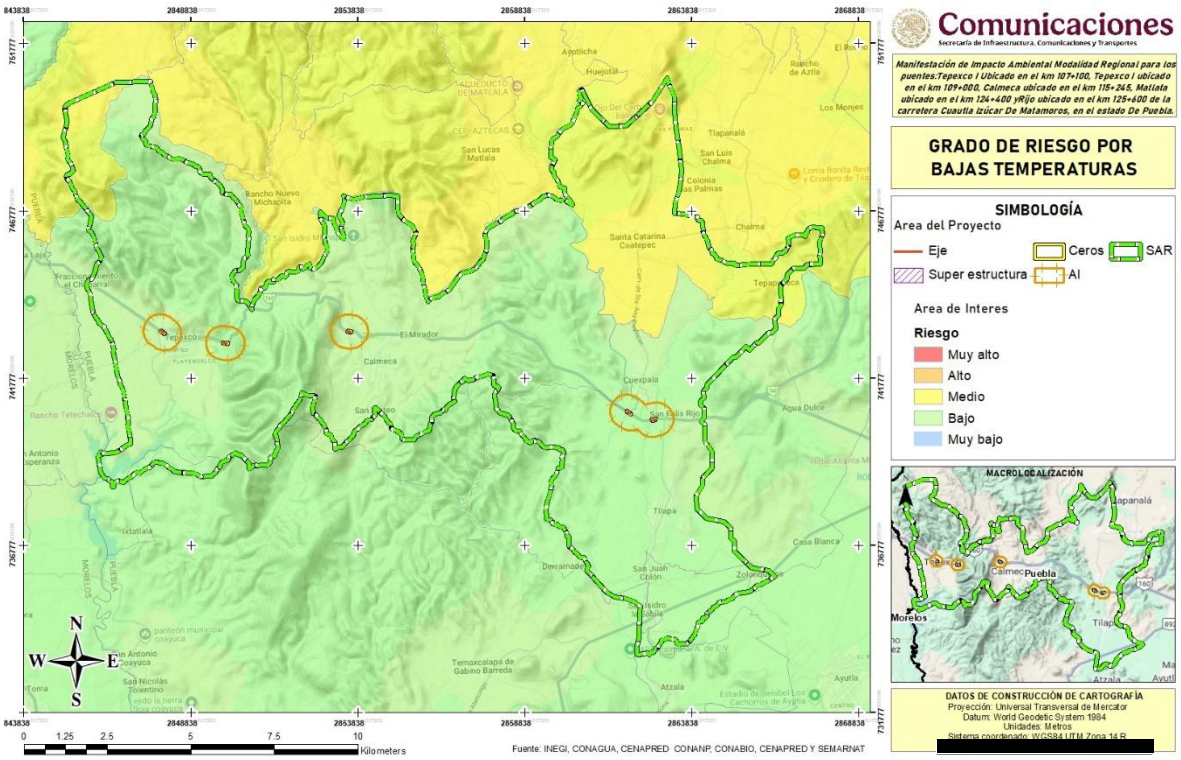


Figura 24. Grado de riesgo por bajas temperaturas.

4.2.1.2.4 SEQUÍA

De acuerdo con el CENAPRED, no existe una definición de sequía que sea aceptada universalmente. Sus definiciones dependen del enfoque científico (meteorológico, hidrología, geografía, etc.), por lo que, desde el punto de vista meteorológico, la sequía se presenta cuando la precipitación acumulada, durante un cierto lapso, es significativamente más pequeña que el promedio de las precipitaciones registradas en dicho lapso o que un valor específico de la precipitación.

Con base en el Mapa de Grado de peligro por Sequías del CENAPRED, se puede observar que el SAR, AI y AP presenta niveles de riesgo por la ocurrencia de sequías de grado **Medio** principalmente.

Tabla 11. Superficies en el SAR, AI y AP con respecto a zonas con riesgo por sequías.

Riesgo	SAR		AI		AP	
	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Bajo	3624.3930	22.22%	143.2253	32.07%	0.7923	34.66%
Medio	12683.9945	77.78%	303.4433	67.93%	1.4938	65.34%
Alto	493.8392	3.03%		0.00%		0.00%
Total	**16,308.3875**	**100.00%**	**446.6686**	**100.00%**	**2.2861**	**100.00%**

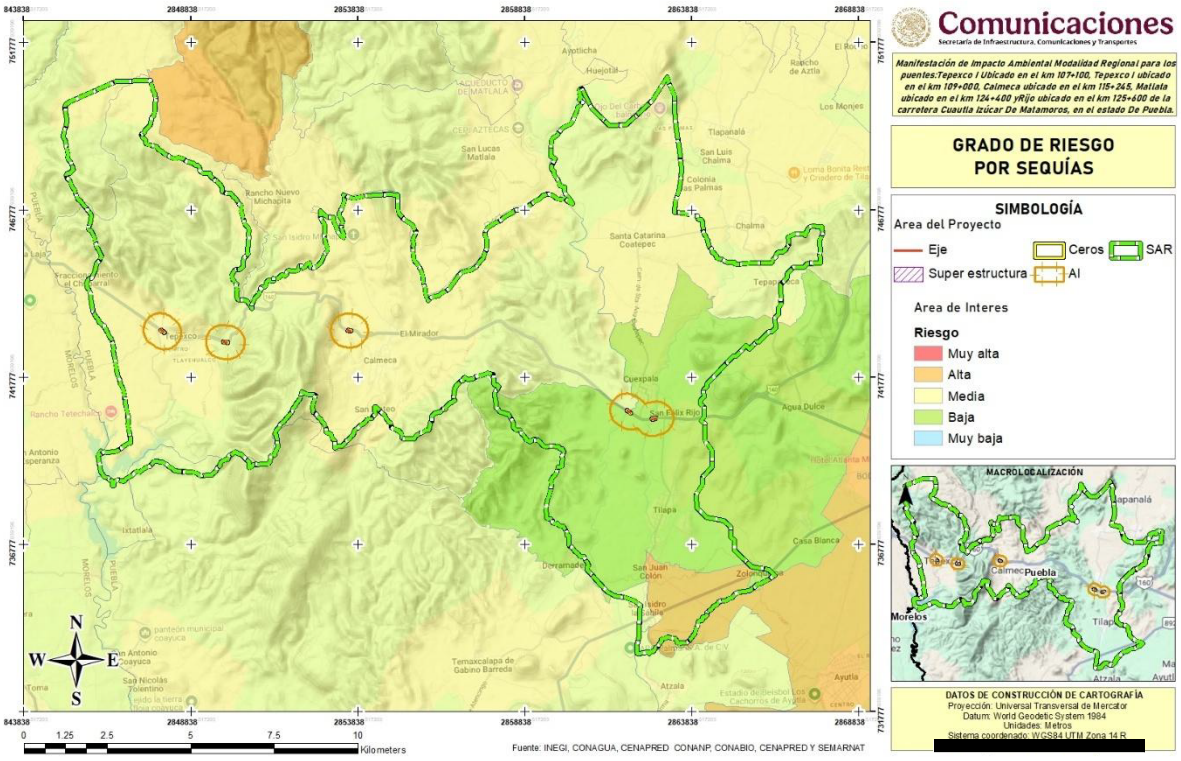


Figura 25. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al grado de riesgo por sequías

4.2.1.2.5 TORMENTAS ELÉCTRICAS

Las tormentas eléctricas se producen en nubes cumulonimbos, las cuales se desarrollan en capas de aire de gran inestabilidad. En latitudes medias y altas, estas nubes llegan a grandes alturas, donde la temperatura es inferior a la de congelación; así, su parte superior está constituida por una mezcla de cristales de hielo y pequeñas gotas de agua. Las nubes de tormenta dan lugar a electrometeoros, que se definen como la manifestación visible o audible de la electricidad. Un rayo es una potente descarga entre dos centros de distinta carga eléctrica, pueden ser entre dos regiones de una nube, entre dos nubes o entre una nube y el suelo. En México, las tormentas eléctricas ocurren con mayor frecuencia en verano y un 10% en otoño e invierno (García, y otros, 2007). La peligrosidad de este fenómeno radica en que pueden ocurrir en cualquier lugar del país y a que ocasionan incendios, dañan a la infraestructura, además de que pueden ocasionar pérdidas de la vida de ganado, heridos y muertes humanas. A partir de la base de datos del CENAPRED correspondiente al Grado de Riesgo por Ciclones Tropicales el riesgo en la superficie total del área del SAR, del AI y del DDV **es Bajo** principalmente**,** tal y como se puede observar en el siguiente cuadro.

Tabla 12. Superficies en el SAR, AI y AP con respecto a zonas con riesgo por Tormentas eléctricas

Riesgo	SAR		AI		AP	
	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Bajo	16333.4391	97.21%	0.0000	0.00%	0.0000	0.00%
Medio	468.7876	2.79%	446.6686	100.00%	2.2861	100.00%
Total	**16,802.2267**	**100.00%**	**446.6686**	**100.00%**	**2.2861**	**100.00%**

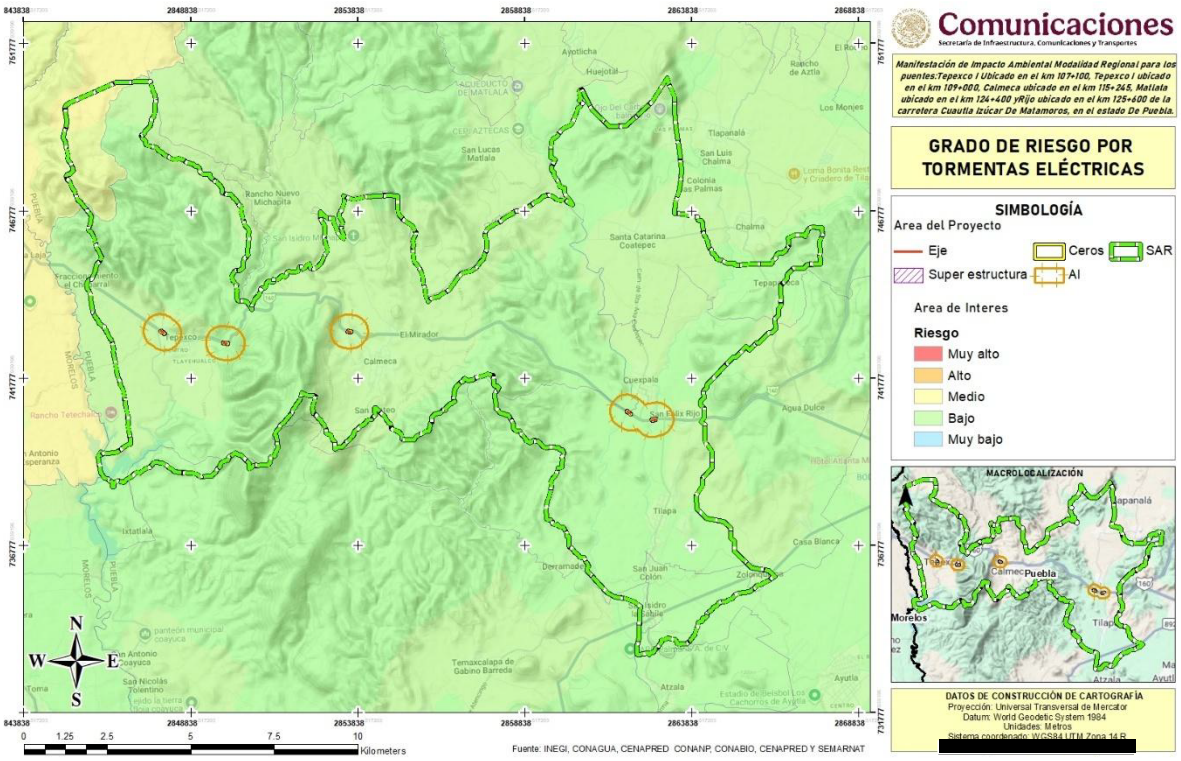


Figura 26. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al grado de riesgo por sequías

4.2.1.3 FISIOGRAFÍA

La gran diversidad de formas que presenta el relieve de México hace que sea uno de los países del mundo con mayor diversidad topográfica y geológica. Esta diversidad topográfica desempeña un papel importante en las actividades económicas y sociales del país, puesto que influye en las características climáticas, en el tipo de suelo y la vida silvestre; lo cual, a su vez, repercute en las actividades agrícolas, ganaderas, forestales e industriales, así como en los asentamientos humanos.

Para su estudio, el territorio nacional de México se puede dividir agrupando regiones que tengan un mismo origen geológico, con paisajes y tipos de rocas semejantes en la mayor parte de su extensión y con geoformas similares, las cuales se denominan provincias fisiográficas. Desde luego dentro de las regiones o provincias fisiográficas pueden existir variaciones y diferencias, que determinan la existencia de dos o más subprovincias. Asimismo, existen áreas ubicadas dentro de las provincias que rompen bruscamente con esa unidad geológica y de paisaje por ejemplo, la sierra volcánica del Pinacate que interrumpe el paisaje propio de la Llanura Soronense.

A tales áreas no se les considera provincias fisiográficas en sí, ya que no tienen la extensión ni la variedad paisajística suficiente para poder ser divididas en subprovincias. A estas áreas se les define como discontinuidades fisiográficas El instituto Nacional de Estadísticas, Geografía e Informática, con base en las condiciones antes mencionadas ha dividido para su estudio al territorio mexicano en 15 provincias Fisiográficas, que describen e integran el relieve del país con sus características más sobresalientes. Cabe resaltar que los límites políticos no suelen ajustarse a los naturales, por eso, algunas de las 15 provincias se comparten con los países vecinos; es el caso de la Gran Llanura de Norteamérica, en el norte del país, que es una pequeña penetración en México de un área que se extiende hasta Canadá, y de la provincia llamada Cordillera Centroamericana, la cual ocupa una mayor superficie en los países ubicados al sur de la frontera mexicana. El Sistema Ambiental Regional, se encuentra dentro de la provincia **Eje Neovolcanico**, cuya descripción se presenta a continuación.

Provincia Eje Neovolcánico Atraviesa al país casi en línea recta, más o menos sobre el paralelo 19o y se extiende de oeste a este desde la costa del Océano Pacífico hasta la costa del Golfo de México. Colinda al norte con las provincias Llanura Costera del Pacífico, Sierra Madre Occidental, Mesa del Centro, Sierra Madre Oriental y Llanura Costera del Golfo Norte; al sur, con las provincias Sierra Madre del Sur y Llanura Costera del Golfo Sur; al oeste, con el Océano Pacífico y al este con el Golfo de México. Abarca parte de los estados de Jalisco, Michoacán de Ocampo, Guanajuato, Querétaro de Arteaga, México, Hidalgo, Tlaxcala (todo el estado), Puebla, Veracruz-Llave y el Distrito Federal. Se caracteriza como una enorme masa de rocas volcánicas de todos los tipos, acumulada en innumerables y sucesivos episodios volcánicos que se iniciaron a mediados del Terciario (unos 35 millones de años atrás), y que continúan hasta el presente. La integran grandes sierras volcánicas, coladas lávicas, conos dispersos, amplios escudovolcanes de basalto, depósitos de arenas y cenizas, etcétera, dispersos entre extensas llanuras. Esta faja comprende también lo que se denomina propiamente Eje Neovolcánico, es decir, la cadena de grandes estrato-volcanes: Volcán de Colima, Tancítaro, Nevado de Toluca (Xinantécatl), Popocatepetl, Iztaccíhuatl, La Malinche (Matlalcuéyetl) y Pico de Orizaba (Citlaltepetl). Destacan además amplias cuencas cerradas ocupadas por lagos (Pátzcuaro, Cuitzeo, Texcoco y el Carmen), o por depósitos de lagos antiguos (Zumpango, Chalco, Xochimilco y diversos llanos en el Bajío Guanajuatense), que se formaron cuando la lava u otros productos volcánicos bloquearon el drenaje original, o bien, debido al fallamiento, rasgo característico de la región. El Eje Neovolcánico abarca 75.65% de la superficie del estado de México; en éste, algunas de las principales sierras son: AjuscoChichinautzin, que se extiende desde el oriente de Toluca de Lerdo hasta el pie de la Sierra Nevada y constituye el parteaguas meridional de la cuenca de la Ciudad de México; y de las Cruces y Monte Alto, sobre las cuales se encuentra el parteaguas que divide a las cuencas de la ciudad de Toluca y de la Ciudad de México. Esa superficie pertenece a fragmentos de tres subprovincias: Lagos y Volcanes de Anáhuac, Mil Cumbres y Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

Tabla 13. Provincias fisiográficas.

Provincia	SAR		AI		AP	
	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Eje Neovolcanico	16,802.2267	100.00%	446.6686	100.00%	2.2861	100.00%
Total	**16,802.2267**	**100.00%**	**446.6686**	**100.00%**	**2.2861**	**100.00%**

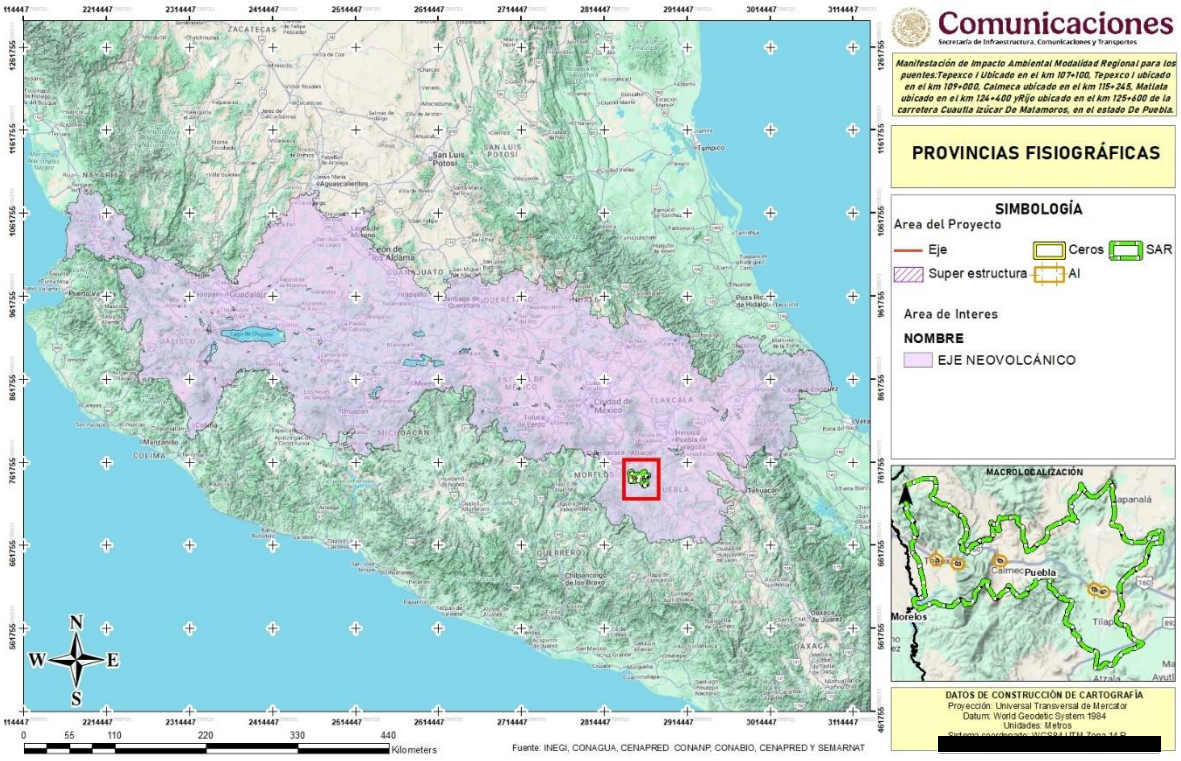


Figura 27. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a las Provincias Fisiográficas.

Es oportuno señalar que esta cartografía ofrece una visión general de las formas del relieve que caracterizan al Territorio Nacional, identificadas y definidas a partir del análisis integral de la información topográfica, geológica, hidrológica y edafológica, para formar unidades relativamente homogéneas, el cual resulta útil para la realización de estudios interdisciplinarios, académicos y científicos en aspectos ambientales y como herramienta para estudios de las regiones naturales del país.

Con respecto a las Subprovincias Fisiográficas, el SAR, se encuentra entre la subprovincia fisiográfica**: a Lagos y Volcanes de Anáhuac**

Lagos y Volcanes de Anáhuac: Esta subprovincia, en cuyo territorio se ubican la capital de la república y cinco capitales estatales (Toluca de Lerdo, Tlaxcala de Xicoténcatl, Pachuca de Soto, Heroica Puebla de Zaragoza y Cuernavaca), está integrada por grandes sierras volcánicas o aparatos individuales que se alternan con amplios vasos lacustres. En ella se localizan algunos de los volcanes más elevados del país, como el Popocatépetl, el Iztaccíhuatl, el Nevado de Toluca (Xinantécatl) y La Malinche (Matlalcuéyetl), entre otros. Los vasos de antiguos lagos se encuentran distribuidos entre las sierras y demás aparatos volcánicos, de manera que los mayores quedan ubicados en la cuenca de México (conjunto lacustre TexcocoChalco-Zumpango-Xochimilco). Colinda al norte con la subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo; al oriente se extiende hacia los estados de Hidalgo, Tlaxcala y Puebla; al sur se interna en el Distrito Federal y el estado de Morelos y limita con la subprovincia Sierras y Valles Guerrerenses; al suroeste colinda con la subprovincia Depresión del Balsas y al oeste con la de Mil Cumbres.

Tabla 14. Superficies en el SAR, AI y AP con respecto a las Subprovincias Fisiográficas.

Provincia	SAR		AI		AP	
	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Lagos y Volcanes de Anahuac	16,802.2267	100.00%	446.6686	100.00%	2.2861	100.00%
Total	**16,802.2267**	**100.00%**	**446.6686**	**100.00%**	**2.2861**	**100.00%**

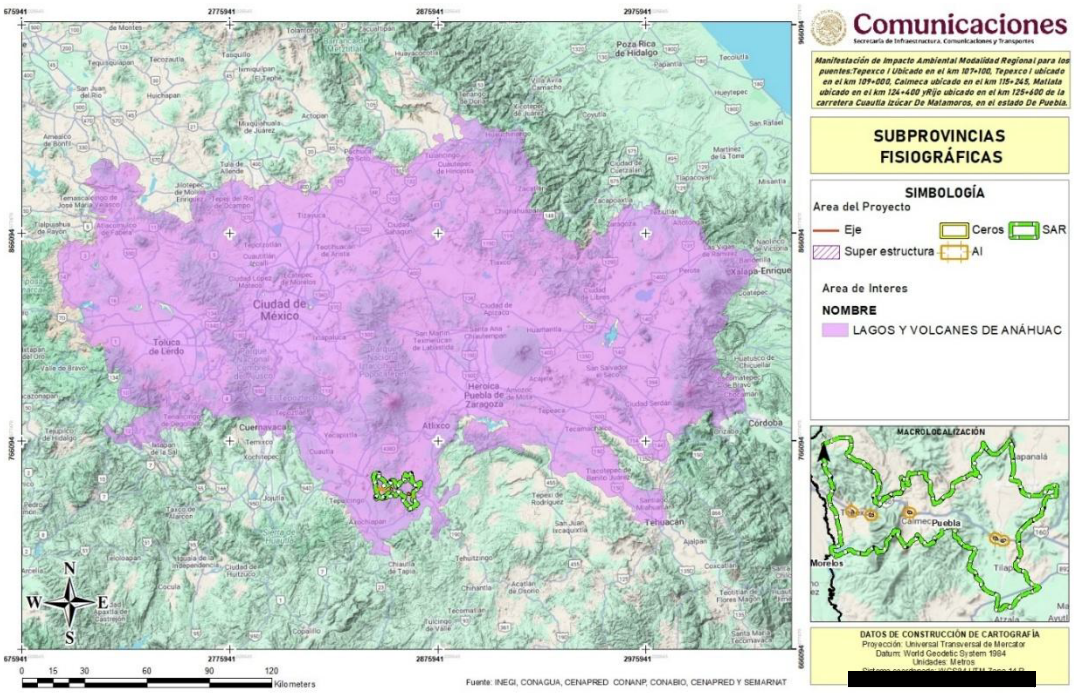


Figura 28. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a las Subprovincias Fisiográficas.

4.2.1.4 SISTEMA DE TOPOFORMAS

A partir de la fisiografía se deriva el sistema de topoformas que se refiere al conjunto de formas del terreno asociado a algún patrón o patrones estructurales y/o degradativos que constituyen el producto de la interacción de los agentes formadores del relieve. De acuerdo con la categorización antes descrita, la superficie del SAR presenta las topoformas Sierra Baja. El siguiente cuadro nos muestra la distribución de superficies sobre el SAR, de los sistemas de topoformas identificados.

Tabla 15. Superficies en el SAR, AI y AP con respecto al sistema de topoformas.

Riesgo	SAR		AI		AP	
	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Llanura Aluvial Con Lomerío	7826.2411	46.58%	140.2981	31.41%	0.9101	39.81%
Meseta Basáltica Con Cañadas	4930.7754	29.35%	177.3981	39.72%	0.8537	37.34%
Sierra Compleja	4045.2102	24.08%	128.9724	28.87%	0.5223	22.85%
Total	**16,802.2267**	**100.00%**	**446.6686**	**100.00%**	**2.2861**	**100.00%**

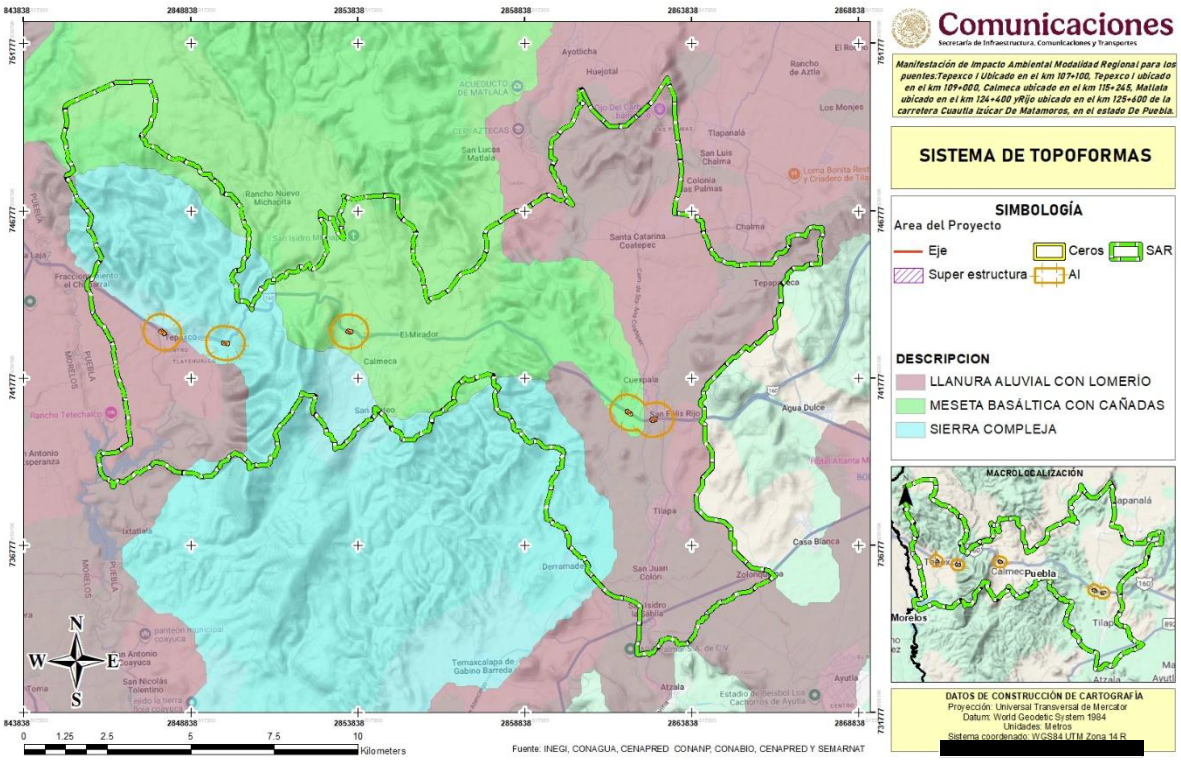


Figura 29. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al sistema de topoformas

4.2.1.5 GEOLOGÍA

Estudio de Geología para la Ingeniería y Geotecnia. Sobre la ruta o posibles rutas a tener encuentra para el trazado se debe realizar el estudio geológico con el fin de obtener la ubicación de posibles fallas o problemas de estabilidad que se puedan presentar durante la construcción. Este estudio geológico comprende, además de la geología detallada a lo largo y ancho del corredor de la vía en estudio, información sobre la estabilidad de las laderas naturales, comportamiento de los cauces en cuanto a socavación y sedimentación, estudio de los sitios para fuentes de materiales y ubicación de los sitios para la disposición del material de corte. A lo largo del trazado de la carretera se requiere ubicar, diseñar y construir las obras de drenaje para que las diferentes corrientes de agua atraviesen la banca de tal forma que se garantice la estabilidad de esta y se tenga el mínimo efecto sobre el medio ambiente Se revisó el conjunto de datos vectoriales del INEGI, a fin de poder conocer los datos específicos del área de proyecto como son; origen geológico, y posibles riesgos de origen geológico como sismos, fallas y fracturas. Los tipos de roca que presenta el SAR son del tipo Extrusiva principalmente como se muestra en la siguiente imagen y tabla.

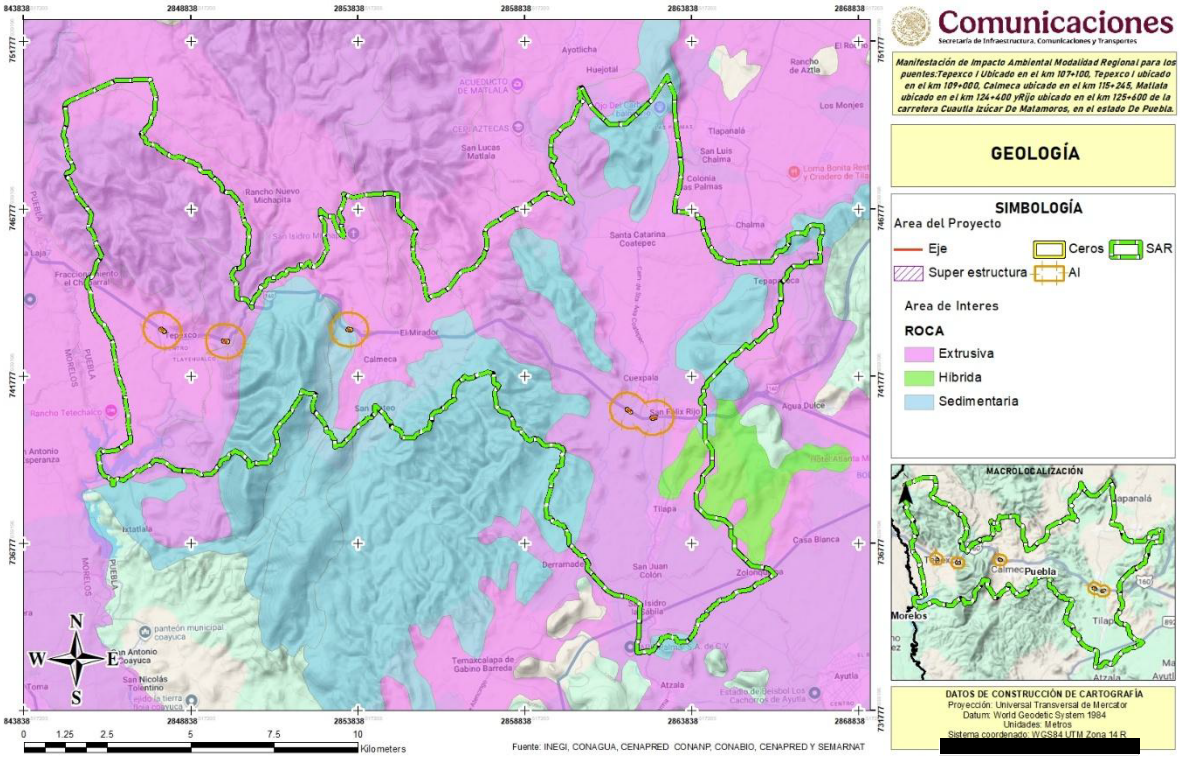


Figura 30. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a la Geología

Tabla 16. Superficies en el SAR, AI y AP con respecto a la Geología de la región.

Clase	Tipo	SAR		AI		AP	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Extrusiva	Lahar	8694.5732	51.75%	356.8466	79.89%	1.8730	81.93%
	Rolita	3818.3821	22.73%	39.0920	8.75%	0.0000	0.00%
Hibrida	Volcanoclastico-Yeso	164.3650	0.98%	0.0000	0.00%	0.0000	0.00%
Sedimentaria	Aluvial	1.1906	0.01%	0.0000	0.00%	0.0000	0.00%
	Caliza	1858.6737	11.06%	5.1521	1.15%	0.0000	0.00%
	Conglomerado polígínico-Limolita	2265.0420	13.48%	45.5779	10.20%	0.4131	18.07%
Total		**16,802.2267**	**100.00%**	**446.6686**	**100.00%**	**2.2861**	**100.00%**

A continuación, se hace una descripción general del tipo de rocas presentes en el SAR, en el AI y en el DDV

Rocas ígneas (del latín ignis, fuego) también nombradas magmáticas, son todas aquellas que se han formado por solidificación de un de material rocoso, caliente y móvil denominado magma; este proceso, llamado cristalización, resulta del enfriamiento de los minerales y del entrelazamiento de sus partículas. Este tipo de rocas también son formadas por la acumulación y consolidación de lava, palabra que se utiliza para un magma que se enfría en la superficie al ser expulsado por los volcanes. Cuando la solidificación del magma se produce en el seno de la litósfera, la roca resultante se denomina plutónica o intrusiva; si el enfriamiento se produce, al menos en parte, en la superficie o a escasa profundidad, la roca resultante se denomina volcánica o extrusiva y estos, a su vez, se subdividen en familias a partir delas diferentes texturas, asociaciones minerales y modo de ocurrencia. Las formas que adoptan los cuerpos ígneos durante su cristalización delimitan diferentes estructuras ígneas. Existen diversos criterios para clasificar una roca ígnea, cada uno de ellos con objetivos definidos, como la ocurrencia de las rocas, el tamaño de grano, la textura y estructura, el contenido mineral o la composición química.

Extrusiva Las rocas volcánicas típicas son formadas por el rápido enfriamiento de la lava y de fragmentos piroclásticos. Este proceso ocurre cuando el magma es expulsado por los aparatos volcánicos; ya en la superficie y al contacto con la temperatura ambiental, se enfría rápidamente desarrollando pequeños cristales que forman rocas de grano fino (no apreciables a simple vista) y rocas piroclásticas. Los piroclásticos (del griego pyro, fuego, y klastos, quebrado), son producto de las erupciones volcánicas explosivas y contienen fragmentos de roca de diferentes orígenes, pueden ser de muchas formas y tamaños. Las rocas ígneas dentro de los dos grandes grupos, se subdividen en diferentes familias tomando en cuenta la textura y los minerales esenciales (presencia básica para un determinado tipo), siendo entre sí equivalentes mutuos.

Híbridas (Magmáticas/Ígneas) Son un tipo de roca ígnea formada por la mezcla de dos magmas diferentes o por la asimilación de rocas sólidas por parte de un magma intrusivo.

Sedimentarias: (del latín sedimentum, asentamiento) se forman por la precipitación y acumulación de materia mineral de una solución o por la compactación de restos vegetales y/o animales que se consolidan en rocas duras. Los sedimentos son depositados, una capa sobre la otra, en la superficie de la litósfera a temperaturas y presiones relativamente bajas y pueden estar integrados por fragmentos de roca preexistentes de diferentes tamaños, minerales resistentes, restos de organismos y productos de reacciones químicas o de evaporación.

4.2.1.6 EDAFOLOGÍA

La edafología es la ciencia que se encarga del estudio del suelo y sus características. Los factores edáficos del suelo tienen una gran importancia en la construcción. El suelo es un recurso natural esencial para la vida en la Tierra, ya que es el medio en el que se desarrollan las plantas y, por tanto, es la base de la cadena alimentaria. Además, el suelo también tiene una importancia fundamental en la construcción, ya que es el soporte sobre el que se edifican las estructuras. Los factores edáficos del suelo son las características que determinan las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo:

- La textura: Se trata de la proporción de arena, limo y arcilla que tiene el suelo.
- La estructura: Se refiere a la forma en que las partículas del suelo se agrupan entre sí.
- La porosidad: Es un factor muy importante, ya que se refiere a la capacidad del suelo para permitir el paso del agua para drenar el terreno.
- La humedad del suelo: Es un factor clave a tener en cuenta a la hora de construir, ya que el suelo húmedo puede debilitar los cimientos de las estructuras.
- El PH: Influye en la disponibilidad de los nutrientes para las plantas y, por tanto, en la calidad del suelo.
- La materia orgánica: Es importante para mantener la fertilidad del suelo, ya que aporta los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas.
- Los nutrientes: Son fundamentales para el desarrollo de las plantas, por lo que es importante conocer la cantidad y disponibilidad de los nutrientes en el suelo.

4.2.1.7 TIPO DE SUELO

Es importante tener en cuenta estos factores edáficos del suelo a la hora de construir para asegurar una base sólida y resistente para las estructuras. Si el suelo no es adecuado para soportar una estructura, es posible que se produzcan daños en la construcción, como grietas en las paredes o cimientos debilitados. Además, es importante tener en cuenta que los factores edáficos del suelo pueden variar significativamente en diferentes áreas geográficas, incluso dentro de una misma región. Por lo tanto, es esencial realizar estudios del suelo en el área de construcción, para comprender los factores edáficos del suelo y asegurar que el suelo sea adecuado para soportar la estructura que se va a construir.

Con base en la carta edafológica del INEGI (en escala 1:50,000), el Sistema Ambienta Regional, AI y AP está representada por cinco tipos de suelo, Litosol, Feozem Haplico y Vertisol Pelicolos más abundantes en el SAR.

Tabla 17. Distribución de superficies del SAR, AI y AP con respecto a la edafología.

Clave	Edafología	SAR		AI		AP	
Je	Fluvisol Eutrico	223.7628	1.33%	0.0000	0.00%	0.0000	0.00%
I	Litosol	3911.1287	23.28%	23.5783	5.28%	0.0000	0.00%
Hh	Feozem Haplico	4901.0516	29.17%	234.7327	52.55%	1.3886	60.74%
Vp	Vertisol Pelico	4212.3389	25.07%	167.3090	37.46%	0.8975	39.26%
Rc	Regosol Calcarico	1739.3537	10.35%	0.0000	0.00%	0.0000	0.00%
E	Rendzina	1814.5911	10.80%	21.0486	4.71%	0.0000	0.00%
Total		16802.2267	100.00%	446.6686	100.00%	2.2861	100.00%

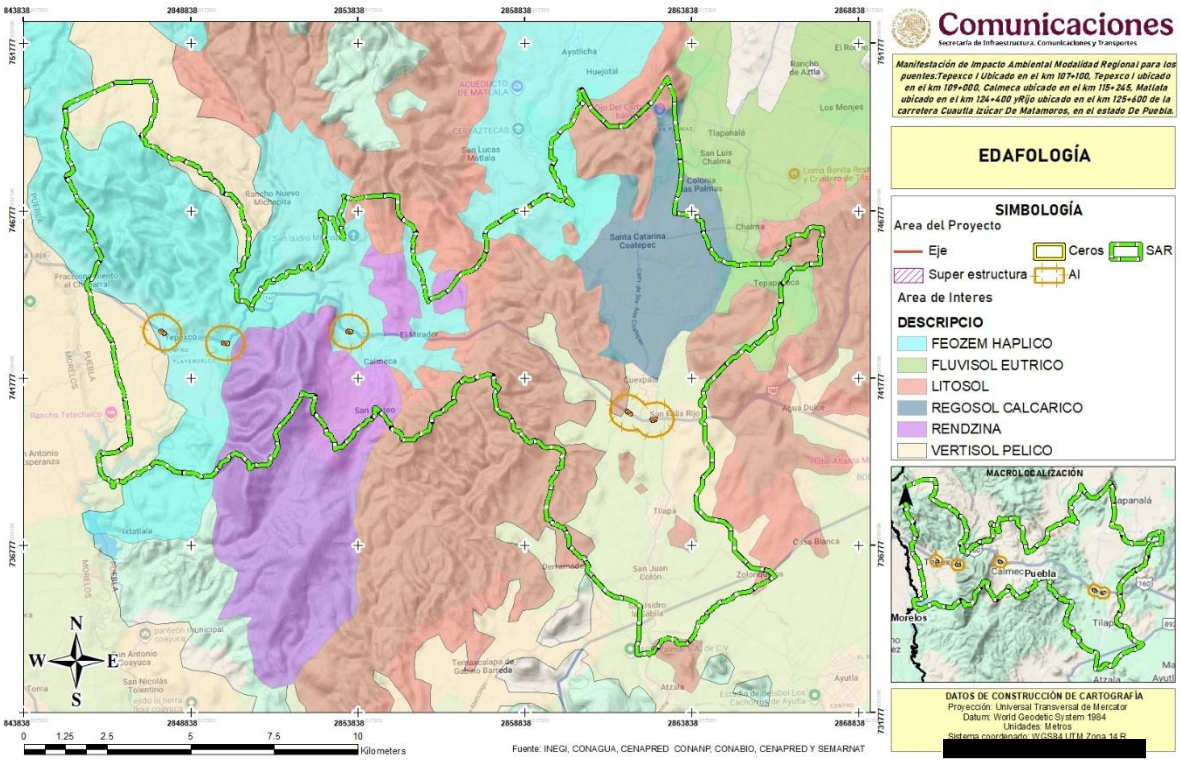


Figura 31. Unidades de suelo presentes en el SAR y área de proyecto.

A continuación, se describen los diferentes tipos de suelo presentes en el SA:

Feozem: Phaeozem o Feozem deriva del griego “phaios” que significa oscuro y del ruso “zemlja” que significa tierra. Hace alusión al color oscuro del horizonte más superficial debido a su alto contenido en materia orgánica. Este tipo de suelos se asocia a regiones con un clima suficientemente húmedo para que exista un proceso de “lavado” pero con una estación seca. El clima puede ir de cálido a frío y van de la zona templada a las tierras altas tropicales. El perfil típico es del tipo AhBC donde el horizonte B puede ser de tipo Cámbico o Árgico. Los Phaeozems vírgenes soportan una vegetación de matorral o bosque, aunque son muy pocos. Son suelos fértiles y son capaces de soportar una gran variedad de cultivos, tanto de secano como de regadío, así como pastizales. Sus principales limitaciones son las inundaciones y la erosión. Un **Phaeozem háplico se** caracteriza por no presentar ningún horizonte diagnostico que sea determinante.

Fluvisol: Suelos formados de sedimentos fluviales, que se diagnostican por tener materiales diferenciados por las partículas mecánicas (arena, limo y arcilla) o por presentar diferencias en el contenido en materia orgánica en una profundidad menor de 25 cm medido desde la superficie. Son de perfil AC sin horizonte A mólico, ni horizonte B cámbico. Tienen más de 50 % de saturación por bases en un espesor de 1 metro, medido desde la superficie. El área que ocupa es de 2506 hectáreas; 66 % de los Fluvisoles. **Fluvisol Eutrico** El carácter éutrico está dado cuando el suelo tiene un grado de saturación por bases de 50 % o más.

Litosol: Los Litosoles son suelos poco desarrollados que presentan contacto lítico a 30 cm o menos de profundidad. Existen situaciones en las que es posible observar un material gravilloso grueso entre el horizonte A y la roca consolidada, producto de la meteorización de esta última, lo que puede considerarse como un incipiente horizonte C. Carecen de horizonte diagnóstico subsuperficial presentando en la gran mayoría de los casos un perfil de secuencia A-R con horizonte diagnóstico superficial ócrico, úmbrico o melánico.

Vertisol Suelos llamados pesados, se crean bajo condiciones alternadas de saturaciónsequía, se forman grietas anchas, abundantes y profundas cuando están secos y con más de 30% de arcillas expandibles. Mediante un buen programa de labranza y drenaje son bastante fértiles para la agricultura por su alta capacidad de retención de humedad y sus propiedades de intercambio mineral con las plantas. Las obras de construcción asentadas sobre estos suelos deben tener especificaciones especiales para evitar daños por movimiento o inundación. Son bastante estables frente a la erosión y tienen buen amortiguamiento contra sustancias tóxicas. Se encuentran frecuentemente en las zonas agrícolas de regadío del país, como los bajíos de Michoacán, Guanajuato y Campeche, la región de Chapala, la depresión de Tepalcatepec y las fértiles llanuras costeras de Sonora, Sinaloa, Tamaulipas y Veracruz así como en llanuras Inter montañas de San Luis Potosí y Tamaulipas. **Vertisol pelico**, vertisol que tiene un color negro o café oscuro.

Regosol Suelos con propiedades físicas o químicas insuficientes para colocarlos en otro grupo de suelos. Son pedregosos, de color claro en general y se parecen bastante a la roca que les ha dado origen cuando no son profundos. Son comunes en las regiones montañosas o áridas de México, asociados frecuentemente con Leptosoles. Regosol Calcarico. **Regosol Calcarico** Suelo con más de 2% de carbonato de calcio. No tiene las propiedades específicas del horizonte cálcico.

Rendzina Este tipo de suelo se caracteriza por su formación sobre materiales con abundantes cantidades de carbonatos de calcio como las rocas calizas, algunas lutitas y conglomerados que se encuentran en el estado, por lo cual tienen cantidades altas a muy altas de calcio, y además, por tener un horizonte A mólico. Las zonas de climas cálidos y templados subhúmedos donde se ubican producen materiales muy finos. Están distribuidos en sierras y lamerías de la Sierra Madre del Sur, San Martín Atexcal, Tochimiltzingo, Chila de la Sal, y constituyen 6.36% de la superficie estatal. El horizonte A mólico tiene un espesor entre 15-50 cm, y debido principalmente a la formación de complejos órgano-minerales entre el calcio del suelo y la materia orgánica aportada por la vegetación natural (selvas bajas, bosques y algunos pastizales), se ha producido la melanización u oscurecimiento, dando colores oscuros como el pardo grisáceo y el gris. La clase textural dominante es media, principalmente migajones arenosos, migajones o migajones arcillosos. La estructura está constituida por bloques subangulares, granular o migajosa, variando en tamaño de fina.a gruesa y con un desarrollo débil a moderado; el drenaje interno es moderadamente a excesivamente drenado. Por lo general son muy ricos en materia orgánica (aproximadamente 4.3%), una capacidad de intercambio catiónico total moderada (cercana a 18.0 meq/100 g), la saturación de bases es alta (muy cercana a 100%), los cationes intercambiables potasio, calcio y magnesio son, respectivamente, bajo (0.3 meq/100 g), alto (19.4 meq/100 g) y medio (1.4 meq/100 g); ligeramente alcalinos (pH 7.6) Y su reacción al HCI es de moderado a fuerte. Las características mencionadas confieren una alta fertilidad natural a estos suelos, pero su utilización se ve restringida ya que se encuentran limitados por un lecho rocoso o una capa de caliche a menos de 50 cm de profundidad; además el que se encuentren en sierras y lamerías representa graves riesgos de erosión. El uso actual de ellos es con pastizales inducidos, agricultura de temporal, o sustentan bosques de encino, selva baja caducifolia secundaria y matorrales desérticos rosetófilos.

4.2.1.8 DEGRADACIÓN DEL SUELO

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) define a la degradación como un cambio en la salud del suelo resultando en una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios. Este término a menudo se confunde con la degradación del suelo, ya que realmente se refiere a las pérdidas absolutas de suelo de la capa superficial y nutrientes del suelo, sin embargo, la

erosión del suelo se refiere a un proceso natural en zonas montañosas, pero con frecuencia se empeora mediante las malas prácticas de manejo A partir de la base en la carta de degradación del suelo en la República Mexicana de SEMARNAT, el SAR el AI y el DDV presentan **erosión física y química**, tal y como se observa a continuación.

Tabla 18. Tipos de erosión presentes en el SA- AI y AP.

Tipo	Grado	Causa	SAR		AI		AP	
			Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Sin información			7,070.4195	42.08%	187.9559	42.08%	0.9752	42.66%
Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	Ligero	Actividades Agrícolas	7,003.8941	41.68%	90.1818	20.19%	0.4132	18.08%
	Moderado	Actividades Agrícolas / Sobrepastoreo	2,719.7128	16.19%	168.5309	37.73%	0.8977	39.27%
Erosión eólica con pérdida del suelo superficial por acción del viento	Ligero	Actividades Agrícolas	8.2003	0.05%	0.0000	0.00%	0.0000	0.00%
Total			**16,802.2267**	**100%**	**446.6686**	**100.00%**	**2.2861**	**100.00%**

La degradación química es el proceso de degradación del suelo más extendido en el país (17.8% del territorio). Está presente en todas las entidades; pero la más afectada es Yucatán (55.1%), y las menos afectadas son Baja California Sur, Coahuila, Baja California y Sonora, donde la superficie con degradación química no excede 5.5% de su territorio. La degradación química en el nivel ligero representa 55% de la superficie nacional con degradación química; la moderada, 43.2% y la fuerte y extrema en conjunto, 1.8%. El tipo dominante en la degradación química fue la disminución de la fertilidad del suelo (92.7% del total de superficie afectada con degradación química en el país) originada por la disminución de los elementos minerales y de la materia orgánica disponible en el suelo. Este tipo de degradación se encuentra presente en más de la mitad de Yucatán, y en casi la tercera parte de Tlaxcala, Chiapas, Morelos, Tabasco y Veracruz. Los otros tipos específicos de degradación química (polución[4], salinización y eutrofización) están mucho menos extendidos, ocupando en conjunto 7.3% de la superficie con degradación química del país. La degradación química del suelo por polución se debe a la presencia, la concentración y el efecto biológico adverso de algunas sustancias. Éstas pueden provenir de tiraderos a cielo abierto, derrames, residuos industriales, deposición de compuestos acidificantes y/o metales pesados. La salinización o alcalinización es un incremento del contenido de sales en el suelo superficial que provoca, entre otras cosas, la disminución del rendimiento de los cultivos. Se presenta principalmente en las zonas áridas, en las cuencas cerradas y en las zonas costeras que tienen suelos naturalmente salinos. Los sistemas de riego que utilizan agua con una alta concentración de sodio pueden ocasionar la formación de una capa de salitre en la superficie de los suelos con drenaje deficiente, riego

excesivo o alta evaporación. La eutrofización es el exceso de nutrimentos en el suelo que perjudica el desarrollo de la vegetación. La polución, salinización y eutrofización se encuentran principalmente en Tamaulipas, San Luis Potosí, Chiapas, Nuevo León, Oaxaca, Veracruz y Zacatecas

La **erosión eólica** afecta principalmente a las regiones áridas, semiáridas, subhúmedas y secas del país, aunque no es exclusiva de ellas. Las causas de la erosión eólica también se atribuyen a una insuficiente protección del suelo por la cubierta vegetal, a niveles bajos de humedad y a la destrucción de la estructura del suelo. En escala nacional, 9.5% del territorio muestra evidencias de erosión eólica. Las entidades más afectadas son Chihuahua (28.5%), Tlaxcala (26%), Nuevo León (18.9%) y Durango (17.9%). En Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán no se encontró evidencia de este tipo de erosión. Con respecto a los niveles de erosión eólica, del total nacional afectado (18.1 millones de hectáreas), 66.7% se encuentra en nivel moderado, 29.5% en ligero y 3.9% entre fuerte y extremo. El tipo dominante de la erosión eólica es la pérdida de suelo superficial, el cual se presenta en 9.1% del territorio nacional. En estos sitios y sus alrededores es común la formación de dunas, lo que dificulta el establecimiento y desarrollo de la vegetación. Los estados más afectados por la pérdida de suelo superficial son Tlaxcala (26%), Chihuahua (25.9%) y Nuevo León (18.9%). Por otra parte, la erosión eólica con deformación de terreno y fuera de sitio no están muy extendidas en el país, ya que sólo afectan a poco más de 800 mil hectáreas, es decir, 0.44% del territorio nacional. Esta superficie se concentra en los estados de Chihuahua, Durango, Coahuila y Puebla. La erosión eólica en su modalidad de efectos fuera de sitio fue muy importante en el Distrito Federal (DF) y sus alrededores en los años 50; en ese tiempo, se formaban grandes tolvaneras cuyo origen era el lecho seco del ex lago de Texcoco. El problema se agravó debido a que esta zona fue utilizada para la descarga de las aguas residuales del DF, por lo que el paso estacional de los vientos del noreste arrastraba partículas de polvo, materia orgánica y microorganismos patógenos que provocaron problemas de salud pública en la zona metropolitana del Valle de México.

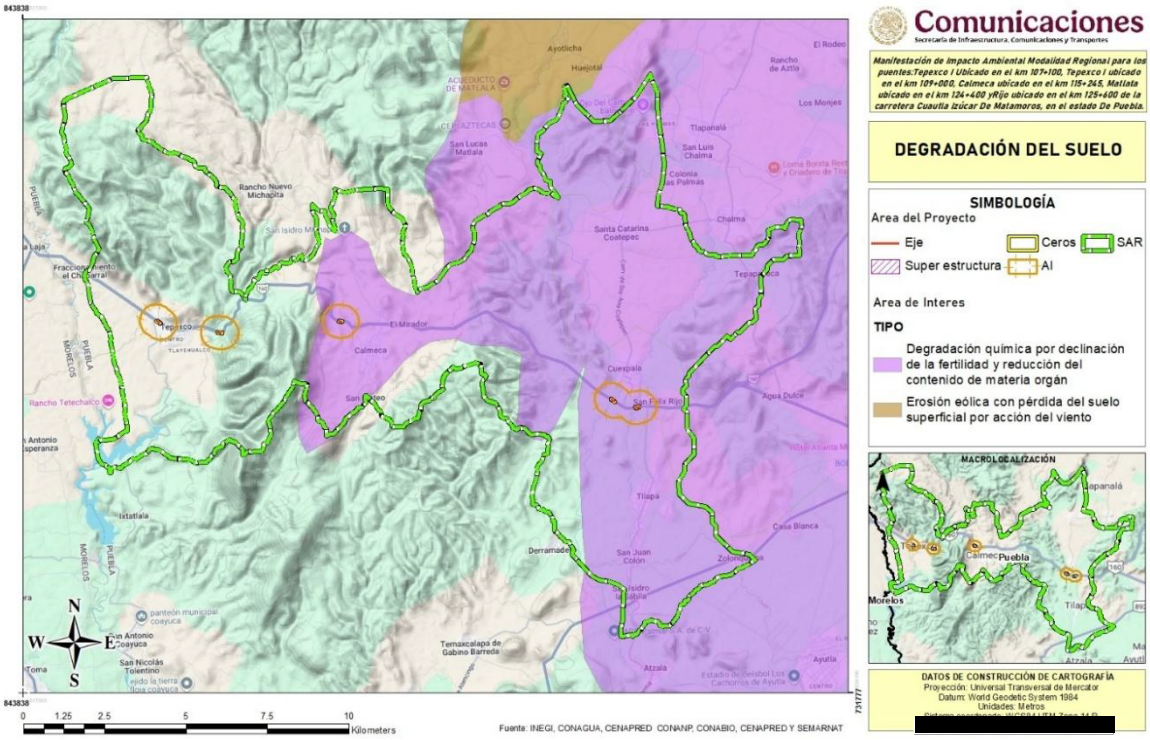


Figura 32. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a la degradación del suelo.

4.2.1.9 RIESGOS DE ORIGEN GEOLÓGICO

Con base el SGM un riesgo se refiere a las condiciones, procesos, fenómenos o eventos que debido a su localización y frecuencia pueden causar heridas, enfermedades o la muerte de seres humanos, y provocar daños al medio ambiente. Un riesgo geológico es aquel riesgo provocado por fenómenos naturales.

4.2.1.9.1 SISMOS

México es uno de los países del mundo con mayor actividad sísmica. Se registran más de 90 sismos por año con magnitud superior a 4 grados en la escala de Richter, lo que equivale a un 6% de todos los movimientos telúricos que se registran en el mundo (Atlas Nacional de Riesgos, 2010). La principal actividad sísmica de México se encuentra en la zona de subducción en las costas del Océano Pacífico, en ella se ubica el estado de Oaxaca; por lo que es necesario prestarle importancia a los eventos sísmicos y los efectos que estos producen, así como las pérdidas que se pueden presentar en la región por esta causa.

Como se sabe, los sismos se originan en el movimiento de las placas tectónicas sobre las cuales descansa el lecho del océano Pacífico, que están en continuo movimiento y empujándose unas contra otras, lo que ocasiona que se acumule una gran tensión, (como si fueran un enorme resorte que se va presionando), cuando esta tensión se libera, producto del mismo movimiento de las placas, la tensión se libera originando los terremotos en la plataforma continental y provocando que se mueva la superficie de la corteza terrestre, este movimiento es lo que conocemos como temblor.

Debido a la intensa actividad entre las placas tectónicas ubicadas en el lado oeste del país, la zona de mayor actividad sísmica se encuentra en los estados de la costa del Pacífico. Gracias a los registros sísmicos de las redes de detección instaladas en territorio mexicano, se puede ver una intensa actividad sísmica que se concentra principalmente entre Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Jalisco, así como en la parte norte de la península de Baja California, en la región de Mexicali.

Por otra parte, se debe decir que la República mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas, esta zonificación se elaboró para servir de apoyo en el diseño sísmico de estructuras, se realizó con base en los registros históricos de la frecuencia de sismos y la intensidad de estos, los cuales datan de aproximadamente inicios de siglo. Es decir, estas regiones sísmicas reflejan que tan frecuentes son los temblores y cuál es la aceleración máxima del suelo que se espera por la acción de las fuerzas sísmicas. Respecto a las zonas, a continuación, se presenta una descripción general de cada una de ellas.

Zona A, de baja sismicidad. En esta zona no se han registrados ningún sismo de magnitud considerable en los últimos 80 años, ni se esperan aceleraciones del suelo mayores al 10 % de la aceleración de la gravedad.

Zona B, de media intensidad. Esta zona es de moderada intensidad, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Zona C, de alta intensidad. En esta zona hay más actividad sísmica que en la zona B, aunque las aceleraciones del suelo tampoco sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.

Zona D, de muy alta intensidad. Aquí es donde se han originado los grandes sismos históricos, y la ocurrencia de sismos es muy frecuente, además de que las aceleraciones del suelo sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.

Con base en el análisis realizado del Mapa de Regionalización Sísmica del diseño elaborado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), mediante la información disponible en el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el SAR, el AI y el DDV se encuentran situados en la zona de susceptibilidad **sísmica C de alta intensidad**, cubriendo el 100% de la superficie donde se ubica la unidad de análisis, como se observa en la siguiente figura.

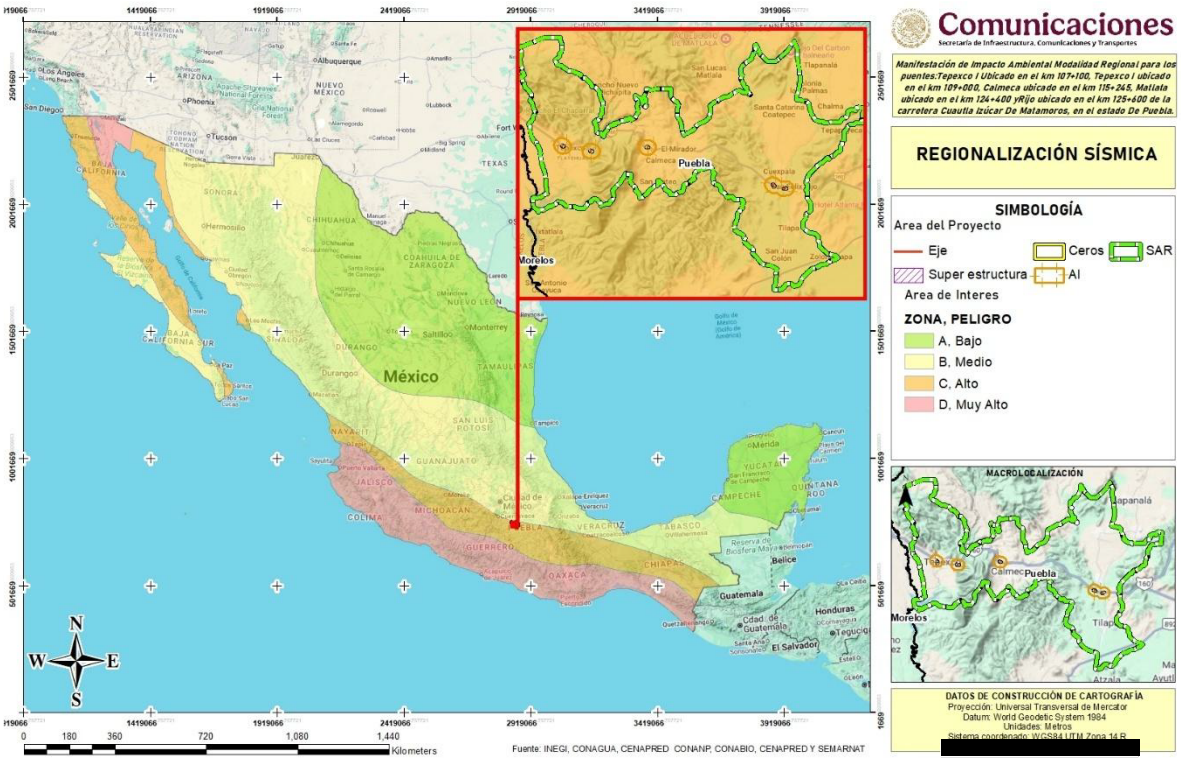


Figura 33. Regionalización sísmica.

4.2.1.9.2 INESTABILIDAD DE LADERAS

De acuerdo con el Servicio Geológico Nacional, la inestabilidad de una ladera provoca el movimiento pendiente abajo de suelos, rocas y vegetación bajo la influencia de la gravedad. Los materiales se mueven a través de diferentes mecanismos: caídos o derrumbes, flujos y deslizamientos. Por otra parte, según el CENAPRED Los movimientos de las laderas ocurren cuando el pie (parte inferior) o alguna otra parte del cuerpo de los cerros o de las montañas se ven afectadas por causas naturales o artificiales. Entre las causas naturales más comunes se encuentra el reblandecimiento del terreno por el agua de la lluvia, los sismos, la erosión y socavación que causan los ríos al pie de los cerros.

Las causas artificiales están, en algunos casos, relacionadas con las excavaciones o cortes que se realizan para extraer materiales, construir carreteras o preparar el terreno para la construcción de casas. Además de estas causas, existen otros factores que determinan la inestabilidad de las laderas; éstos son el clima, el tipo de rocas (geología), la forma del terreno (topografía) y la deforestación.

La mayoría de los casos de inestabilidad ocurre en suelos y rocas alteradas suaves y su transporte ocurre de diferentes maneras: derrumbes, flujos y deslizamientos. En los siguientes apartados se describe cada una.

Un derrumbe se define como el desprendimiento violento de suelo y de fragmentos aislados de rocas que se originan en pendientes empinadas y acantilados, por lo que el movimiento es prácticamente de caída libre, rodando y rebotando.

Los flujos son movimientos de suelo y de fragmentos de rocas pendiente abajo de una ladera, en donde sus partículas se mueven entre sí dentro del volumen que se mueve o desliza sobre una superficie de falla. Los flujos pueden ser muy lentos, o incluso, muy rápidos; la velocidad está determinada por la cantidad de agua existente en el volumen de materiales.

Los deslizamientos son movimientos de materiales térreos (rocas, suelo y su combinación) pendiente abajo, delimitados por una o varias superficies de falla o ruptura. Estas superficies de falla pueden ser curvas y/o planas, y son, sobre ellas, que deslizan los materiales colapsados de una ladera.

Cada año, en las zonas montañosas de México ocurren numerosos casos de inestabilidad de laderas, causando decesos y cuantiosos daños materiales, principalmente en los estados de Puebla, Veracruz, Oaxaca, Guerrero y Chiapas. Su ocurrencia es el resultado de la combinación de factores climáticos, geológicos, hidrológicos, geomorfológicos y antropogénicos. Para el presente estudio se realizó la consulta del Conjunto de Datos Vectoriales de Susceptibilidad de Deslizamiento en Laderas del CENAPRED, basado en factores topográficos, geotécnicos, históricos, geomorfológicos y ambientales. A partir de dicha información se definió que el **100% de la superficie del SAR, AP y AI no se encuentra en la región susceptible a deslizamientos de laderas de nombre Eje Neovolcanico.**

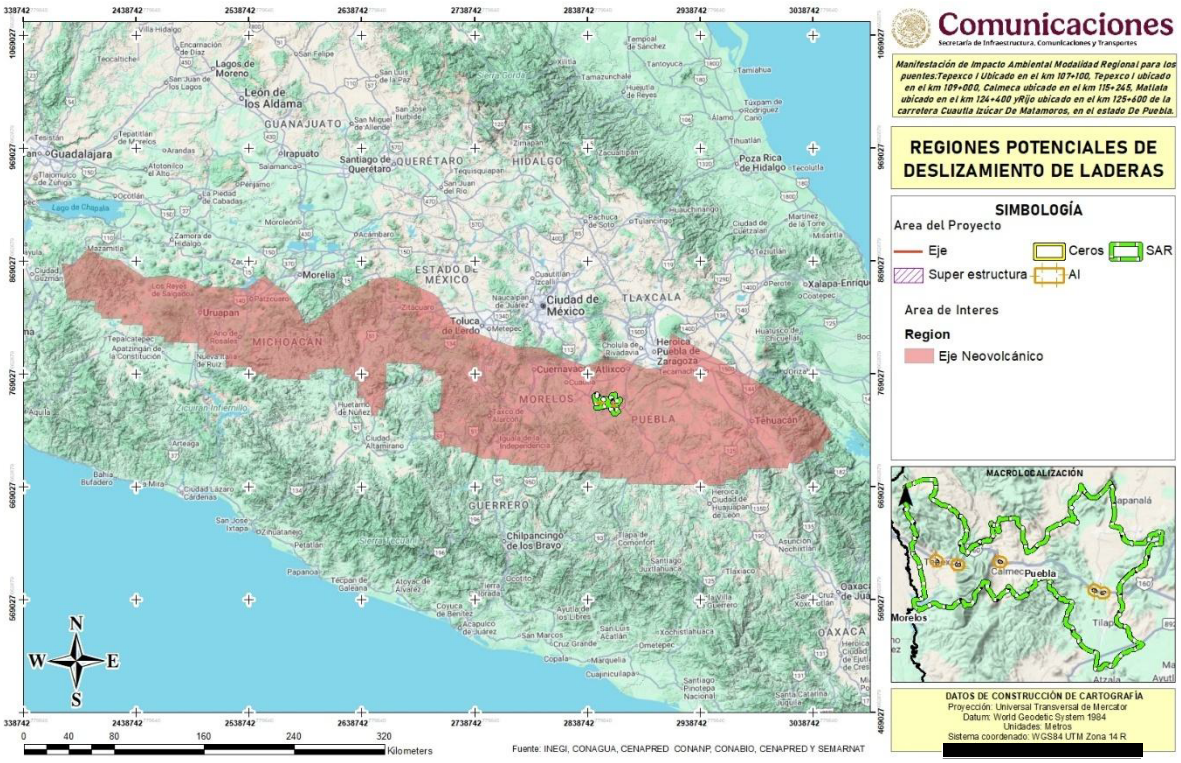


Figura 34. Regiones potenciales de deslizamiento de laderas

4.2.1.9.3 FALLAS Y FRACTURAS

Cuando las rocas son sometidas a tensión al interior de la corteza terrestre, sobrepasan su límite de resistencia especifico y se produce la rotura de las mismas, según una serie de planos que coinciden con las direcciones de mínima resistencia, en relación con la dirección de la tensión o presión sufrida. La capacidad que posee una roca para plegarse o romperse depende del tipo de roca y de las condiciones físicas a las que este sometida.

Falla. Una falla geológica es una fractura en la corteza terrestre a lo largo de la cual se mueven los bloques rocosos que son separados por ella. Hay tres principales tipos de fallas: normal, inversa y de desplazamiento de rumbo (movimiento horizontal). Las fallas normales constituyen planos a lo largo de los cuales un bloque “baja” con respecto al otro. Siempre se considera que es una falla normal si el bloque que está “encima” del plano (techo) baja con respecto al bloque que está “debajo” del plano (piso). Este tipo de fallas se origina por la separación de placas tectónicas, es decir, por distensión. Las fallas de desplazamiento de rumbo son un tipo de falla en la cual el movimiento general es paralelo al rumbo de la superficie de falla y los bloques se desplazan lateralmente uno respecto al otro. Usualmente, las evidencias que se buscan en el campo para encontrar estas fallas son filas de árboles

desplazados, cauces de ríos desplazados, cercas desplazadas lateralmente, entre otros. Un caso curioso son las ciudades de Los Ángeles y San Francisco en California, Estados Unidos, situadas a uno y otro lado de la llamada falla San Andrés. San Francisco se mueve hacia el Este mientras que Los Ángeles es desplazada hacia el Oeste, de manera que, conforme pasa el tiempo, las ciudades se acercan una de la otra. Finalmente, las fallas inversas provocan un levantamiento del suelo, es decir que el bloque que está encima del plano de falla (techo) “sube” con respecto al bloque que está debajo del plano (piso). Se les llama inversas porque las fuerzas que las generan son compresivas (empujan un bloque hacia el otro) y hacen subir un bloque rocoso por el plano inclinado de la fractura: es decir que este tipo de movimiento es anti-gravitacional (es contrario a la acción de la gravedad que tiende a hacernos caer). A modo ilustrativo, el terremoto de Limón, en 1991, generó un levantamiento de 1m de la costa, dejando expuesto en la costa lo que se encontraba sumergido previo al movimiento sísmico. La falla que se observa en la imagen es de tipo inversa.

Fractura. Las fracturas son superficies planas o suavemente curvadas de falla producidas por fallas quebradizas de rocas. Donde las masas rocosas a ambos lados de una fractura se han separado ligeramente, la fractura se denomina fractura de extensión. Si las dos masas de roca se han deslizado entre sí, las fracturas son fracturas por cizallamiento. En el caso de las fracturas naturales, en el campo, las fracturas de extensión se denominan comúnmente articulaciones. Las fracturas por cizallamiento se conocen como fallas cuando las rocas de un lado se han desplazado significativamente a lo largo de la superficie de la fractura. En esta sección examinamos las juntas; las secciones posteriores tratan de fallas. Las articulaciones y venas en la corteza terrestre son de enorme importancia para los humanos. Las articulaciones son planos de debilidad en afloramientos naturales y artificiales; el fracaso a lo largo de las superficies articulares ha provocado deslizamientos catastróficos y caídas de rocas. En el subsuelo, las juntas son vías para la migración de fluidos, incluyendo agua, petróleo y gas natural. La comprensión del flujo a través de las fracturas es necesaria para el uso del agua subterránea, y para la extracción de petróleo y gas natural. El espacio entre las masas rocosas a lo largo de una superficie de unión puede llenarse de minerales, depositados a partir del agua subterránea, en cuyo caso la articulación se conoce como veta. Muchos minerales económicamente importantes se extraen de las venas.

Eje estructural Lugar de los puntos de curvatura máxima. También se puede definir como la línea que resulta de la intersección entre el pliegue y el plano axial.

De acuerdo con el mapa de Fallas y fracturas (INEGI, 2002), que está a disposición pública en el sitio www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx., se definió que el **en el SAR, se encuentra una falla y una fractura, pero en el AP y AI no se encuentra en ninguna entidad de este tipo**

Tabla 19. Fallas y fracturas del SAR, AI y AP

Tipo	SAR	AI	AP
Falla	0	0	0
Fractura	1	0	0
Eje estructural	0	0	0
Total	**1**	**0**	**0**

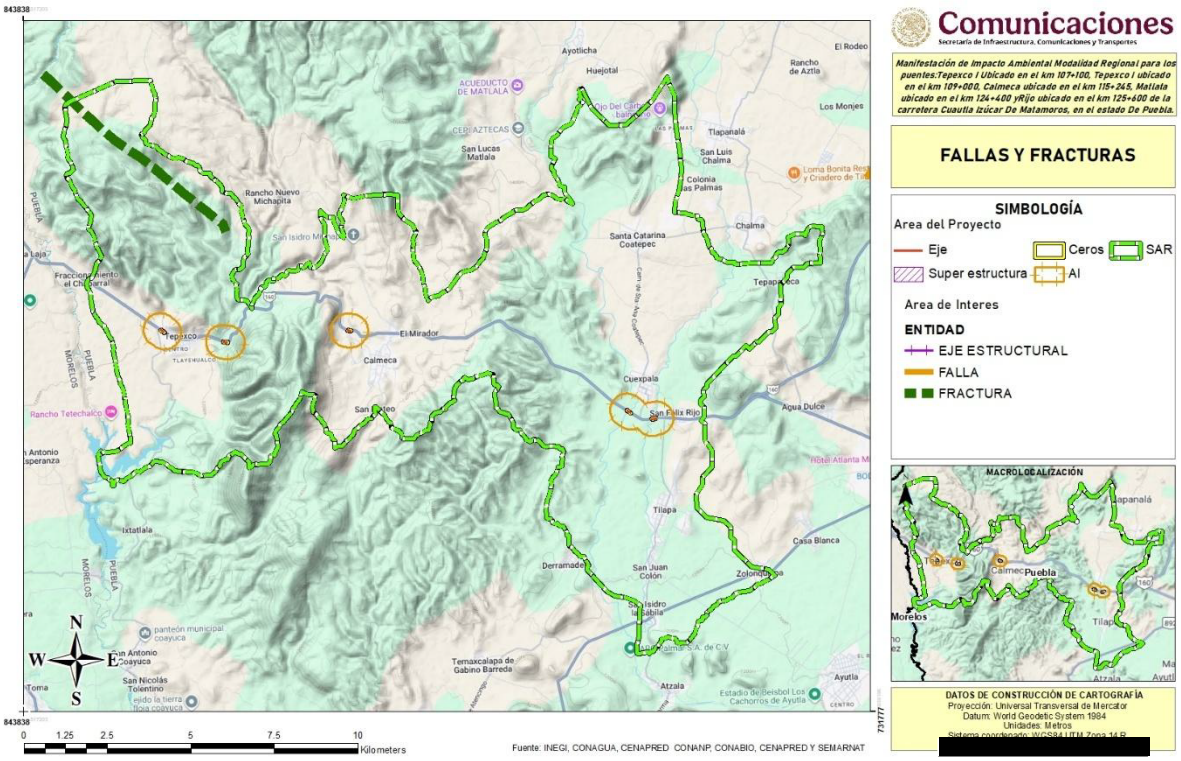


Figura 35. Fallas y fracturas presentes en el SAR y área de proyecto.

4.2.1.10 HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

4.2.1.10.1 ACUÍFEROS

Los acuíferos son formaciones geológicas conectadas de manera hidráulica por las que se almacena agua, es por ello, que son aprovechados para proveer este recurso para la realización de las actividades primarias y de servicio. El área del SAR, AI y AP presenta en su totalidad dentro del acuífero Atlixco – Izúcar de Matamoros.

Tabla 20. Acuíferos presentes en el SA- AI y AP.

Nombre	SAR		AI		AP	
	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Atlixco – Izúcar de Matamoros	16802.2267	100%	446.6686	100%	2.2861	100%
Total	**16802.2267**	**100%**	**446.6686**	**100%**	**2.2861**	**100%**

A continuación, se describe e ilustran al acuífero involucrado:

El acuífero **Atlixco-Izúcar de Matamoros**, definido con la clave 2103 por la Comisión Nacional del Agua, se localiza en la porción suroccidental del estado de Puebla, entre los paralelos 18° 24’ y 19° 03’ de latitud norte y entre los meridianos 98° 12’ y 98° 46’ de longitud oeste, cubriendo una superficie aproximada de 2,658 km². Limita al norte con el acuífero Valle de Puebla, al este y sur con Ixcaquixtla, ambos pertenecientes al estado de Puebla; al oeste con Tepalcingo-Axochiapan y al noroeste con Cuautla-Yautepec, pertenecientes al estado de Morelos. De acuerdo con la división política, el área de estudio incluye, en forma parcial o total, los siguientes municipios: Acteopan, Atlixco, Atzala, Atzitzihuacán, Cohuecan, Epatlán, Huaquechula, Izúcar de Matamoros, San Diego la Mesa Tochimiltzingo, San Martín Totoltepec, Tepemaxalco, Tepeojuma, Tepexco, Tianguismanalco, Tilapa, Tlapanalá y Tochimilco. En general el acuífero, se considera de tipo libre presentando condiciones de buena permeabilidad, esto ocurre principalmente en las rocas basálticas fracturadas y rocas calcáreas, sin embargo, también los piroclásticos presentan localmente permeabilidad interesante. Los usos que se le dan al agua extraída de este acuifero son: Público Urbano 12.39%, Agrícola 85.38% Doméstico 1.08% e Industria 1.16%.

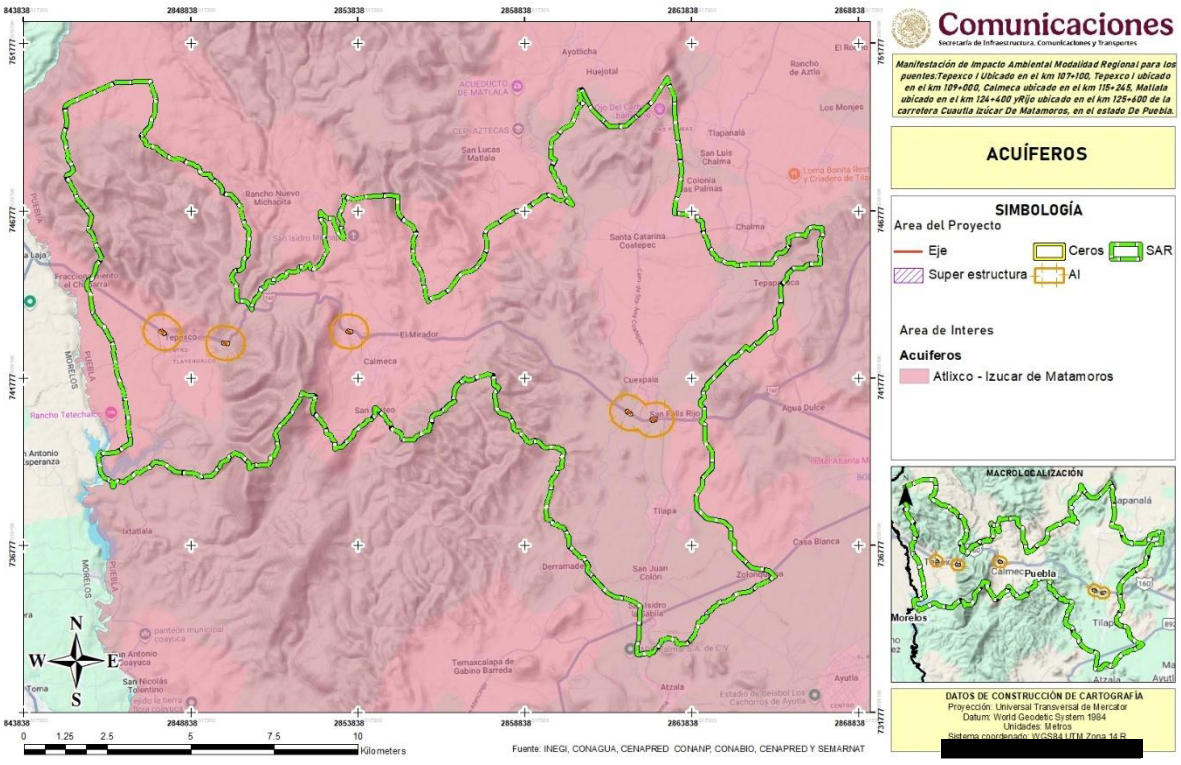


Figura 36. Hidrología subterránea en el SAR y área de proyecto.

4.2.1.10.2 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

4.2.1.10.2.1 REGIÓN HIDROLÓGICA

Las Regiones hidrológicas están conformadas en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas; en ellas se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos. Normalmente una región hidrológica está integrada por una o varias cuencas hidrológicas, por lo que sus límites son, en general, distintos a la división política por estados y municipios. De manera particular el proyecto se encuentra en la región hidrológica con clave **RH018 de nombre Balsas**

Tabla 21. Región hidrológica presente en el SA- AI y AP.

Clave	Nombre	SAR		AI		AP	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
RH18	Balsas	16802.2267	100%	446.6686	100%	2.2861	100%
Total		**16802.2267**	**100%**	**446.6686**	**100%**	**2.2861**	**100%**

A continuación, se presenta la descripción de los elementos mencionados:

Esta región es una de las más importantes del país; ocupa las zonas central y suroccidental del estado, se extiende por el estado de Michoacán y en una pequeña porción del estado de Veracruz-Llave, donde está limitada por las elevaciones que circundan la cuenca de Oriental-Perote, entre las que destacan, la caldera de los Humeros, el volcán Pico de Orizaba, el Cofre de Perote y el volcán Atlítzin o SierraNegra. Hacia el sur de estas montañas, el parteaguas oriental de la región, se prolonga a lo largo de las serranías que constituyen el borde occidental de la cañada poblana-oaxaqueña. Al norte y al sur, la región se encuentra limitada por los parteaguas del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, respectivamente. Está subdividida en 10 cuencas, de las cuales, cuatro de ellas, se encuentran parcialmente incluidas en territorio poblano: (A), Río Atoyac; (B), Río Balsas-Mezcala; (E), Río Tlapaneco y (F), Río Grande de Amacuzac. Suman en conjunto, 59.14% de la superficie estatal, aproximadamente.

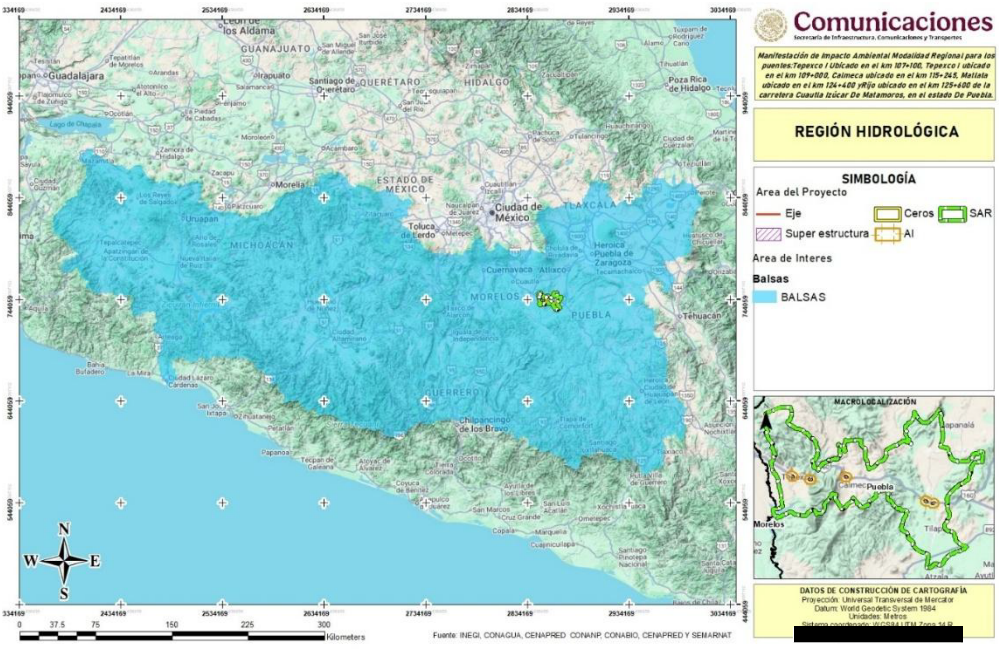


Figura 37. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a la Región Hidrológica.

4.2.1.10.2.2 CUENCA HIDROLÓGICA

Las cuencas hidrológicas son unidades del territorio donde las aguas fluyen al mar a través de una red de cauces que convergen en uno principal o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aún sin que desemboquen en el mar. Para el proyecto el SAR, AI y AP se encuentran en la **cuenca R. Atoyac**

Tabla 22. Cuencas hidrológicas presentes en el SA- AI y AP.

Clave	Nombre	SAR		AI		AP	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
RH18A	R. Atoyac	16802.2267	100%	446.6686	100%	2.2861	100%
Total		**16802.2267**	**100%**	**446.6686**	**100%**	**2.2861**	**100%**

A continuación, se presenta la descripción de los elementos mencionados

Cuenca Río Atoyac. Constituye la porción oriental de la región, incluye a la mayor parte de las zonas centro, oeste y suroeste de la entidad, que representan 57.23% de la superficie del estado. En esta área se genera anualmente un escurrimiento aproximado de 1 291 Mm3, volumen que con las aportaciones de los estados limítrofes de Tlaxcala, Morelos y Oaxaca, asciende a 1 451 Mm3. De éstos, 1 088 millones, salen al estado de Guerrero, a través del río Mezcala. Esta cuenca representa el extremo nororiental de la región del Balsas, por lo que sus límites dentro de éste, son los mismos descritos anteriormente para dicha región. El rasgo hidrográfico más sobresaliente de esta zona, es el río Atoyac, que es además la corriente más importante del estado; se forma a partir de la unión de los ríos San Martín o Frío, de Puebla y Zahuapan de Tlaxcala. El primero, baja de la Sierra Nevada, el segundo, de la sierra de Tlaxco. En la ciudad de San Martín Texmelucan, las aguas de dicha corriente y sus afluentes, se aprovechan en las actividades agrícolas, domésticas e industriales. Esta porción se caracteriza por lo accidentado de su topografía y el grado de pendiente de los cauces de sus corrientes, que sin control, pueden causar pérdidas en la agricultura. A lo largo del Atoyac, recibe las aportaciones de las corrientes permanentes de los ríos Nexapa, Mixteco y Tlapaneco. Al ingresar al estado de Guerrero, cambia su nombre al de río. Mezcala y posteriormente, al de Balsas. El escurrimiento medio anual de los ríos Atoyac y Nexapa, se estima en 458 Mm3. Dentro de Puebla, la cuenca del Atoyac, incluye a las subcuencas: A, Río Atoyac-Tehuitzingo; B, Atoyac-Balcón del Diablo; C, Presa Miguel Ávila Camacho; D, Atoyac-San Martín Texmelucan; E, Río Nexapa; F, Río Mixteco; G, Río Acatlán; H, Laguna de Totolcingo y J, Alceseca. Estas subcuencas están representadas por corrientes menores como las de los ríos Alceseca, Huehuetlán, Laxamilpa y otros.

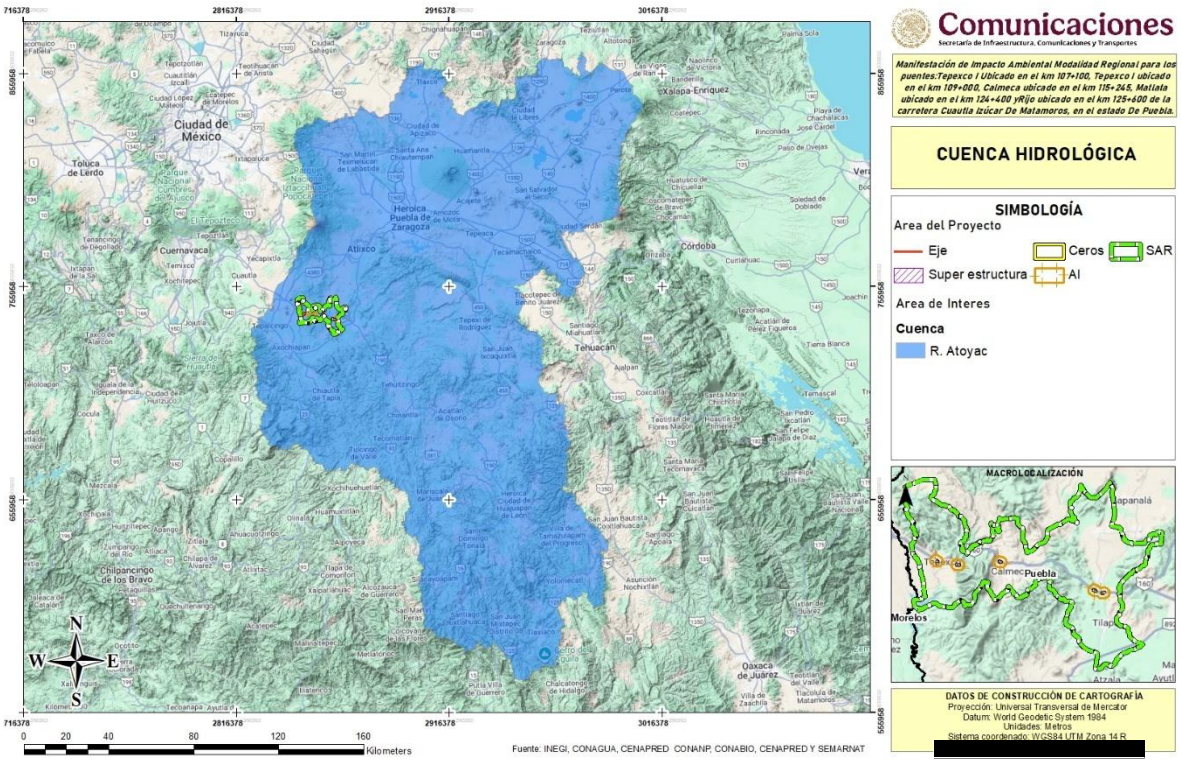


Figura 38.. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a Cuenca Hidrológica.

4.2.1.10.2.3 SUBCUENCA HIDROLÓGICA

Subcuenca hidrográfica, también subcuenca, y según la Directiva Marco del Agua, hace referencia a las partes en que se puede dividir una cuenca hidrográfica, definiéndose las subcuencas como la superficie de terreno cuya escorrentía superficial fluye en su totalidad a través de una serie de corrientes, ríos y, eventualmente, lagos hacia un determinado punto de un curso de agua, siendo este punto de confluencia en que desemboca el río principal que conforma la subcuenca, y a su través, esa subcuenca. El SAR, AI y AP se encuentran la subcuenca de nombre **R. Nexapa**

Tabla 23. Subcuencas hidrológicas presentes en el SA- AI y AP.

Clave	Nombre	SAR		AI		AP	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
RH18Ae	R. Nexapa	16802.2267	100%	446.6686	100%	2.2861	100%
Total		**16802.2267**	**100%**	**446.6686**	**100%**	**2.2861**	**100%**

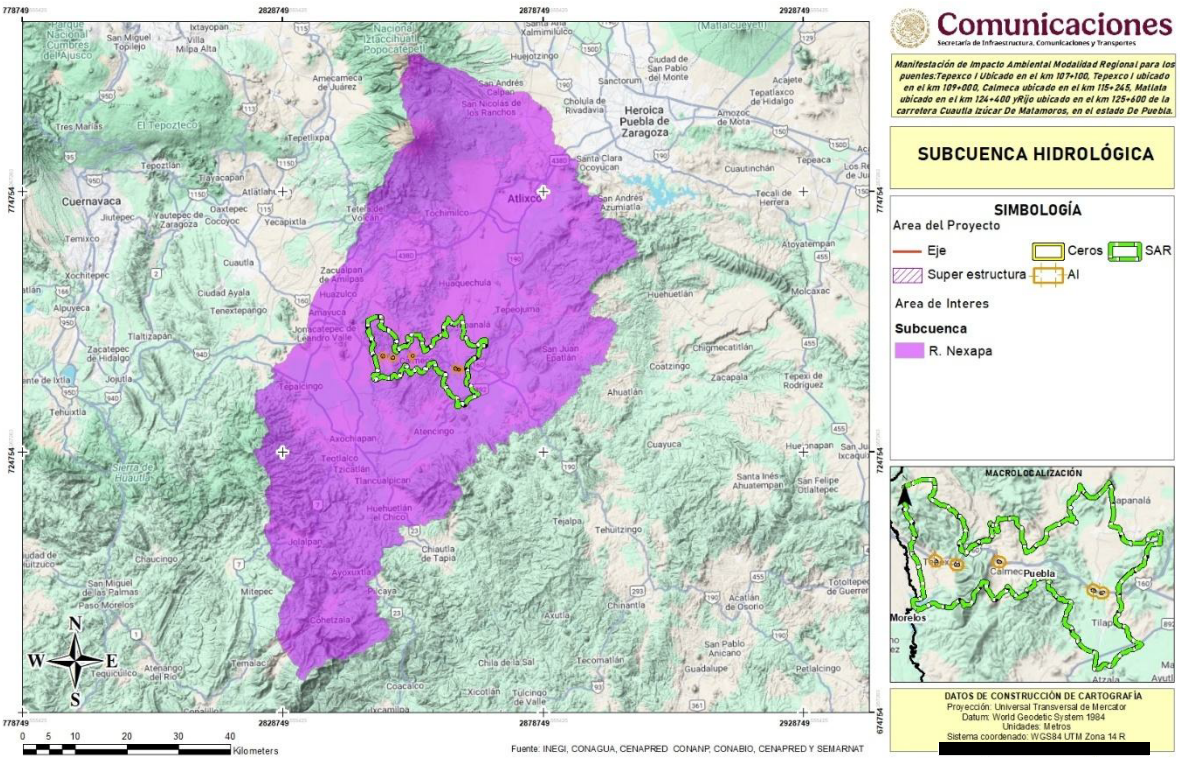


Figura 39. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a Subcuenca hidrológica.

La subcuenca del Río Nexapa se caracteriza por nacer en las faldas del Popocatépetl, alimentándose de deshielos, ser un río de régimen permanente, tener afluentes importantes (Atotonilco, Atila) y, aunque vital para el riego y abastecimiento, presenta alta contaminación fecal en algunas zonas, requiriendo manejo sustentable a pesar de su riqueza ecológica con bosques, fauna y presas como la de Necaxa.

4.2.1.10.2.4 MICROCUENCA HIDROLÓGICA

Es importante mencionar que, en 2002 la SAGARPA instruyó al Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) para que implementara el Programa Nacional de Microcuencas, que tiene como premisa fundamental la identificación de necesidades y oportunidades en unidades territoriales definidas como microcuencas, a través de procesos de planeación-gestión-acción documentados en Planes Rectores de Producción y Conservación (PRPC), en el cual, se establecen propuestas de desarrollo integral que posteriormente son presentadas en proyectos específicos en beneficio de los habitantes de las microcuencas atendidas, contribuyendo a un desarrollo rural integral y fortaleciendo la rehabilitación y conservación de los recursos naturales. De acuerdo a la Evaluación Externa en materia de Diseño del Programa Nacional de Microcuencas (PNM), realizada por el Colegio de Postgraduados (2007), se

concluye que el diseño del programa es adecuado para alcanzar el propósito consistente en la planeación-acción-gestión participativa aplicada al desarrollo rural integral a nivel de microcuencas.

En lo que respecta al FIRCO, el objetivo principal es revertir el deterioro de los ecosistemas a través de acciones para preservar el agua, el suelo y la biodiversidad. De manera particular, el SAR se encuentra en 4 micro cuencas FIRCO.

Tabla 24. Microcuencas presentes en el SA- AI y AP.

Clave	Microcuenca	SAR		AI		AP	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
18-070-15-015	Huaquechula	5696.2165	33.90%	92.8463	20.79%	0.4404	19.27%
18-070-19-007	Calmeca (San Juan Calmeca)	2885.2547	17.17%	90.1818	20.19%	0.4132	18.08%
18-070-19-008	Tepexco	5168.9574	30.76%	187.9559	42.08%	0.9753	42.66%
18-070-15-018	Tilapa	3051.7980	18.16%	75.6846	16.94%	0.4571	19.99%
Total		**16802.2267**	**100.00%**	**446.6686**	**100.00%**	**2.2861**	**100.00%**

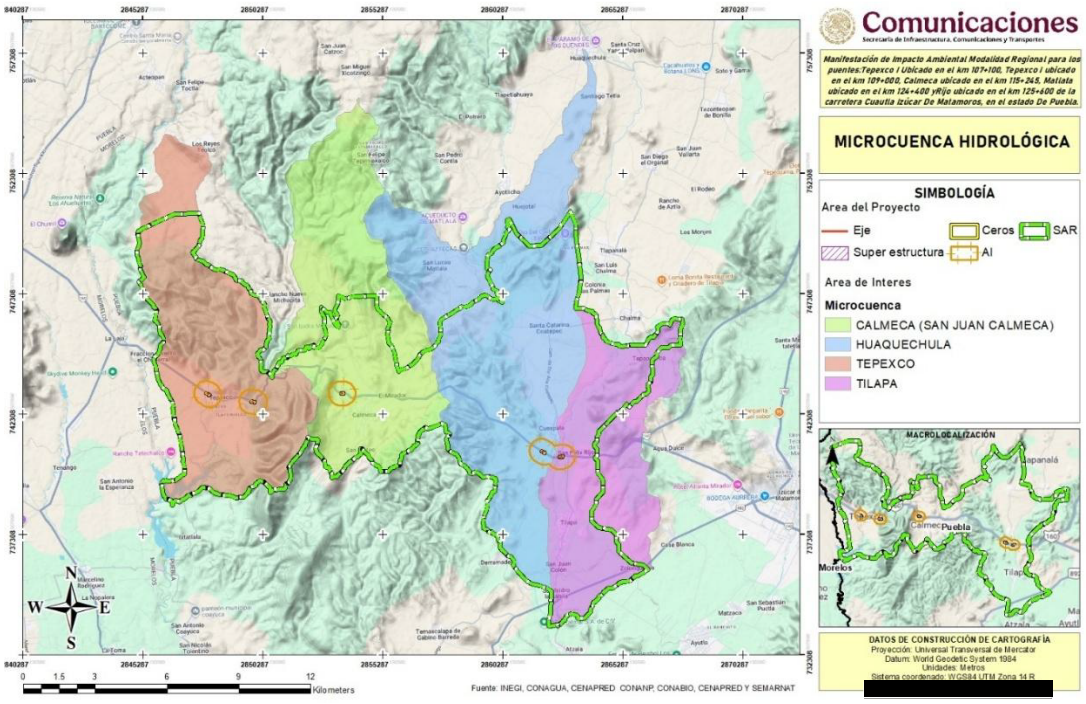


Figura 40. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a la microcuenca hidrológica.

4.2.1.10.2.5 ESCURRIMIENTOS

Se obtuvieron los escurrimientos presentes en el proyecto a partir del Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas, (SIATL), la cual es una aplicación web geoespacial que se accede a través del portal de internet (https://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/). Fue desarrollado para facilitar el estudio del comportamiento del recurso hídrico superficial en las cuencas de México, orientado a la simulación con métodos de redes geométricas y funciones para análisis hidrológico, considerando a los escurrimientos en su condición natural sin la presencia de infraestructura que altere el comportamiento natural del agua a una escala 1:50,000.

En la siguiente figura se muestran los escurrimientos en el área del proyecto, en la que se puede apreciar que existen 2 corrientes de tipo perenne y el resto son intermitentes:

Tabla 25. Escurrimientos presentes en la zona del Proyecto.

Tipo	Tipo de intersección	Cantidad
Perenne	Cruce	3
Intermitente	Cruce	2
Total		**5**

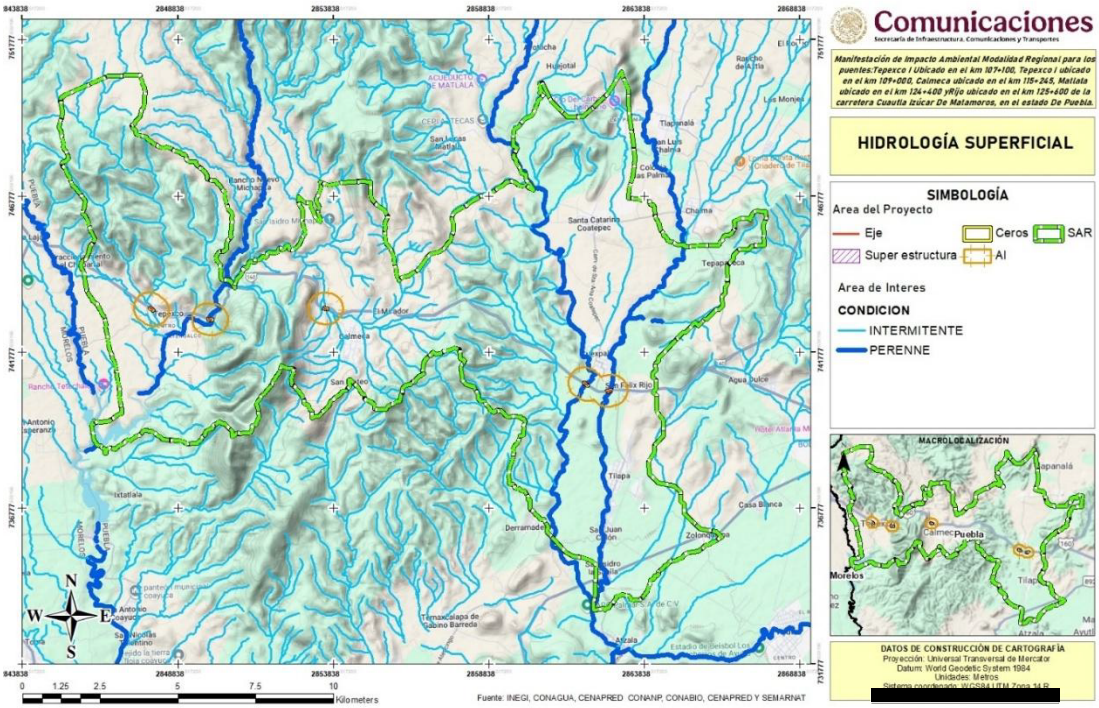


Figura 41. Ubicación del SAR y el AI con respecto a la hidrológica superficial.

4.2.2 MEDIO BIÓTICO.

4.2.2.1 FLORA

4.2.2.1.1 USO DE SUELO Y VEGETACIÓN CON BASE EN INEGI

De acuerdo con la capa de Uso del Suelo y Vegetación serie VII de INEGI, en el SAR se presentan 17 tipos diferentes de uso de suelo y vegetación, siendo Chaparral, Vegetación Secundaria Arbustiva De Chaparral, Pastizal Inducido y Agricultura De Riego Anual Y Permanente las que ocupan mayor superficie en el polígono del SAR en la siguiente figura se presenta su distribución espacial en el SAR.

Por lo anterior, en el siguiente cuadro se presentan los usos de suelo y tipos de vegetación en el SAR, considerando el porcentaje de la superficie con respecto al total del SAR, así como los USV de AI y AP.

Tabla 26. Usos de suelo y tipos de vegetación en el SAR.

Clave	Uso de suelo y vegetación	SAR		AI		AP	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
RA	Agricultura De Riego Anual	1232.7561	7.34%	53.4535	11.97%	0.5225	22.85%
RAS	Agricultura De Riego Anual Y Semipermanente	2352.6167	14.00%	144.8036	32.42%	0.8977	39.27%
RS	Agricultura De Riego Semipermanente	4153.3853	24.72%	142.7035	31.95%	0.8659	37.88%
TA	Agricultura De Temporal Anual	1105.6979	6.58%	0.0000	0.00%	0.0000	0.00%
AH	Asentamientos Humanos	467.2562	2.78%	26.2830	5.88%	0.0000	0.00%
H2O	Cuerpo De Agua	64.4824	0.38%	0.0000	0.00%	0.0000	0.00%
PI	Pastizal Inducido	128.8908	0.77%	0.0000	0.00%	0.0000	0.00%
VSA/SBC	Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Baja Caducifolia	1789.2021	10.65%	52.2054	11.69%	0.0000	0.00%
VSa/SBC	Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Baja Caducifolia	5507.9393	32.78%	27.2197	6.09%	0.0000	0.00%
Total		16802.2267	100.00%	446.6686	100.00%	2.2861	100.00%

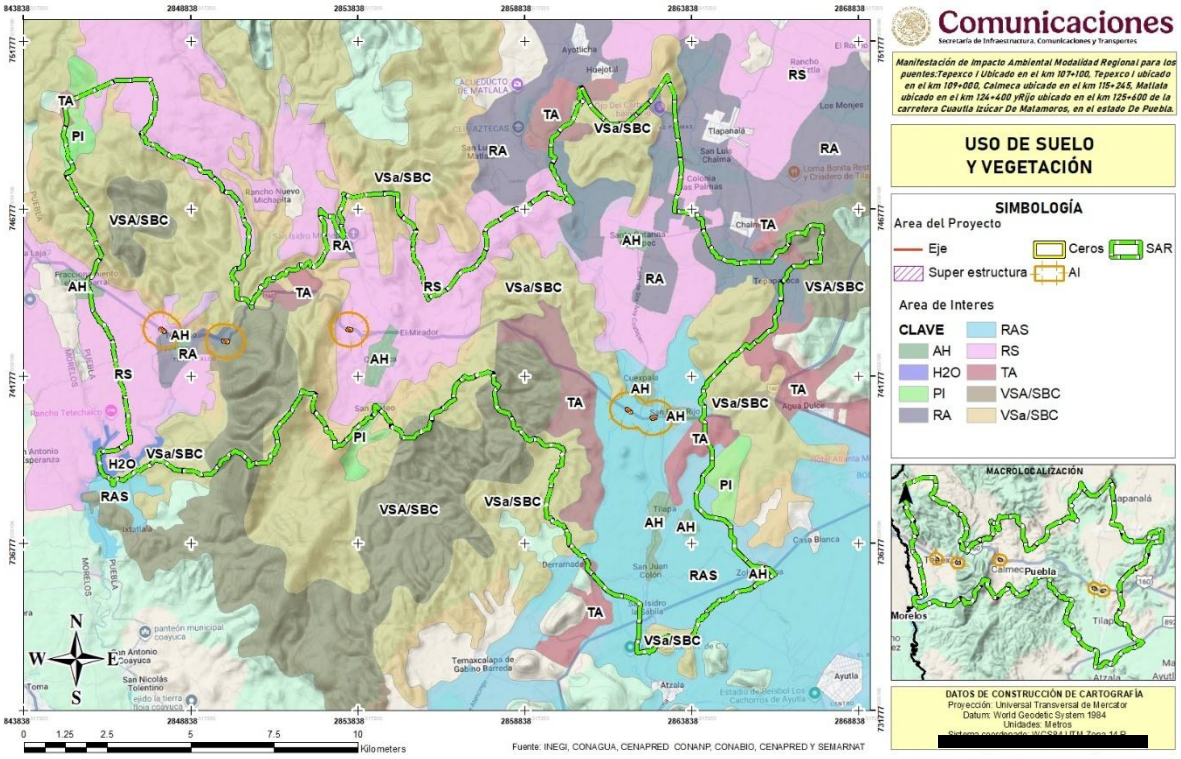


Figura 42. Usos del suelo y vegetación en el SAR, AI y AP

Tabla 27. Usos de suelo y tipos de vegetación en el SAR.

En los siguientes párrafos se describen los tipos de Uso de suelo y vegetación reportados:

Agricultura De Riego Anual: se refiere al cultivo de plantas que completan su ciclo de vida en menos de un año (anuales), pero que se cultivan mediante la aplicación controlada de agua (riego) en lugar de depender solo de la lluvia, permitiendo dos o más ciclos productivos al año (Primavera/Verano y Otoño/Invierno) en la misma tierra, aumentando la productividad y la seguridad alimentaria, usando sistemas como goteo, aspersión o inundación. Las plantas anuales (maíz, trigo, hortalizas, etc.) se siembran, crecen y cosechan dentro de un año, necesitando resiembra constante.

Agricultura De Riego Anual Y Semipermanente: se refiere a cultivos que se establecen con suministro artificial de agua (riego) y se clasifican por su ciclo de vida: anuales (ciclo < 1 año, se siembran cada temporada) y semipermanentes (ciclo de 1 a 10 años, permanecen en el terreno por más de un año pero menos que los permanentes, como frutales y viñedos en sus primeros años). Estos sistemas aseguran producción estable al controlar el agua, permitiendo cultivos en épocas secas y optimizando el uso del suelo y recursos hídricos.

Agricultura De Riego Semipermanente: e refiere a cultivos que permanecen en el terreno entre 2 y 10 años, a diferencia de los anuales (menos de un año) y los permanentes (más de 10 años), y que se benefician del suministro artificial de agua para complementar la lluvia y mejorar la producción en zonas que no la reciben naturalmente o para optimizar el rendimiento, utilizando sistemas como goteo, aspersión u otros métodos para llevar agua a la zona radicular de las plantas.

Agricultura De Temporal Anual. es un sistema de cultivo que depende exclusivamente de las lluvias estacionales para el riego, sin sistemas artificiales, planificando la siembra (mayo-junio) para cosechar en la temporada lluviosa (octubre-diciembre), siendo vital para cultivos como el maíz en México, pero altamente vulnerable a sequías, aunque es más sostenible hídricamente.

Asentamientos Humanos: es un lugar geográfico donde un grupo de personas vive y se organiza, abarcando desde una pequeña aldea hasta una gran ciudad, incluyendo su infraestructura (viviendas, servicios) y sistemas sociales, y pueden clasificarse en rurales, urbanos o suburbanos, formales o informales, según su planificación y servicios

Cuerpo De Agua: cualquier acumulación de agua en la Tierra, ya sea natural o artificial, superficial o subterránea, dulce o salada, incluyendo océanos, ríos, lagos, lagunas, acuíferos, embalses y arroyos, vitales para la vida, la regulación climática y el sustento de ecosistemas.

Pastizal Inducido: Esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene. Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal. De esta manera se tiene la categoría de pastizales inducidos que prosperan una vez destruidos los bosques de pino y de encino, característicos de las zonas montañosas de México. En altitudes superiores a 2 800 m las comunidades secundarias frecuentemente son similares a la pradera de alta montaña, formadas por gramíneas altas que crecen en extensos macollos. Los géneros *Festuca, Muhlenbergia, Stipa y Calamagrostis* son los más típicos de estos pastizales que, además de su interés ganadero, son aprovechados también a través de la extracción de la raíz de zacatón, materia prima para la elaboración de escobas que proporcionan las partes subterráneas de *Muhlenbergia macroura*. Por debajo de los 3 000 m de altitud, los pastizales

inducidos derivados de los bosques de encino y pino, son mucho más variados y en general no presentan la fisonomía de macollos muy amplios. Muchas veces son análogos en su aspecto a los pastizales clímax de las regiones semiáridas, pudiendo variar de bajos a bastante altos, a menudo en función del clima.

Selva Baja Caducifolia: Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. El más común es Aw, aunque también se presenta en BS y Cw. La temperatura media anual oscila entre los 18 a 28°C. Las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 a 1 500 mm. 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 1 900 m, rara vez hasta 2 000 m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje, en la vertiente del golfo no se le ha observado arriba de 800 m 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 pacifico. Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m). 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.* **Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Baja Caducifolia** Fase sucesional secundaria de la vegetación, con predominancia de árboles. Es una fase relativamente madura. Con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original. **Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Baja Caducifolia** Fase sucesional secundaria de la vegetación con predominancia de arbustos. Puede ser sustituida o no por una fase arbórea. Con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original.

4.2.2.1.2 VEGETACIÓN EXISTENTE EN CAMPO

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

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

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

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

- **VI. Cambio de uso del suelo en terreno forestal:** La remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales;
- **LXXI Bis. Terreno forestal arbolado**: Terreno forestal que se extiende por más de 1,500 metros cuadrados dotado de árboles de una altura superior a 5 metros y una cobertura de copa superior al diez por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. Incluye todos los tipos de bosques y selvas de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía que cumplan estas características;
- **LXXI. Terreno forestal:** Es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales;
- **LXXX. Vegetación forestal:** Es el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales
- **LXXXI. Vegetación secundaria nativa:** Aquella vegetación forestal que surge de manera espontánea como proceso de sucesión o recuperación en zonas donde ha habido algún impacto natural o antropogénico

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

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

- **V. Bosque**, vegetación forestal principalmente de zonas de clima templado, en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Esta categoría incluye todos los tipos de bosque señalados en la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- **XXXI. Selva**, Ecosistema forestal de clima tropical en el que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, excluyendo los acahuales y guamiles que cuentan con las características para ser considerados terrenos forestales; arbolados de acuerdo con esta Ley. En esta categoría se incluyen a todos los tipos de selva, manglar y palmar, de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía;
- **XL. Vegetación forestal de zonas áridas**, aquélla que se desarrolla en forma espontánea en regiones de clima árido o semiárido, formando masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Se incluyen todos los tipos de matorral, selva baja espinosa y chaparral de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e

Informática, así como cualquier otro tipo de vegetación espontánea arbórea o arbustiva que ocurra en zonas con precipitación media anual inferior a 500 milímetros.

No obstante, el uso del suelo y tipo de vegetación reportado por INEGI tuvo algunas diferencias con lo observado en campo. Por lo que en campo se realizó el mapeo de los usos de suelo y tipos de vegetación de la Línea de Ceros (LC).

Esta actividad consistió en realizar un caminamiento por el eje del proyecto, registrando las coordenadas de inicio y término de cada uno de los cambios de usos de suelo y tipos de vegetación. Posteriormente en el SIG del Proyecto se cargaron dichas coordenadas y con las anotaciones de campo se realizó la rodalización de los usos de suelo y vegetación de la LC y se calcularon sus superficies, este trabajo se realizó para cada uno de los cinco puentes, es oportuno recalcar que la superficie de afectación por el proyecto contempla dos usos de suelo general:

- **Forestal:** Todas aquellas áreas que son ocupadas por vegetación primaria o dominantemente primaria y secundaria, en este caso: Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
- **No forestal.** Áreas desprovistas de vegetación total o ausencia de especies, se refiere a aquellas áreas donde no se presenta crecimiento ni desarrollo de cobertura “forestal”. Así mismo, se considera como “no forestal” aquellas zonas desprovistas de vegetación (que debido a las distintas actividades antropogénicas no se permiten procesos de sucesión natural). En este caso se agruparon las siguientes coberturas: Agricultura de temporal, Zonas desprovistas de vegetación los cauces de los ríos, aunado, por supuesto, a la superficie correspondiente al camino existente.
-

4.2.2.1.3 PUENTE TEPEXCO

En la siguiente tabla se presentan las superficies de uso de suelo y vegetación presentes en la línea de ceros del puente Tepexco I:

Tabla 28. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la línea de ceros del Puente Tepexco I, según el trabajo de campo

Área	Uso de suelo y vegetación	Aptitud	Área (ha)	Porcentaje (Respecto al DDV)
Línea de ceros	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto	No Forestal	0.1749	28.71%

	Área desprovista de Vegetación	No Forestal	0.1972	32.38%
	Cauce del Rio	No Forestal	0.0158	2.59%
	Subtotal No Forestal		**0.3879**	63.68%
	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia	Forestal	0.0649	10.66%
	Subtotal Forestal		**0.0649**	10.66%
	Total Línea de ceros		**0.4528**	74.34%
Restante de DDV sin afectación			0.1563	25.66%
Total DDV			0.6091	100.00%

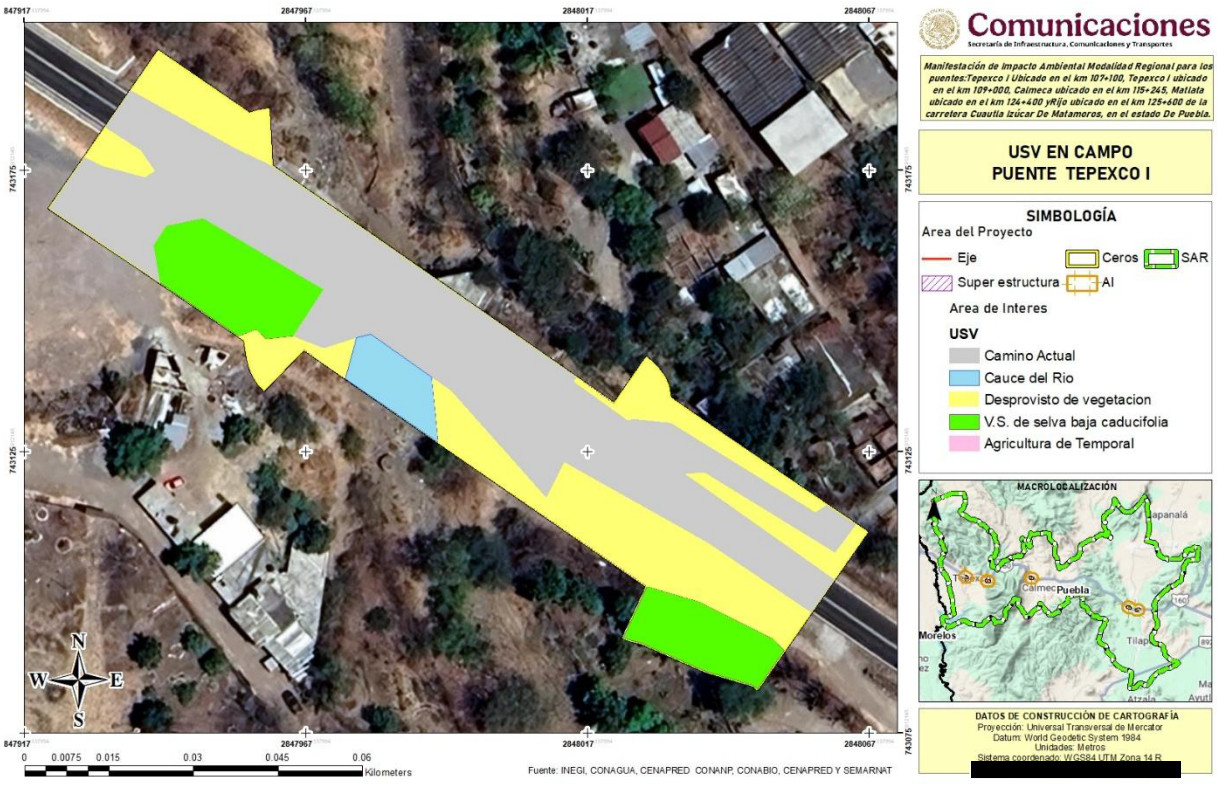


Figura 43. Uso del Suelo y Vegetación en la LC del proyecto según los trabajos de campo para el Puente Tepexco I

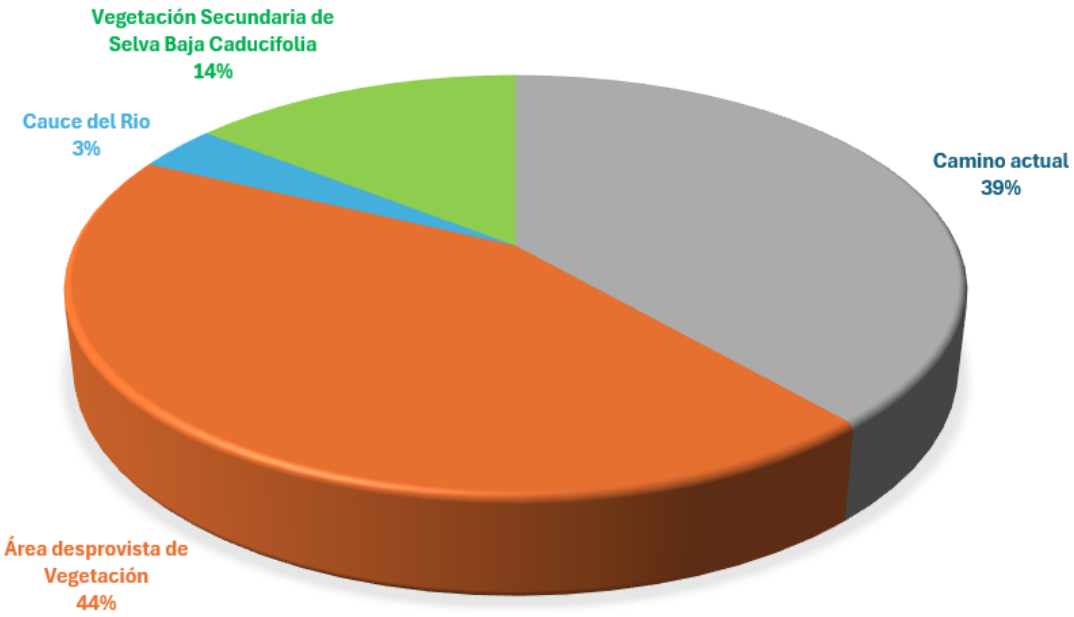


Figura 44. Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros para el puente Tepexco I, según la información de campo

4.2.2.1.4 PUENTE TEPEXCO II

En la siguiente tabla se presentan las superficies de uso de suelo y vegetación presentes en la línea de ceros del puente Tepexco II:

Tabla 29. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la línea de ceros del Puente Tepexco II, según el trabajo de campo

Área	Uso de suelo y vegetación	Aptitud	Área (ha)	Porcentaje (Respecto al DDV)
Línea de ceros	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto	No Forestal	0.1529	24.25%
	Área desprovista de Vegetación	No Forestal	0.1144	18.14%
	Cauce del Rio	No Forestal	0.0673	10.67%
	Subtotal No Forestal		**0.3346**	**53.07%**
	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia	Forestal	0.1879	29.80%
	Subtotal Forestal		**0.1879**	29.80%
	Total Línea de ceros		**0.5225**	**82.87%**
Restante de DDV sin afectación			0.1080	17.13%
Total DDV			0.6305	100.00%



Figura 45. Uso del Suelo y Vegetación en la LC del proyecto según los trabajos de campo para el Puente Tepexco II

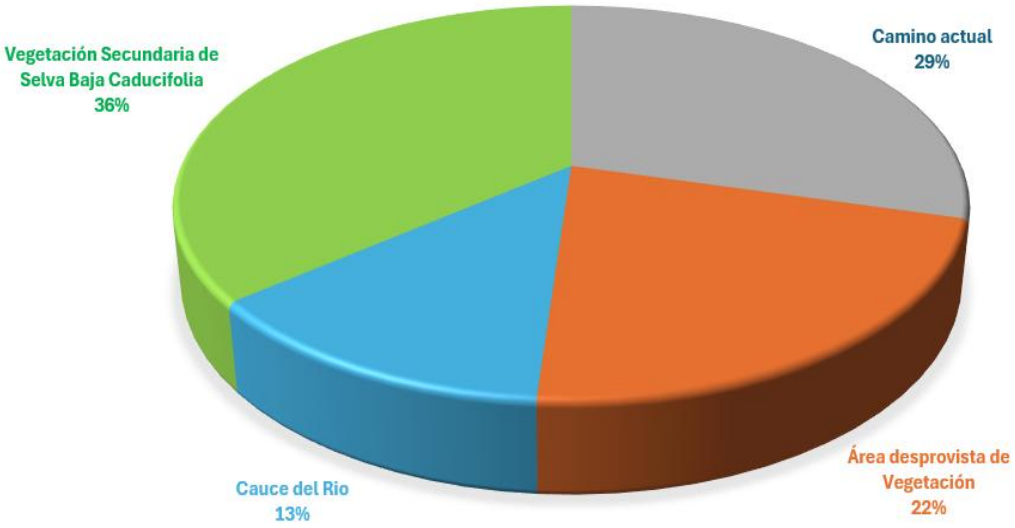


Figura 46. Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros para el puente Tepexco II, según la información de campo

4.2.2.1.5 PUENTE CALMECA

En la siguiente tabla se presentan las superficies de uso de suelo y vegetación presentes en la línea de ceros del puente Calmeca:

Tabla 30. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la línea de ceros del Puente Calmeca, según el trabajo de campo

Área	Uso de suelo y vegetación	Aptitud	Área (ha)	Porcentaje (Respecto al DDV)
Línea de ceros	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto	No Forestal	0.0965	20.62%
	Área desprovista de Vegetación		0.1762	37.66%
	Cauce del Rio		0.0298	6.37%
	Subtotal No Forestal		**0.3025**	**64.65%**
	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia	Forestal	0.1379	29.47%
	Subtotal Forestal		**0.1379**	29.47%
	Total Línea de ceros		**0.4404**	**94.12%**
Restante de DDV sin afectación			0.0275	5.88%
Total DDV			0.4679	100.00%



Figura 47. Uso del Suelo y Vegetación en la LC del proyecto según los trabajos de campo para el Puente Calmeca

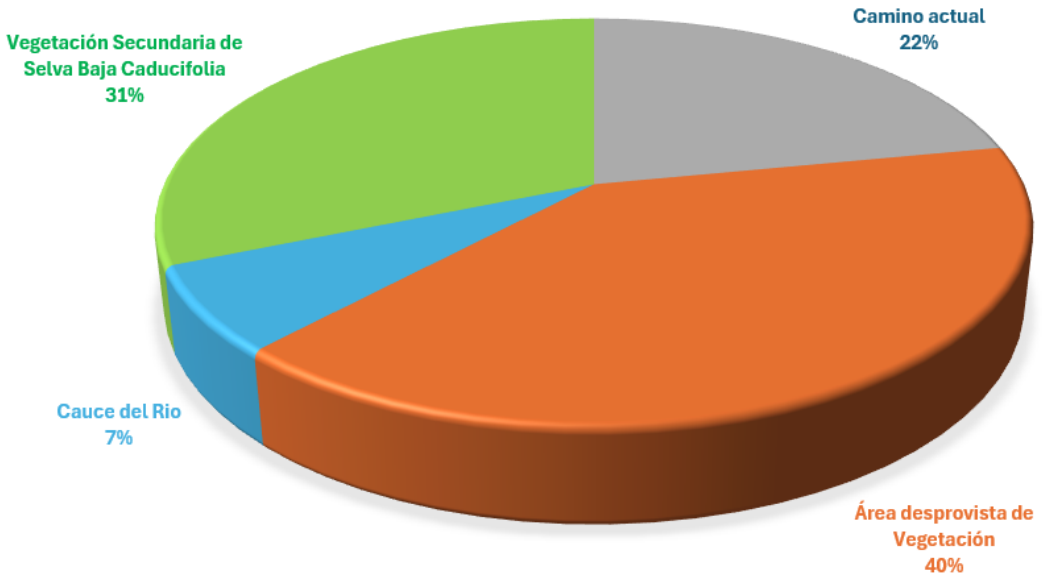


Figura 48. Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros para el puente Calmeca, según la información de campo

4.2.2.1.6 PUENTE MATLALA

En la siguiente tabla se presentan las superficies de uso de suelo y vegetación presentes en la línea de ceros del puente Matlala:

Tabla 31. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la línea de ceros del Puente Matlala, según el trabajo de campo

Área	Uso de suelo y vegetación	Aptitud	Área (ha)	Porcentaje (Respecto al DDV)
Línea de ceros	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto	No Forestal	0.1792	29.71%
	Agricultura de Temporal		0.1329	22.04%
	Área desprovista de Vegetación		0.0042	0.70%
	Subtotal No Forestal		**0.3163**	**52.45%**
	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia	Forestal	0.0969	16.07%
	Subtotal Forestal		**0.0969**	**16.07%**
	Total Línea de ceros		**0.4132**	**68.51%**
Restante de DDV sin afectación			0.1899	31.49%
Total DDV			0.6031	100.00%

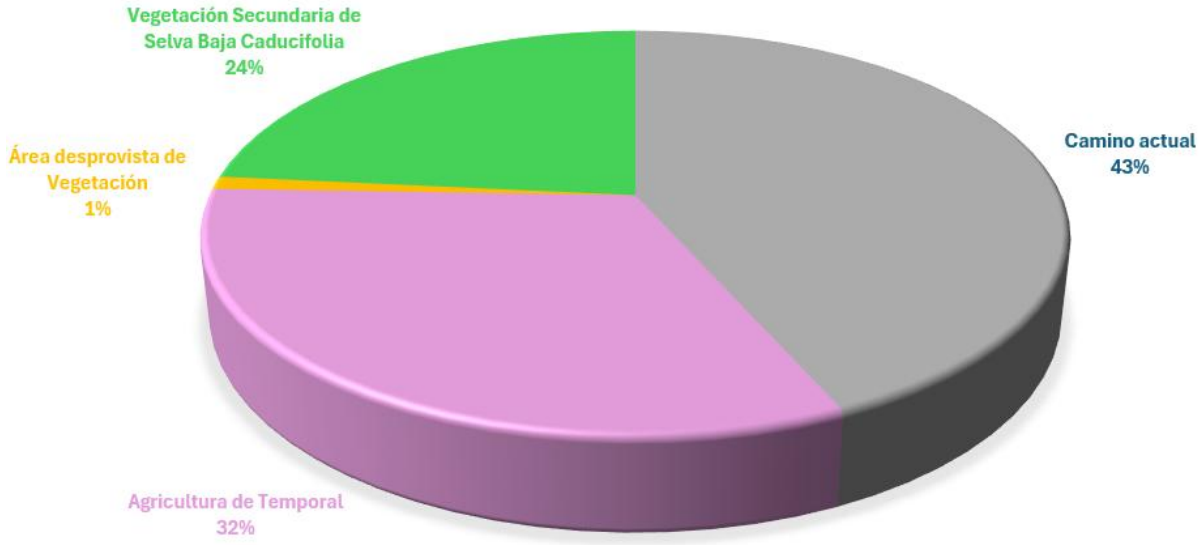


Figura 49. Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros para el puente Matlala, según la información de campo

4.2.2.1.7 PUENTE RIJO

En la siguiente tabla se presentan las superficies de uso de suelo y vegetación presentes en la línea de ceros del puente Rijo:

Tabla 32. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la línea de ceros del Puente Rijo, según el trabajo de campo

Área	Uso de suelo y vegetación	Aptitud	Área (ha)	Porcentaje (Respecto al DDV)
Línea de ceros	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto	No Forestal	0.1724	27.73%
	Agricultura de Temporal		0.0949	15.27%
	Área desprovista de Vegetación		0.0847	13.63%
	Cauce del Rio		0.0345	5.55%
	Subtotal No Forestal		**0.3865**	**62.18%**
	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia	Forestal	0.0707	11.37%
	Subtotal Forestal		**0.0707**	**11.37%**
	Total Línea de ceros		**0.4572**	**73.55%**
Restante de DDV sin afectación			0.1644	26.45%
Total DDV			0.6216	100.00%

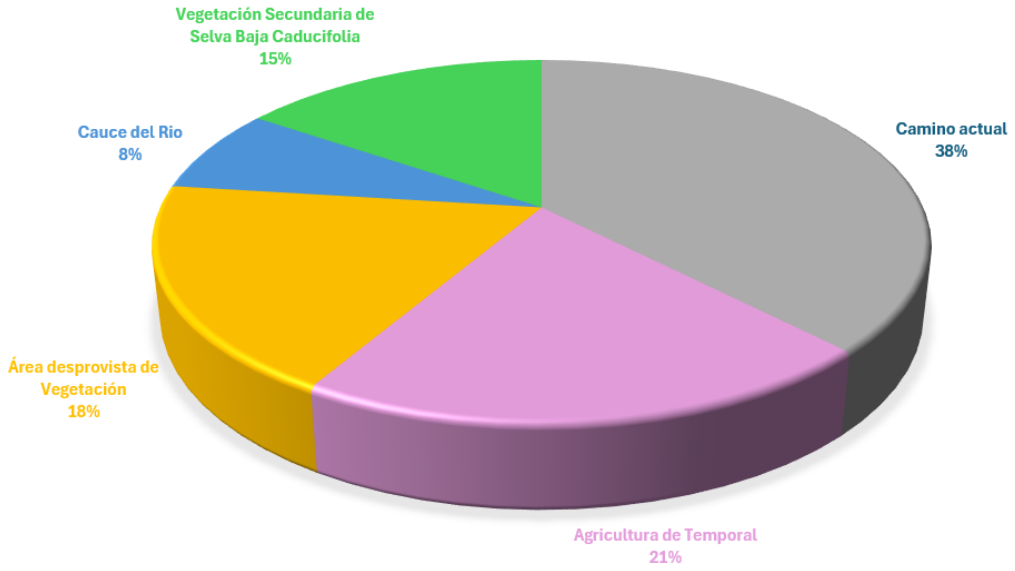


Figura 50. Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros para el puente Rijo, según la información de campo

4.2.2.1.7.1 RESUMEN DE AFECTACIONES FORESTALES

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las superficies de afectación forestal para cada puente

Tabla 33. Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para el Puente Rijo

Puente	Uso de suelo y vegetación	Numero de polígonos	Superficie	Porcentaje
Tepexco I	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia	2	0.0649	11.62%
Tepexco II		5	0.1879	33.66%
Calmeca		5	0.1379	24.70%
Matlala		3	0.0969	17.36%
Rijo		1	0.0707	12.66%
Total		16	0.5583	100.00%

4.2.2.1.7.2 POLIGONOS FORESTALES

En el siguiente Cuadro se desglosa la superficie de cada polígono forestal por cada puente.

Tabla 34. Polígonos de CUSTF para los cinco puentes

Polígono	Puente	Número	USV	Superficie
1	Tepexco I	1	SBC	0.0383
2	Tepexco I	2	SBC	0.0266
3	Tepexco II	1	SBC	0.0513
4	Tepexco II	2	SBC	0.0124
5	Tepexco II	3	SBC	0.019
6	Tepexco II	4	SBC	0.0606
7	Tepexco II	5	SBC	0.0446
8	Calmeca	1	SBC	0.0253
9	Calmeca	2	SBC	0.0497
10	Calmeca	3	SBC	0.0065
11	Calmeca	4	SBC	0.0196
12	Calmeca	5	SBC	0.0368
13	Matlala	1	SBC	0.0115
14	Matlala	2	SBC	0.0558
15	Matlala	3	SBC	0.0296
16	Rijo	1	SBC	0.0707
Total				**0.5583**

Así mismo se presenta el anexo "*Vértices de los polígonos forestales.xlsx*"

4.2.2.2 Metodología para la caracterización de la vegetación presente en el AP, AI y SAR (fase de campo y gabinete)

Diseño de muestreo

Para el levantamiento de las variables señaladas anteriormente para cada uno de los estratos a describir, se siguieron los pasos siguientes:

- En campo, se procedió a ubicar la coordenada central del sitio de muestreo registrada en el GPS, se tomó una fotografía al GPS en el que se aprecia la coordenada central del sitio de muestreo. En la bitácora de campo se registraron la fecha, número de sitio, tipo de vegetación, pendiente del sitio de muestreo y nombre del proyecto.

- Una vez localizada la coordenada, se seleccionó un árbol que fungió como centro del sitio de muestreo, con pintura en aerosol se escribió la nomenclatura correspondiente al sitio de muestreo, en el caso del área de proyecto se utilizó el acrónimo AP, AI, SAR seguida del número del sitio de muestreo, ejemplo, AP-01, AP-02...

- Definido el centro del sitio de muestreo, con una cinta métrica, se midieron 10 metros de largo del centro en dirección al inicio del proyecto y 10 metros de largo del centro en dirección al final del proyecto, así como 5 metros de ancho a la izquierda y 5 metros de ancho a la derecha, de tal forma que se tengan unas medidas finales de 40 metros de largo por 10 metros de ancho, se utilizó una brújula para disponer de direcciones francas y formar un polígono regular, de igual manera, se compensó las distancias de acuerdo a la pendiente del terreno. El estrato arbustivo fue conformado por una parcela de 10 m x 10 m, tomándose la mitad del sitio de muestreo. Para el caso del estrato herbáceo, se delimitó un cuadrante de 1 m x 1 m al centro del sitio de muestreo con ayuda de una cinta métrica.

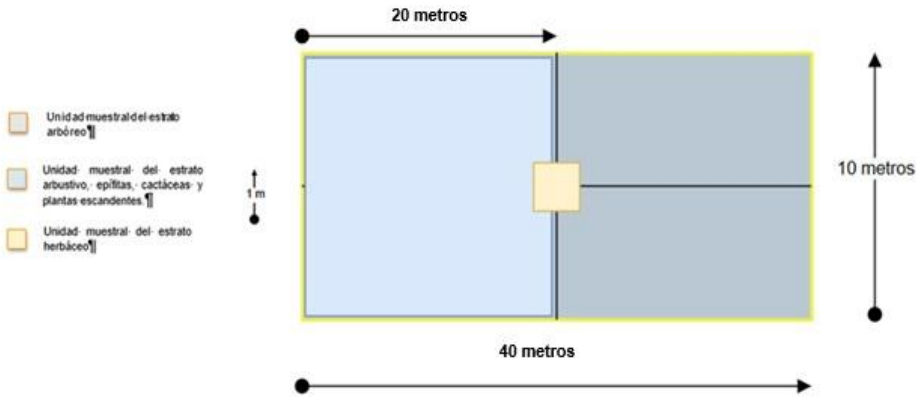
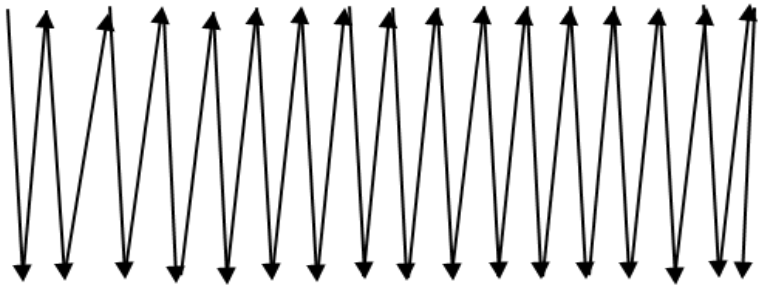


Figura 51. Unidades de muestreo

- Para la delimitación de los vértices de cada cuadrante, se utilizó cinta de precaución, registrando la coordenada UTM en el GPS, así como en la bitácora de campo.

- Una vez que se tienen definidos los cuadrantes, se procedió a levantar la información de campo por estrato, anotándola en las bitácoras elaboradas, se inicia el conteo de individuos en dirección inicio del proyecto a final del proyecto, en forma de zigzag.



- **Herbáceo**: debido a la fragilidad de las especies que componen este estrato, y que fue necesario hacer varios recorridos por el sitio para el conteo de individuos de los otros estratos, se optó por iniciar el trabajo de muestreo en el estrato herbáceo. En este sentido, primeramente, se registró el nombre científico y/o común de las especies, se contabilizaron los individuos por especie, se midieron con cinta métrica sus alturas y cobertura 1 y 2 (en forma de cruz) de cada ejemplar.
- **Arbóreo:** se inició a partir del árbol central, el cual se registró como el árbol 1, se anotó el nombre científico y/o común de este ejemplar arbóreo en la bitácora, posteriormente a cada ejemplar, con pintura aerosol, se le colocó un número consecutivo, en dirección al centro del sitio de muestreo, para evitar contarlo dos veces.
    - **Medición de diámetro.** Con una forcípula se midió el diámetro normal a una altura de 1.30 metros, sólo se consideraron individuos arbóreos con diámetro igual o mayor a 7.5 cm. En los casos donde un árbol presentó bifurcación por debajo de 1.30 m de altura (punto de medición estándar), y cada bifurcación tenía un diámetro normal ≥ 7.5 cm, estas se consideraron como individuos independientes, registrándose como ramificaciones del árbol principal.
    - **Medición de altura.** Con el apoyo de un clinómetro o pistola Haga, se midió la altura total de cada individuo arbóreo, colocándose a una distancia donde se pudiera aprecian tanto la base como la punta del ejemplar. La altura se obtuvo en metros y se registró en la bitácora de campo.
    - **Medición de copa.** Con ayuda de una cinta métrica se midieron los diámetros de copa norte-sur (diámetro de copa 1) y este-oeste (diámetro de copa-2), es decir, en forma de cruz.

Para los individuos de porte arbóreo con diámetro normal menor a 7.5 cm, se midieron las alturas totales de los individuos y los diámetros de copas 1 y 2 (en forma de cruz) de cada ejemplar.

- **Arbustivo, cactáceas, epifitas, enredaderas, palmas.** En estos estratos, de manera separada de acuerdo con la forma de vida del individuos, se anotó el nombre científico y/o común de cada uno de ellos, se contaron las frecuencias de los individuos, se midieron sus alturas totales (cuando se pudo se realizado con cinta métrica, en caso contrario se utilizaron instrumentos de medición, como en el caso del estrato arbóreo, para obtener la atura total de forma indirecta), con cinta métrica se midieron los diámetros de copa 1 y 2 (en forma de cruz) de cada ejemplar. Estas formas de vida se contabilizaron en la subparcela de 100 m^2. Se toman fotografías de cada individuo, para la revisión en gabinete de los nombres científicos, así como para mantener un acervo fotográfico de las especies muestreadas, en caso de requerirse por la entidad evaluadora.
- Tomar fotografías del sitio de muestreo, orientadas hacia cada uno de los 4 puntos cardinales, con la finalidad de tener un panorama de las condiciones de los sitios de muestreo, y determinar cualitativamente su estado de conservación y las características naturales de ellos.

En la siguiente tabla se presentan las características que se consideraron para la clasificación de los ejemplares florísticos en los diferentes estratos de la vegetación, así como las variables de interés que se recabaron en campo.

Tabla 35. Características y variables de interés de los estratos objetos del muestreo de vegetación

Estrato	Características	Variables medidas
Herbáceo	Todos los ejemplares no leñosos, ni de la familia Cactaceae	**Número de individuos por especie.** **Diámetro de copa mayor.** Se midió el diámetro mayor de la parte aérea. **Diámetro de copa menor.** Se midió el diámetro menor de la parte aérea.
Arbustivo, epifitas, cactáceas, plantas rosetófilas y plantas escandentes (lianas y trepadoras)	Ejemplares que no tiene un tronco predominante. Los troncos se ramifican a partir de la base (ramas). Presentan una altura generalmente menor a 5 metros	**Número de individuos por especie.** **Diámetro de copa mayor.** Se midió el diámetro mayor de la copa del arbusto, tomando en cuenta el conjunto de ramas que conforman el arbusto. **Diámetro de copa menor.** Se midió el diámetro menor de la copa del arbusto, tomando en cuenta el conjunto de ramas que conforman el arbusto.
Arbóreo	Ejemplares en los que existe un tronco predominante. Presenta una altura	**Diámetro de copa mayor.** Se mide el diámetro mayor de la copa del árbol.

	generalmente mayor a 5 metros Presentan un diámetro normal de al menos 5 cm, y es susceptible de ser aprovechado como materia prima forestal maderable.	**Diámetro de copa menor.** Se midió el diámetro menor de la copa del árbol. Los diámetros de copa corresponden a la cobertura del individuo principal con todo y sus brazos.

En la siguiente tabla se indica el número de unidades muéstrales que se levantaron dentro de la vegetación forestal en el área de proyecto, similar al ecosistema afectado en el área de AP. Cabe mencionar que el muestreo de vegetación en esta área tiene por objeto demostrar que la biodiversidad florística en el área de proyecto no se verá comprometida con la ejecución del AP

Tabla 36. Número de sitios de muestreo levantados en el área del proyecto

Tipo de vegetación	Sitios de muestreo	Tamaño del Sitio de Muestreo (ha)	Superficie Muestreada (ha)
Selva Baja Caducifolia	11	0.02	0.22
Total	**11**		**0.22**

La distribución de los sitios de muestreo, una vez que se definió el número de sitios necesarios para alcanzar una confiabilidad adecuada, en ArcGis se distribuyeron de forma aleatoria 11 puntos en el área de proyecto, tomando como criterio que los tipos de vegetación que estos recaigan en el mismo tipo de vegetación por afectar en el área de proyecto y que se contará con la anuencia de los propietarios para acceder a realizar las labores de muestreo, lo cual con frecuencia es una limitante para el muestreo en el área de proyecto, ya que no se puede ingresar a cualquier predio sin la autorización correspondiente. Además de lo anterior, se debe reconocer las dificultades de la topografía del área de proyecto para acceder a sitios seguros para efectuar los muestreos

Posteriormente, una vez validados estos dos criterios, se procedió a obtener la coordenada X y Y de cada uno de los puntos de muestreo y se ingresaron a los GPS para ser localizados posteriormente en campo

Tamaño de muestra

Romahn de la Vega y Maldonado R. (2010), indican que el muestreo simple al azar es el método fundamental de selección y todos los otros procedimientos de muestreo probabilístico son realmente modificaciones que pretenden lograr mayor economía o precisión. El muestreo simple al azar requiere que todas las posibles combinaciones de las n (tamaño de muestra) unidades muestrales tengan una probabilidad igual de ser elegidas entre la población de N

(tamaño de la población). La elección de una unidad muestral debe estar libre de toda predisposición y debe ser totalmente independiente de la elección de las otras unidades.

El número de observaciones necesarias en una muestra dependerá de la precisión deseada y de la variabilidad inherente de la población muestreada (Romahn de la Vega y Maldonado R., 2010). Para la estimación de tamaño de muestra se utilizó una precisión o nivel de confianza de 95% y la estadística descriptiva de la variable número de individuos. Posteriormente se calculó el tamaño de muestra con la ecuación que se muestra a continuación:

$$n = \frac{t^2 CV^2}{E_{\%}^2 + \frac{t^2 CV^2}{N}}$$

Donde:

n = Tamaño de muestra.
N = Tamaño de la población.
t = Valor de la tabla de t de Student con α y n-1 grados de libertad.
CV = Coeficiente de variación (%)
E = Error de muestreo en %.

Respecto a los valores de la tabla de t de Student, debido a que el nivel de confianza o precisión deseado es 95% se utilizó un α=0.05; por otra parte, los grados de libertad (n-1) se obtuvieron por medio de los sitios levantados. A continuación, se muestra el análisis estadístico para determinar la confiabilidad del tamaño de muestra seleccionado para cada uno de los tipos de vegetación presentes en el área de proyecto.

Intensidad de muestreo

La intensidad o fracción de muestreo es la relación porcentual de la superficie de la muestra con respecto a la superficie total, y se calcula por medio de la fórmula siguiente:

IM = n / N x 100

Dónde:
IM = Intensidad de muestreo en porcentaje
n = Número de unidades muéstrales
N = Número total de unidades en la población

El número total de unidades en la población se obtiene de la manera siguiente:

N = Superficie total estudiada / superficie del sitio

Cuando se dice que se utilizará una IM de 6%, quiere decir que se muestrearán 6 ha de cada 100 ha y si se emplean sitios o unidades muestrales de 0.1 ha cada uno (1000 m^2), se tendrán que medir 60 sitios en cada 100 ha.

Normalmente, en inventarios forestales se han utilizado intensidades de muestreo del orden de 1%, 0.5% y 0.1%, dependiendo de varios factores; superficie por inventariar, factores económicos, precisión requerida, etcétera.

La intensidad varía según la precisión con que se deseen medir las características del bosque y está en función de dos consideraciones:

a. Económicas (a mayor intensidad, más costo y viceversa).
b. Estadísticas (a mayor intensidad más precisión y viceversa).

Tipo de vegetación	Superficie forestal (ha)	Sitios de muestreo	Tamaño del Sitio de Muestreo (ha)	Superficie Muestreada (ha)	N	IM
Selva baja caducifolia	**0.5583**	11	0.02	0.2200	28	39.28
Total		**11**		**0.2200**	**28**	**39.28**

En ese sentido se debe indicar que, de acuerdo con el cuadro anterior, la intensidad de muestreo del inventario forestal del presente estudio calculada en 39.28%. La distribución de los sitios de muestreo, una vez que se definió el número de sitios necesarios para alcanzar una confiabilidad adecuada, en ArcGis se distribuyeron de forma aleatoria 1 puntos en el área de proyecto.

A continuación, se presentan los sitios de muestreo levantados en el SA, AI y AP

Tabla 37. Ubicación de los sitios de muestreo en el SA, AI y AP

Puente/Área de estudio	Número	Ubicación UTM			Superficie (m^2)	Tipo de vegetación
		Zona	X	Y		
Puente Tepexco 1	AP01	14 Q	532083	2061637	200	SBC
Puente Tepexco 1	AP02	14Q	532165	2061571	200	SBC
Puente Tepexco 2	AP03	14Q	533945	2061255	200	SBC
Puente Tepexco 2	AP04	14Q	534056	2061235	200	SBC
Puente Tepexco 2	AP05	14Q	534063	2061265	200	SBC
Puente Calmecac	AP06	14Q	537719	2061507	200	SBC
Puente Calmecac	AP07	14Q	537687	2061534	200	SBC
Puente Calmecac	AP08	14Q	537758	2061531	200	SBC
Puente Matlala	AP09	14Q	537758	2061531	200	SBC
Puente Matlala	AP10	14Q	546079	2058882	200	SBC

Puente Rijo	AP11	14Q	546869	2058692	200	SBC
Área de Influencia	AI01	14 Q	532455	2061872	200	SBC
Área de Influencia	AI02	14 Q	534028	2060981	200	SBC
Área de Influencia	AI03	14 Q	537747	2061797	200	SBC
Área de Influencia	AI04	14 Q	546286	2059169	200	SBC
Área de Influencia	AI05	14 Q	546657	2058407	200	SBC
Sistema Ambiental	SAR01	14Q	534131	2065202	200	SBC
Sistema Ambiental	SAR02	14Q	534082	2063197	200	SBC
Sistema Ambiental	SAR03	14Q	533650	2061863	200	SBC
Sistema Ambiental	SAR04	14Q	537395	2062793	200	SBC
Sistema Ambiental	SAR05	14Q	544621	2059502	200	SBC
Sistema Ambiental	SAR06	14Q	546591	2056931	200	SBC

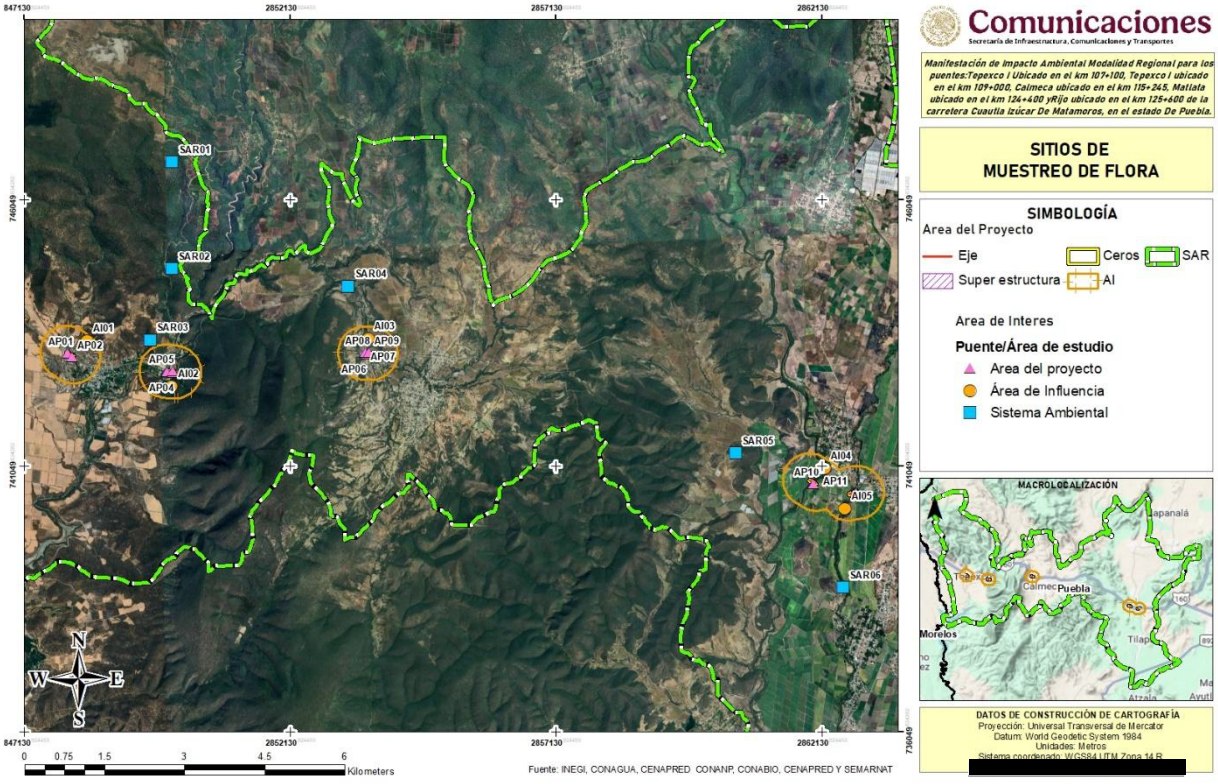


Figura 52. Ubicación de los sitios de muestreo de flora

ANÁLISIS DE DIVERSIDAD DE LA VEGETACIÓN

Se entiende como estructura de la vegetación el patrón espacial de distribución que presentan las plantas de un determinado ecosistema (Barkman, 1979). La forma en que se puede conocer la distribución espacial de una agrupación vegetal es a través de la inferencia o de la definición de su ordenación vertical (es decir, de la identificación de los estratos que presenta la formación vegetal) o bien mediante la ordenación horizontal (según los parámetros de abundancia, dominancia y/o frecuencia, número de individuos por unidad de superficie, distribución diamétrica, etc.).

En ese mismo sentido Alvis G, J. F. (2009) afirma que la estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. Esta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (IVI).

Por lo anterior, establecemos las definiciones de los elementos estructurales de la vegetación:

ABUNDANCIA

Hace referencia al número de individuos por hectárea y por especie en relación con el número total de individuos. Se distingue la abundancia absoluta (número de individuos por especie) y la abundancia relativa (proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema) (Montes, C.A. *et al*, 2014).

$$\boldsymbol{Abundancia\ por\ hectárea} = \frac{Número\ de\ individuos\ de\ una\ especie}{Área\ muestreada}$$

$$\boldsymbol{Densidad\ relativa} = \frac{\text{Densidad por hectárea por especie}}{Densidad\ por\ hectárea\ de\ todas\ las\ espcies} \times 100$$

FRECUENCIA

Permite determinar el número de parcelas en que aparece una determinada especie, en relación al total de parcelas inventariadas (en este caso sobre la muestra), o existencia o ausencia de una determinada especie en una parcela. La abundancia absoluta se expresa como un porcentaje, la frecuencia relativa de una especie se determina como su porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies (Montes, C.A. *et al*, 2014).

$$\boldsymbol{Frecuencia\ absoluta} = \frac{Núm.\ de\ sitios\ en\ los\ que\ se\ presenta\ cada\ especie}{n\ (número\ de\ sitios\ muestreados)}$$

$$\boldsymbol{Frecuencia\ relativa} = \frac{Frecuencia\ por\ cada\ especie}{Frecuencia\ de\ todas\ las\ especies} \times 100$$

DOMINANCIA

Se relaciona con el grado de cobertura de las especies como manifestación del espacio ocupado por ellas y se determina como la suma de las proyecciones horizontales de las copas de los árboles en el suelo (Montes, C.A. *et al*, 2014).

$$\boldsymbol{Cobertura\ de\ una\ especie} = \frac{\pi * (Diámetro\ mayor\ de\ copa + Diámetro\ menor\ de\ copa)^2}{4}$$

$$\boldsymbol{Dominancia} = \frac{Cobertura\ \ de\ una\ especie}{Área\ muestreada}$$

$$\boldsymbol{Dominancia\ relativa} = \frac{Área\ basal\ total\ de\ una\ especie}{Dominancia\ de\ todas\ las\ espcies} \times 100$$

Índice de Dominancia Relativa (IDR)

También llamado Valor de Importancia Relativa contempla el porcentaje de cobertura de una especie con respecto a la cobertura de todas las especies más el porcentaje correspondiente al número de ejemplares de esa especie respecto al número total de individuos de todas las especies (Montes, C.A. *et al*, 2014).

$$\boldsymbol{Índice\ de\ dominancia\ relativa\ (IDR)} = Dominancia\ relativa + densidad\ relativa$$

ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (IVI)

Formulado por Curtis & Mc Intosh (1951), y se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa. Permite comparar el peso ecológico de cada especie dentro del bosque. El valor del IVI similar para diferentes especies registradas en el inventario sugiere una igualdad o semejanza del bosque en su composición, estructura, calidad de sitio y dinámica.

$$\text{Índice de Valor de Importancia } (IVI) = Dominancia\ relativa + densidad\ relativa + frecuencia\ relativa$$

ANÁLISIS DE BIODIVERSIDAD (ÍNDICE DE SHANNON)

Como bien apuntan Badii, M. H., J. Landeros., y E. Cerna (2008), en muchos casos no es posible contar e identificar a cada uno de los individuos de una comunidad; en estas instancias se hace necesario tomar una muestra al azar de individuos de todas las poblaciones de las especies presentes.

Los mismos autores señalan que bajo estas circunstancias, la función de la teoría de Shannon (1948) es la medida correcta de diversidad. Es uno de los índices más simples y de uso más común, mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo dado, elegido al azar dentro de la comunidad. Su fórmula es:

$$H = - \Sigma(Pi)(\log Pi)$$

Donde

H= Índice de diversidad

Pi = A la proporción del número total de individuos que constituyen la iésima especie.

Se considera que las proporciones (Pi) son proporciones reales de la población que está siendo muestreada.

Citando a Poole (1974), refieren que uno de los méritos de la función de Shannon resulta de su independencia respecto al tamaño de la muestra, ya que estima la diversidad con base en una muestra extraída al azar y que presumiblemente contiene todas las especies de la comunidad; y con base en Pielou (1969) comentan que en la práctica, en diversas comunidades, este tipo de muestra puede resultar imposible de obtener, debido a que el incremento de muestra casi siempre resulta en el hallazgo de individuos de otras especies menos comunes. Sin embargo, este sesgo puede ser minimizado siguiendo procedimientos de muestreo estadísticamente válidos Una de las ventajas adicionales de este índice de biodiversidad, es que permite comparar el valor de diversidad de nuestra comunidad suponiendo que se tiene una diversidad máxima (H´), la cual puede calcularse como:

$$H' = \log S$$

Donde

S = número de especies en la comunidad.

Para casos en que se quiere estimar la Equidad (grado de reparto de los individuos entre las especies) se puede hacer de la siguiente manera:

$$E = H/H´$$

En teoría H puede alcanzar valores muy grandes, sin embargo, en la práctica para comunidades biológicas, H parece no exceder de un valor de 5 (Krebs, 1996).

4.2.2.3 CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA EN EL SISTEMA AMBIENTA REGIONAL

En los siguientes apartados se presenta la información analizada de los muestreos para la vegetación de Selva Baja Caducifolia.

4.2.2.3.1 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

De acuerdo a los resultados del muestreo, y una vez realizado el análisis de vegetación correspondiente para la Selva Baja Caducifolia, se determinó que este ecosistema está conformado por los estratos, arbóreo, arbustivo, cactáceas y rosetófilas, enredaderas, epífitas y herbáceo, este tipo de vegetación se compone de una riqueza florística de 81 especies de 32 familias diferentes, de las cuales la familia Fabaceae es la que presenta un mayor número de especies con un total de 18, seguida de la familia Malvaceae con 6, la familia Asteraceae y Burseraceae con 5 especies, la familia Rubiaceae, Verbenaceae y Cactaceae con un total de 4 especies cada una. Para mayor referencia ver los siguientes cuadros.

Familia	N° Especies
Fabaceae	18
Malvaceae	6
Asteraceae	5
Burseraceae	5
Rubiaceae	4
Verbenaceae	4
Cactaceae	4
Poaceae	3
Anacardiaceae	3
Bromeliaceae	3
Rutaceae	2
Lamiaceae	2
Convolvulaceae	2
Acanthaceae	2
Sapotaceae	1
Resedaceae	1
Polygonaceae	1

Familia	N° Especies
Boraginaceae	1
Celastreaceae	1
Apocynaceae	1
Cupressaceae	1
Aspargaceae	1
Pteridaceae	1
Malpighiaceae	1
Rhamnaceae	1
Amaranthaceae	1
Bignoniaceae	1
Opiliaceae	1
Selaginellaceae	1
Papavaraceae	1
Cannabaceae	1
Erythroxylaceae	1
Total general	**81**

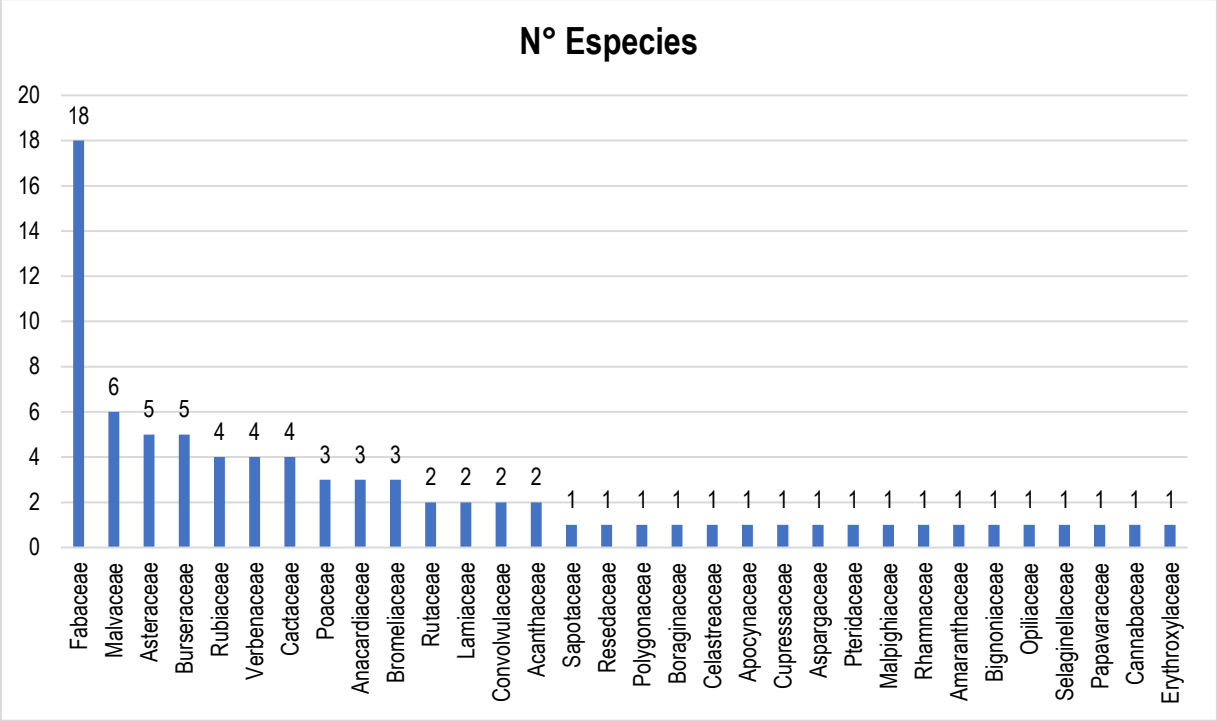


Figura 53. Composición de especies por familia en el SAR

Tabla 38. Listado de especies de flora reportadas en el muestreo del Sistema Ambiental Regional

N° Especie	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN	CITES	Distribución
1	Malvaceae	*Abutilon abutiloides*	Colotahue	-	-	-	Nativa
2	Asteraceae	*Acourtia carpholepis*	Desconocido	-	-	-	Endémica
3	Pteridaceae	*Adiantum capillus-veneris*	Helecho culantrillo	-	LC	-	Nativa
4	Aspargaceae	*Agave angustifolia*	Bacanora	-	LC	-	Nativa
5	Opiliaceae	*Agonandra racemosa*	Chililllo	-	LC	-	Nativa
6	Bignoniaceae	*Amphilophium paniculatum*	Bejuco prieto	-	-	-	Nativa
7	Anacardiaceae	*Amphipterygium adstringens*	Cuachalalate	-	VU	-	Nativa
8	Papavaraceae	*Argemone mexicana*	Amapolilla	-	LC	-	Nativa
9	Poaceae	*Arundo donax*	Carrizo	-	LC	-	Exótica-Invasora
10	Asteraceae	*Baccharis punctulata*		-	LC	-	Nativa
11	Asteraceae	*Baccharis salicifolia*	Batamote	-	LC	-	Nativa
12	Asteraceae	*Brickellia pavonii*	Desconocido	-	-	-	Endémica
13	Malpighiaceae	*Bunchosia lindeniana*	Nanche de coyote	-	LC	-	Nativa
14	Burseraceae	*Bursera copallifera*	Copal	-	LC	-	Endémica
15	Burseraceae	*Bursera fagaroides*	Torote	-	LC	-	Nativa
16	Burseraceae	*Busera linanoe*	Copal linaloe	-	VU	-	Endémica
17	Burseraceae	*Bursera longipes*	Palo mulato	-	LC	-	Endémica
18	Burseraceae	*Bursera morelensis*	Copal	-	LC	-	Endémica
19	Fabaceae	*Calliandra eriophylla*	Charrasquillo	-	-	-	Nativa
20	Acanthaceae	*Carlowrightia arizonica*	Chuparrosa	-	-	-	Nativa
21	Malvaceae	*Ceiba aesculifolia*	Pochote	-	LC	-	Nativa
22	Cannabaceae	*Celtis iguanaea*	Garabato	-	LC	-	Nativa
23	Poaceae	*Cenchrus setaceus*	Zacate africano	-	LC	-	Exótica-Invasora
24	Fabaceae	*Conzattia multiflora*	Árbol del águila	-	LC	-	Nativa
25	Cactaceae	*Coryphantha elephantidens*	Biznaga	Amenazada	LC	Apéndice II	Endémica
26	Fabaceae	*Coulteria platyloba*	Palo colorado	-	LC	-	Nativa
27	Fabaceae	*Coursetia glandulosa*	Palo dulce	-	LC	-	Nativa
28	Fabaceae	*Ctenodon compactus*	Guajillo	-	-	-	Nativa
29	Anacardiaceae	*Cyrtocarpa procera*	Coco de cerro	-	LC	-	Nativa
30	Rhamnaceae	*Endotropis serrata*	Naranjillo	-	LC	-	Nativa
31	Erythroxylaceae	*Erythroxylum rotundifolium*	Baak soots'	-	LC	-	Nativa
32	Fabaceae	*Eysenhardtia polystachya*	Palo azul	-	LC	-	Nativa
33	Fabaceae	*Eysenhardtia punctata*	Palocuate	-	LC	-	Endémica

N° Especie	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN	CITES	Distribución
34	Resedaceae	*Forchhammeria macrocarpa*	Capulín	-	LC	-	Endémica
35	Fabaceae	*Gliricidia sepium*	Cacahuananche	-	LC	-	Nativa
36	Rutaceae	*Helietta parvifolia*	Barreta	-	LC	-	Nativa
37	Malvaceae	*Heliocarpus terebinthinaceus*	Cicuito	-	LC	-	Nativa
38	Rubiaceae	*Hintonia latiflora*	Copalquín	-	LC	-	Nativa
39	Convolvulaceae	*Ipomoea conzattii*	Flor de la Candelaria	-	-	-	Endémica
40	Amaranthaceae	*Iresine latifolia*	Amargosillo	-	-	-	Nativa
41	Fabaceae	*Lachesiodendron viridiflorum*	Uña de gato	-	LC	-	Nativa
42	Verbenaceae	*Lantana achyranthifolia*	Hierba mariposa	-	-	-	Nativa
43	Poaceae	*Lasiacis divaricata*	Bambú silvestre	-	LC	-	Nativa
44	Lamiaceae	*Leonotis nepetifolia*	Bola de rey	-	-	-	Exótica-Invasora
45	Verbenaceae	*Lippia graveolens*	Orégano de monte	-	-	-	Nativa
46	Verbenaceae	*Lippia myriocephala*	Copalchí blanco	-	LC	-	Nativa
47	Verbenaceae	*Lippia umbellata*	Hierba dulce	-	LC	-	Nativa
48	Fabaceae	*Lysiloma divaricatum*	Mauto	-	LC	-	Nativa
49	Fabaceae	*Lysiloma tergeminum*	Palomilla	-	LC	-	Endémica
50	Fabaceae	*Mariosousa acatlensis*	Árbol del borrego	-	LC	-	Endémica
51	Malvaceae	*Melochia corymbosa*	Algodoncillo	-	-	-	Endémica
52	Malvaceae	*Melochia pyramidata*	Escobilla	-	-	-	Nativa
53	Malvaceae	*Melochia tomentosa*	Malva de los cerros	-	LC	-	Nativa
54	Fabaceae	*Mimosa lacerata*	Garabato	-	LC	-	Endémica
55	Asteraceae	*Montanoa grandiflora*	Acahual	-	LC	-	Endémica
56	Fabaceae	*Neltuma juliflora*	Mezquite	-	LC	-	Nativa
57	Cactaceae	*Opuntia decumbens*	Nopal de culebra	-	LC	Apéndice II	Nativa
58	Cactaceae	*Opuntia pubescens*	Caca de perro	-	DD	Apéndice II	Nativa
59	Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	Guamúchil	-	LC	-	Nativa
60	Convolvulaceae	*Porana nutans*	Campanilla	-	-	-	Endémica
61	Anacardiaceae	*Pseudosmodingium andreuxii*	Quemador	-	LC	-	Endémica
62	Rubiaceae	*Randia echinocarpa*	Grangeno chino	-	LC	-	Nativa
63	Rubiaceae	*Randia obcordata*	Cruceta	-	LC	-	Endémica
64	Rubiaceae	*Randia thurberi*	Vara de cruz	-	LC	-	Endémica
65	Polygonaceae	*Ruprechtia fusca*	Caña asada	-	LC	-	Endémica
66	Lamiaceae	*Salvia mexicana*	Tlacote	-	-	-	Endémica
67	Selaginellaceae	*Selaginella lepidophylla*	Doradilla	-	-	-	Nativa

N° Especie	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN	CITES	Distribución
68	Fabaceae	*Senna pallida*	Abejón	-	LC	-	Nativa
69	Fabaceae	*Senna wislizeni*	Carrozo	-	-	-	Nativa
70	Sapotaceae	*Sideroxylon obtusifolium*	Zapotillo	-	LC	-	Nativa
71	Cactaceae	*Stenocereus stellatus*	Pitayo xoconostle	-	LC	-	Endémica
72	Apocynaceae	*Tabernaemontana glabra*	Cojón de puerco	-	LC	-	Nativa
73	Cupressaceae	*Taxodium mucronatum*	Ahuehuete	-	LC	-	Nativa
74	Acanthaceae	*Tetramerium nervosum*	Corrimiento	-	-	-	Nativa
75	Bromeliaceae	*Tillandsia achyrostachys*	Gallito	-	-	-	Endémica
76	Bromeliaceae	*Tillandsia makoyana*	Magueyito	-	-	-	Nativa
77	Bromeliaceae	*Tillandsia recurvata*	Gallinitas	-	-	-	Nativa
78	Fabaceae	*Vachellia campeachiana*	Huinolo	-	LC	-	Nativa
79	Boraginaceae	*Verbesina oncophora*	Memelilla	-	LC	-	Endémica
80	Celastreaceae	*Wimmeria microphylla*	Palo de seda	-	LC	-	Endémica
81	Rutaceae	*Zanthoxylum arborescens*	Garabato	-	LC	-	Endémica

4.2.2.3.2 Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Es importante destacar que, con base en la revisión de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), se determinó que de las especies que se distribuyen dentro de la unidad de análisis la especie ***Coryphantha elephantidens*** se encuentra enlistada en dicha norma en la categoría de Amenazada (A).

4.2.2.3.3 Análisis estructural

4.2.2.3.3.1 ARBÓREO

Este estrato en el Sistema Ambiental Regional está representado por 40 especies, de las cuales, sobresale la especie ***Senna pallida*** con un IVI de 18.7926, un IDR de 17.7146, una abundancia de 8.3333 ind/ha y H de 0.0120, seguida de la especie ***Hintonia latiflora*** con un IVI de 18.4317, un IDR de 13.0554, una abundancia de 475 ind/ha y H de 0.2423 y por la especie ***Bursera fagaroides*** con un IVI de 16.4163, un IDR de 11.0372, una abundancia de 258.3333 ind/ha y H de 0.1681.

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **4,333.3333 ind/ha** y un H de **3.1349**.

Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

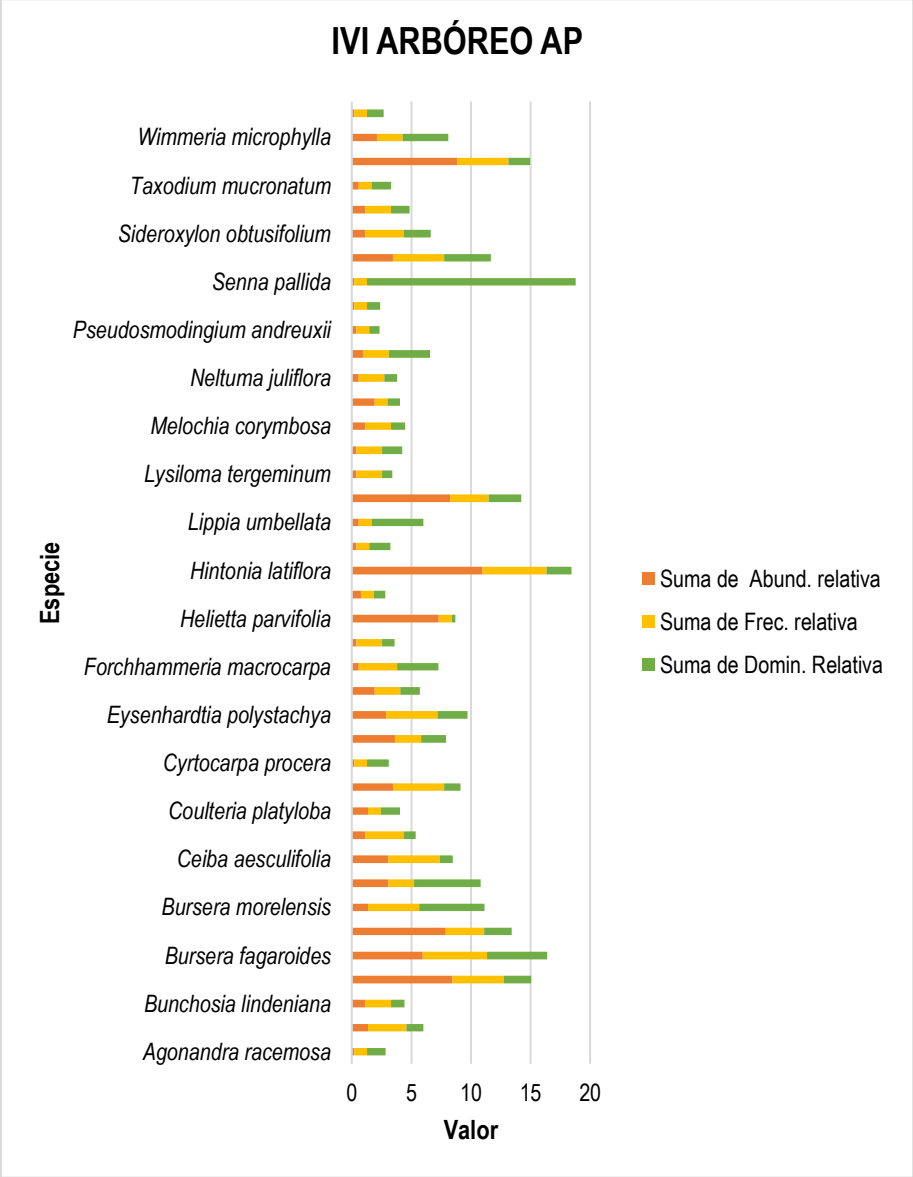


Figura 54. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia relativa de las especies del estrato arbóreo del SAR

Tabla 39. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato arbóreo en el SAR

Núm.	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Total	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. Relativa	IVI	IDR	pi	LN pi	H
1	Opiliaceae	*Agonandra racemosa*	Chililllo	-	1.00	8.3333	0.1923	1.0000	1.0753	7.9777	1.5744	2.8420	1.7667	0.0019	6.2538	0.0120
2	Anacardiaceae	*Amphipterygium adstringens*	Cuachalalate	-	7.00	58.3333	1.3462	3.0000	3.2258	7.3277	1.4461	6.0181	2.7923	0.0135	4.3079	0.0580
3	Malpighiaceae	*Bunchosia lindeniana*	Nanche de coyote	-	6.00	50.0000	1.1538	2.0000	2.1505	5.6393	1.1129	4.4173	2.2668	0.0115	4.4621	0.0515
4	Burseraceae	*Bursera copallifera*	Copal	-	44.00	366.6667	8.4615	4.0000	4.3011	11.5969	2.2887	15.0513	10.7502	0.0846	2.4696	0.2090
5	Burseraceae	*Bursera fagaroides*	Torote	-	31.00	258.3333	5.9615	5.0000	5.3763	25.7191	5.0757	16.4136	11.0372	0.0596	2.8198	0.1681
6	Burseraceae	*Bursera longipes*	Palo mulato	-	41.00	341.6667	7.8846	3.0000	3.2258	11.6808	2.3052	13.4156	10.1898	0.0788	2.5403	0.2003
7	Burseraceae	*Bursera morelensis*	Copal	-	7.00	58.3333	1.3462	4.0000	4.3011	27.8598	5.4981	11.1454	6.8443	0.0135	4.3079	0.0580
8	Burseraceae	*Busera linanoe*	Copal linaloe	-	16.00	133.3333	3.0769	2.0000	2.1505	28.2743	5.5799	10.8074	8.6569	0.0308	3.4812	0.1071
9	Malvaceae	*Ceiba aesculifolia*	Pochote	-	16.00	133.3333	3.0769	4.0000	4.3011	5.5953	1.1042	8.4822	4.1812	0.0308	3.4812	0.1071
10	Fabaceae	*Conzattia multiflora*	Árbol del águila	-	6.00	50.0000	1.1538	3.0000	3.2258	5.0318	0.9930	5.3727	2.1469	0.0115	4.4621	0.0515
11	Fabaceae	*Coulteria platyloba*	Palo colorado	-	7.00	58.3333	1.3462	1.0000	1.0753	8.2337	1.6249	4.0463	2.9711	0.0135	4.3079	0.0580
12	Fabaceae	*Coursetia glandulosa*	Palo dulce	-	18.00	150.0000	3.4615	4.0000	4.3011	6.8526	1.3524	9.1150	4.8139	0.0346	3.3635	0.1164
13	Anacardiaceae	*Cyrtocarpa procera*	Coco de cerro	-	1.00	8.3333	0.1923	1.0000	1.0753	9.2422	1.8239	3.0915	2.0163	0.0019	6.2538	0.0120
14	Erythroxylaceae	*Erythroxylum rotundifolium*	Baak soots'	-	19.00	158.3333	3.6538	2.0000	2.1505	10.6330	2.0984	7.9028	5.7523	0.0365	3.3094	0.1209
15	Fabaceae	*Eysenhardtia polystachya*	Palo azul	-	15.00	125.0000	2.8846	4.0000	4.3011	12.8522	2.5364	9.7221	5.4210	0.0288	3.5458	0.1023
16	Fabaceae	*Eysenhardtia punctata*	Palocuate	-	10.00	83.3333	1.9231	2.0000	2.1505	8.2787	1.6338	5.7074	3.5569	0.0192	3.9512	0.0760
17	Resedaceae	*Forchhammeria macrocarpa*	Capulín	-	3.00	25.0000	0.5769	3.0000	3.2258	17.5085	3.4553	7.2580	4.0322	0.0058	5.1552	0.0297
18	Fabaceae	*Gliricidia sepium*	Cacahuananche	-	2.00	16.6667	0.3846	2.0000	2.1505	5.3014	1.0462	3.5814	1.4309	0.0038	5.5607	0.0214
19	Rutaceae	*Helietta parvifolia*	Barreta	-	38.00	316.6667	7.3077	1.0000	1.0753	1.5394	0.3038	8.6868	7.6115	0.0731	2.6162	0.1912
20	Malvaceae	*Heliocarpus terebinthinaceus*	Cicuito	-	4.00	33.3333	0.7692	1.0000	1.0753	4.9221	0.9714	2.8159	1.7406	0.0077	4.8675	0.0374
21	Rubiaceae	*Hintonia latiflora*	Copalquín	-	57.00	475.0000	10.9615	5.0000	5.3763	10.6097	2.0938	18.4317	13.0554	0.1096	2.2108	0.2423
22	Fabaceae	*Lachesiodendron viridiflorum*	Uña de gato	-	2.00	16.6667	0.3846	1.0000	1.0753	9.0812	1.7922	3.2521	2.1768	0.0038	5.5607	0.0214
23	Verbenaceae	*Lippia umbellata*	Hierba dulce	-	3.00	25.0000	0.5769	1.0000	1.0753	22.0819	4.3579	6.0101	4.9348	0.0058	5.1552	0.0297
24	Fabaceae	*Lysiloma divaricatum*	Mauto	-	43.00	358.3333	8.2692	3.0000	3.2258	13.8097	2.7254	14.2204	10.9946	0.0827	2.4926	0.2061
25	Fabaceae	*Lysiloma tergeminum*	Palomita	-	2.00	16.6667	0.3846	2.0000	2.1505	4.4179	0.8719	3.4070	1.2565	0.0038	5.5607	0.0214
26	Fabaceae	*Mariosousa acatlensis*	Árbol de borrego	-	2.00	16.6667	0.3846	2.0000	2.1505	8.6423	1.7056	4.2407	2.0902	0.0038	5.5607	0.0214
27	Malvaceae	*Melochia corymbosa*	Algodoncillo	-	6.00	50.0000	1.1538	2.0000	2.1505	5.9629	1.1768	4.4812	2.3306	0.0115	4.4621	0.0515
28	Fabaceae	*Mimosa lacerata*	Garabato	-	10.00	83.3333	1.9231	1.0000	1.0753	5.3417	1.0542	4.0525	2.9773	0.0192	3.9512	0.0760
29	Fabaceae	*Neltuma juliflora*	Mezquite	-	3.00	25.0000	0.5769	2.0000	2.1505	5.5001	1.0855	3.8129	1.6624	0.0058	5.1552	0.0297
30	Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	Guamúchil	-	5.00	41.6667	0.9615	2.0000	2.1505	17.5111	3.4558	6.5679	4.4174	0.0096	4.6444	0.0447
31	Anacardiaceae	*Pseudosmodingium andreuxii*	Quemador	-	2.00	16.6667	0.3846	1.0000	1.0753	4.3374	0.8560	2.3159	1.2406	0.0038	5.5607	0.0214
32	Polygonaceae	*Ruprechtia fusca*	Caña asada	-	1.00	8.3333	0.1923	1.0000	1.0753	5.6047	1.1061	2.3737	1.2984	0.0019	6.2538	0.0120
33	Fabaceae	*Senna pallida*	Abejón	-	1.00	8.3333	0.1923	1.0000	1.0753	88.8019	17.5251	18.7926	17.7174	0.0019	6.2538	0.0120
34	Fabaceae	*Senna wislizeni*	Carrozo	-	18.00	150.0000	3.4615	4.0000	4.3011	19.7925	3.9061	11.6687	7.3676	0.0346	3.3635	0.1164
35	Sapotaceae	*Sideroxylon obtusifolium*	Zapotillo	-	6.00	50.0000	1.1538	3.0000	3.2258	11.3411	2.2382	6.6178	3.3920	0.0115	4.4621	0.0515
36	Apocynaceae	*Tabernaemontana glabra*	Cojón de puerco	-	6.00	50.0000	1.1538	2.0000	2.1505	7.7804	1.5355	4.8398	2.6893	0.0115	4.4621	0.0515
37	Cupressaceae	*Taxodium mucronatum*	Ahuehuete	-	3.00	25.0000	0.5769	1.0000	1.0753	8.2529	1.6287	3.2809	2.2056	0.0058	5.1552	0.0297
38	Fabaceae	*Vachellia campechiana*	Huinolo	-	46.00	383.3333	8.8462	4.0000	4.3011	9.2448	1.8245	14.9717	10.6706	0.0885	2.4252	0.2145
39	Celastraceae	*Wimmeria microphylla*	Palo de seda	-	11.00	91.6667	2.1154	2.0000	2.1505	19.4641	3.8413	8.1072	5.9566	0.0212	3.8559	0.0816
40	Rutaceae	*Zanthoxylum arborescens*	Garabato	-	1.00	8.3333	0.1923	1.0000	1.0753	7.0686	1.3950	2.6626	1.5873	0.0019	6.2538	0.0120

Núm.	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Total	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. Relativa	IVI	IDR	pi	LN pi	H
Riqueza para el estrato		40			520.000	4,333.3333	100.0000	93.0000	100.0000	506.7134	100.0000	300.0000	200.0000	1.0000	174.3170	3.1349

NOM = Norma Oficial Mexicana
Abund = Abundancia
Frec = Frecuencia
Domin = Dominancia
IVI = Índice de Valor de Importancia
IDR = Índice de Dominancia Relativa
H = Índice de Shannon

Debido a que la cantidad de sitios de muestreo es alta, no se pueden visualizar en una sola hoja, por lo que se presenta una tabla resumen de los valores obtenidos, sin embargo, en la base de datos ***Análisis Vegetación SBC_SAR_MIA.xlsx*** se pueden consultar los datos completos.

4.2.2.3.3.2 Arbustivo

Este estrato en el Sistema Ambiental Regional está representado por 17 especies, de las cuales, sobresale la especie ***Baccharis salicifolia*** con un IVI de 63.8329, un IDR de 59.8329, una abundancia de 25 ind/ha y H de 0.0485, seguido de la especie ***Lippia graveolens*** con un IVI de 40.8434, un IDR de 32.8434, una abundancia de 750 ind/ha y H de 0.3647, y la especie ***Iresine latifolia*** con un IVI de 26.4023, un IDR de 18.4023, una abundancia de 341.6667 ind/ha y H de 0.2808.

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **2,341.6667 ind/ha** y un H de **2.1692**.

Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

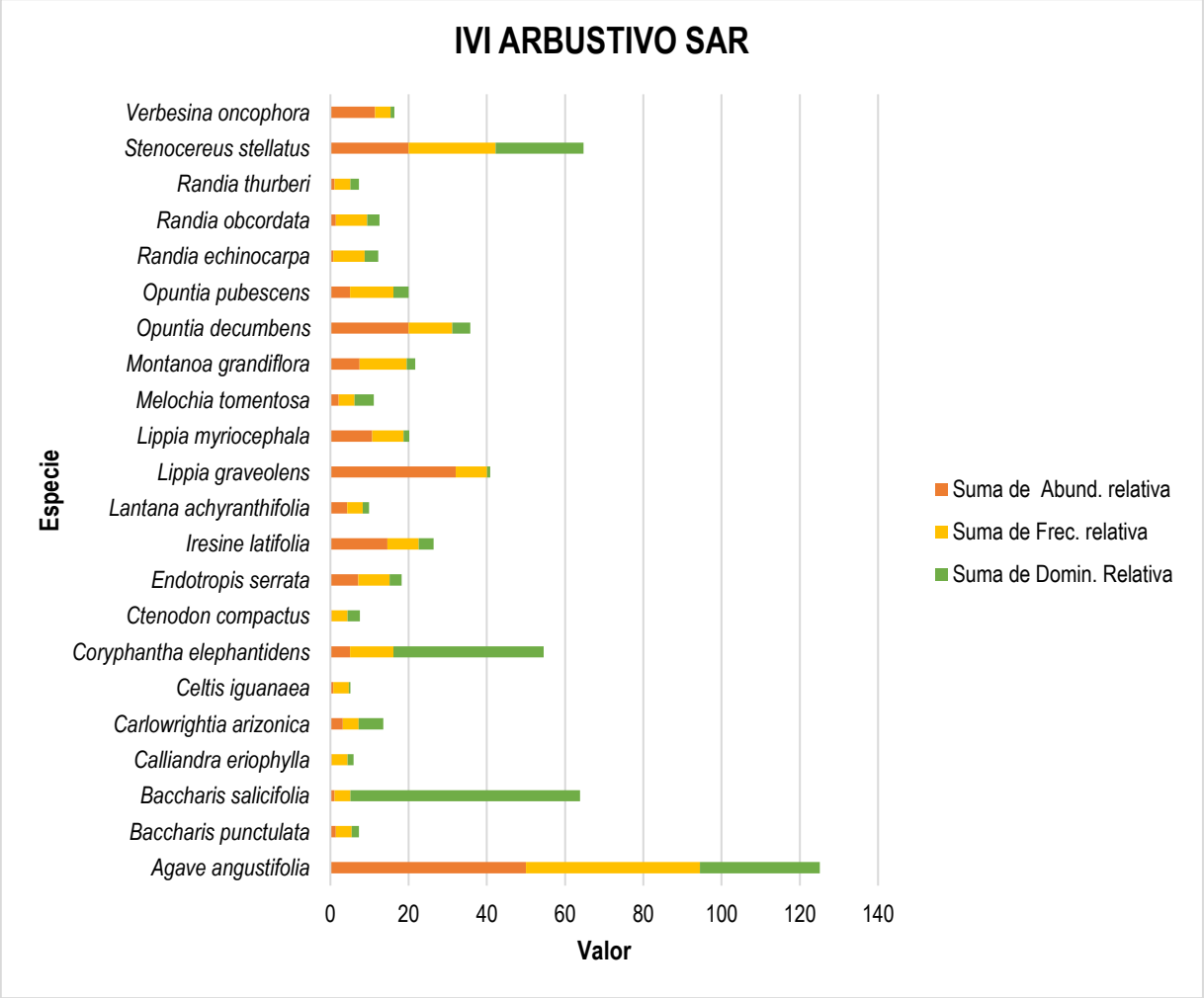


Figura 55. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominando relativa de las especies del estrato arbustivo

Tabla 40. Resultado de análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato arbustivo en el SAR

Núm.	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Total	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. Relativa	IVI	IDR	pi	LN pi	H
1	Asteraceae	*Baccharis punctulata*		-	4.00	33.3333	1.4235	1.0000	4.0000	1.8386	1.9059	7.3294	3.3294	0.0142	4.2521	0.0605
2	Asteraceae	*Baccharis salicifolia*	Batamote	-	3.00	25.0000	1.0676	1.0000	4.0000	56.6900	58.7653	63.8329	59.8329	0.0107	4.5397	0.0485
3	Fabaceae	*Calliandra eriophylla*	Charrasquillo	-	1.00	8.3333	0.3559	1.0000	4.0000	1.5420	1.5984	5.9543	1.9543	0.0036	5.6384	0.0201
4	Acanthaceae	*Carlowrightia arizonica*	Chuparrosa	-	9.00	75.0000	3.2028	1.0000	4.0000	6.0659	6.2879	13.4908	9.4908	0.0320	3.4411	0.1102
5	Cannabaceae	*Celtis iguanaea*	Garabato	-	2.00	16.6667	0.7117	1.0000	4.0000	0.4084	0.4234	5.1351	1.1351	0.0071	4.9452	0.0352
6	Fabaceae	*Ctenodon compactus*	Guajillo	-	1.00	8.3333	0.3559	1.0000	4.0000	3.0485	3.1601	7.5160	3.5160	0.0036	5.6384	0.0201
7	Rhamnaceae	*Endotropis serrata*	Naranjillo	-	20.00	166.6667	7.1174	2.0000	8.0000	2.9598	3.0682	18.1856	10.1856	0.0712	2.6426	0.1881
8	Amaranthaceae	*Iresine latifolia*	Amargosillo	-	41.00	341.6667	14.5907	2.0000	8.0000	3.6770	3.8116	26.4023	18.4023	0.1459	1.9248	0.2808
9	Verbenaceae	*Lantana achyranthifolia*	Hierba mariposa	-	12.00	100.0000	4.2705	1.0000	4.0000	1.5836	1.6415	9.9120	5.9120	0.0427	3.1534	0.1347
10	Verbenaceae	*Lippia graveolens*	Orégano de monte	-	90.00	750.0000	32.0285	2.0000	8.0000	0.7862	0.8150	40.8434	32.8434	0.3203	1.1385	0.3647
11	Verbenaceae	*Lippia myriocephala*	Copalchí blanco	-	30.00	250.0000	10.6762	2.0000	8.0000	1.4106	1.4622	20.1384	12.1384	0.1068	2.2372	0.2388
12	Malvaceae	*Melochia tomentosa*	Malva de los cerros	-	6.00	50.0000	2.1352	1.0000	4.0000	4.7909	4.9663	11.1015	7.1015	0.0214	3.8466	0.0821
13	Asteraceae	*Montanoa grandiflora*	Acahual	-	21.00	175.0000	7.4733	3.0000	12.0000	2.1382	2.2165	21.6898	9.6898	0.0747	2.5938	0.1938
14	Rubiaceae	*Randia echinocarpa*	Grangeno chino	-	2.00	16.6667	0.7117	2.0000	8.0000	3.3929	3.5171	12.2289	4.2289	0.0071	4.9452	0.0352
15	Rubiaceae	*Randia obcordata*	Cruceta	-	4.00	33.3333	1.4235	2.0000	8.0000	3.0415	3.1528	12.5763	4.5763	0.0142	4.2521	0.0605
16	Rubiaceae	*Randia thurberi*	Vara de cruz	-	3.00	25.0000	1.0676	1.0000	4.0000	2.1363	2.2145	7.2821	3.2821	0.0107	4.5397	0.0485
17	Asteraceae	*Verbesina oncophora*	Memelilla	-	32.00	266.6667	11.3879	1.0000	4.0000	0.9582	0.9933	16.3812	12.3812	0.1139	2.1726	0.2474
Riqueza para el estrato		**17**			**281.000**	**2,341.6667**	**100.0000**	**25.0000**	**100.0000**	**96.4686**	**100.0000**	**300.0000**	**200.0000**	**1.0000**	**61.9015**	**2.1692**

NOM = Norma Oficial Mexicana
Abund = Abundancia
Frec = Frecuencia
Domin = Dominancia
IVI = Índice de Valor de Importancia
IDR = Índice de Dominancia Relativa
H = Índice de Shannon

Debido a que la cantidad de sitios de muestreo es alta, no se pueden visualizar en una sola hoja, por lo que se presenta una tabla resumen de los valores obtenidos, sin embargo, en la base de datos ***Análisis Vegetación SBC_SAR_MIA.xlsx*** se pueden consultar los datos completos

4.2.2.3.3.3 Cactáceas/Rosetófilas

Este estrato en el Sistema Ambiental Regional está representado por 5 especies, de las cuales, sobresale la especie ***Agave angustifolia*** con un IVI de 125.0986, un IDR de 80.6542, una abundancia de 83.3333 ind/ha y H de 0.3466, seguido de la especie ***Stenocereus stellatus*** con un IVI de 64.6968, un IDR de 42.4746, una abundancia de 33.3333 ind/ha y H de 0.3219 y de la especie ***Coryphantha elephantidens*** con un IVI de 54.4897, un IDR de 43.3786, una abundancia de 8.3333 ind/ha y H de 0.1498,

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato la especie ***Coryphantha elephantidens*** se encuentra dentro la categoría de Amenazada (A) de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **166.6667 ind/ha** y un IS de **1.2899.**

Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

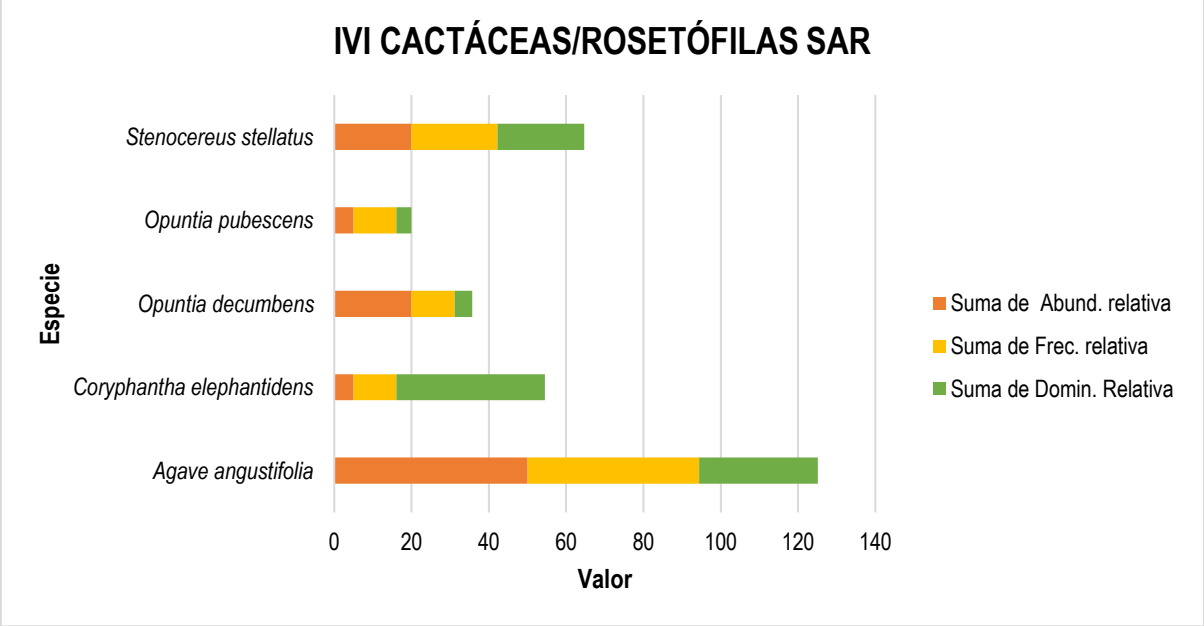


Figura 56. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia relativa de las especies del estrato cactáceas/rosetófilas en el SAR

Tabla 41. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Cactáceas/Rosetófilas en el SAR

Núm.	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Total	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. Relativa	IVI	IDR	pi	LN pi	H
1	Asparagaceae	*Agave angustifolia*	Bacanora	-	10.00	83.3333	50.0000	4.0000	44.4444	0.7775	30.6542	125.0986	80.6542	0.5000	0.6931	0.3466
2	Cactaceae	*Coryphantha elephantidens*	Biznaga	-	1.00	8.3333	5.0000	1.0000	11.1111	0.9735	38.3786	54.4897	43.3786	0.0500	2.9957	0.1498
3	Cactaceae	*Opuntia decumbens*	Nopal de culebra	-	4.00	33.3333	20.0000	1.0000	11.1111	0.1169	4.6093	35.7204	24.6093	0.2000	1.6094	0.3219
4	Cactaceae	*Opuntia pubescens*	Caca de perro	-	1.00	8.3333	5.0000	1.0000	11.1111	0.0985	3.8834	19.9945	8.8834	0.0500	2.9957	0.1498
5	Cactaceae	*Stenocereus stellatus*	Pitayo xoconostle	-	4.00	33.3333	20.0000	2.0000	22.2222	0.5701	22.4746	64.6968	42.4746	0.2000	1.6094	0.3219
Riqueza para el estrato		**5**			**20.000**	**166.6667**	**100.0000**	**9.0000**	**100.0000**	**2.5365**	**100.0000**	**300.0000**	**200.0000**	**1.0000**	**9.9035**	**1.2899**

NOM = Norma Oficial Mexicana
Abund = Abundancia
Frec = Frecuencia
Domin = Dominancia
IVI = Índice de Valor de Importancia
IDR = Índice de Dominancia Relativa
H = Índice de Shannon

Debido a que la cantidad de sitios de muestreo es alta, no se pueden visualizar en una sola hoja, por lo que se presenta una tabla resumen de los valores obtenidos, sin embargo, en la base de datos ***Análisis Vegetación SBC_SAR_MIA.xlsx*** se pueden consultar los datos completos.

4.2.2.3.3.4 Enredaderas

Este estrato en el Sistema Ambiental Regional está representado por 3 especies, de las cuales, sobresale la especie ***Porana nutans*** con un IVI de 248.4301, un IDR de 181.7634, una abundancia de 425 ind/ha y H de 0.0852, seguido de la especie ***Amphilophium crucigerum*** con un IVI de 32.4918 un IDR de 15.8251, una abundancia de 33.3333 ind/ha y H de 0.1885 y de la especie ***Ipomoea conzattii*** con un IVI de 19.0781, un IDR de 2.4115, una abundancia de 8.3333 ind/ha y H de 0.0719.

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **466.6667 ind/ha** y un H de **0.3456.**

Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

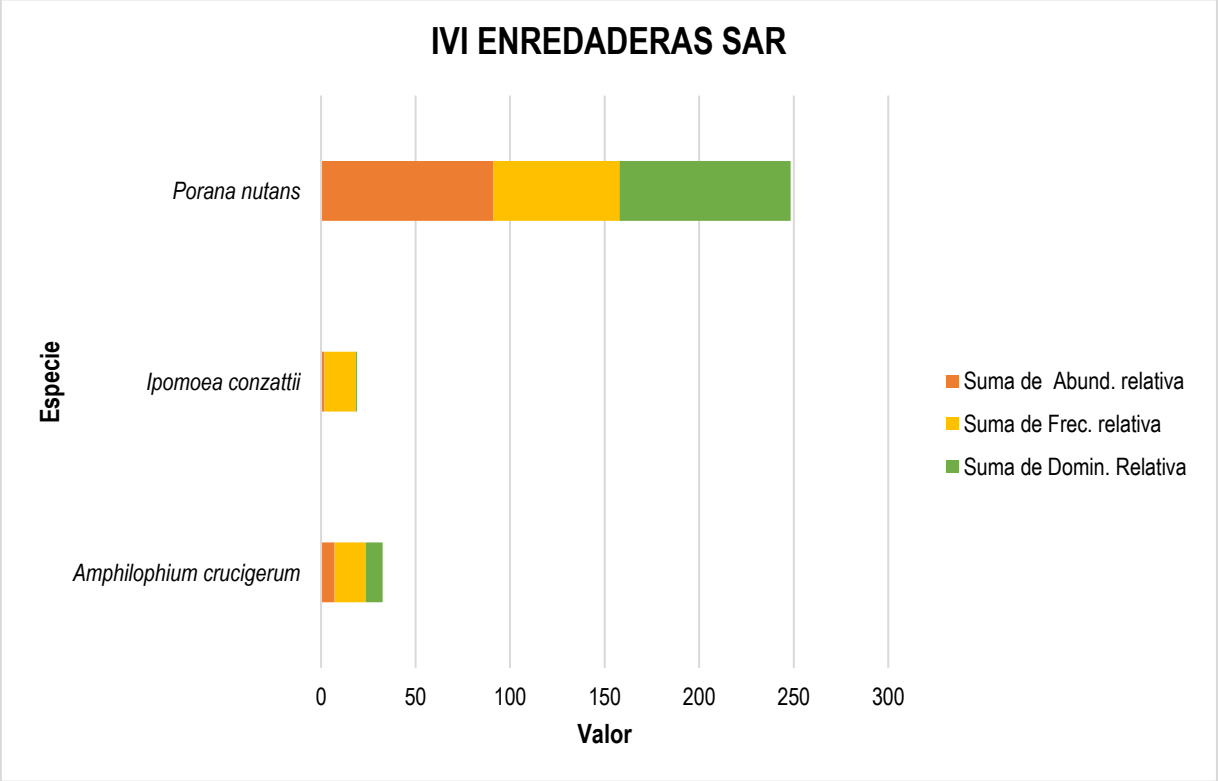


Figura 57. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia relativa de las especies del estrato enredaderas en el SAR

Tabla 42. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato enredaderas en el SAR

Núm.	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Total	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. Relativa	IVI	IDR	pi	LN pi	H
1	Bignoniaceae	*Amphilophium crucigerum*	Bejuco de canoita	-	4.00	33.3333	7.1429	1.0000	16.6667	0.4359	8.6822	32.4918	15.8251	0.0714	2.6391	0.1885
2	Convolvulaceae	*Ipomoea conzattii*	Flor de la Candelaria	-	1.00	8.3333	1.7857	1.0000	16.6667	0.0314	0.6257	19.0781	2.4115	0.0179	4.0254	0.0719
3	Convolvulaceae	*Porana nutans*	Campanilla	-	51.00	425.0000	91.0714	4.0000	66.6667	4.5532	90.6920	248.4301	181.7634	0.9107	0.0935	0.0852
Riqueza para el estrato		**3**			**56.000**	**466.6667**	**100.0000**	**6.0000**	**100.0000**	**5.0205**	**100.0000**	**300.0000**	**200.0000**	**1.0000**	**6.7579**	**0.3456**

NOM = Norma Oficial Mexicana
Abund = Abundancia
Frec = Frecuencia
Domin = Dominancia
IVI = Índice de Valor de Importancia
IDR = Índice de Dominancia Relativa
H= Índice de Shannon

Debido a que la cantidad de sitios de muestreo es alta, no se pueden visualizar en una sola hoja, por lo que se presenta una tabla resumen de los valores obtenidos, sin embargo, en la base de datos ***Análisis Vegetación SBC_SAR_MIA.xlsx*** se pueden consultar los datos completos.

4.2.2.3.3.5 Epífitas

Este estrato en el Sistema Ambiental Regional está representado por 6 especies, de las cuales, sobresale la especie ***Tillandsia recurvata*** con un IVI de 180.6738, un IDR de 130.6738, una abundancia de 2058.3333 ind/ha y H de 0.0752, seguido de la especie ***Tillandsia makoyana*** con un IVI de 92.0179 un IDR de 58.6845, una abundancia de 83.3333 ind/ha y H de 0.1227 y de la especie ***Tillandsia achyrostachys*** con un IVI de 27.3083, un IDR de 10.6417, una abundancia de 91.6667 ind/ha y H de 0.1311.

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **2,233.3333 ind/ha** y un H de **0.3290.**

Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

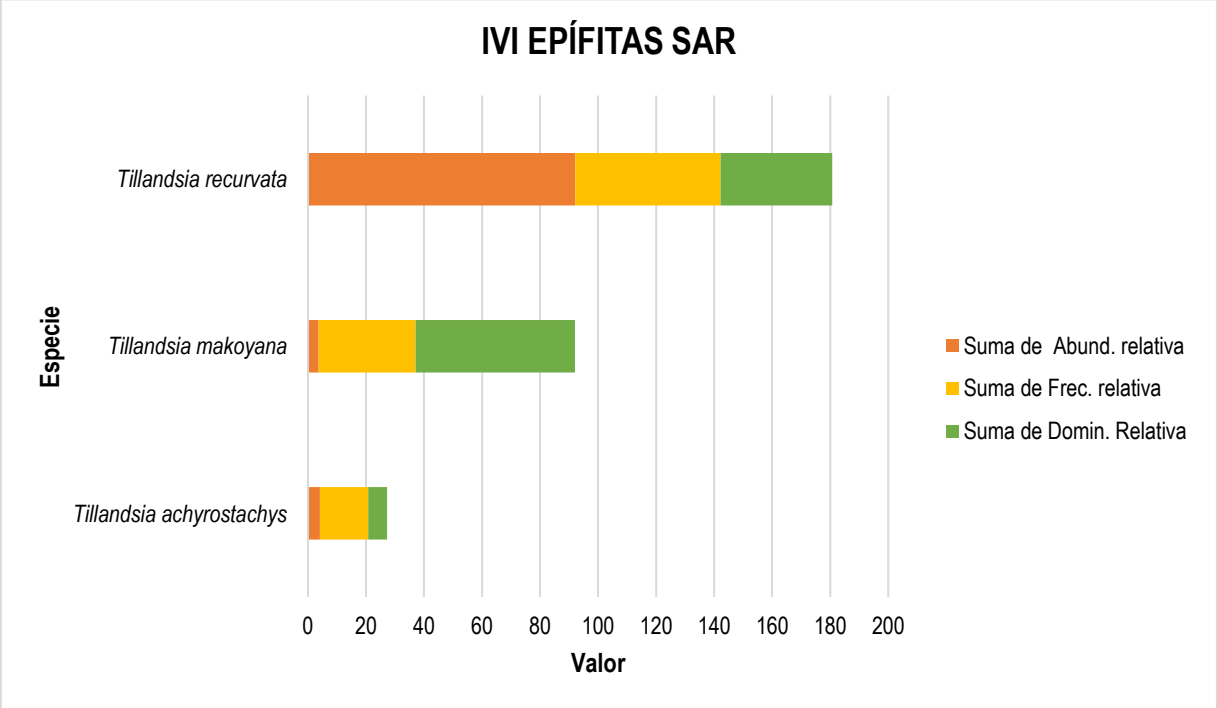


Figura 58. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia relativa de las especies del estrato epifitas en el SAR

Tabla 43. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato epifitas en el SAR

Núm.	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Total	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. Relativa	IVI	IDR	pi	LN pi	H
1	Bromeliaceae	*Tillandsia achyrostachys*	Gallito	-	11.00	91.6667	4.1045	1.0000	16.6667	0.0314	6.5372	27.3083	10.6417	0.0410	3.1931	0.1311
2	Bromeliaceae	*Tillandsia makoyana*	Magueyito	-	10.00	83.3333	3.7313	2.0000	33.3333	0.2641	54.9532	92.0179	58.6845	0.0373	3.2884	0.1227
3	Bromeliaceae	*Tillandsia recurvata*	Gallinitas	-	247.00	2,058.3333	92.1642	3.0000	50.0000	0.1851	38.5096	180.6738	130.6738	0.9216	0.0816	0.0752
Riqueza para el estrato		**3**			**268.000**	**2,233.3333**	**100.0000**	**6.0000**	**100.0000**	**0.4806**	**100.0000**	**300.0000**	**200.0000**	**1.0000**	**6.5631**	**0.3290**

NOM = Norma Oficial Mexicana
Abund = Abundancia
Frec = Frecuencia
Domin = Dominancia
IVI = Índice de Valor de Importancia
IDR = Índice de Dominancia Relativa
H = Índice de Shannon

Debido a que la cantidad de sitios de muestreo es alta, no se pueden visualizar en una sola hoja, por lo que se presenta una tabla resumen de los valores obtenidos, sin embargo, en la base de datos ***Análisis Vegetación SBC_SAR_MIA.xlsx*** se pueden consultar los datos completos.

4.2.2.3.3.6 Herbáceo

Este estrato en el Sistema Ambiental Regional está representado por 13 especies, de las cuales, sobresale la especie ***Lasiacis divaricata*** con un IVI de 43.8343, un IDR de 31.3343, una abundancia de 13,333.3333 ind/ha y H de 0.1962, seguido de la especie ***Tetramerium nervosum*** con un IVI de 40.0953, un IDR de 21.3453, una abundancia de 31,666.6667 ind/ha y H de 0.3093 y de la especie ***Salvia mexicana*** con un IVI de 39.8080, un IDR de 33.5580, una abundancia de 28,333.3333 ind/ha y H de 0.2948.

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **175,000 ind/ha** y un H de **2.2617.**

Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

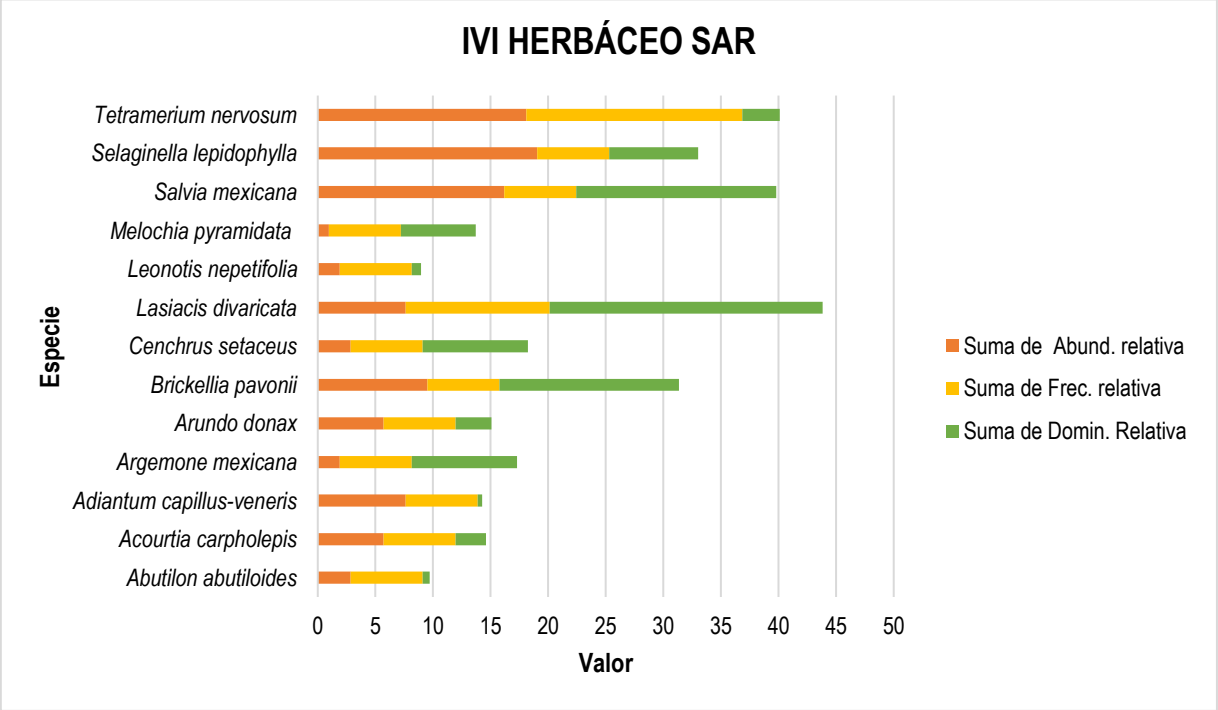


Figura 59. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia relativa de las especies del estrato herbáceo en el SAR

Tabla 44. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato herbáceo en el SAR

Núm.	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Total	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. Relativa	IVI	IDR	pi	LN pi	H
1	Malvaceae	*Abutilon abutiloides*	Colotahue	-	3.00	5,000.0000	2.8571	1.0000	6.2500	0.0236	0.6094	9.7165	3.4665	0.0286	3.5553	0.1016
2	Asteraceae	*Acourtia carpholepis*	Desconocido	-	6.00	10,000.0000	5.7143	1.0000	6.2500	0.1021	2.6407	14.6050	8.3550	0.0571	2.8622	0.1636
3	Pteridaceae	*Adiantum capillus-veneris*	Helecho culantrillo	-	8.00	13,333.3333	7.6190	1.0000	6.2500	0.0157	0.4063	14.2753	8.0253	0.0762	2.5745	0.1962
4	Papaveraceae	*Argemone mexicana*	Amapolilla	-	2.00	3,333.3333	1.9048	1.0000	6.2500	0.3534	9.1408	17.2956	11.0456	0.0190	3.9608	0.0754
5	Poaceae	*Arundo donax*	Carrizo	-	6.00	10,000.0000	5.7143	1.0000	6.2500	0.1206	3.1190	15.0833	8.8333	0.0571	2.8622	0.1636
6	Asteraceae	*Brickellia pavonii*	Desconocido	-	10.00	16,666.6667	9.5238	1.0000	6.2500	0.6023	15.5786	31.3524	25.1024	0.0952	2.3514	0.2239
7	Poaceae	*Cenchrus setaceus*	Zacate africano	-	3.00	5,000.0000	2.8571	1.0000	6.2500	0.3534	9.1408	18.2479	11.9979	0.0286	3.5553	0.1016
8	Poaceae	*Lasiacis divaricata*	Bambú silvestre	-	8.00	13,333.3333	7.6190	2.0000	12.5000	0.9170	23.7153	43.8343	31.3343	0.0762	2.5745	0.1962
9	Lamiaceae	*Leonotis nepetifolia*	Bola de rey	-	2.00	3,333.3333	1.9048	1.0000	6.2500	0.0314	0.8125	8.9673	2.7173	0.0190	3.9608	0.0754
10	Malvaceae	*Melochia pyramidata*	Escobilla	-	1.00	1,666.6667	0.9524	1.0000	6.2500	0.2513	6.5001	13.7025	7.4525	0.0095	4.6540	0.0443
11	Lamiaceae	*Salvia mexicana*	Tlacote	-	17.00	28,333.3333	16.1905	1.0000	6.2500	0.6715	17.3675	39.8080	33.5580	0.1619	1.8207	0.2948
12	Selaginellaceae	*Selaginella lepidophylla*	Doradilla	-	20.00	33,333.3333	19.0476	1.0000	6.2500	0.2985	7.7189	33.0165	26.7665	0.1905	1.6582	0.3159
13	Acanthaceae	*Tetramerium nervosum*	Corrimiento	-	19.00	31,666.6667	18.0952	3.0000	18.7500	0.1257	3.2501	40.0953	21.3453	0.1810	1.7095	0.3093
Riqueza para el estrato		**13**			**105.000**	**175,000.0000**	**100.0000**	**16.0000**	**100.0000**	**3.8665**	**100.0000**	**300.0000**	**200.0000**	**1.0000**	**38.0996**	**2.2617**

NOM = Norma Oficial Mexicana
Abund = Abundancia
Frec = Frecuencia
Domin = Dominancia
IVI = Índice de Valor de Importancia
IDR = Índice de Dominancia Relativa
H = Índice de Shannon

Debido a que la cantidad de sitios de muestreo es alta, no se pueden visualizar en una sola hoja, por lo que se presenta una tabla resumen de los valores obtenidos, sin embargo, en la base de datos ***Análisis Vegetación SBC_SAR_MIA.xlsx*** se pueden consultar los datos completos.

4.2.2.3.3.7 Conclusión

Conforme a los resultados del muestreo de **Vegetación de Selva Baja Caducifolia** del **Sistema Ambiental Regional**, se concluye que el estrato con mayor riqueza específica es el **Arbóreo** con una riqueza específica de 40 especies, 520 ejemplares aportados al muestreo y un H de 3.1349; seguido del estrato **Arbustivo**, con una riqueza específica de 17 especies, con 281 ejemplares aportados al muestreo y un H de 2.1692, enseguida el estrato **Herbáceo** con una riqueza de 13 especies, con 105 ejemplares aportados al muestreo y un H de 2.2671, seguido del estrato **Cactáceas/Rosetófilas** con una riqueza específica de 5 especies, 20 ejemplares aportados al muestreo y un H de 1.2899, seguido del estrato **Enredaderas** con una riqueza específica de 3 especies, conformado por 56 ejemplares aportados al muestreo y un H de 0.3456 y por último el estrato **Epífitas** con una riqueza específica de 3 especies, conformado por 268 ejemplares y un H de 0.3290.

En el siguiente cuadro se presenta una comparación de los índices de biodiversidad alcanzados para cada uno de los estratos.

Tabla 45. Índices de Shannon para la vegetación del SAR

	Arbóreo	Arbustivo	Cactáceas/Rosetófilas	Enredaderas	Epífitas	Herbáceo
Ejemplares	520	281	20	56	268	105
Riqueza (S)	40	17	5	3	3	13
Índice de Shannon	3.1349	2.1692	1.2899	0.3456	0.3290	2.2617
H máx = Log(S)	3.6889	2.8332	1.6094	1.0986	1.0986	2.5649
Equidad	0.8498	0.7656	0.8015	0.3145	0.2994	0.8818
Hmax-Hcalc	0.5540	0.6640	0.3195	0.7531	0.7696	0.3032
Abundancia/ha	4,333.3333	2,341.6667	166.6667	466.6667	2,233.3333	175,000.0000

4.2.2.4 CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA

En los siguientes apartados se presenta la información analizada de los muestreos para la vegetación de Selva Baja Caducifolia.

4.2.2.4.1 Composición florística

De acuerdo a los resultados del muestreo, y una vez realizado el análisis de vegetación correspondiente para la Selva Baja Caducifolia, se determinó que este ecosistema está conformado por los estratos, arbóreo, arbustivo, cactáceas y rosetófilas, enredaderas, epífitas y herbáceo, este tipo de vegetación se compone de una riqueza florística de 83 especies de 30 familias diferentes, de las cuales la familia Fabaceae es la que presenta un mayor número

de especies con un total de 16, seguida de la familia Cactaceae con 7, la familia Apocynaceae con 6 especies, la familia Asteraceae con 5 especies, las familias Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae y Acanthaceae con un total de 4 especies. Para mayor referencia ver los siguientes cuadros.

Tabla 46. Composición florística de la vegetación de Selva Baja Caducifolia en el Área de Influencia

Familia	N° Especies
Fabaceae	16
Cactaceae	7
Apocynaceae	6
Asteraceae	5
Malvaceae	4
Convolvulaceae	4
Acanthaceae	4
Euphorbiaceae	4
Burseraceae	3
Poaceae	3
Bromeliaceae	3
Rubiaceae	3
Celastreaceae	3
Amaranthaceae	2
Boraginaceae	1
Sapindaceae	1
Moraceae	1
Polemoniaceae	1
Resedaceae	1
Brassicaceae	1
Selaginellaceae	1
Bignoniaceae	1
Anacardiaceae	1
Aspargaceae	1
Polygonaceae	1
Lamiaceae	1
Papavaraceae	1
Cannabaceae	1
Verbenaceae	1
Cupressaceae	1
Total general	**83**

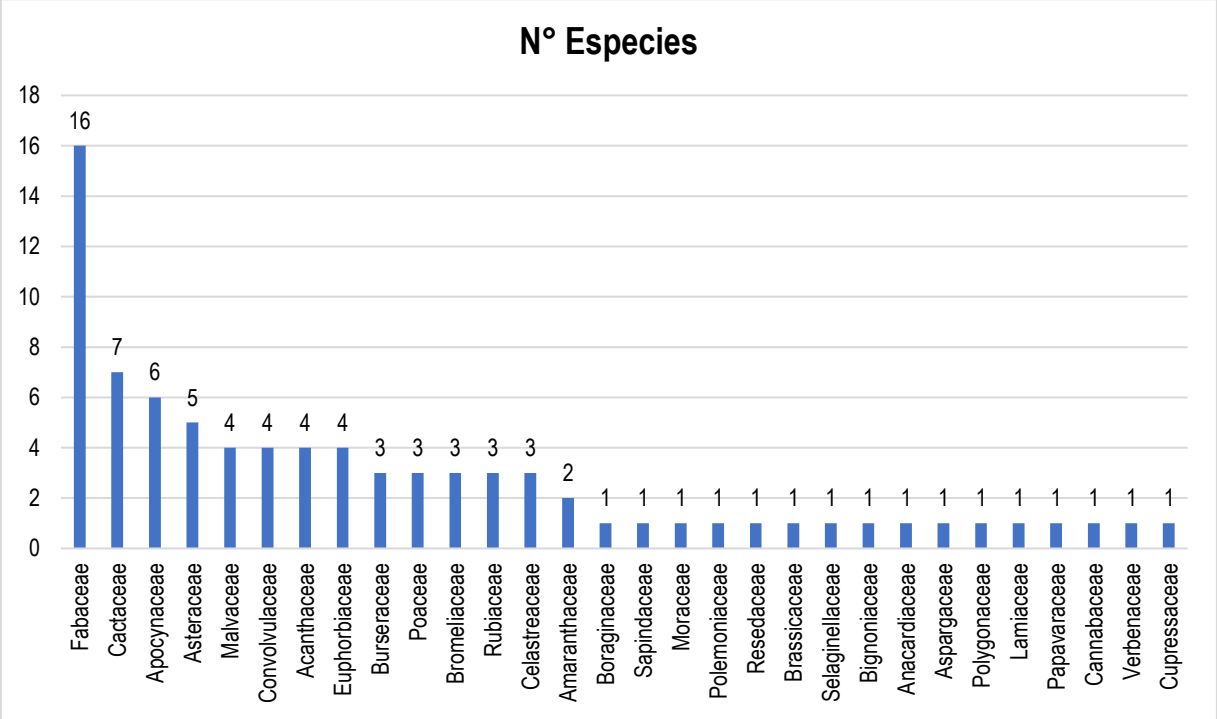


Figura 60. Composición de especies por familia en el AI

Tabla 47. Listado de especies de flora reportadas en el muestreo del Área de Influencia

N° Especie	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN	CITES	Distribución
1	Malvaceae	*Abutilon abutiloides*	Colotahue	-	-	-	Nativa
2	Aspargaceae	Agave angustifolia	Bacanora	-	LC	-	Nativa
3	Bignoniaceae	*Amphilophium paniculatum*	Bejuco prieto	-	-	-	Nativa
4	Anacardiaceae	Amphipterygium adstringens	Cuachalalate	-	VU	-	Nativa
5	Papavaraceae	*Argemone mexicana*	Amapolilla	-	LC	-	Nativa
6	Apocynaceae	*Asclepias curassavica*	Algodoncillo	-	-	-	Nativa
7	Asteraceae	*Baccharis punctulata*		-	LC	-	Nativa
8	Burseraceae	*Bursera copallifera*	Copal	-	LC	-	Endémica
9	Burseraceae	*Bursera fagaroides*	Torote	-	LC	-	Nativa
10	Burseraceae	Bursera morelensis	Copal	-	LC	-	Endémica
11	Fabaceae	*Calliandra eriophylla*	Charrasquillo	-	-	-	Nativa
12	Acanthaceae	*Carlowrightia arizonica*	Chuparrosa	-	-	-	Nativa
13	Apocynaceae	*Cascabela ovata*	Torito	-	LC	-	Nativa
14	Malvaceae	Ceiba aesculifolia	Pochote	-	LC	-	Nativa
15	Cannabaceae	*Celtis iguanaea*	Garabato	-	LC	-	Nativa
16	Poaceae	*Cenchrus setaceus*	Zacate africano	-	LC	-	Exótica-Invasora
17	Asteraceae	*Chromolaena odorata*	Albaquilla	-	LC	-	Nativa
18	Euphorbiaceae	Cnidoscolus multilobus	Mala mujer	-	LC	-	Nativa
19	Fabaceae	Conzattia multiflora	Árbol del águila	-	LC	-	Nativa
20	Fabaceae	Coursetia glandulosa	Palo dulce	-	LC	-	Nativa
21	Euphorbiaceae	Croton ciliatoglandulifer	Quemador	-	-	-	Nativa
22	Fabaceae	Ctenodon compactus	Guajillo	-	-	-	Nativa
23	Apocynaceae	Cynanchum ligulatum	Talayote	-	-	-	Nativa
24	Euphorbiaceae	Euphorbia schlechtendalii	Cigarrillo	-	LC	Apéndice II	Nativa
25	Fabaceae	*Eysenhardtia punctata*	Palocuate	-	LC	-	Endémica
26	Moraceae	*Ficus pertusa*	Amate	-	LC	-	Nativa
27	Resedaceae	*Forchhammeria macrocarpa*	Capulín	-	LC	-	Endémica
28	Amaranthaceae	*Gomphrena serrata*	Amor seco	-	-	-	Nativa
29	Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guásima	-	LC	-	Nativa
30	Apocynaceae	*Haplophyton cimicidum*	Palo bolero	-	-	-	Nativa
31	Fabaceae	*Havardia acatlensis*	Barba de chivo	-	LC	-	Endémica
32	Rubiaceae	*Hintonia latiflora*	Copalquín	-	LC	-	Nativa
33	Convolvulaceae	*Ipomoea conzattii*	Flor de la Candelaria	-	-	-	Endémica

N° Especie	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN	CITES	Distribución
34	Convolvulaceae	*Ipomoea pauciflora*	Cazahuate	-	LC	-	Nativa
35	Convolvulaceae	*Ipomoea ternifolia*	Manto de la virgen	-	-	-	Nativa
36	Amaranthaceae	*Iresine latifolia*	Amargosillo	-	-	-	Nativa
37	Acanthaceae	*Justicia candicans*	Espuela de caballero	-	-	-	Nativa
38	Acanthaceae	*Justicia pilosella*	Muicle lengua de tubo	-	-	-	Nativa
39	Fabaceae	*Lachesiodendron viridiflorum*	Uña de gato	-	LC	-	Nativa
40	Poaceae	*Lasiacis divaricata*	Bambú silvestre	-	LC	-	Nativa
41	Lamiaceae	*Leonotis nepetifolia*	Bola de rey	-	-	-	Exótica-Invasora
42	Brassicaceae	Lepidium virginicum	Lentejilla	-	-	-	Nativa
43	Fabaceae	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	-	LC	-	Nativa
44	Verbenaceae	*Lippia graveolens*	Orégano de monte	-	LC	-	Nativa
45	Polemoniaceae	*Loeselia pumila*		-	LC	-	Nativa
46	Fabaceae	*Lonchocarpus eriophyllus*	Garbancillo	-	NT	-	Endémica
47	Cactaceae	*Lophocereus marginatus*	Chilayo	-	DD	Apéndice II	Endémica
48	Fabaceae	*Lysiloma divaricatum*	Mauto	-	LC	-	Nativa
49	Cactaceae	Mammillaria haageana	Biznaguita	En peligro de extinción	LC	Apéndice II	Endémica
50	Fabaceae	*Mariosousa acatlensis*	Árbol del borrego	-	LC	-	Endémica
51	Malvaceae	*Melochia tomentosa*	Malva de los cerros	-	-	-	Nativa
52	Asteraceae	Montanoa grandiflora	Acahual	-	LC	-	Endémica
53	Poaceae	Muhlenbergia porteri	Pasto liendrilla	-	-	-	Nativa
54	Cactaceae	Myrtillocactus geometrizans	Garambullo	-	LC	Apéndice II	Endémica
55	Cactaceae	*Opuntia decumbens*	Nopal de culebra	-	LC	Apéndice II	Nativa
56	Cactaceae	*Opuntia depressa*	Nopal de monte	-	LC	Apéndice II	Endémica
57	Cactaceae	*Opuntia hyptiacantha*	Nopal cascarón	-	LC	Apéndice II	Endémica
58	Rubiaceae	*Paederia ciliata*	Enredadera	-	-	-	Endémica
59	Asteraceae	*Parthenium hysterophorus*	Hierba del Golpe	-	-	-	Nativa
60	Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	Guamúchil	-	LC	-	Nativa
61	Apocynaceae	*Plumeria rubra*	Flor de mayo	-	LC	-	Nativa
62	Apocynaceae	*Polystemma guatemalense*	Desconocido	-	-	-	Nativa
63	Convolvulaceae	*Porana nutans*	Campanilla	-	-	-	Endémica
64	Asteraceae	*Porophyllum ruderale var macrocephalum*	Papaloquelite	-	LC	-	Nativa
65	Celastreaceae	*Pristimera celastroides*	Cancerina	-	-	-	Nativa
66	Rubiaceae	*Randia echinocarpa*	Grangeno chino	-	LC	-	Nativa
67	Euphorbiaceae	*Ricinus communis*	Higuerilla	-	LC	-	Exótica-Invasora

N° Especie	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN	CITES	Distribución
68	Polygonaceae	Ruprechtia fusca	Caña asada	-	LC	-	Endémica
69	Selaginellaceae	Selaginella lepidophylla	Doradilla	-	-	-	Nativa
70	Fabaceae	Senna hirsuta	Cuajillo	-	LC	-	Nativa
71	Fabaceae	Senna wislizeni	Carrozo	-	-	-	Nativa
72	Sapindaceae	*Serjania cardiospermoides*	Petatillo	-	-	-	Nativa
73	Cactaceae	*Stenocereus stellatus*	Pitayo xoconostle	-	LC	-	Endémica
74	Cupressaceae	*Taxodium mucronatum*	Ahuehuete	-	LC	-	Nativa
75	Acanthaceae	*Tetramerium nervosum*	Corrimiento	-	-	-	Nativa
76	Bromeliaceae	*Tillandsia recurvata*	Gallinitas	-	-	-	Nativa
77	Bromeliaceae	*Tillandsia schiedeana*	Gallito	-	-	-	Nativa
78	Bromeliaceae	*Trichilia americana*	Coyolillo	-	LC	-	Nativa
79	Fabaceae	*Vachellia campeachiana*	Huinolo	-	LC	-	Nativa
80	Fabaceae	*Vachellia farnesiana*	Huizache	-	LC	-	Nativa
81	Boraginaceae	*Verbesina oncophora*	Memelilla	-	LC	-	Endémica
82	Celastreaceae	*Wimmeria microphylla*	Palo de seda	-	LC	-	Endémica
83	Celastreaceae	Wimmeria pubescens	Camarón	-	LC	-	Nativa

4.2.2.4.2 Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Es importante destacar que, con base en la revisión de la *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo* (NOM-059-SEMARNAT-2010), se determinó que de las especies que se distribuyen dentro de la unidad de análisis la especie ***Mammillaria haageana*** se encuentre enlistada en dicha norma en la categoría de En Peligro de Extinción (P).

4.2.2.4.3 Análisis estructural

4.2.2.4.3.1 Arbóreo

Este estrato en el Área de Influencia está representado por 31 especies, de las cuales, sobresale la especie ***Vachellia campechiana*** con un IVI de 32.6317, un IDR de 25.3147, una abundancia de 560.0000 ind/ha y H de 0.3391, seguida de la especie ***Eysenhardtia punctata*** con un IVI de 22.0139, un IDR de 19.5749, una abundancia de 410.0000 ind/ha y H de 0.3013 y por la especie ***Senna wislizeni*** con un IVI de 21.4713, un IDR de 16.5932, una abundancia de 260.0000 ind/ha y H de 0.2402.

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **2,410.0000 ind/ha** y un H de **2.6302.**

Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

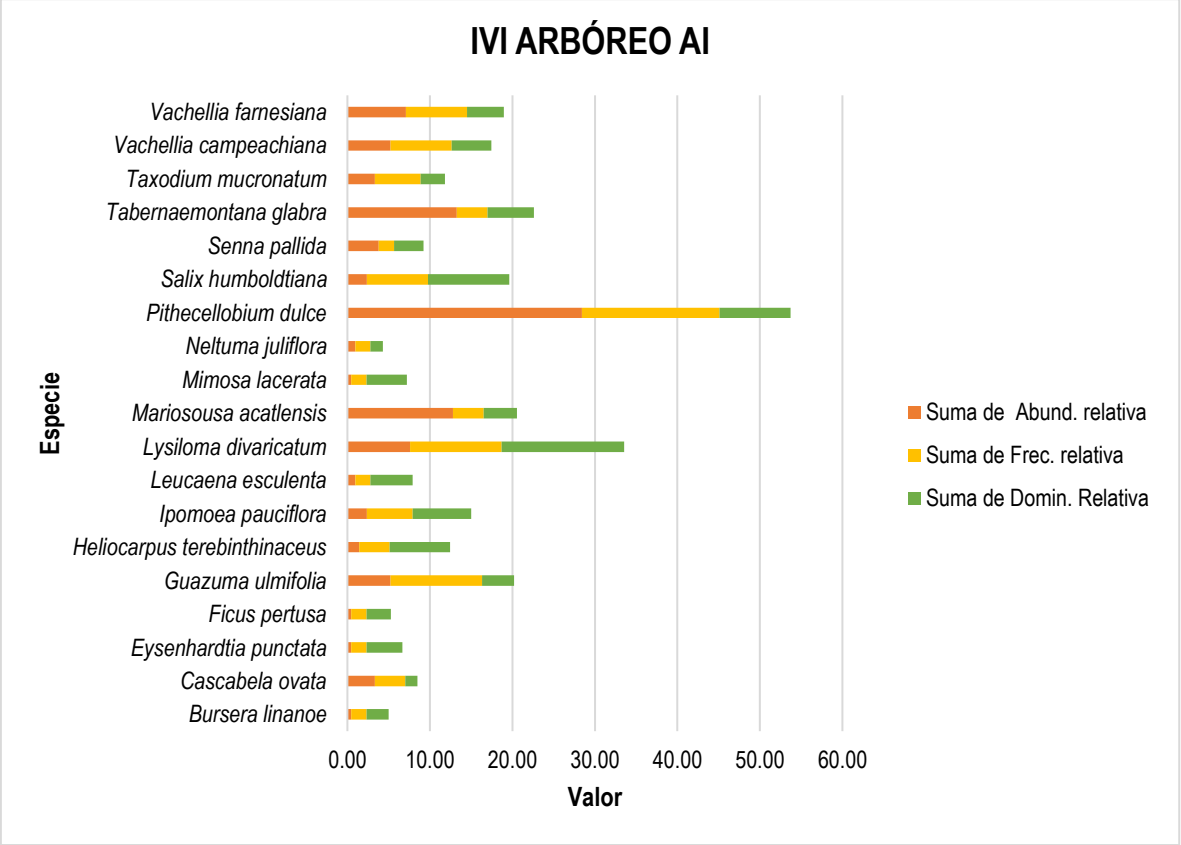


Figura 61. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia relativa de las especies del estrato arbóreo del AI

Tabla 48. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato arbóreo en el AI

Núm.	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Total	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. Relativa	IVI	IDR	pi	LN pi	H
1	Anacardiaceae	*Amphipterygium adstringens*	Cuachalalate	-	2.00	20.0000	0.8299	1.0000	2.4390	4.1744	1.6945	4.9634	2.5243	0.0083	4.7916	0.0398
2	Burseraceae	*Bursera copallifera*	Copal	-	8.00	80.0000	3.3195	3.0000	7.3171	2.2865	0.9281	11.5647	4.2476	0.0332	3.4054	0.1130
3	Burseraceae	*Bursera fagaroides*	Torote	-	1.00	10.0000	0.4149	1.0000	2.4390	6.7673	2.7470	5.6010	3.1619	0.0041	5.4848	0.0228
4	Burseraceae	*Bursera morelensis*	Copal	-	1.00	10.0000	0.4149	1.0000	2.4390	4.5723	1.8560	4.7099	2.2709	0.0041	5.4848	0.0228
5	Apocynaceae	*Cascabela ovata*	Torito	-	1.00	10.0000	0.4149	1.0000	2.4390	6.0559	2.4582	5.3122	2.8732	0.0041	5.4848	0.0228
6	Malvaceae	*Ceiba aesculifolia*	Pochote	-	4.00	40.0000	1.6598	2.0000	4.8780	11.3938	4.6250	11.1628	6.2847	0.0166	4.0985	0.0680
7	Fabaceae	*Conzattia multiflora*	Árbol del águila	-	3.00	30.0000	1.2448	1.0000	2.4390	11.0447	4.4832	8.1671	5.7281	0.0124	4.3862	0.0546
8	Fabaceae	*Coursetia glandulosa*	Palo dulce	-	27.00	270.0000	11.2033	1.0000	2.4390	7.9870	3.2421	16.8844	14.4454	0.1120	2.1890	0.2452
9	Euphorbiaceae	*Euphorbia schlechtendalii*	Cigarillo	-	1.00	10.0000	0.4149	1.0000	2.4390	23.1685	9.4045	12.2585	9.8195	0.0041	5.4848	0.0228
10	Fabaceae	*Eysenhardtia punctata*	Palocuate	-	41.00	410.0000	17.0124	1.0000	2.4390	6.3126	2.5624	22.0139	19.5749	0.1701	1.7712	0.3013
11	Moraceae	*Ficus pertusa*	Amate	-	1.00	10.0000	0.4149	1.0000	2.4390	7.6421	3.1021	5.9560	3.5170	0.0041	5.4848	0.0228
12	Resedaceae	*Forchhammeria macrocarpa*	Capulín	-	1.00	10.0000	0.4149	1.0000	2.4390	2.3523	0.9548	3.8088	1.3698	0.0041	5.4848	0.0228
13	Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guásima	-	2.00	20.0000	0.8299	1.0000	2.4390	13.4499	5.4596	8.7285	6.2895	0.0083	4.7916	0.0398
14	Fabaceae	*Havardia acatlensis*	Barba de chivo	-	4.00	40.0000	1.6598	1.0000	2.4390	15.3781	6.2423	10.3410	7.9020	0.0166	4.0985	0.0680
15	Rubiaceae	*Hintonia latiflora*	Copalquín	-	2.00	20.0000	0.8299	1.0000	2.4390	5.5639	2.2585	5.5274	3.0884	0.0083	4.7916	0.0398
16	Convolvulaceae	*Ipomoea pauciflora*	Cazahuate	-	2.00	20.0000	0.8299	2.0000	4.8780	8.7685	3.5593	9.2672	4.3892	0.0083	4.7916	0.0398
17	Fabaceae	*Lachesiodendron viridiflorum*	Uña de gato	-	8.00	80.0000	3.3195	1.0000	2.4390	4.6320	1.8802	7.6387	5.1997	0.0332	3.4054	0.1130
18	Fabaceae	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	-	6.00	60.0000	2.4896	1.0000	2.4390	7.5295	3.0564	7.9850	5.5460	0.0249	3.6930	0.0919
19	Fabaceae	*Lonchocarpus eriophyllus*	Garbancillo	-	1.00	10.0000	0.4149	1.0000	2.4390	6.9272	2.8119	5.6659	3.2268	0.0041	5.4848	0.0228
20	Fabaceae	*Lysiloma divaricatum*	Mauto	-	11.00	110.0000	4.5643	2.0000	4.8780	5.8365	2.3691	11.8115	6.9335	0.0456	3.0869	0.1409
21	Fabaceae	*Mariosousa acatlensis*	Árbol del borrego	-	8.00	80.0000	3.3195	2.0000	4.8780	11.7190	4.7570	12.9545	8.0765	0.0332	3.4054	0.1130
22	Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	Guamúchil	-	5.00	50.0000	2.0747	1.0000	2.4390	10.5538	4.2840	8.7977	6.3587	0.0207	3.8754	0.0804
23	Apocynaceae	*Plumeria rubra*	Flor de mayo	-	2.00	20.0000	0.8299	2.0000	4.8780	4.4373	1.8012	7.5091	2.6311	0.0083	4.7916	0.0398
24	Polygonaceae	*Ruprechtia fusca*	Caña asada	-	5.00	50.0000	2.0747	1.0000	2.4390	5.8713	2.3833	6.8970	4.4580	0.0207	3.8754	0.0804
25	Fabaceae	*Senna wislizeni*	Carrozo	-	26.00	260.0000	10.7884	2.0000	4.8780	14.3005	5.8048	21.4713	16.5932	0.1079	2.2267	0.2402
26	Cupressaceae	*Taxodium mucronatum*	Ahuehuete	-	3.00	30.0000	1.2448	1.0000	2.4390	6.5669	2.6656	6.3495	3.9105	0.0124	4.3862	0.0546
27	Meliaceae	*Trichilia americana*	Coyolillo	-	1.00	10.0000	0.4149	1.0000	2.4390	3.4946	1.4185	4.2725	1.8335	0.0041	5.4848	0.0228
28	Fabaceae	*Vachellia campechiana*	Huinolo	-	56.00	560.0000	23.2365	3.0000	7.3171	5.1196	2.0782	32.6317	25.3147	0.2324	1.4594	0.3391
29	Fabaceae	*Vachellia farnesiana*	Huizache	-	1.00	10.0000	0.4149	1.0000	2.4390	12.5664	5.1009	7.9549	5.5159	0.0041	5.4848	0.0228
30	Celastraceae	*Wimmeria microphylla*	Palo de seda	-	4.00	40.0000	1.6598	1.0000	2.4390	3.1416	1.2752	5.3740	2.9350	0.0166	4.0985	0.0680
31	Celastraceae	*Wimmeria pubescens*	Camarón	-	3.00	30.0000	1.2448	1.0000	2.4390	6.7402	2.7360	6.4198	3.9808	0.0124	4.3862	0.0546
Riqueza para el estrato		**31**			**241.000**	**2,410.0000**	**100.0000**	**41.0000**	**100.0000**	**246.3542**	**100.0000**	**300.0000**	**200.0000**	**1.0000**	**131.1685**	**2.6302**

NOM= Norma Oficial Mexicana
Abund = Abundancia
Frec = Frecuencia
Domin = Dominancia
IVI = Índice de Valor de Importancia
IDR = Índice de Dominancia Relativa
H = Índice de Shannon

Debido a que la cantidad de sitios de muestreo es alta, no se pueden visualizar en una sola hoja, por lo que se presenta una tabla resumen de los valores obtenidos, sin embargo, en la base de datos ***Análisis Vegetación SBC_AI_MIA.xlsx*** se pueden consultar los datos completos

4.2.2.4.3.2 Arbustivo

Este estrato en el Área de Influencia está representado por 16 especies, de las cuales, sobresale la especie ***Carlowrightia arizonica*** con un IVI de 52.0319, un IDR de 46.4836, una abundancia de 100 ind/ha y H de 0.1885, seguido de la especie ***Calliandra eriophylla*** con un IVI de 20.2855, un IDR de 14.7300, una abundancia de 40 ind/ha y H de 0.1016 y de la especie ***Justicia candicans*** con un IVI de 20.1758, un IDR de 14.6203, una abundancia de 180 ind/ha y H de 0.2637.

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **1,400 ind/ha** y un H de **2.5905.**

Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

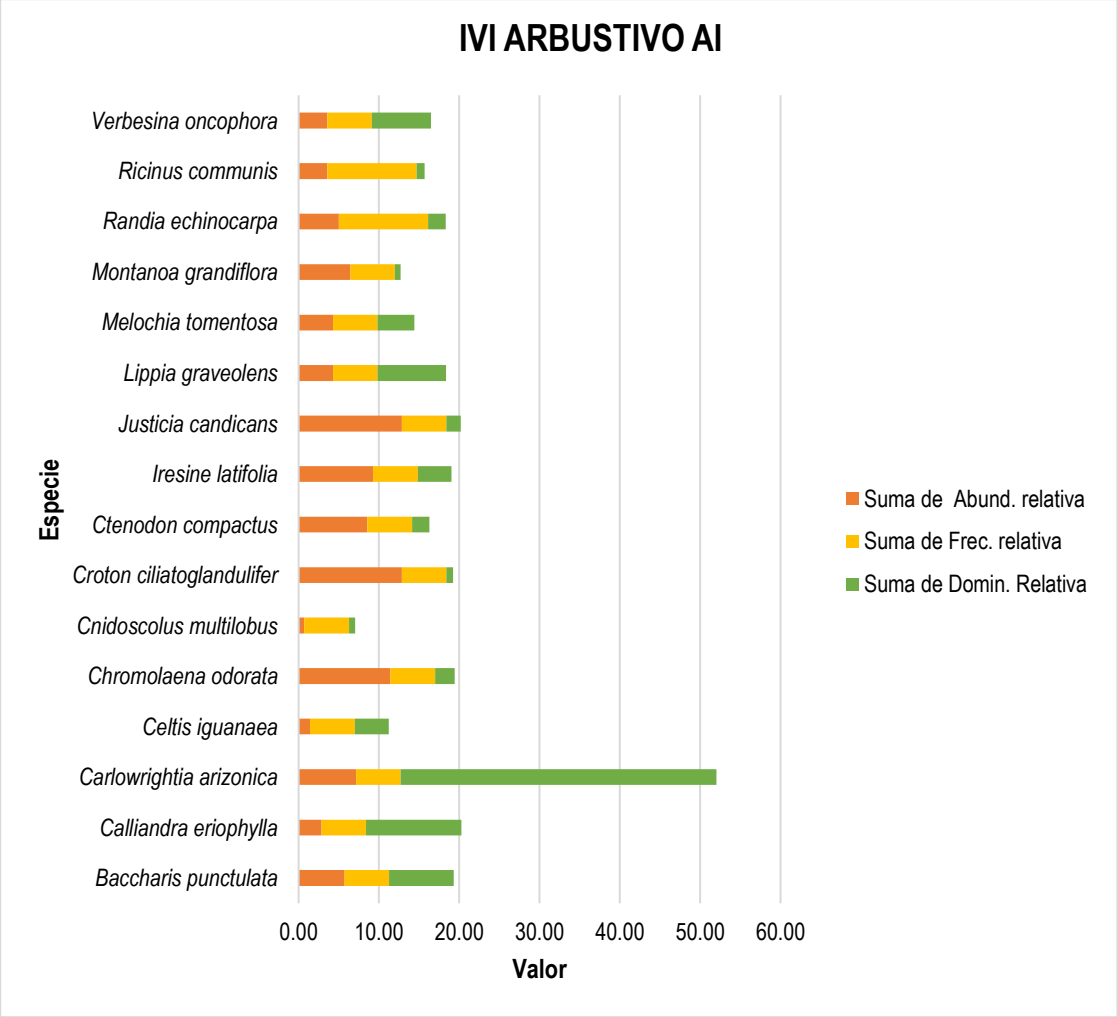


Figura 62. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia relativa de las especies del estrato arbustivo en el AI

Tabla 49. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato arbustivo en el AI

Núm.	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Total	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. Relativa	IVI	IDR	pi	LN pi	H
1	Asteraceae	*Baccharis punctulata*		-	8.00	80.0000	5.7143	1.0000	5.5556	6.1148	8.0380	19.3078	13.7522	0.0571	2.8622	0.1636
2	Fabaceae	*Calliandra eriophylla*	Charrasquillo	-	4.00	40.0000	2.8571	1.0000	5.5556	9.0321	11.8728	20.2855	14.7300	0.0286	3.5553	0.1016
3	Acanthaceae	*Carlowrightia arizonica*	Chuparrosa	-	10.00	100.0000	7.1429	1.0000	5.5556	29.9279	39.3407	52.0391	46.4836	0.0714	2.6391	0.1885
4	Cannabaceae	*Celtis iguanaea*	Garabato	-	2.00	20.0000	1.4286	1.0000	5.5556	3.2384	4.2569	11.2410	5.6855	0.0143	4.2485	0.0607
5	Asteraceae	*Chromolaena odorata*	Albaquilla	-	16.00	160.0000	11.4286	1.0000	5.5556	1.8745	2.4640	19.4482	13.8926	0.1143	2.1691	0.2479
6	Euphorbiaceae	*Cnidoscolus multilobus*	Mala mujer	-	1.00	10.0000	0.7143	1.0000	5.5556	0.5834	0.7669	7.0367	1.4811	0.0071	4.9416	0.0353
7	Euphorbiaceae	*Croton ciliatoglandulifer*	Quemador	-	18.00	180.0000	12.8571	1.0000	5.5556	0.6229	0.8188	19.2315	13.6760	0.1286	2.0513	0.2637
8	Fabaceae	*Ctenodon compactus*	Guajillo	-	12.00	120.0000	8.5714	1.0000	5.5556	1.6394	2.1550	16.2820	10.7264	0.0857	2.4567	0.2106
9	Amaranthaceae	*Iresine latifolia*	Amargosillo	-	13.00	130.0000	9.2857	1.0000	5.5556	3.1949	4.1998	19.0411	13.4855	0.0929	2.3767	0.2207
10	Acanthaceae	*Justicia candicans*	Espuela de caballero	-	18.00	180.0000	12.8571	1.0000	5.5556	1.3413	1.7631	20.1758	14.6203	0.1286	2.0513	0.2637
11	Verbenaceae	*Lippia graveolens*	Orégano de monte	-	6.00	60.0000	4.2857	1.0000	5.5556	6.4772	8.5144	18.3556	12.8001	0.0429	3.1499	0.1350
12	Malvaceae	*Melochia tomentosa*	Malva de los cerros	-	6.00	60.0000	4.2857	1.0000	5.5556	3.4743	4.5670	14.4083	8.8528	0.0429	3.1499	0.1350
13	Asteraceae	*Montanoa grandiflora*	Acahual	-	9.00	90.0000	6.4286	1.0000	5.5556	0.5341	0.7020	12.6862	7.1306	0.0643	2.7444	0.1764
14	Rubiaceae	*Randia echinocarpa*	Grangeno chino	-	7.00	70.0000	5.0000	2.0000	11.1111	1.6756	2.2027	18.3138	7.2027	0.0500	2.9957	0.1498
15	Euphorbiaceae	*Ricinus communis*	Higuerilla	-	5.00	50.0000	3.5714	2.0000	11.1111	0.7540	0.9911	15.6737	4.5626	0.0357	3.3322	0.1190
16	Asteraceae	*Verbesina oncophora*	Memelilla	-	5.00	50.0000	3.5714	1.0000	5.5556	5.5889	7.3467	16.4737	10.9181	0.0357	3.3322	0.1190
Riqueza para el estrato		**16**			**140.000**	**1,400.0000**	**100.0000**	**18.0000**	**100.0000**	**76.0736**	**100.0000**	**300.0000**	**200.0000**	**1.0000**	**48.0561**	**2.5905**

NOM = Norma Oficial Mexicana
Abund = Abundancia
Frec = Frecuencia
Domin = Dominancia
IVI = Índice de Valor de Importancia
IDR = Índice de Dominancia Relativa
H = Índice de Shannon

Debido a que la cantidad de sitios de muestreo es alta, no se pueden visualizar en una sola hoja, por lo que se presenta una tabla resumen de los valores obtenidos, sin embargo, en la base de datos ***Análisis Vegetación SBC_AI_MIA.xlsx*** se pueden consultar los datos completos.

4.2.2.4.3.3 Cactáceas y rosetófilas

Este estrato en el Área de Influencia está representado por 8 especies, de las cuales, sobresale la especie ***Myrtillocactus geometrizans*** con un IVI de 71.4447, un IDR de 40.6755, una abundancia de 70 ind/ha y H de 0.3360, seguido de la especie ***Lophocereus marginatus*** con un IVI de 47.5058, un IDR de 32.1212, una abundancia de 90 ind/ha y H de 0.3591 y de la especie ***Agave angustifolia*** con un IVI de 43.8845, un IDR de 36.1922, una abundancia de 50.00 ind/ha y H de 0.2943.

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, la especie ***Mammillaria haageana*** con un IVI de 19.4682, un IDR de 11.7759, una abundancia de 30 ind/ha y H de 0.2260.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **310 ind/ha** y un H de **1.8397**.

Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

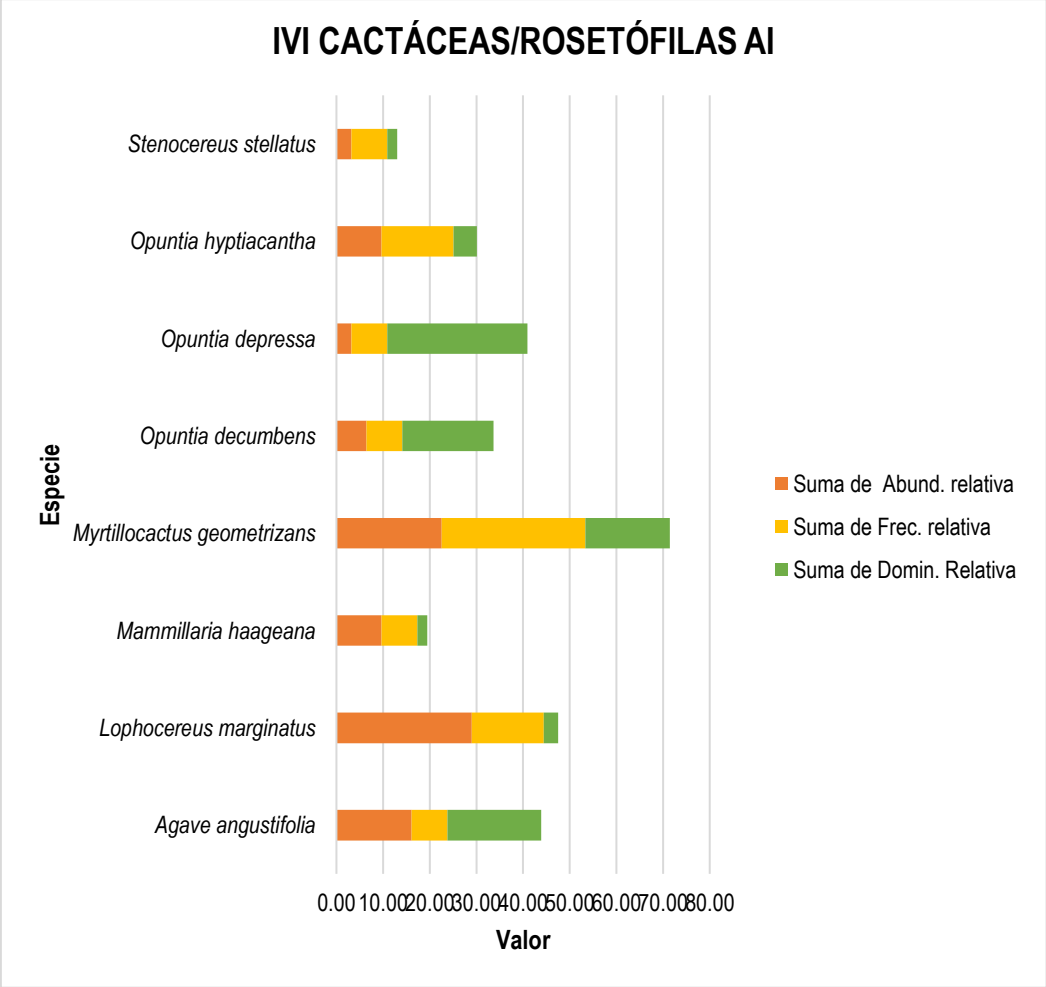


Figura 63. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia relativa de las especies del estrato cactáceas/rosetófila

Tabla 50. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Cactáceas/Rosetófilas en el AI

Núm.	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Total	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. Relativa	IVI	IDR	pi	LN pi	H
1	Aspargaceae	*Agave angustifolia*	Bacanora	-	5.00	50.0000	16.1290	1.0000	7.6923	0.6696	20.0632	43.8845	36.1922	0.1613	1.8245	0.2943
2	Cactaceae	*Lophocereus marginatus*	Chilayo	-	9.00	90.0000	29.0323	2.0000	15.3846	0.1031	3.0889	47.5058	32.1212	0.2903	1.2368	0.3591
3	Cactaceae	*Mammillaria haageana*	Biznaguita	-	3.00	30.0000	9.6774	1.0000	7.6923	0.0700	2.0985	19.4682	11.7759	0.0968	2.3354	0.2260
4	Cactaceae	*Myrtillocactus geometrizans*	Garambullo	-	7.00	70.0000	22.5806	4.0000	30.7692	0.6039	18.0948	71.4447	40.6755	0.2258	1.4881	0.3360
5	Cactaceae	*Opuntia decumbens*	Nopal de culebra	-	2.00	20.0000	6.4516	1.0000	7.6923	0.6504	19.4896	33.6335	25.9412	0.0645	2.7408	0.1768
6	Cactaceae	*Opuntia depressa*	Nopal de monte	-	1.00	10.0000	3.2258	1.0000	7.6923	1.0007	29.9869	40.9051	33.2128	0.0323	3.4340	0.1108
7	Cactaceae	*Opuntia hyptiacantha*	Nopal cascarón	-	3.00	30.0000	9.6774	2.0000	15.3846	0.1689	5.0599	30.1220	14.7373	0.0968	2.3354	0.2260
8	Cactaceae	*Stenocereus stellatus*	Pitayo xoconostle	-	1.00	10.0000	3.2258	1.0000	7.6923	0.0707	2.1181	13.0362	5.3439	0.0323	3.4340	0.1108
Riqueza para el estrato		**8**			**31.000**	**310.0000**	**100.0000**	**13.0000**	**100.0000**	**3.3372**	**100.0000**	**300.0000**	**200.0000**	**1.0000**	**18.8290**	**1.8397**

NOM = Norma Oficial Mexicana
Abund = Abundancia
Frec = Frecuencia
Domin = Dominancia
IVI = Índice de Valor de Importancia
IDR = Índice de Dominancia Relativa
H = Índice de Shannon

Debido a que la cantidad de sitios de muestreo es alta, no se pueden visualizar en una sola hoja, por lo que se presenta una tabla resumen de los valores obtenidos, sin embargo, en la base de datos ***Análisis Vegetación SBC_AI_MIA.xlsx*** se pueden consultar los datos completos

4.2.2.4.3.4 ENREDADERAS

Este estrato en el Área de Influencia está representado por 9 especies, de las cuales, sobresale la especie ***Polystemma guatemalense*** con un IVI de 59.2396, un IDR de 49.2396, una abundancia de 30 ind/ha y H de 0.1337, seguido de la especie ***Serjania cardiospermoides*** con un IVI de 41.7217, un IDR de 31.7217, una abundancia de 210 ind/ha y H de 0.3603 y de la especie ***Cynanchum ligulatum*** con un IVI de 36.0791, un IDR de 16.0791, una abundancia de 100 ind/ha y H de 0.2761.

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **710 ind/ha** y un H de **1.8726.**

Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

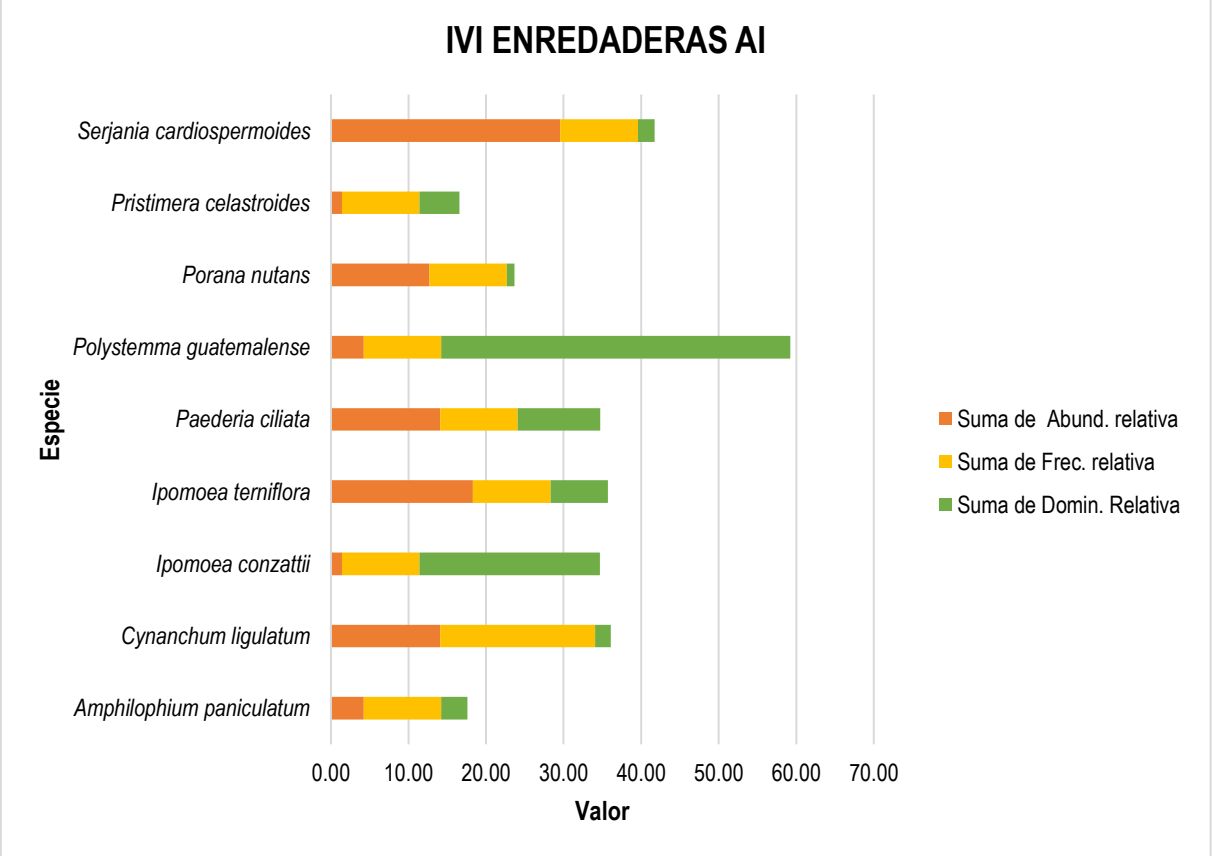


Figura 64. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia relativa de las especies del estrato Enredaderas en el AI

Tabla 51. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Enredaderas en el AI

Núm.	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Total	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. Relativa	IVI	IDR	pi	LN pi	H
1	Bignoniaceae	*Amphilophium paniculatum*	Bejuco prieto	-	3.00	30.0000	4.2254	1.0000	10.0000	1.6650	3.3829	17.6082	7.6082	0.0423	3.1641	0.1337
2	Apocynaceae	*Cynanchum ligulatum*	Talayote	-	10.00	100.0000	14.0845	2.0000	20.0000	0.9817	1.9946	36.0791	16.0791	0.1408	1.9601	0.2761
3	Convolvulaceae	*Ipomoea conzattii*	Flor de la Candelaria	-	1.00	10.0000	1.4085	1.0000	10.0000	11.4482	23.2591	34.6676	24.6676	0.0141	4.2627	0.0600
4	Convolvulaceae	*Ipomoea terniflora*	Manto de la virgen	-	13.00	130.0000	18.3099	1.0000	10.0000	3.6470	7.4095	35.7193	25.7193	0.1831	1.6977	0.3109
5	Rubiaceae	*Paederia ciliata*	Enredadera	-	10.00	100.0000	14.0845	1.0000	10.0000	5.2273	10.6202	34.7047	24.7047	0.1408	1.9601	0.2761
6	Apocynaceae	*Polystemma guatemalense*	Desconocido	-	3.00	30.0000	4.2254	1.0000	10.0000	22.1561	45.0143	59.2396	49.2396	0.0423	3.1641	0.1337
7	Convolvulaceae	*Porana nutans*	Campanilla	-	9.00	90.0000	12.6761	1.0000	10.0000	0.4948	1.0053	23.6813	13.6813	0.1268	2.0655	0.2618
8	Celastraceae	*Pristimera celastroides*	Cancerina	-	1.00	10.0000	1.4085	1.0000	10.0000	2.5447	5.1700	16.5785	6.5785	0.0141	4.2627	0.0600
9	Sapindaceae	*Serjania cardiospermoides*	Petatillo	-	21.00	210.0000	29.5775	1.0000	10.0000	1.0554	2.1442	41.7217	31.7217	0.2958	1.2182	0.3603
Riqueza para el estrato		**9**			**71.000**	**710.0000**	**100.0000**	**10.0000**	**100.0000**	**49.2201**	**100.0000**	**300.0000**	**200.0000**	**1.0000**	**23.7550**	**1.8726**

NOM = Norma Oficial Mexicana
Abund = Abundancia
Frec = Frecuencia
Domin = Dominancia
IVI = Índice de Valor de Importancia
IDR = Índice de Dominancia Relativa
H = Índice de Shannon

Debido a que la cantidad de sitios de muestreo es alta, no se pueden visualizar en una sola hoja, por lo que se presenta una tabla resumen de los valores obtenidos, sin embargo, en la base de datos ***Análisis Vegetación SBC_AI_MIA.xlsx*** se pueden consultar los datos completos.

4.2.2.4.3.5 EPÍFITAS

Este estrato en el Área de Influencia está representado por 2 especies, de las cuales, sobresale la especie ***Tillandsia recurvata*** con un IVI de 220.9442, un IDR de 170.9442, una abundancia de 470 ind/ha e IS de 0.0582, y de la especie ***Tillandsia schiedeana*** con un IVI de 79.0558, un IDR de 29.0558, una abundancia de 30 ind/ha e IS de 0.1688.

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **500 ind/ha** y un IS de **0.2270.**

Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

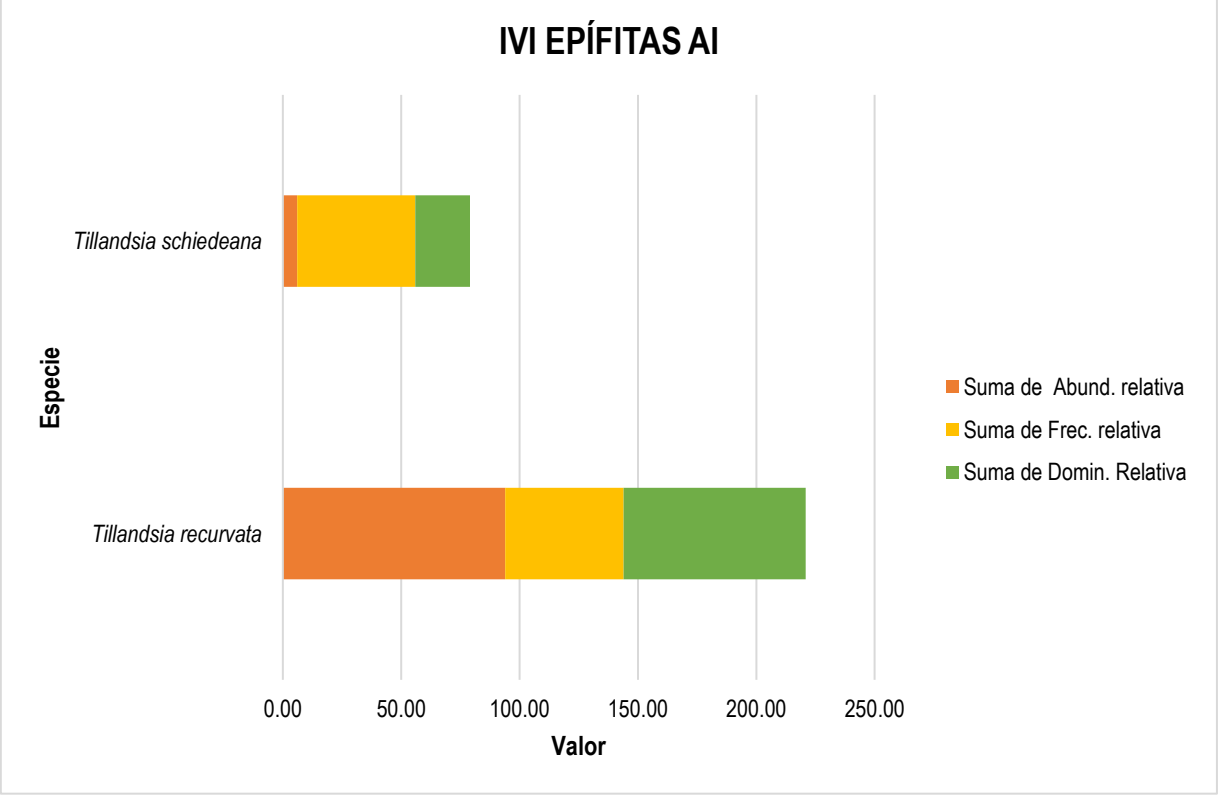


Figura 65. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia relativa de las especies del estrato Epifitas en el AI

Tabla 52. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Epífitas en el AI

Núm.	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Total	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. Relativa	IVI	IDR	pi	LN pi	H
1	Bromeliaceae	*Tillandsia recurvata*	Gallinitas	-	47.00	470.0000	94.0000	1.0000	50.0000	0.1569	76.9442	220.9442	170.9442	0.9400	0.0619	0.0582
4	Bromeliaceae	*Tillandsia schiedeana*	Gallito	-	3.00	30.0000	6.0000	1.0000	50.0000	0.0470	23.0558	79.0558	29.0558	0.0600	2.8134	0.1688
Riqueza para el estrato		**2**			**50.000**	**500.0000**	**100.0000**	**2.0000**	**100.0000**	**0.2039**	**100.0000**	**300.0000**	**200.0000**	**1.0000**	**2.8753**	**0.2270**

NOM = Norma Oficial Mexicana
Abund = Abundancia
Frec = Frecuencia
Domin = Dominancia
IVI = Índice de Valor de Importancia
IDR = Índice de Dominancia Relativa
H = Índice de Shannon

Debido a que la cantidad de sitios de muestreo es alta, no se pueden visualizar en una sola hoja, por lo que se presenta una tabla resumen de los valores obtenidos, sin embargo, en la base de datos ***Análisis Vegetación SBC_AI_MIA.xlsx*** se pueden consultar los datos completos.

4.2.2.4.3.6 HERBÁCEO

Este estrato en el Área de Influencia está representado por 17 especies, de las cuales, sobresale la especie ***Tetramerium nervosum*** con un IVI de 47.4783, un IDR de 31.6888, una abundancia de 48,000 ind/ha y H de 0.3496, seguido de la especie ***Asclepias curassavica*** con un IVI de 26.1993, un IDR de 20.9361, una abundancia de 28,000 ind/ha y H de 0.2850 y de la especie ***Senna hirsuta*** con un IVI de 20.8229, un IDR de 15.5598, una abundancia de 18,000 ind/ha y H de 0.2260.

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **186,000 ind/ha** y un H de **2.4735.**

Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

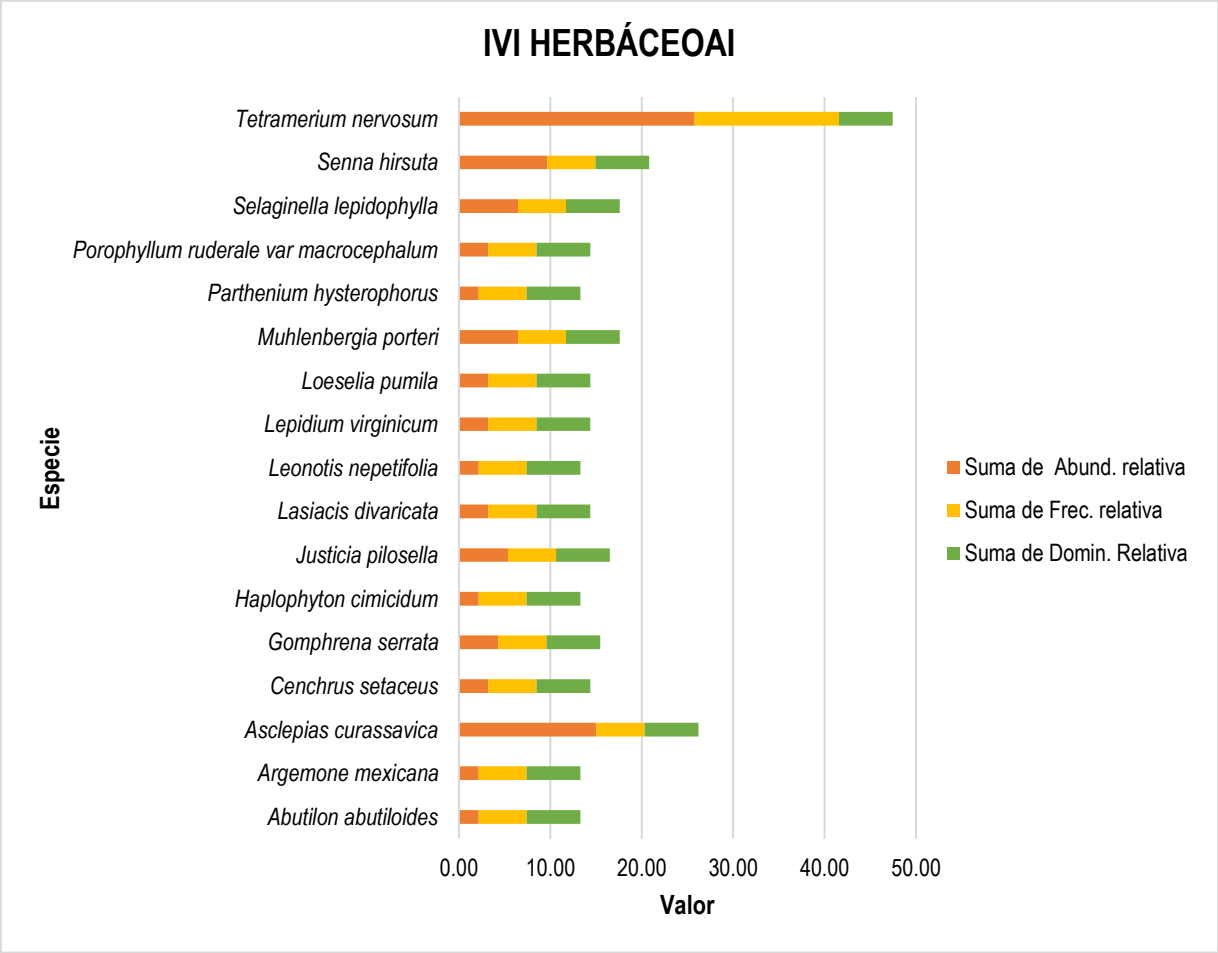


Figura 66. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia relativa de las especies del estrato Herbáceo en el AI

Tabla 53. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Herbáceo en el AI

Núm.	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Total	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. Relativa	IVI	IDR	pi	LN pi	H
1	Malvaceae	*Abutilon abutiloides*	Colotahue	-	2.00	4,000.0000	2.1505	1.0000	5.2632	0.1885	5.8824	13.2960	8.0329	0.0215	3.8395	0.0826
2	Papaveraceae	*Argemone mexicana*	Amapolilla	-	2.00	4,000.0000	2.1505	1.0000	5.2632	0.1885	5.8824	13.2960	8.0329	0.0215	3.8395	0.0826
3	Apocynaceae	*Asclepias curassavica*	Algodoncillo	-	14.00	28,000.0000	15.0538	1.0000	5.2632	0.1885	5.8824	26.1993	20.9361	0.1505	1.8935	0.2850
4	Poaceae	*Cenchrus setaceus*	Zacate africano	-	3.00	6,000.0000	3.2258	1.0000	5.2632	0.1885	5.8824	14.3713	9.1082	0.0323	3.4340	0.1108
5	Amaranthaceae	*Gomphrena serrata*	Amor seco	-	4.00	8,000.0000	4.3011	1.0000	5.2632	0.1885	5.8824	15.4466	10.1834	0.0430	3.1463	0.1353
6	Apocynaceae	*Haplophyton cimicidum*	Palo bolero	-	2.00	4,000.0000	2.1505	1.0000	5.2632	0.1885	5.8824	13.2960	8.0329	0.0215	3.8395	0.0826
7	Acanthaceae	*Justicia pilosella*	Muicle lengua de tubo	-	5.00	10,000.0000	5.3763	1.0000	5.2632	0.1885	5.8824	16.5219	11.2587	0.0538	2.9232	0.1572
8	Poaceae	*Lasiacis divaricata*	Bambú silvestre	-	3.00	6,000.0000	3.2258	1.0000	5.2632	0.1885	5.8824	14.3713	9.1082	0.0323	3.4340	0.1108
9	Lamiaceae	*Leonotis nepetifolia*	Bola de rey	-	2.00	4,000.0000	2.1505	1.0000	5.2632	0.1885	5.8824	13.2960	8.0329	0.0215	3.8395	0.0826
10	Brassicaceae	*Lepidium virginicum*	Lentejita	-	3.00	6,000.0000	3.2258	1.0000	5.2632	0.1885	5.8824	14.3713	9.1082	0.0323	3.4340	0.1108
11	Polemoniaceae	*Loeselia pumila*	Desconocido	-	3.00	6,000.0000	3.2258	1.0000	5.2632	0.1885	5.8824	14.3713	9.1082	0.0323	3.4340	0.1108
12	Poaceae	*Muhlenbergia porteri*	Pasto liendrilla	-	6.00	12,000.0000	6.4516	1.0000	5.2632	0.1885	5.8824	17.5971	12.3340	0.0645	2.7408	0.1768
13	Asteraceae	*Parthenium hysterophorus*	Hierba del Golpe	-	2.00	4,000.0000	2.1505	1.0000	5.2632	0.1885	5.8824	13.2960	8.0329	0.0215	3.8395	0.0826
14	Asteraceae	*Porophyllum ruderale var macrocephalum*	Papaloquelite	-	3.00	6,000.0000	3.2258	1.0000	5.2632	0.1885	5.8824	14.3713	9.1082	0.0323	3.4340	0.1108
15	Selaginellaceae	*Selaginella lepidophylla*	Doradilla	-	6.00	12,000.0000	6.4516	1.0000	5.2632	0.1885	5.8824	17.5971	12.3340	0.0645	2.7408	0.1768
16	Fabaceae	*Senna hirsuta*	Cuajillo	-	9.00	18,000.0000	9.6774	1.0000	5.2632	0.1885	5.8824	20.8229	15.5598	0.0968	2.3354	0.2260
17	Acanthaceae	*Tetramerium nervosum*	Corrimiento	-	24.00	48,000.0000	25.8065	3.0000	15.7895	0.1885	5.8824	47.4783	31.6888	0.2581	1.3545	0.3496
Riqueza para el estrato		**17**			**93.000**	**186,000.0000**	**100.0000**	**19.0000**	**100.0000**	**3.2044**	**100.0000**	**300.0000**	**200.0000**	**1.0000**	**53.5018**	**2.4735**

NOM = Norma Oficial Mexicana
Abund = Abundancia
Frec = Frecuencia
Domin = Dominancia
IVI = Índice de Valor de Importancia
IDR = Índice de Dominancia Relativa
H = Índice de Shannon

Debido a que la cantidad de sitios de muestreo es alta, no se pueden visualizar en una sola hoja, por lo que se presenta una tabla resumen de los valores obtenidos, sin embargo, en la base de datos ***Análisis Vegetación SBC_AI_MIA.xlsx*** se pueden consultar los datos completos.

4.2.2.4.3.7 CONCLUSIÓN

Conforme a los resultados del muestreo de **Vegetación de Selva Baja Caducifolia** del **Área de Influencia**, se concluye que el estrato con mayor riqueza específica es el **Arbóreo** ya que está conformado por el mayor número de especies (31), además de ser el primer estrato con el mayor número de ejemplares aportados al muestreo (241); así mismo tiene el mayor Índice de Shannon (H), con un valor de 2.6302; en cuanto a riqueza, le sigue el estrato **Herbáceo** con una riqueza específica de 17, 93 ejemplares aportados al muestreo, presenta el tercer mayor Índice de Shannon con un valor de 2.4735; en tercer lugar del estrato **Arbustivo**, con una riqueza específica de 16 especies, un total de 140 ejemplares aportados al muestreo y un H de 2.5905, seguido del estrato **Enredaderas** con una riqueza específica de 9 especies, conformado por 71 ejemplares aportados al muestreo y un H de 1.8726, seguido del estrato **Cactáceas/Rosetófilas**, con una riqueza específica de 8 especies, 31 ejemplares aportados al muestreo y un H de 1.8397, por último el estrato **Epífitas** con una riqueza específica de 2 especies, conformado por 50 ejemplares aportados al muestreo y un H de 0.2270.

En el siguiente cuadro se presenta una comparación de los índices de biodiversidad alcanzados para cada uno de los estratos.

Tabla 54. Índices de Shannon para la vegetación del AI

	Arbóreo	Arbustivo	Cactáceas/Rosetófilas	Enredaderas	Epífitas	Herbáceo
Ejemplares	241	140	31	71	50	93
Riqueza (S)	31	16	8	9	2	17
Índice de Shannon	2.6302	2.5905	1.8397	1.8726	0.2270	2.4735
H máx = Log(S)	3.4340	2.7726	2.0794	2.1972	0.6931	2.8332
Equidad	0.7659	0.9343	0.8847	0.8522	0.3274	0.8730
Hmax-Hcalc	0.8038	0.1821	0.2397	0.3247	0.4662	0.3597
Abundancia/ha	2,410	1,400	310	710	500	186,000

4.2.2.5 Caracterización de la vegetación de selva baja caducifolia en el área del proyecto

En los siguientes apartados se presenta la información analizada de los muestreos para la vegetación de Selva Baja Caducifolia

4.2.2.5.1 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

De acuerdo a los resultados del muestreo, y una vez realizado el análisis de vegetación correspondiente para la Selva Baja Caducifolia, se determinó que este ecosistema está conformado por los estratos, arbóreo, regeneración, arbustivo, cactáceas y rosetófilas, enredaderas, epífitas y herbáceo, este tipo de vegetación se compone de una riqueza florística de **39** especies de **20** familias diferentes, de las cuales la familia Fabaceae es la que presenta

un mayor número de especies con un total de 10, seguido de la familia Apocynaceae con 4, las familias Malvaceae y Asteraceae con 3 especies. Para mayor referencia ver los siguientes cuadros.

Tabla 55. Composición florística de la Vegetación de Selva Baja Caducifolia en el Área del Proyecto.

Familia	N° Especies
Fabaceae	10
Apocynaceae	4
Malvaceae	3
Asteraceae	3
Convolvulaceae	2
Cactaceae	2
Poaceae	2
Moraceae	1
Bromeliaceae	1
Cupressaceae	1
Cannabaceae	1
Lamiaceae	1
Burseraceae	1
Boraginaceae	1
Papavaraceae	1
Pteridaceae	1
Rubiaceae	1
Amaranthaceae	1
Salicaceae	1
Euphorbiaceae	1
Total general	**39**

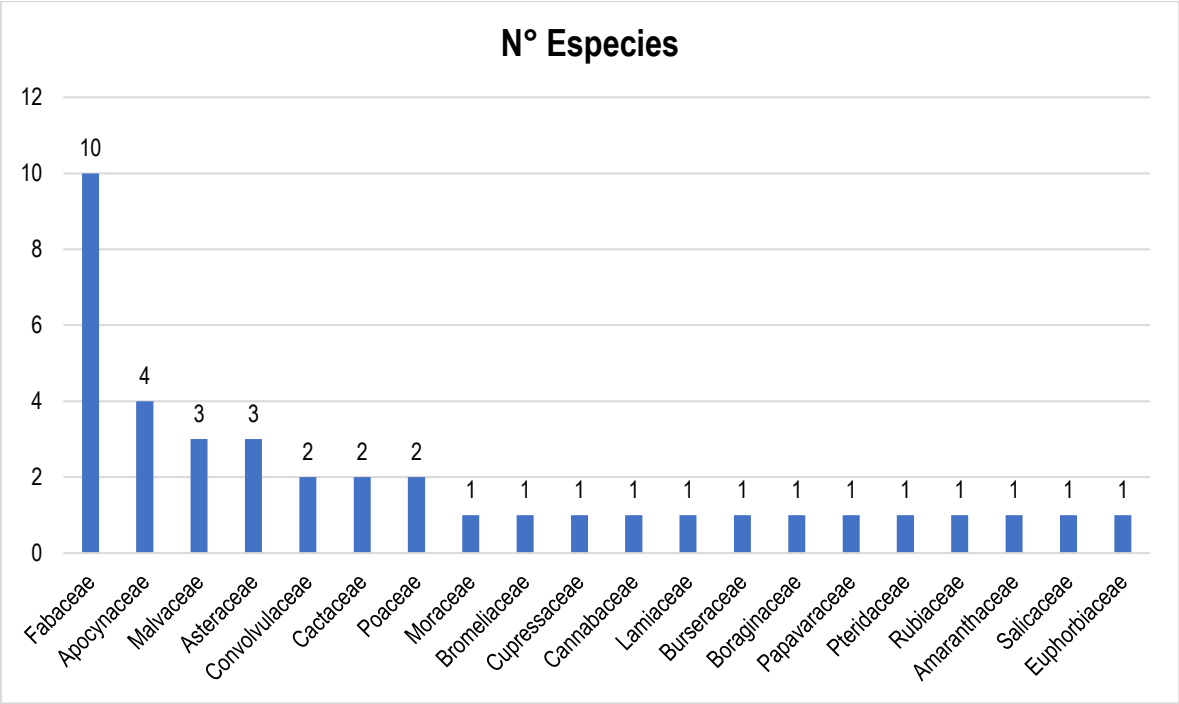


Figura 67. Composición de especies por familia en el AP.

Tabla 56. Listado de especies de flora reportadas en el muestreo del Área del Proyecto

N° Especie	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN	CITES	Distribución
1	Malvaceae	*Abutilon abutiloides*	Colotahue	-	-	-	Nativa
2	Pteridaceae	*Adiantum capillus-veneris*	Helecho culantrillo	-	LC	-	Nativa
3	Papavaraceae	*Argemone mexicana*	Amapolilla	-	LC	-	Nativa
4	Poaceae	*Arundo donax*	Carrizo	-	LC	-	Exótica-Invasora
5	Apocynaceae	*Asclepias curassavica*	Algodoncillo	-	-	-	Nativa
6	Asteraceae	*Baccharis punctulata*		-	LC	-	Nativa
7	Asteraceae	*Baccharis salicifolia*	Batamote	-	LC	-	Nativa
8	Burseraceae	*Bursera linanoe*	Copal linaloe	-	VU	-	Endémica
9	Apocynaceae	*Cascabela ovata*	Torito	-	LC	-	Nativa
10	Cannabaceae	*Celtis iguanaea*	Garabato	-	LC	-	Nativa
11	Poaceae	*Cenchrus setaceus*	Zacate africano	-	LC	-	Exótica-Invasora
12	Asteraceae	*Chromolaena odorata*	Albaquilla	-	LC	-	Nativa
13	Fabaceae	*Eysenhardtia punctata*	Palocuate	-	LC	-	Endémica
14	Moraceae	*Ficus pertusa*	Amate	-	LC	-	Nativa
15	Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guásima	-	LC	-	Nativa
16	Apocynaceae	*Heliocarpus terebinthinaceus*	Cicuito	-	LC	-	Nativa
17	Convolvulaceae	*Ipomoea pauciflora*	Cazahuate	-	LC	-	Nativa
18	Convolvulaceae	*Ipomoea ternifolia*	Manto de la virgen	-	-	-	Nativa
19	Amaranthaceae	*Iresine latifolia*	Amargosillo	-	-	-	Nativa
20	Lamiaceae	*Leonotis nepetifolia*	Bola de rey	-	-	-	Exótica-Invasora
21	Fabaceae	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	-	LC	-	Nativa
22	Fabaceae	*Lysiloma divaricatum*	Mauto	-	LC	-	Nativa
23	Fabaceae	*Mariosousa acatlensis*	Árbol del borrego	-	LC	-	Endémica
24	Malvaceae	*Melochia tomentosa*	Malva de los cerros	-	-	-	Nativa
25	Fabaceae	*Mimosa lacerata*	Garabato	-	LC	-	Endémica
26	Fabaceae	*Neltuma juliflora*	Mezquite	-	LC	-	Nativa
27	Cactaceae	*Opuntia hyptiacantha*	Nopal cascarón	-	LC	Apéndice II	Endémica

N° Especie	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN	CITES	Distribución
28	Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	Guamúchil	-	LC	-	Nativa
29	Rubiaceae	*Randia thurberi*	Vara de cruz	-	LC	-	Nativa
30	Euphorbiaceae	*Ricinus communis*	Higuerilla	-	LC	-	Exótica-Invasora
31	Salicaceae	*Salix humboldtiana*	Sauce colorado	-	LC	-	Nativa
32	Fabaceae	*Senna pallida*	Abejón	-	-	-	Nativa
33	Apocynaceae	*Tabernaemontana glabra*	Cojón de puerco	-	LC	-	Nativa
34	Cupressaceae	*Taxodium mucronatum*	Ahuehuete	-	LC	-	Nativa
35	Bromeliaceae	*Tillandsia recurvata*	Gallinitas	-	LC	-	Nativa
36	Fabaceae	*Vachellia campeachiana*	Huinolo	-	LC	-	Nativa
37	Fabaceae	*Vachellia farnesiana*	Huizache	-	LC	-	Nativa
38	Boraginaceae	*Verbesina oncophora*	Memelilla	-	LC	-	Nativa
39	Namaceae	*Wigandia urens*	Chichicastle	-	LC	-	Nativa

4.2.2.5.2 ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010

Es importante destacar que, con base en la revisión de la *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo* (NOM-059-SEMARNAT-2010), se determinó que de las especies que se distribuyen dentro de la unidad de análisis ninguna se encuentra en dicha norma.

4.2.2.5.3 ANÁLISIS ESTRUCTURAL

4.2.2.5.3.1ARBÓREO

Este estrato en el Área del Proyecto está representado por 19 especies, de las cuales, sobresale la especie ***Pithecellobium dulce*** con un IVI de 53.7241, un IDR de 37.0574, una abundancia de 272.7273 ind/ha y H de 0.3576, seguida de la especie ***Lysiloma divaricatum*** con un IVI de 33.5450, un IDR de 22.4339, una abundancia de 72.7273 ind/ha y H de 0.1956 y por la especie ***Tabernaemontana glabra*** con un IVI de 22.5944, un IDR de 18.8907, una abundancia de 127.2727 ind/ha y H de 0.2680.

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **959.0909 ind/ha** y un H de **2.3579.**

Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

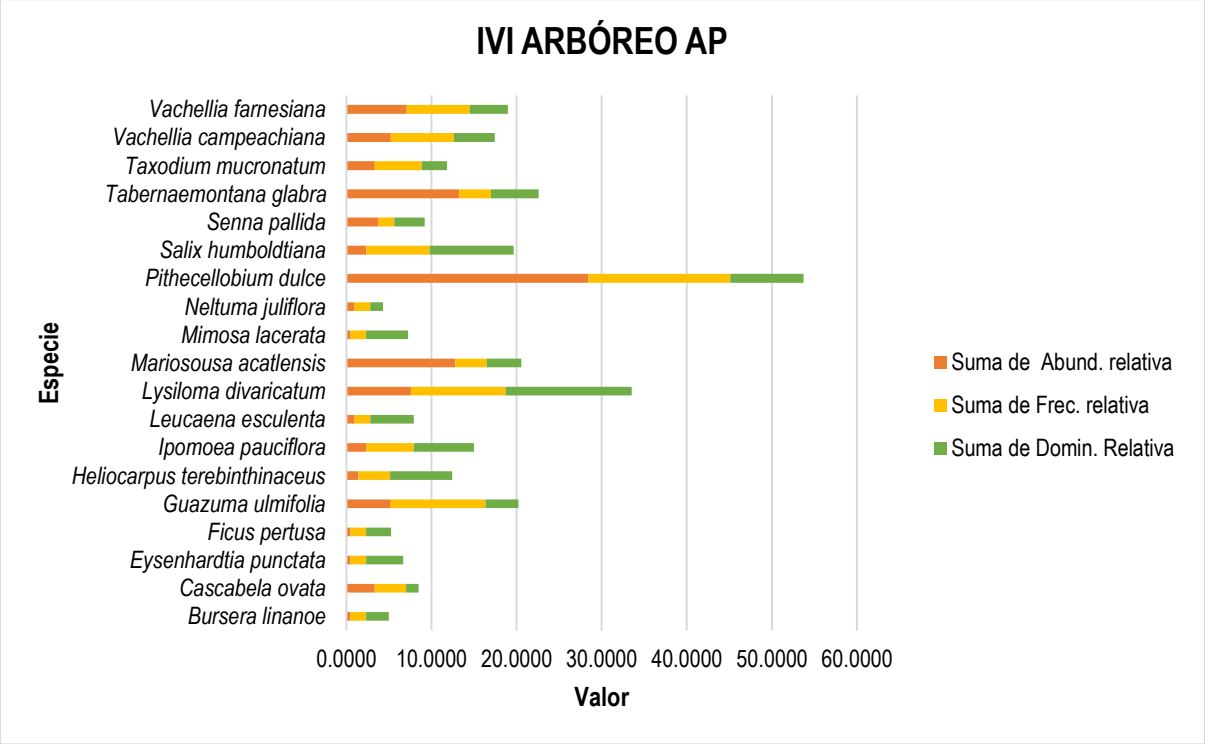


Figura 68. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia relativa de las especies del estrato Arbóreo del AP

Tabla 57. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Arbóreo en el AP

Núm.	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Total	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. Relativa	IVI	IDR	pi	LN pi	H
1	Burseraceae	*Bursera linanoe*	Copal linalóe	-	1.00	4.5455	0.4739	1.0000	1.8519	4.1744	2.6758	5.0016	3.1497	0.0047	5.3519	0.0254
2	Apocynaceae	*Cascabela ovata*	Torito	-	7.00	31.8182	3.3175	2.0000	3.7037	2.2865	1.4656	8.4869	4.7832	0.0332	3.4059	0.1130
3	Fabaceae	*Eysenhardtia punctata*	Palocuate	-	1.00	4.5455	0.4739	1.0000	1.8519	6.7673	4.3378	6.6636	4.8118	0.0047	5.3519	0.0254
4	Moraceae	*Ficus pertusa*	Amate	-	1.00	4.5455	0.4739	1.0000	1.8519	4.5723	2.9308	5.2566	3.4048	0.0047	5.3519	0.0254
5	Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guásima	-	11.00	50.0000	5.2133	6.0000	11.1111	6.0559	3.8819	20.2062	9.0951	0.0521	2.9540	0.1540
6	Apocynaceae	*Heliocarpus terebinthinaceus*	Cicuito	-	3.00	13.6364	1.4218	2.0000	3.7037	11.3938	7.3034	12.4289	8.7252	0.0142	4.2532	0.0605
7	Convolvulaceae	*Ipomoea pauciflora*	Cazahuate	-	5.00	22.7273	2.3697	3.0000	5.5556	11.0447	7.0796	15.0048	9.4493	0.0237	3.7424	0.0887
8	Fabaceae	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	-	2.00	9.0909	0.9479	1.0000	1.8519	7.9870	5.1196	7.9194	6.0675	0.0095	4.6587	0.0442
9	Fabaceae	*Lysiloma divaricatum*	Mauto	-	16.00	72.7273	7.5829	6.0000	11.1111	23.1685	14.8510	33.5450	22.4339	0.0758	2.5793	0.1956
10	Fabaceae	*Mariosousa acatlensis*	Árbol del borrego	-	27.00	122.7273	12.7962	2.0000	3.7037	6.3126	4.0464	20.5463	16.8426	0.1280	2.0560	0.2631
11	Fabaceae	*Mimosa lacerata*	Garabato	-	1.00	4.5455	0.4739	1.0000	1.8519	7.6421	4.8986	7.2243	5.3725	0.0047	5.3519	0.0254
12	Fabaceae	*Neltuma juliflora*	Mezquite	-	2.00	9.0909	0.9479	1.0000	1.8519	2.3523	1.5078	4.3075	2.4557	0.0095	4.6587	0.0442
13	Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	Guamúchil	-	60.00	272.7273	28.4360	9.0000	16.6667	13.4499	8.6214	53.7241	37.0574	0.2844	1.2575	0.3576
14	Salicaceae	*Salix humboldtiana*	Sauce colorado	-	5.00	22.7273	2.3697	4.0000	7.4074	15.3781	9.8573	19.6344	12.2270	0.0237	3.7424	0.0887
15	Fabaceae	*Senna pallida*	Abejón	-	8.00	36.3636	3.7915	1.0000	1.8519	5.5639	3.5664	9.2098	7.3579	0.0379	3.2724	0.1241
16	Apocynaceae	*Tabernaemontana glabra*	Cojón de puerco	-	28.00	127.2727	13.2701	2.0000	3.7037	8.7685	5.6206	22.5944	18.8907	0.1327	2.0197	0.2680
17	Cupressaceae	*Taxodium mucronatum*	Ahuehuete	-	7.00	31.8182	3.3175	3.0000	5.5556	4.6320	2.9691	11.8422	6.2866	0.0332	3.4059	0.1130
18	Fabaceae	*Vachellia campeachiana*	Huinolo	-	11.00	50.0000	5.2133	4.0000	7.4074	7.5295	4.8264	17.4471	10.0397	0.0521	2.9540	0.1540
19	Fabaceae	*Vachellia farnesiana*	Huizache	-	15.00	68.1818	7.1090	4.0000	7.4074	6.9272	4.4403	18.9567	11.5493	0.0711	2.6438	0.1879
Riqueza para el estrato		**19**			**211.000**	**959.0909**	**100.0000**	**54.0000**	**100.0000**	**156.0064**	**100.0000**	**300.0000**	**200.0000**	**1.0000**	**69.0114**	**2.3579**

NOM = Norma Oficial Mexicana
Abund = Abundancia
Frec = Frecuencia
Domin = Dominancia
IVI = Índice de Valor de Importancia
IDR = Índice de Dominancia Relativa
H = Índice de Shannon

Debido a que la cantidad de sitios de muestreo es alta, no se pueden visualizar en una sola hoja, por lo que se presenta una tabla resumen de los valores obtenidos, sin embargo, en la base de datos ***Análisis Vegetación SBC_AP_MIA.xlsx*** se pueden consultar los datos completos.

4.2.2.5.3.2 ARBUSTIVO

Este estrato en el Área del Proyecto está representado por 9 especies, de las cuales, sobresale la especie ***Ricinus communis*** con un IVI de 77.5043, un IDR de 45.6862, una abundancia de 336.3636 ind/ha y H de 0.3602, seguido de la especie ***Celtis iguanaea*** con un IVI de 75.5697, un IDR de 66.4788, una abundancia de 100.0000 ind/ha y H de 0.2678 y de la especie ***Baccharis salicifolia*** con un IVI de 47.1695, un IDR de 33.5331, una abundancia de 131.8182 ind/ha y H de 0.3048.

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **754.5455 ind/ha** y un H de **1.6582.**

Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

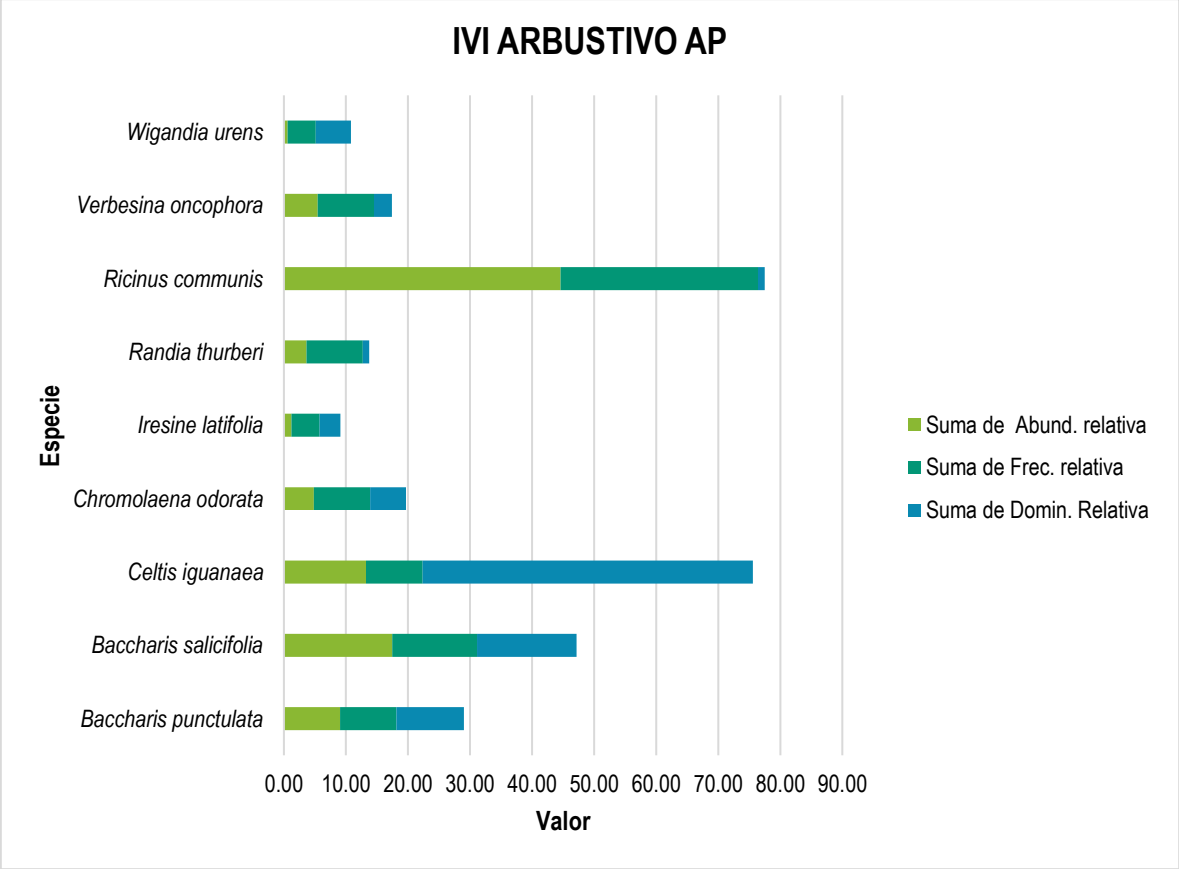


Figura 69. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia relativa de las especies del estrato Arbustivo en el AP

Tabla 58. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Arbustivo en el AP

Núm.	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Total	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. Relativa	IVI	IDR	pi	LN pi	H
1	Asteraceae	*Baccharis punctulata*		-	15.00	68.1818	9.0361	2.0000	9.0909	6.1148	10.8749	29.0020	19.9110	0.0904	2.4039	0.2172
2	Asteraceae	*Baccharis salicifolia*	Batamote	-	29.00	131.8182	17.4699	3.0000	13.6364	9.0321	16.0633	47.1695	33.5331	0.1747	1.7447	0.3048
3	Cannabaceae	*Celtis iguanaea*	Garabato	-	22.00	100.0000	13.2530	2.0000	9.0909	29.9279	53.2258	75.5697	66.4788	0.1325	2.0209	0.2678
4	Asteraceae	*Chromolaena odorata*	Albaquilla	-	8.00	36.3636	4.8193	2.0000	9.0909	3.2384	5.7593	19.6695	10.5786	0.0482	3.0325	0.1461
5	Amaranthaceae	*Iresine latifolia*	Amargosillo	-	2.00	9.0909	1.2048	1.0000	4.5455	1.8745	3.3337	9.0840	4.5385	0.0120	4.4188	0.0532
6	Rubiaceae	*Randia thurberi*	Vara de cruz	-	6.00	27.2727	3.6145	2.0000	9.0909	0.5834	1.0375	13.7429	4.6520	0.0361	3.3202	0.1200
7	Euphorbiaceae	*Ricinus communis*	Higuerilla	-	74.00	336.3636	44.5783	7.0000	31.8182	0.6229	1.1078	77.5043	45.6862	0.4458	0.8079	0.3602
8	Asteraceae	*Verbesina oncophora*	Memelilla	-	9.00	40.9091	5.4217	2.0000	9.0909	1.6394	2.9156	17.4282	8.3373	0.0542	2.9148	0.1580
9	Boraginaceae	*Wigandia urens*	Chichicastle	-	1.00	4.5455	0.6024	1.0000	4.5455	3.1949	5.6821	10.8300	6.2845	0.0060	5.1120	0.0308
Riqueza para el strato		**9**			**166.000**	**754.5455**	**100.0000**	**22.0000**	**100.0000**	**56.2282**	**100.0000**	**300.0000**	**200.0000**	**1.0000**	**25.7759**	**1.6582**

NOM = Norma Oficial Mexicana
Abund = Abundancia
Frec =Frecuencia
Domin = Dominancia
IV I= Índice de Valor de Importancia
IDR = Índice de Dominancia Relativa
H = Índice de Shannon

Debido a que la cantidad de sitios de muestreo es alta, no se pueden visualizar en una sola hoja, por lo que se presenta una tabla resumen de los valores obtenidos, sin embargo, en la base de datos ***Análisis Vegetación SBC_AP_MIA.xlsx*** se pueden consultar los datos completos.

4.2.2.5.3.3 CACTÁCEAS/ROSETÓFILAS

Este estrato en el Área de Proyecto está representado por 1 especie, ***Opuntia hyptiacantha***, con una abundancia de 13.6364 ind/ha.

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **13.6364 ind/ha** y un H de **0.0000,** debido a que se registró una sola especie en el muestreo de este estrato.

Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

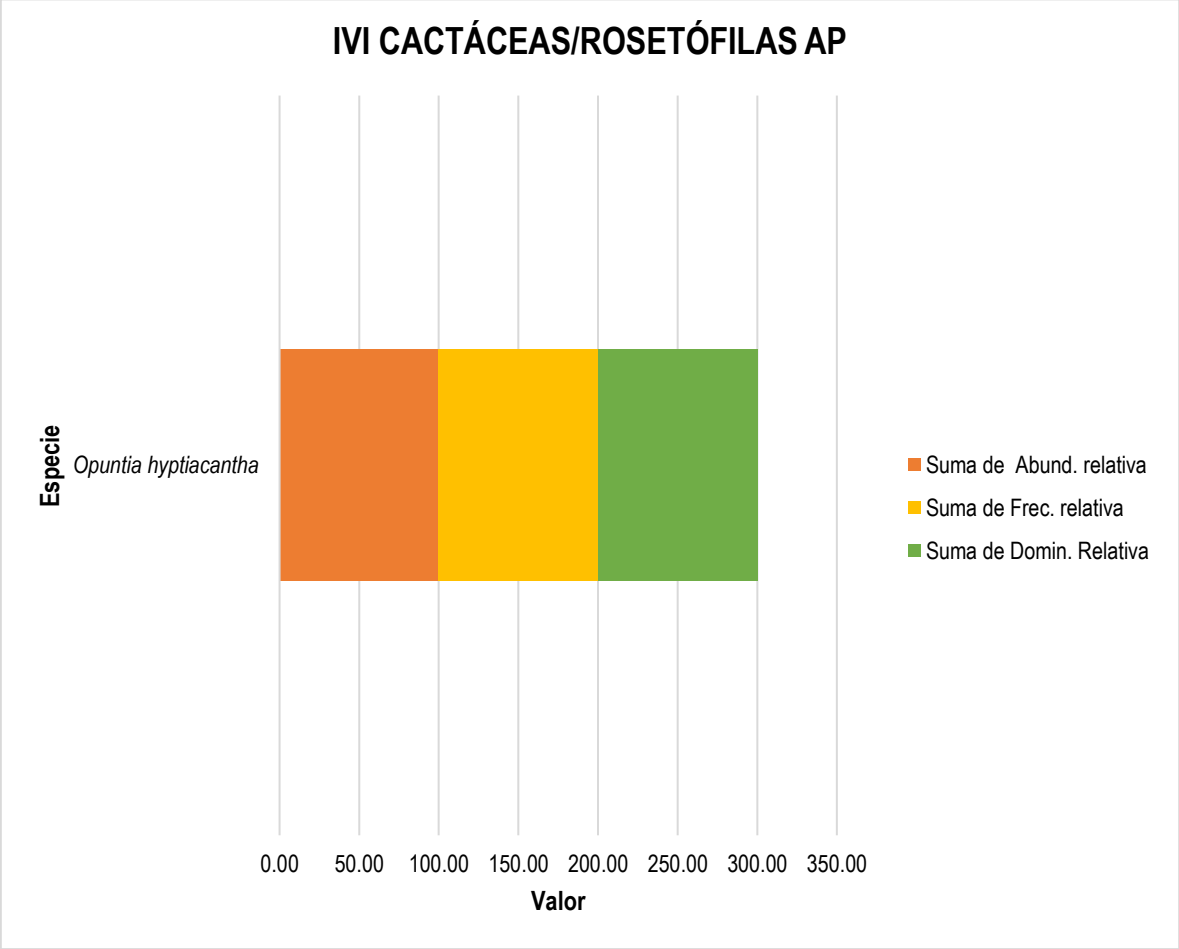


Figura 70. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia relativa de las especies del estrato cactáceas/rosetófilas en el AP

Tabla 59. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Cactáceas/Rosetófilas en el AP

Núm.	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Total	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. Relativa	IVI	IDR	pi	LN pi	H
1	Cactaceae	*Opuntia hyptiacantha*	Nopal cascarón	-	3.00	13.6364	100.0000	2.0000	100.0000	0.6696	100.0000	300.0000	200.0000	1.0000	0.0000	0.0000
Riqueza para el estrato		**1**			**3.000**	**13.6364**	**100.0000**	**2.0000**	**100.0000**	**0.6696**	**100.0000**	**300.0000**	**200.0000**	**1.0000**	**0.0000**	**0.0000**

NOM = Norma Oficial Mexicana
Abund = Abundancia
Frec = Frecuencia
Domin = Dominancia
IVI = Índice de Valor de Importancia
IDR = Índice de Dominancia Relativa
H = Índice de Shannon

Debido a que la cantidad de sitios de muestreo es alta, no se pueden visualizar en una sola hoja, por lo que se presenta una tabla resumen de los valores obtenidos, sin embargo, en la base de datos ***Análisis Vegetación SBC_AP_MIA.xlsx*** se pueden consultar los datos completos.

4.2.2.5.3.4 ENREDADERAS

Este estrato en el Área de Proyecto está representado por 1 especie, ***Ipomoea ternifolia***, con una abundancia de 18.1818 ind/ha.

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **18.1818 ind/ha** y un H de **0.0000,** debido a que se registró una sola especie en el muestreo de este estrato.

Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

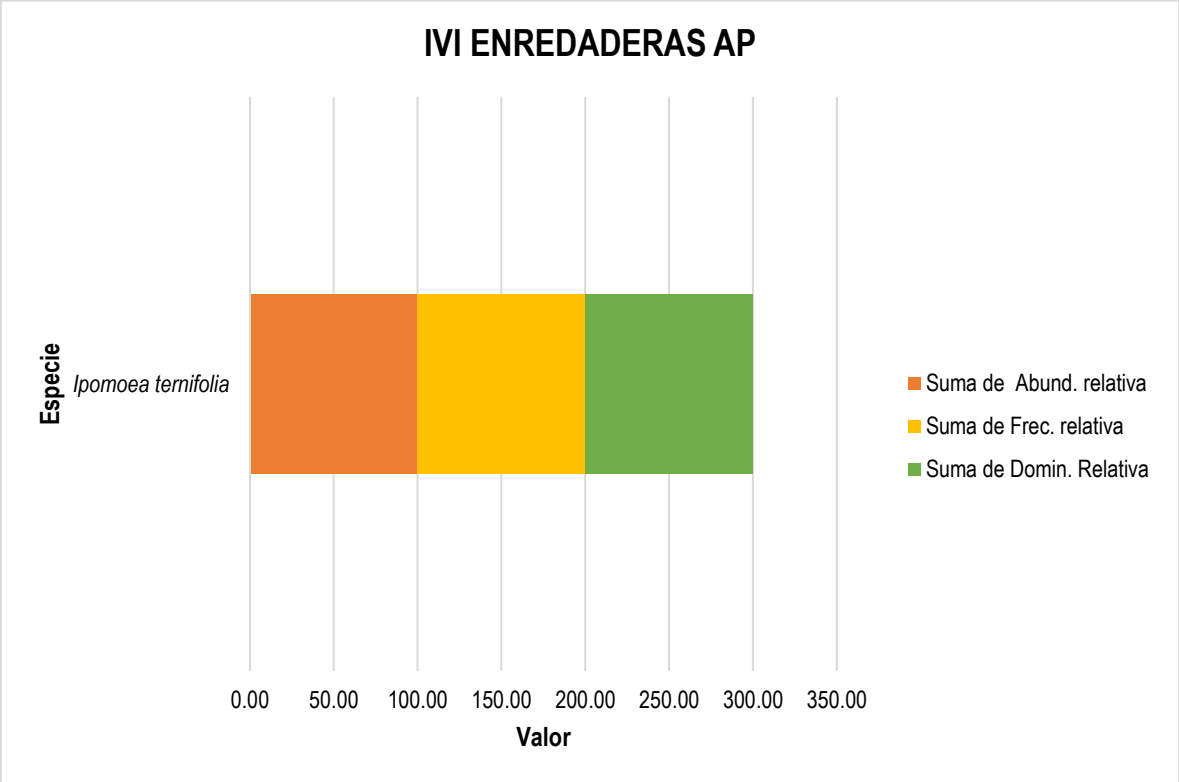


Figura 71. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia relativa de las especies del estrato Enredaderas en el AP

Tabla 60. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Enredaderas en el AP

Núm.	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Total	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. Relativa	IVI	IDR	pi	LN pi	H
1	Convolvulaceae	*Ipomoea ternifolia*	Manto de la virgen	-	4.00	18.1818	100.0000	2.0000	100.0000	1.6650	100.0000	300.0000	200.0000	1.0000	0.0000	0.0000
Riqueza para el estrato		**1**			**4.000**	**18.1818**	**100.0000**	**2.0000**	**100.0000**	**1.6650**	**100.0000**	**300.0000**	**200.0000**	**1.0000**	**0.0000**	**0.0000**

NOM = Norma Oficial Mexicana
Abund = Abundancia
Frec = Frecuencia
Domin = Dominancia
IVI = Índice de Valor de Importancia
IDR = Índice de Dominancia Relativa
H = Índice de Shannon

Debido a que la cantidad de sitios de muestreo es alta, no se pueden visualizar en una sola hoja, por lo que se presenta una tabla resumen de los valores obtenidos, sin embargo, en la base de datos ***Análisis Vegetación SBC_AP_MIA.xlsx*** se pueden consultar los datos completos.

4.2.2.5.3.5 EPÍFITAS

Este estrato en el Área de Proyecto está representado por 1 especie, ***Tillandsia recurvata***, con una abundancia de 81.8182 ind/ha.

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **81.8182 ind/ha** y un H de **0.0000,** debido a que se registró una sola especie en el muestreo de este estrato.

Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

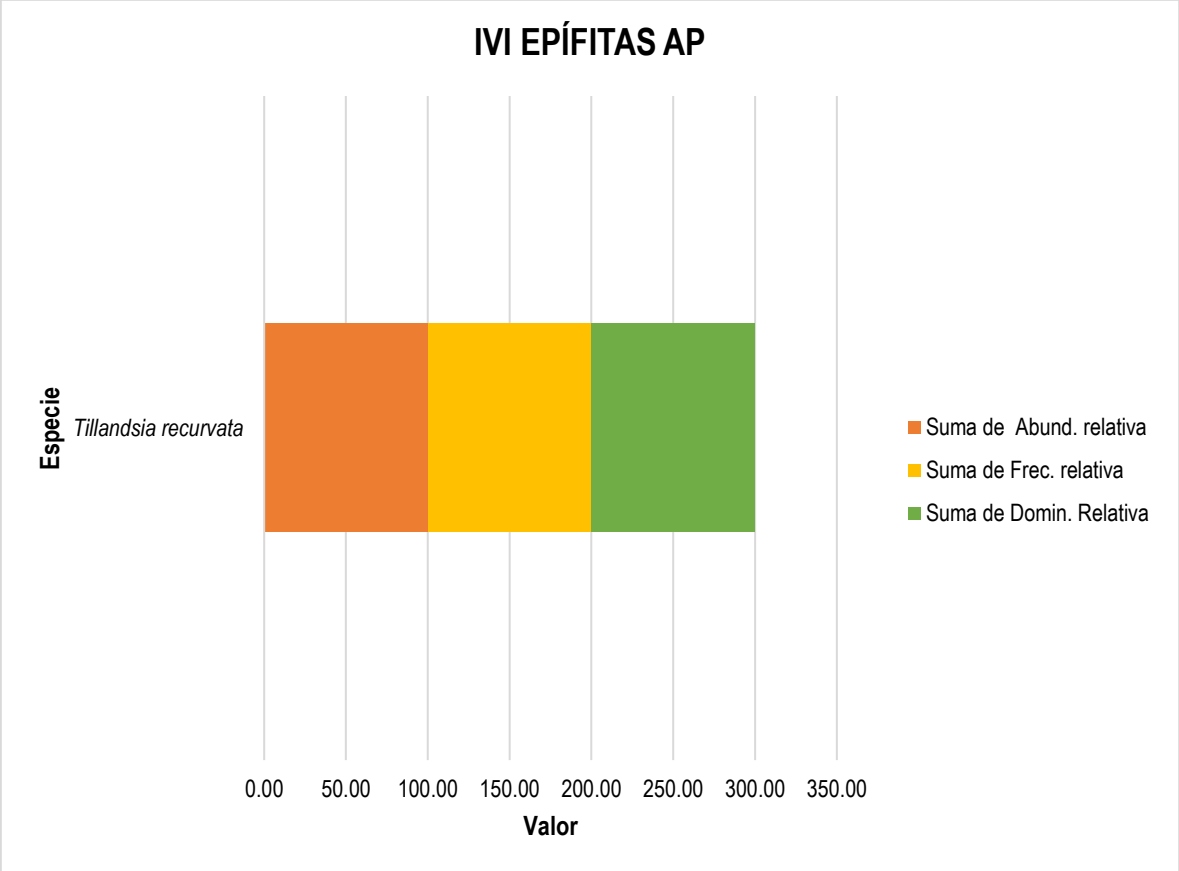


Figura 72. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia relativa de las especies del estrato Epífitas en el AP

Tabla 61. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Epífitas en el AP

Núm.	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Total	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. Relativa	IVI	IDR	pi	LN pi	H
1	Bromeliaceae	*Tillandsia recurvata*	Gallinitas	-	18.00	81.8182	100.0000	2.0000	100.0000	0.0339	100.0000	300.0000	200.0000	1.0000	0.0000	0.0000
Riqueza para el estrato		**1**			**18.000**	**81.8182**	**100.0000**	**2.0000**	**100.0000**	**0.0339**	**100.0000**	**300.0000**	**200.0000**	**1.0000**	**0.0000**	**0.0000**

NOM = Norma Oficial Mexicana
Abund = Abundancia
Frec = Frecuencia
Domin = Dominancia
IVI = Índice de Valor de Importancia
IDR = Índice de Dominancia Relativa
H = Índice de Shannon

Debido a que la cantidad de sitios de muestreo es alta, no se pueden visualizar en una sola hoja, por lo que se presenta una tabla resumen de los valores obtenidos, sin embargo, en la base de datos ***Análisis Vegetación SBC_AP_MIA.xlsx*** se pueden consultar los datos completos.

4.2.2.5.3.6 HERBÁCEO

Este estrato en el Área de Proyecto está representado por 8 especies, de las cuales, sobresale la especie ***Arundo donax*** con un IVI de 57.3138, un IDR de 4.8188, una abundancia de 5,454.5455 ind/ha y H de 0.2812, seguido de la especie ***Cenchrus setaceus*** con un IVI de 51.6970, un IDR de 39.1970, una abundancia de 2,727.2727 ind/ha y H de 0.1913 y de la especie ***Abutilon abutiloides*** con un IVI de 43.9807, un IDR de 31.4807, una abundancia de 7,272.7273 ind/ha y H de 0.3189.

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **37,272.7273 ind/ha** y un IS de **1.9234**

Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

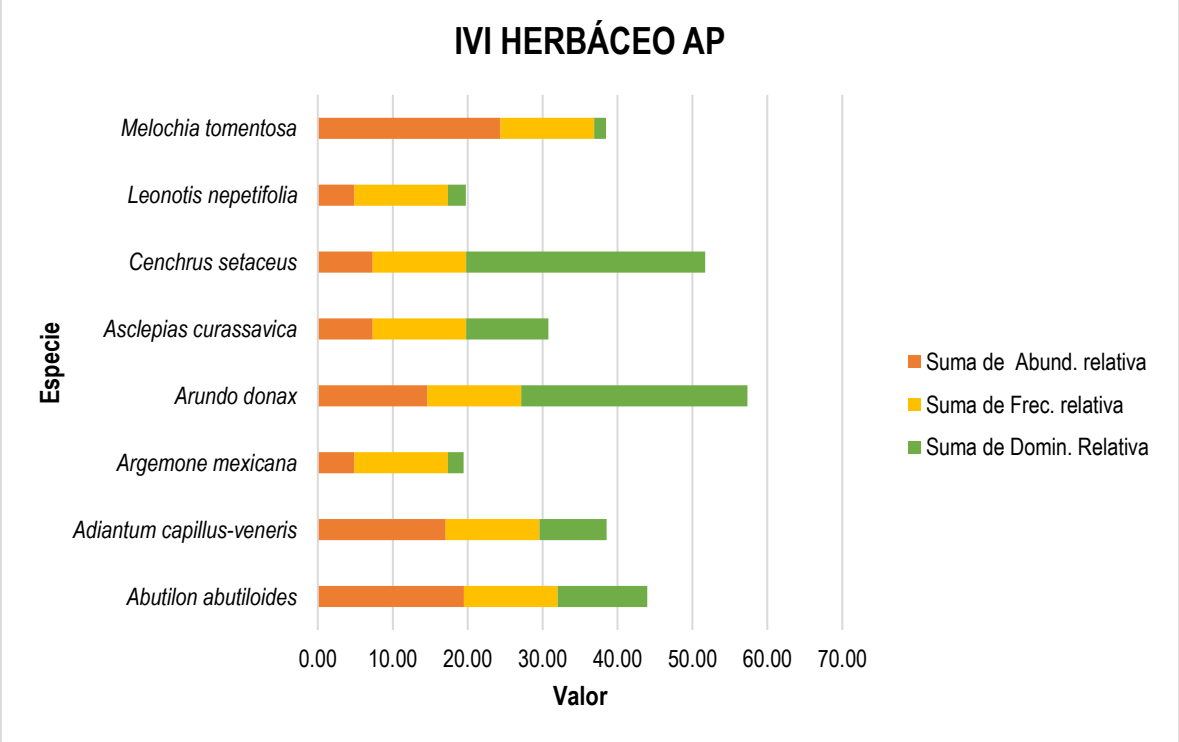


Figura 73. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia relativa de las especies del estrato herbáceo en el AP

Tabla 62. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Herbáceo en el AP

Núm.	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Total	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. Relativa	IVI	IDR	pi	LN pi	H
1	Malvaceae	*Abutilon abutiloides*	Colotahue	-	8.00	7,272.7273	19.5122	1.0000	12.5000	0.1885	11.9685	43.9807	31.4807	0.1951	1.6341	0.3189
2	Pteridaceae	*Adiantum capillus-veneris*	Helecho culantrillo	-	7.00	6,363.6364	17.0732	1.0000	12.5000	0.1414	8.9764	38.5495	26.0495	0.1707	1.7677	0.3018
3	Paparavaceae	*Argemone mexicana*	Amapolilla	-	2.00	1,818.1818	4.8780	1.0000	12.5000	0.0329	2.0883	19.4663	6.9663	0.0488	3.0204	0.1473
4	Poaceae	*Arundo donax*	Carrizo	-	6.00	5,454.5455	14.6341	1.0000	12.5000	0.4754	30.1846	57.3188	44.8188	0.1463	1.9218	0.2812
5	Apocynaceae	*Asclepias curassavica*	Algodoncillo	-	3.00	2,727.2727	7.3171	1.0000	12.5000	0.1724	10.9477	30.7648	18.2648	0.0732	2.6150	0.1913
6	Poaceae	*Cenchrus setaceus*	Zacate africano	-	3.00	2,727.2727	7.3171	1.0000	12.5000	0.5021	31.8799	51.6970	39.1970	0.0732	2.6150	0.1913
7	Lamiaceae	*Leonotis nepetifolia*	Bola de rey	-	2.00	1,818.1818	4.8780	1.0000	12.5000	0.0377	2.3962	19.7742	7.2742	0.0488	3.0204	0.1473
8	Malvaceae	*Melochia tomentosa*	Malva de los cerros	-	10.00	9,090.9091	24.3902	1.0000	12.5000	0.0245	1.5584	38.4486	25.9486	0.2439	1.4110	0.3441
Riqueza para el estrato		**8**			**41.000**	**37,272.7273**	**100.0000**	**8.0000**	**100.0000**	**1.5749**	**100.0000**	**300.0000**	**200.0000**	**1.0000**	**18.0054**	**1.9234**

NOM = Norma Oficial Mexicana
Abund = Abundancia
Frec = Frecuencia
Domin = Dominancia
IVI = Índice de Valor de Importancia
IDR = Índice de Dominancia Relativa
H = Índice de Shannon

Debido a que la cantidad de sitios de muestreo es alta, no se pueden visualizar en una sola hoja, por lo que se presenta una tabla resumen de los valores obtenidos, sin embargo, en la base de datos ***Análisis Vegetación SBC_AP_MIA.xlsx*** se pueden consultar los datos completos.

4.2.2.5.3.7 CONCLUSIÓN

Conforme a los resultados del muestreo de **Vegetación de Selva Baja Caducifolia** del **Área del Proyecto**, se concluye que el estrato con mayor riqueza específica es el **Arbóreo** con el mayor número de especies registradas (19), conformado por un total de 211 ejemplares y el mayor Índice de Shannon con un valor de 2.3579, en cuanto a riqueza, le sigue el estrato **Arbustivo** con 9 especies y un número de ejemplares aportados al muestreo de 166, el valor de H de 1.6582, enseguida se encuentra el estrato **Herbáceo**, con una riqueza específica de 8 especies, con 41 ejemplares aportados al muestreo y un valor de H de 1.9234 (segundo valor más alto en el AP), los estratos de cactáceas/rosetófilas, enredaderas y epífitas registraron 1 especie, cada una; por lo que el análisis de diversidad no se presenta en estos estratos.

En el siguiente cuadro se presenta una comparación de los índices de biodiversidad alcanzados para cada uno de los estratos.

Tabla 63. Índices de Shannon para la vegetación en el AP

Estrato	Arbóreo	Arbustivo	Cactáceas/Rosetófilas	Enredaderas	Epífitas	Herbáceo
Ejemplares	211	166	3	4	18	41
Riqueza (S)	19	9	1	1	1	8
Índice de Shannon	2.3579	1.6582	-	-	-	1.9234
H máx = Log(S)	2.9444	2.1972	-	-	-	2.0794
Equidad	0.8008	0.7547	-	-	-	0.9250
Hmax-Hcalc	0.5865	0.5390	-	-	-	0.1561
Abundancia/ha	959.0909	754.5455	13.6364	18.1818	81.8182	37,272.7273

4.2.2.6 FAUNA

4.2.2.6.1 FAUNA DEL ESTADO DE PUEBLA

El estado de Puebla es uno de los más diversos del país, siendo considerado el estado sin litoral más diverso. Particularmente, la región de la Depresión del Balsas donde se encuentra el área de proyecto, así como el Sistema Ambiental Regional (SAR) y su Área de Influencia (AI) es reconocida por su amplia diversidad biológica y su elevada proporción de especies endémicas (Morrone, 2014; Morrone et al., 2017; Dinerstein et al., 1995).

Conocer el estado de conocimiento de las especies de este grupo tan diverso en un área específica resulta fundamental para la realización de acciones y programas para el uso, protección y conservación biológica.

4.2.2.6.1.1ORNITOFAUNA.

La ornitofauna de Puebla se ha reportado recientemente en 595 especies, lo que lo ubica como el cuarto estado con mayor diversidad de aves en el país (Jiménez-Moreno et al., 2011). Estudios recientes en esta porción de la Depresión del Balsas han reportado 209 especies, de las cuáles aproximadamente 30% son endémicas, incluyendo especies amenazadas como la guacamaya verde (*Ara militaris*; Vázquez-Reyes et al., 2018, 2024).

4.2.2.6.1.2HERPETOFAUNA.

En el caso de los anfibios y reptiles, la última actualización del listado estatal reporta 267 especies, de las cuales 71 especies (53 reptiles y 18 anfibios) se encuentran en la Depresión del Balsas, (Woolrich-Piña et al., 2017) y en las cercanías del proyecto estudios previos reportan 64 de estas especies (García-Vázquez et al., 2006).

4.2.2.6.1.3MASTOFAUNA.

Los mamíferos de Puebla se estiman en 161 especies (Martínez-Vázquez et al. 2011) de acuerdo con el último compilado. Sin embargo, numerosos nuevos registros de este grupo han sido reportados, especialmente en el caso de murciélagos (p. ej. Orozco-Lugo et al., 2013; Vargas-Miranda et al., 2008).

4.2.2.6.2 FAUNA ENCOTRADA EN CAMPO

4.2.2.6.2.1METODOLOGÍA DE MUESTREO EN CAMPO

El análisis de fauna se realizó de acuerdo con las siguientes actividades:

1. Metodología para identificación y evaluación de poblaciones de fauna.
2. Descripción del muestreo.
3. Justificación del muestreo.
4. Identificación de las especies presentes en el SAR y AP.
5. Resultados de fauna por grupo de especies encontradas en el SAR y AP.
6.

4.2.2.6.2.1.1Metodología para identificación y evaluación de poblaciones de fauna

La evaluación de fauna silvestre fue realizada considerando 3 etapas las cuales se describen a continuación:

▪ Referencia bibliográfica: Se llevó a cabo la investigación e identificación de especies con el uso de referencias bibliográficas como libros, tesis, guías de campo, manuales o publicaciones de poblaciones de fauna en la región de estudio, en esta etapa es de gran importancia la valoración de la referencia empleada.

▪ Muestreo directo: Se refiere a la identificación y registro fotográfico de cada una de las especies observadas. Incluye el avistamiento de aves y su posterior identificación con ayuda de guías de campo especializadas, observación de mamíferos y reptiles, empleando diversas longitudes y anchos de transecto de acuerdo con las especies de estudio.

▪ Muestreo Indirecto: Este tipo de muestreo consistente en la realización de la obtención de evidencias de presencia de especies como: madrigueras, huellas, nidos, excretas, cadáveres, huesos, pieles, etc. que puedan indicar la presencia de diversas especies en el área de estudio.

4.2.2.6.2.1.2Descripción del muestreo

El muestreo empleado para la estimación de poblaciones fue realizado mediante conteo directo a pie por ser el más confiable, a través de conteo en transectos con base en el Manual de técnicas para el estudio de la fauna (Gallina-Tessaro S, López-González C. A., 2011).

Se llevó a cabo un muestreo indirecto de rastros como madrigueras, huellas, esqueletos, excretas, entre otros rastros, sin embargo, debido a su baja confiabilidad únicamente se empleó para confirmar la presencia de la especie en el área de estudio. De igual manera, a través de un recorrido sobre la carretera, se tomó evidencia fotográfica de vertebrados

muertos sobre la carretera, de los que, se buscó que cumplieran las siguientes características:
- Presencia de caracteres de importancia diagnostica que permitan identificar al taxón a nivel de familia.

-El ejemplar presenta caracteres (forma, escamas, pelo, cola, etc.) para lograr identificar a nivel de género y/o especie.

4.2.2.6.2.1.3Método de conteo en transectos

Los transectos se establecieron en línea y pudieron ubicarse de manera aleatoria o sistemática dentro del área de estudio, según lo requiriera la representatividad de las distintas asociaciones vegetales o fisonómicas. Una vez definido el sitio de cada transecto, su diseño se mantuvo inalterado. Asimismo, se evitó colocar los transectos demasiado cercanos entre sí. La longitud de cada transecto pudo variar (Gallina-Tessaro S. y López-González C. A., 2011).

Los muestreos de fauna dieron inicio el 19 de noviembre al 26 del año 2025, por lo que, debido al corto periodo de tiempo, se utilizó una metodología que permitiera caracterizar las áreas de interés para el proyecto, es decir, el Área del Proyecto (AP), el Área de Influencia (AI) y el Sistema Ambiental Regional (SAR). Por lo que por cada transecto se marcaron todos los grupos de vertebrados (aves, mamíferos, anfibios y reptiles), en los que el observador registró los animales avistados dentro de un ancho establecido o no, dependiendo del taxón y el ambiente.

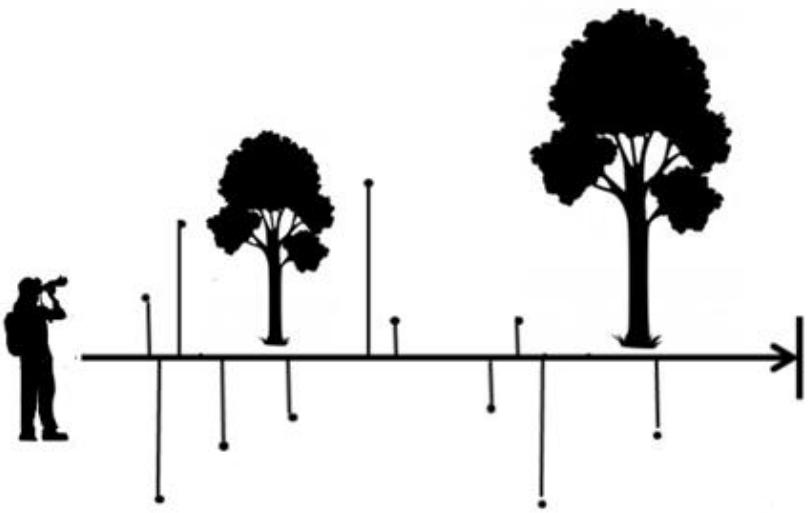


Figura 74. **Diagrama de un transecto**

4.2.2.6.2.1.4Justificación del muestreo

Los modelos de distancia son uno de los métodos más ampliamente utilizados para estimar la densidad y abundancia de poblaciones de fauna silvestre, principalmente aves y mamíferos, debido a que es un método fácil, económico y estadísticamente robusto. Estos muestreos se basan en un conjunto de métodos que incluyen el muestreo en transectos en línea, en los que se estima la densidad o la abundancia de los animales partir de una muestra de individuos detectados (Gallina-Tessaro & López-González, 2011).

4.2.2.6.2.1.5Metodología en campo para anfibios y reptiles

Para la obtención de registros de anfibios y reptiles se hicieron recorridos al azar iniciando de un punto central determinado por su inclusión en el **AP, SAR+ y AI.** En dichos puntos se llevó a cabo un muestreo extensivo en el que se buscaron de manera activa los diferentes microhábitats en los que pueden encontrarse los anfibios y reptiles como bajo rocas, en oquedades de piedra o troncos, debajo de materia vegetal seca o en descomposición, etcétera (Casas-Andreu et al., 1991). Adicionalmente se revisaron caminos y carreteras adyacentes a los sitios de muestreo para revisar la presencia de ejemplares atropellados.

4.2.2.6.2.1.6Metodología en campo para aves

Siguiendo transectos lineares se fueron registrando y contabilizando de manera oportunista las diferentes especies de aves en campo. Siempre que fuera posible se procuró tomar fotografías digitales de cada especie observada o de individuos que requirieran una posterior revisión de su determinación (Ralph et al., 1996). En algunos casos en que se detectaran sitios de percha con múltiples individuos o especies se permaneció en el sitio por espacio de 40-80 minutos fotografiando y contabilizando la mayor cantidad de individuos y ejemplares posibles (Ralph et al., 1996; Ortega-Álvarez et al., 2012).

4.2.2.6.2.1.7Metodología en campo para mamíferos

Dentro de los transectos implementados registramos datos indirectos que indicaran la presencia de mamíferos en la zona. Debido a la naturaleza esquiva y hábitos nocturnos o crepusculares de muchos mamíferos, una opción eficiente para registrarlos en campo es por medio de rastros como huellas, excretas, rascaderos o pelo (Aranda Sánchez, 2012). Cada vez que se detectó alguna de estas evidencias se tomó una fotografía digital de este, siempre en un ángulo de 90° y con una referencia de tamaño como una regla, moneda u otro objeto del cual se conociera previamente el tamaño para poder inferir el tamaño del rastro (Aranda Sánchez, 2012). Adicionalmente, y de manera oportunista, se revisaron obras de drenaje, grietas grandes en rocas o cuevas en busca de grupos de murciélagos

inactivos. Así mismo se revisaron caminos y carreteras para registrar la presencia de ejemplares atropellados que pudieran ser identificables a nivel de especie.

Finalmente, se colocaron cuatro cámaras-trampa en localidades seleccionadas por la presencia de cuerpos de agua, huellas u otro tipo de rastros.

4.2.2.6.2.2 Ubicación de los transectos para el registro de fauna

Se muestrearon un total de 14 sitios, los cuales corresponden a 5 sitios a lo largo del Área de Proyecto y 9 están distribuidos en el SAR-AI. Los sitios fueron seleccionados de acuerdo con la heterogeneidad ambiental observada, la detección oportunista de diferentes individuos de distintas especies, accesibilidad, cercanía a cuerpos de agua, etcétera. Generalmente se muestrearon transectos lineales de longitud variable por intervalos de 40-80 minutos o se implementaron sitios de observación muestreados durante lapsos equivalentes. A continuación, se presentan las coordenadas geográficas de referencia de los sitios de muestreo en forma de cuadro.

Tabla 64. Transectos muestreados por la brigada de fauna

Numero	Area	Nombre	Fecha	Coordenadas UTM (zona 14N)				Longitud
				Inicio		Fin		
				X	Y	X	Y	
1	AP	Tepexco 1	24/11/2025	532156.441	2061574.43	532082.404	2061666.13	210
2	AP	Matlala	24/11/2025	546077.976	2058887.12	546000.966	2058959.65	200
3	AP	Tepexco 2	25/11/2025	534040.366	2061269.83	533929.308	2061260.61	230
4	AP	Calmeca	25/11/2025	537726.108	2061505.21	537757.812	2061529.29	230
5	AP	Rijo	25/11/2025	546732.475	2058675.1	546842.425	2058712.23	220
6	AI	AI 3	26/11/2025	532230.097	2061431.72	532316.415	2061343.68	200
7	AI	AI 4	26/11/2025	534086.662	2061144.86	533958.519	2061064.9	200
8	AI	AI 5	26/11/2025	537662.002	2061865.33	537727.877	2061976.8	200
9	AI	AI 6	26/11/2025	546705.628	2058534.99	546651.884	2058453.72	200
10	SAR	SAR 2	26/11/2025	532555.886	2061985.94	532681.171	2061915.75	200
11	SAR	SAR 3	26/11/2025	535584.557	2062268.71	535410.81	2062220.44	200
12	SAR	SAR 4	26/11/2025	537402.039	2062856.33	537390.336	2062725.28	200
13	SAR	SAR 5	26/11/2025	544509.168	2059532.04	544677.37	2059520.64	200
14	SAR	SAR 6	26/11/2025	546663.103	2056781.35	546596.373	2056959.1	200

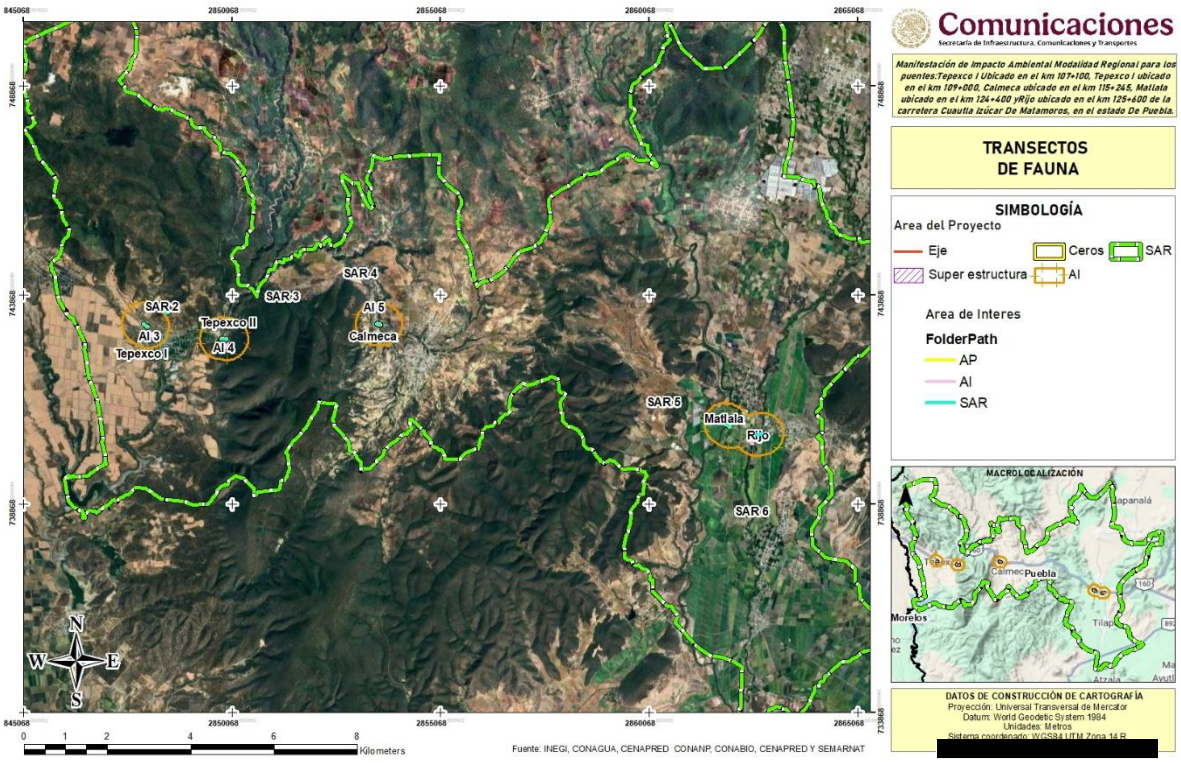


Figura 75.Transectos de fauna

4.2.2.6.2.3 Curva de acumulación de especies.

La mayoría de los inventarios son forzosamente incompletos. La imposibilidad de registrar el total de especies durante un trabajo de muestreo es un grave problema metodológico en los estudios de la biodiversidad (Gotelli & Colwell, 2001). En general, los métodos para estimar la riqueza de especies y la estructura de una población pueden dividirse en dos grupos: los métodos paramétricos y los no paramétricos. Los métodos paramétricos se llaman así porque parten de supuestos acerca de la población (por ejemplo: que la muestra sea aleatoria, que la probabilidad de cada clase sea la misma, que las medidas sean independientes), y por lo tanto requieren que los datos se distribuyan de cierta forma, por ejemplo, con una distribución normal (Moreno, 2001). Por otro lado, los modelos no paramétricos han sido llamados también libres de distribución (*distribution-free*) porque los datos no asumen un tipo de distribución particular ni una serie de supuestos a priori que los ajusten a un modelo determinado. El cálculo de los modelos no paramétricos es más sencillo y rápido, son más fáciles de entender y explicar y son relativamente efectivos (Moreno, 2001).

Como el número de especies aumenta con el tamaño de la muestra, tradicionalmente se ha considerado que, para poder hacer comparaciones entre valores de riqueza, se debían comparar idénticos tamaños muéstrales (Magurran, 1988). Así, uno de los métodos que se utiliza con más frecuencia para conocer la riqueza de especies total de una comunidad son

las curvas de acumulación de especies, o curvas de colecta (Gray, 2002), las cuales permiten:

1. Dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación,
2. Una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables, y
3. Extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona (Lamas *et al.*, 1991; Soberón & Llorente, 1993; Colwell & Coddington, 1994; Gotelli & Colwell, 2001).

En una curva de acumulación de especies, la incorporación de nuevas especies al inventario se relaciona con alguna medida del esfuerzo de muestreo. Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas. Al principio, se colectan sobre todo especies comunes, y la adición de especies al inventario se produce rápidamente; por tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada. A medida que prosigue el muestreo son las especies raras las que hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende. El momento en el que está pendiente desciende a cero corresponde, teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la zona estudiada, con los métodos utilizados y durante el tiempo en el que se llevó a cabo el muestreo. La curva de acumulación de especies se obtuvo con el programa PAST, el cual es una potente herramienta metodológica para estandarizar las estimaciones de riqueza obtenida en distintos inventarios. Además, permite obtener resultados más fiables en análisis posteriores y comparar inventarios en los que se han empleado distintas metodologías y/o diferentes niveles de esfuerzo (Jiménez y Hortal, 2003).

Para calcular el esfuerzo de muestreo se utilizaron los sitios de muestreo como unidades de estimación. De acuerdo con el Manual de Métodos para el desarrollo de Inventarios de Biodiversidad del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt de Villareal (2004), en su Capítulo 7.3 nos menciona que *"… Si la curva nos indica que obtuvimos más del 85% de las especies en un sitio de muestreo, es posible realizar este tipo de análisis"* (Villareal et al., 2004). En este caso, los estimadores empleados para realizar la comparación son los siguientes:

ACE: Es un estimador que utiliza datos de abundancia, basados en el concepto estadístico de cobertura de muestreo, que se refiere a la suma de las probabilidades de encontrar especies observadas dentro del total de especies presentes, pero no observadas (Colwell et al., 1994).

CHAO 1: Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo (singletons) y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras (doubletons).

BOOTSTRAP: Estimador que se utiliza cuando sólo se dispone de datos de presencia-ausencia. Estima la riqueza de especies a partir de la proporción de muestras que contienen a cada especie.

De acuerdo con lo anterior y tomando en cuenta la información del muestreo del Área del Proyecto (AP), del Área de Influencia (AI) y del Sistema Ambiental Regional (SAR), se determinó el número de especies de fauna silvestre en cada unidad de análisis mediante el programa PAST, aplicando los estimadores no paramétricos de riqueza ACE, Chao1 y Bootstrap. Asimismo, se generaron las curvas de acumulación y de estimadores no paramétricos para evaluar la completitud del muestreo de la fauna silvestre presente en el AP, AI y SAR.

Para el grupo de aves, en el sitio AP se obtuvieron valores de completitud que van de 99, 87 y 83% indicando que nuestro esfuerzo de muestreó se acerca demasiado a la diversidad máxima teórica. En contraste con el sitio AI en donde los valores de completitud del muestreo fueron de 78, 85 y 94% a pesar de que ACE muestra que sería posible incrementar el esfuerzo de muestreo, nuestros estimadores de Bootstrap y Chao1 muestran valores de completitud más cercanos a los valores máximos teóricos (85% y 94%). Los valores de ACE dentro del AI podrían haberse visto afectados debido a la sensibilidad de este estimador ante el umbral de rareza de los individuos debido a que en el sitio se encontró un elevado número de especies con menos de 10 individuos, lo que empujaría al estimador a deducir que faltan más especies por encontrar. En contraste, el sitio SAR es el sitio más representativo con valores que van del 91, 98 y 91%. Nuestros resultados que evidencian una baja variabilidad entre estimadores y sugiere que, aunque el estimador ACE dentro del AI muestre un muestreó bajo los estimadores Chao1 y Bootstrap señalan una alta eficiencia del muestreo.

En cuanto al grupo de mamíferos, el sitio AP presentó valores de completitud que van de 92.53, 86 y 92.53 % Para el sitio AI, los valores de completitud oscilaron entre 80, 98 y 91%, indicando un muestreo eficiente, con una baja presencia probable de especies no detectadas. Por su parte, en el sitio SAR se obtuvieron valores de completitud que van de 94, 93 y 90% indicando una alta eficiencia del muestreo dentro del SAR, así mismo este sitio fue el que mostro una mayor diversidad para este grupo.

Respecto a la herpetofauna (reptiles), el sitio AP presentó valores de completitud que oscilan entre 100, 93 y 95% reflejando un muestreo adecuado de la comunidad presente en nuestra área destinada al proyecto. En el sitio AI, los valores variaron entre 84, 97 y 95% indicando una buena representatividad en nuestro muestreo. En el sitio SAR, los valores de completitud se situaron entre 84, 98 y 92 % siendo este último sitio el que mostro mayor representatividad y mayor diversidad para este grupo de organismos.

En conjunto, estos resultados indican que el esfuerzo de muestreo fue representativo para todos los sitios, siendo el SAR el sitio el sitio con mayor representatividad para los tres grupos de vertebrados, seguido de cerca por el AI y finalizando con AP, que mostró ser uno de los sitios con menor cantidad de diversidad observada y diversidad teórica esperada.

Tabla 65. Comparaciones de diversidad de los estimadores no paramétricos, así como medición del esfuerzo de muestreo dado en porcentajes.

GRUPO	Sitio de estudio	Especies observadas	Estimador no paramétrico de riqueza			% de muestreo logrado (completitud)		
			ACE	Chao1	Bootstrap	ACE	Chao1	Bootstrap
AVES	AP	20	19.792	17.338	16.656	99%	87%	83%
	AI	21	27.22	24.4425	19.945	78%	85%	94%
	SAR	28	30.704	28.95	25.712	91%	98%	91%
MAMÍFEROS	AP	3	2.776	2.578	2.756	92.53%	86%	92.53%
	AI	5	6.235	4.895	4.5475	80%	98%	91%
	SAR	7	7.464	6.514	6.3	94%	93%	90%
REPTILES	AP	5	5.468	4.638	4.754	100%	93%	95%
	AI	6	7.1475	5.8	5.7225	84%	97%	95%
	SAR	7	8.334	6.838	6.444	84%	98%	92%

Por otra parte, en las siguientes figuras, se puede apreciar que las curvas de los distintos estimadores presentan valores muy cercanos a los observados en campo, logrando formar una curva cercana a la asíntota de la curva de acumulación, lo cual nos indica que se ha logrado un buen muestreo. En general, a partir de proporciones superiores al 70% las estimaciones de la riqueza asintótica se hacen estables (Jiménez V. A. & J, Hortal, 2003).

4.2.2.6.2.3.1 CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES EN EL SITIO AP.

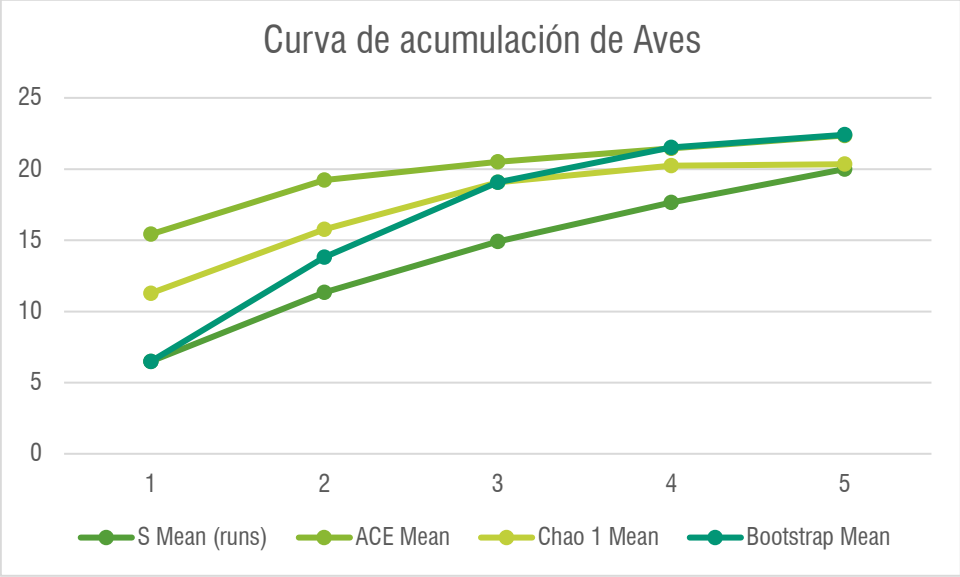


Figura 76. Curva de acumulación de la diversidad de aves en el sitio AP empleando los estimadores de diversidad no paramétricos ACE, Chao 1 y Bootstrap.

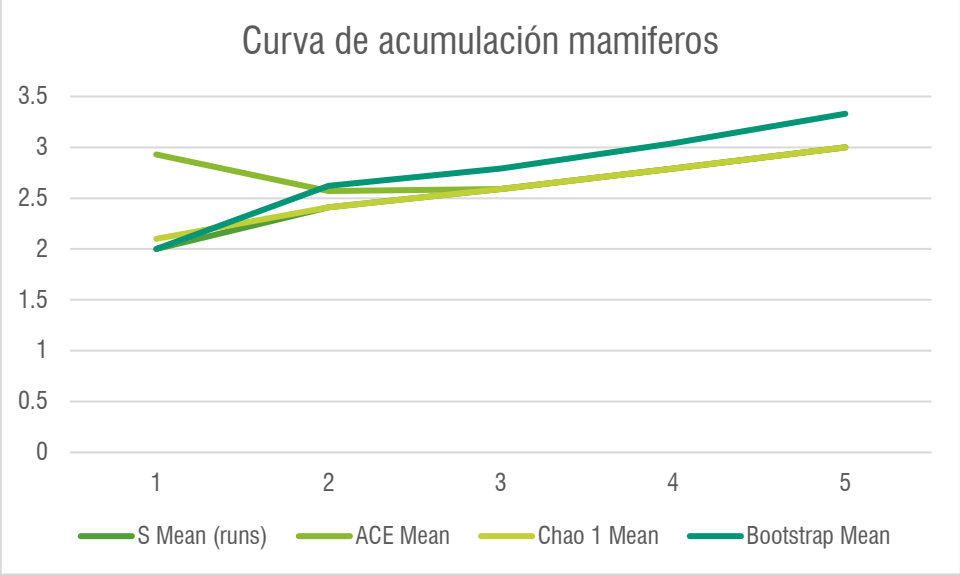


Figura 77. Curva de acumulación de la diversidad de mamíferos en el sitio AP empleando los estimadores de diversidad no paramétricos ACE, Chao 1 y Bootstrap.

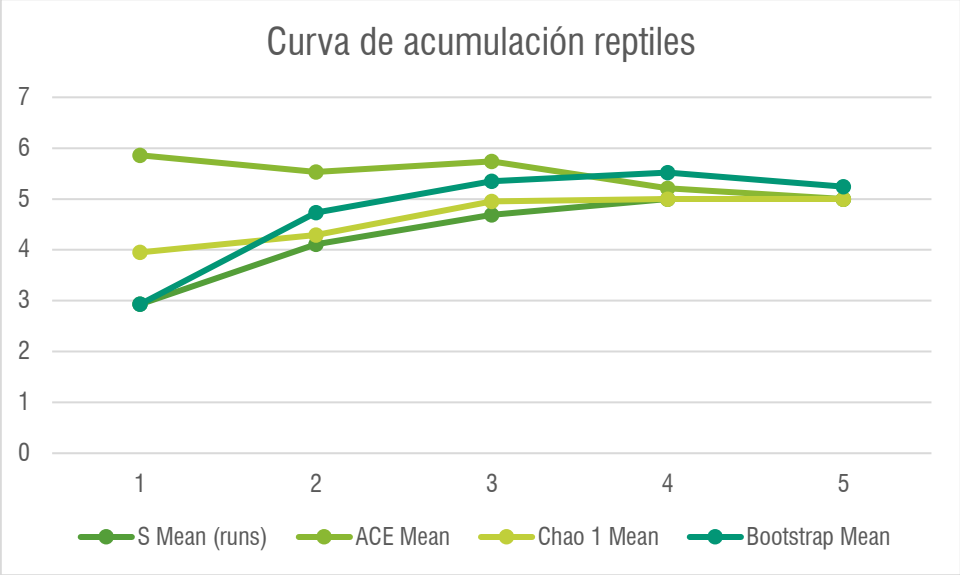


Figura 78. Curva de acumulación de la diversidad de reptiles en el sitio AP empleando los estimadores de diversidad no paramétricos ACE, Chao 1 y Bootstrap.

4.2.2.6.2.3.2Curvas De Acumulación De Especies En El Sitio AI

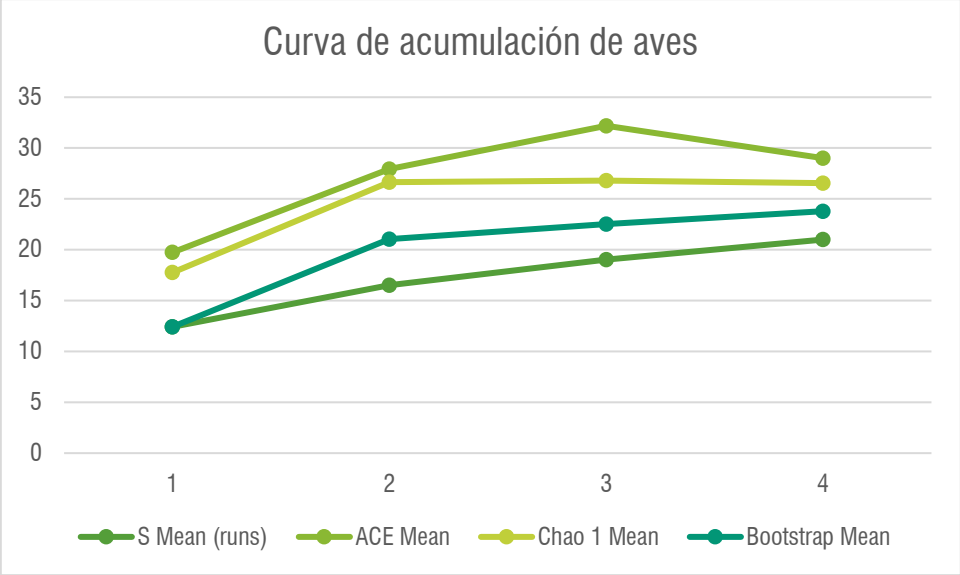


Figura 79. Curva de acumulación de la diversidad de aves en el sitio AI empleando los estimadores de diversidad no paramétricos ACE, Chao 1 y Bootstrap.

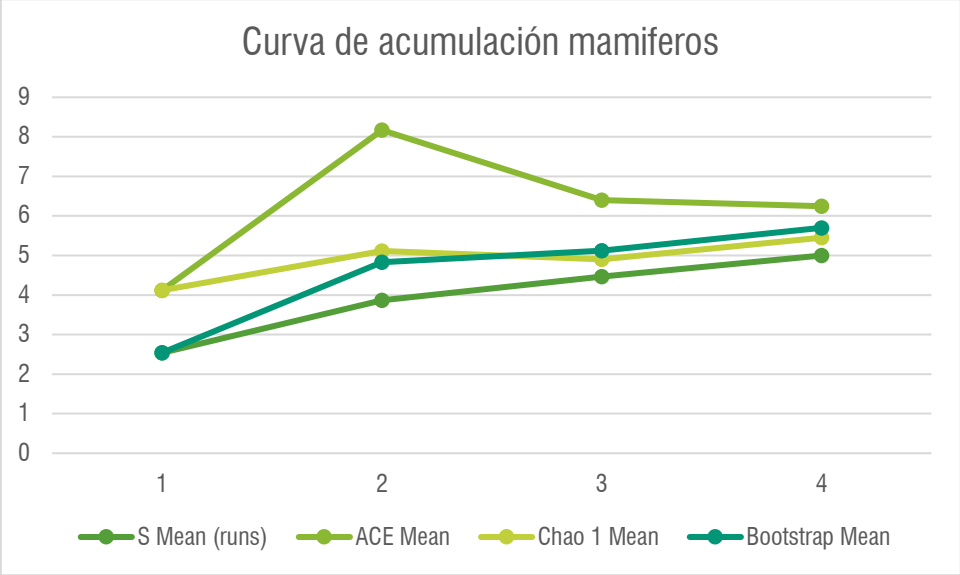


Figura 80. Curva de acumulación de la diversidad de mamíferos en el sitio AI empleando los estimadores de diversidad no paramétricos ACE, Chao 1 y Bootstrap.

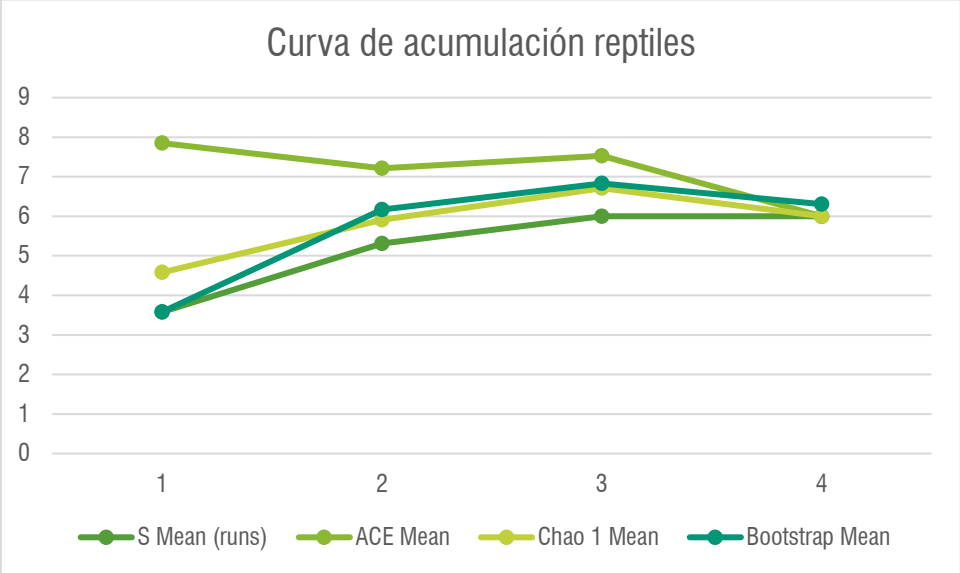


Figura 81. Curva de acumulación de la diversidad de reptiles en el sitio AI empleando los estimadores de diversidad no paramétricos ACE, Chao 1 y Bootstrap.

4.2.2.6.2.3.3Curvas De Acumulación De Especies En El Sitio SAR

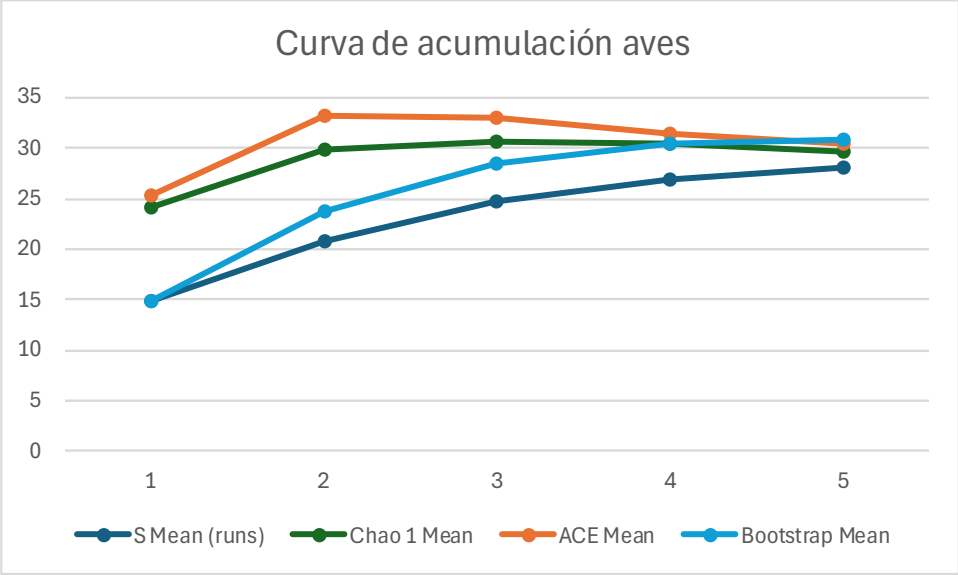


Figura 82. Curva de acumulación de la diversidad de aves en el sitio AI empleando los estimadores de diversidad no paramétricos ACE, Chao 1 y Bootstrap.

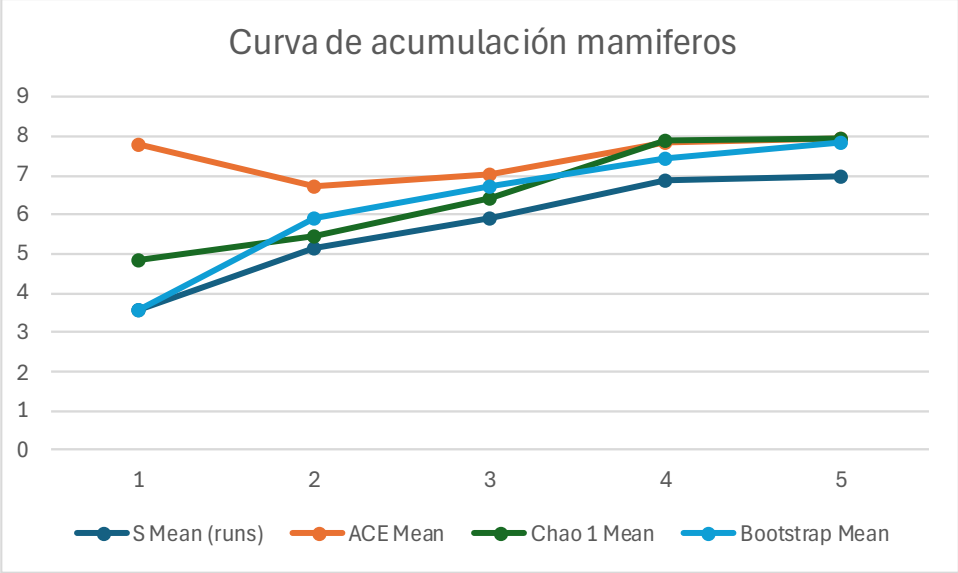


Figura 83. Curva de acumulación de la diversidad de mamíferos en el sitio AI empleando los estimadores de diversidad no paramétricos ACE, Chao 1 y Bootstrap.

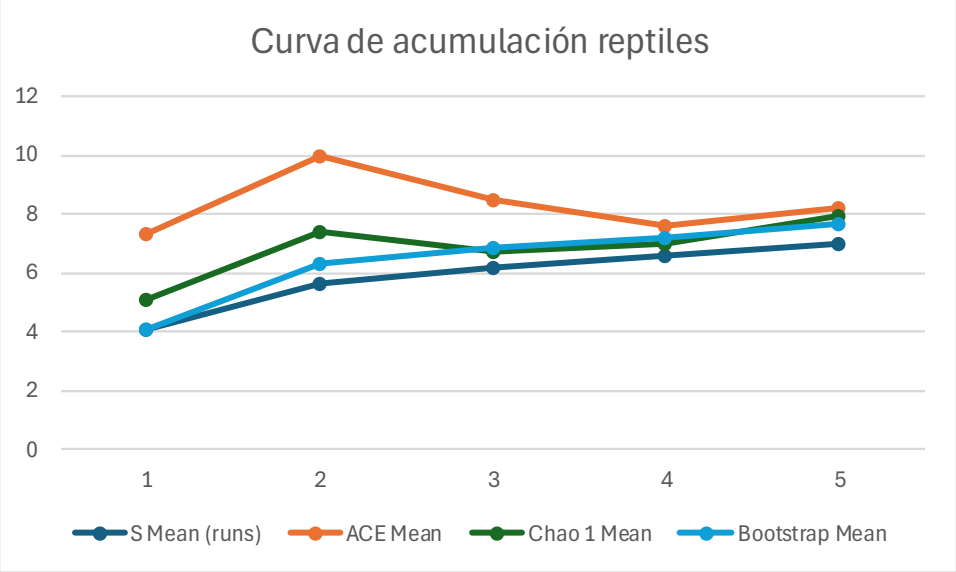


Figura 84. Curva de acumulación de la diversidad de reptiles en el sitio AI empleando los estimadores de diversidad no paramétricos ACE, Chao 1 y Bootstrap.

4.2.2.6.3 ANÁLISIS DE DIVERSIDAD

En ecología, el término diversidad, en general se refiere a la diversidad de especies, expresando el número de poblaciones y sus abundancias relativas. La idea de diversidad de especies está basada en la suposición que las especies influencian unas a las otras y al medio, y esto se puede ver como los números de especies presentes y sus abundancias relativas (McNaughton & Wolf, 1979; Boughey, 1968).

El índice de diversidad de Shannon es uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica, el índice de Shannon, también conocido como Shannon-Weaver, derivado de la teoría de información como una medida de la entropía.

Este índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Esto es, si una comunidad de N especies es muy homogénea, por ejemplo, porque existe una especie claramente dominante y las restantes N-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las N especies fueran igualmente abundantes.

Es decir, al tomar al azar un individuo, en el primer caso tendremos un grado de certeza mayor (menos incertidumbre, producto de una menor entropía) que en el segundo; porque mientras en el primer caso la probabilidad de que pertenezca a la especie dominante será cercana a 1, mayor que para cualquier otra especie, en el segundo la probabilidad será la misma para cualquier especie.

El índice de Shannon se define como:

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} pi\ (lnpi)$$

Dónde:

H'= Índice de diversidad de especies

S= Número de especies

pi= Proporción total de la muestra que corresponde a la especie i (abundancia relativa)

ln pi = Logaritmo natural de **pi**

De manera general, los valores del índice pueden interpretarse como se muestra en la siguiente gráfica:

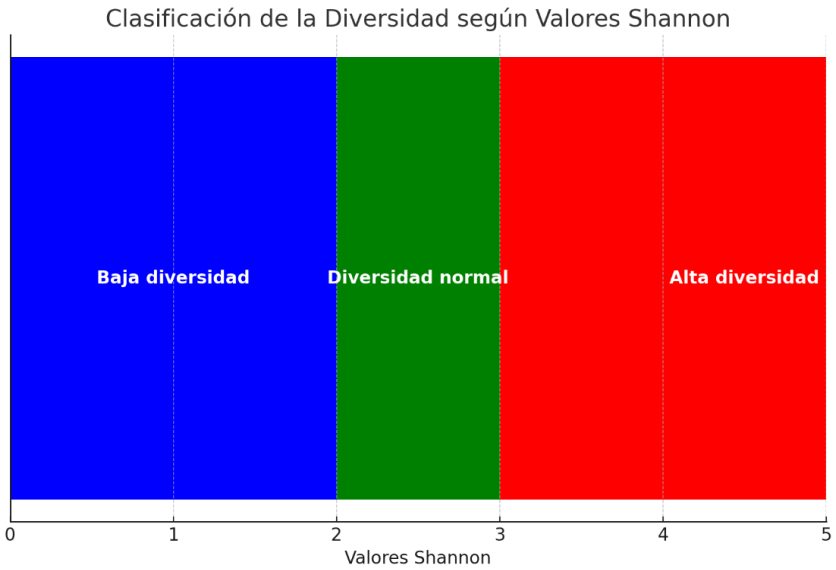


Figura 85. Interpretación de los valores calculados de diversidad mediante el índice de Shannon.

Para conocer cómo se encuentra repartida la diversidad faunística se obtuvo el índice de equidad; para ello se empleó el Índice de Pielou, el cual mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, en donde 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son dominantes o tienen una abundancia semejante.

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

Dónde:

H'max = ln(S).

Uno de los aspectos distintivos de las comunidades naturales, es la diferencia existente entre ellas en cuanto a su riqueza específica. En general, se considera que una comunidad es más compleja mientras mayor sea el número de especies que la compongan (más vías de flujo de energía en la cadena trófica) mientras menos dominancia presenten una o pocas especies con respecto a las demás (Boughey, 1968).

Tabla 66 Especies registradas durante el trabajo en campo

Especie	Nombre común	NOM-059	Tepexco 1	Matlala	Tepexco 2	Calmeca	Rijo	SAR 6	SAR 2	SAR 3	SAR 4	SAR 5	AI 6	AI 5	AI 3	AI 4
Columbina inca	Tortolita cola larga	NA	3	0	0	0	0	6	0	0	2	0	2	8	0	3
Polioptila caerulea	Perlita azul y gris	NA	4	1	0	0	1	2	1	3	0	6	0	1	1	6
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	NA	0	0	0	0	0	0	1	4	25	3	0	0	1	0
Cathartes aura	Zopilote aura	NA	0	0	6	0	0	0	1	0	3	2	0	0	0	0
Tyrannus verticalis	Tirano palido	NA	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
Ptiligonys cinereus	Capulinero gris	NA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	10	0
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	NA	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0
Melospiza lincolnii	Gorrión de Lincoln	NA	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Spinus psaltria	Jilgero dominico	NA	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vireo belli	Vireo de Bell	P	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tyrannus melancholicus	Tirano pirirí	NA	0	0	0	0	0	0	0	2	6	0	0	0	0	1
Pyrocephalus rubinus	Papamoscas cardenalito	NA	1	0	2	0	0	1	0	0	1	1	2	0	0	0
Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	NA	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo	NA	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	0
Porzana carolina	Polluela sora	NA	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Empidonax minimus	Papamoscas minimo	NA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Chondestes grammacus	Gorrión arlequín	NA	1	1	0	0	1	0	6	0	6	0	0	0	0	0

Tyrannus vociferans	Tirano chibiú	NA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0
Setophaga ruticilla	Pavito migratorio	NA	0	0	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Geranoaeteus albicaudatus	Aguila cola blanca	NA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Piranga ludoviciana	Pranga capucha roja	NA	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Buteo plagiatus	Agila gris	NA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Lanius ludovicianus	Verdugo americano	NA	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1
Myiarchus cinerascens	Papamoscas garganta ceniza	NA	0	0	0	1	1	3	0	0	0	0	6	0	0	0
Coragyps atratus	Zopilote común	NA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Myiarchus tyrannulus	Papamoscas gritón	NA	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0
Cynanthus auriceps	Esmeralda occidental	NA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tachycineta thalassina	Golondrina verdemar	NA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Columba livia	Paloma bravía	NA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Setophaga coronata	Chipe rabadilla amarilla	NA	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Troglodytes aedon	Saltapared común	Pr	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0
Melospiza melodia	Gorrión cantor	P	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Piranga rubra	Piranga roja	NA	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Passerina caerulea	Picogordo azul	NA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Euphagus cyanocephalus	Tordo ojos amarillos	NA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy	E	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Cardellain pusilla	Chipe corona negra	NA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Icterus pustulatus	Calandria dorso rallado	Pr	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	1	2
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	NA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Zenaida macroura	Huilota común		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Hirundo rustica	Golondrina tijereta		0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	30	0
Petrochelidon pyrrhonota	Golondrina risquera		0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0
Piaya cayana	Cuchillo canelo		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	NA	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
Reithrodontomys fulvescens	Raton cosechero leonado	NA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Balantiopteryx plicata	Murcielago gris de saco	NA	0	0	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Didelphis virginiana	Tlacuache norteño	NA	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
Procyon lotor	Mapache	NA	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	0	1	0	0
Bassariscus astutus	Cacomixcle norteño	A	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	2	0	0
Odocoileus virginianus	Venado cola blanca	*NA*	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Sceloporus gadoviae	Lagartija espinosa del alto Balsas	NA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Sceloporus horridus	Lagartija espinosa del pacifico	NA	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Drymarchon melanurus	Culebra arroyera de cola negra	NA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Masticophis mentovarius	Culebra chirriadora neotropical	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Urosaurus bicarinatus	Lagartija de arbol del Pacifico	NA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Aspidoscelis costata	Huico llanero	Pr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
Ctenosaura pectinata	Iguana mexicana de cola espinosa	A	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Aspidoscelis depii	Huico siete lineas	NA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sceloporus ochoterenae	Lagartija espinosa del alto Balsas	NA	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Kinosternon integrum	Tortuga pecho quebrado mexicana	Pr	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4.2.2.6.3.1 RESULTADOS DE RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE FAUNA SILVESTRE

En total se recopiló información de 61 especies de vertebrados terrestres representadas por 409 individuos. De estas, 43 corresponden a aves, 7 a mamíferos y 10 a reptiles.

Un total de cuatro especies se encuentran incluidas en alguna categoría de riesgo, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059: dos están consideradas como Amenazadas (A) y dos como Sujetas a Protección Especial (Pr). Por otro lado, según otras clasificaciones de conservación, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) considera a todas las especies registradas durante el muestreo dentro de la categoría de Preocupación Menor (LC). Asimismo, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) incluye a dos especies en el Apéndice II, representadas por dos especies de reptiles (*Ctenosaura pectinata* y *Kinosternon integrum*).

4.2.2.6.3.2 RESULTADOS DE RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE FAUNA SILVESTRE EN EL SAR

4.2.2.6.3.2.1 Aves

Este grupo faunístico está representado por 28 especies, de las cuales la paloma alas blancas (*Zenaida asiatica*) fue la especie con mayor abundancia dentro del SAR, con 33 individuos registrados durante el recorrido del transecto, lo que corresponde a una abundancia relativa (AR) de 18.857%.

Las siguientes especies más abundantes fueron la golondrina tijereta (*Hirundo rustica*), con 25 individuos avistados y una AR de 14.256%, seguida de la golondrina risquera (*Petrochelidon pyrrhonota*), con 20 individuos registrados y una AR de 11.429% y finalmente el gorrión arlequín (*Chondetes grammacus*) y la perlita azul y gris (*Polioptila caerulea*) con 12 individuos y una AR de 6.857%

Las especies restantes presentaron abundancias que oscilaron entre ocho y un solo individuo, con frecuencias relativas (FR) que van de 4.571 a 0.571.

Dentro del listado no se reportó la presencia ninguna especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que estuviese incluida en alguna categoría de riesgo.

El Índice de Simpson (1-D) presentó un valor de 0.915, lo que indica una alta diversidad de especies para este grupo faunístico. Por su parte, el índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de H’ = 2.79, el cual, de acuerdo con Margalef (1972), corresponde a una diversidad alta.

La diversidad máxima esperada (H' máx.) fue de 3.33; al compararse con la diversidad observada, se obtiene una diferencia de 0.54, lo que indica que la comunidad se encuentra cercana a su diversidad teórica máxima.

El índice de equidad de Pielou (J') fue de 0.84 lo que refleja una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las especies, sin una dominancia marcada dentro del área de estudio

Tabla 67. Resumen de los índices de diversidad calculados para aves en el SAR

Parámetro	SAR
Riqueza específica (S)	28
Índice de Simpson (1-D)	0.915
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.79
Diversidad máxima (H máx.)	3.33
Equidad de Pielou (J')	0.84
Diferencia diversidad	0.54

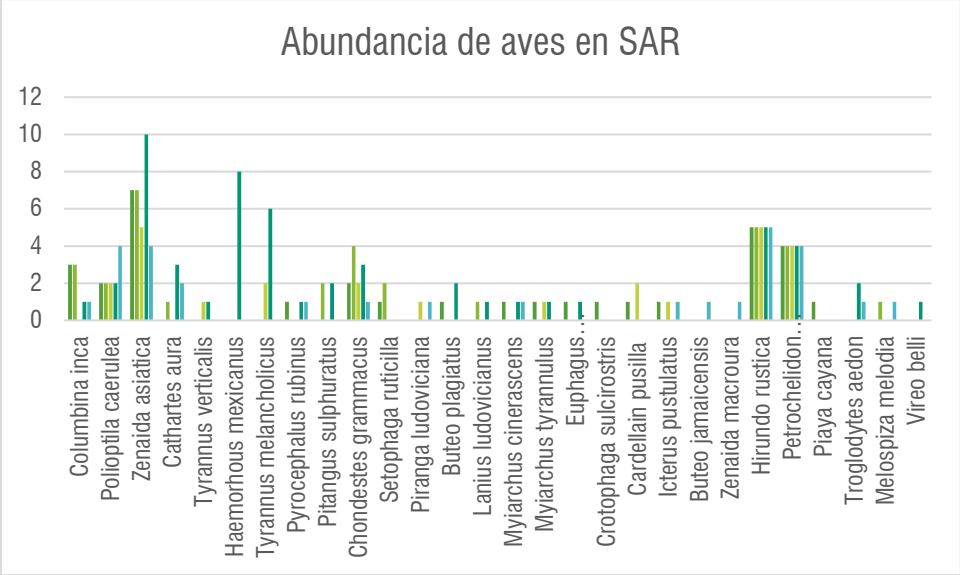


Figura 86. **Abundancia de ornitofauna registradas en el SAR**

Tabla 68. Número de aves encontrados durante el muestreo en las SAR

Especie	Nombre común	NOM-059	SAR 6	SAR 2	SAR 3	SAR 4	SAR 5
Columbina inca	Tortolita cola larga	NA	3	3	0	1	1
Polioptila caerulea	Perlita azul y gris	NA	2	2	2	2	4
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	NA	7	7	5	10	4
Cathartes aura	Zopilote aura	NA	0	1	0	3	2
Tyrannus verticalis	Tirano palido	NA	0	0	1	1	0
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	NA	0	0	0	8	0
Tyrannus melancholicus	Tirano pirirí	NA	0	0	2	6	0
Pyrocephalus rubinus	Papamoscas cardenalito	NA	1	0	0	1	1
Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo	NA	0	2	0	2	0
Chondestes grammacus	Gorrión arlequín	NA	2	4	2	3	1
Setophaga ruticilla	Pavito migratorio	NA	1	2	0	0	0
Piranga ludoviciana	Pranga capucha roja	NA	0	0	1	0	1
Buteo plagiatus	Agila gris	NA	1	0	0	2	0
Lanius ludovicianus	Verdugo americano	NA	0	1	0	1	0
Myiarchus cinerascens	Papamoscas garganta ceniza	NA	1	0	0	1	1
Myiarchus tyrannulus	Papamoscas gritón	NA	1	0	1	1	0

Euphagus cyanocephalus	Tordo ojos amarillos	NA	1	0	0	1	0
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy	NA	1	0	0	0	0
Cardellain pusilla	Chipe corona negra	NA	1	0	2	0	0
Icterus pustulatus	Calandria dorso rallado	NA	1	0	1	0	1
Buteo jamaicensis	Agila cola roja	NA	0	0	0	0	1
Zenaida macroura	Huilota común	NA	0	0	0	0	1
Hirundo rustica	Golondrina tijereta	NA	5	5	5	5	5
Petrochelidon pyrrhonota	Golondrina risquera	NA	4	4	4	4	4
Piaya cayana	Cuchillo canelo	NA	1	0	0	0	0
Troglodytes aedon	Saltapared común	NA	0	0	0	2	1
Melospiza melodia	Gorrión cantor	NA	0	1	0	0	1
Vireo belli	Vireo de Bell	NA	0	0	0	1	0

Tabla 69. Abundancia, Abundancia relativa, Frecuencia, Frecuencia Relativa, pi, Ln(pi), Calculo de IS para las especies de ornitofauna registradas en los sitios de muestreo en el SAR

Especie	Nombre común	NOM-059	SAR 6	SAR 2	SAR 3	SAR 4	SAR 5	A	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
Columbina inca	Tortolita cola larga	NA	3	3	0	1	1	8	4.571	2	4.545	0.046	3.085	0.141
Polioptila caerulea	Perlita azul y gris	NA	2	2	2	2	4	12	6.857	4	9.091	0.069	2.680	0.184
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	NA	7	7	5	10	4	33	18.857	3	6.818	0.189	1.668	0.315

Cathartes aura	Zopilote aura	NA	0	1	0	3	2	6	3.429	3	6.818	0.034	3.373	0.116
Tyrannus verticalis	Tirano palido	NA	0	0	1	1	0	2	1.143	1	2.273	0.011	4.472	0.051
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	NA	0	0	0	8	0	8	4.571	1	2.273	0.046	3.085	0.141
Tyrannus melancholicus	Tirano pirirí	NA	0	0	2	6	0	8	4.571	2	4.545	0.046	3.085	0.141
Pyrocephalus rubinus	Papamoscas cardenalito	NA	1	0	0	1	1	3	1.714	3	6.818	0.017	4.066	0.070
Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo	NA	0	2	0	2	0	4	2.286	1	2.273	0.023	3.778	0.086
Chondestes grammacus	Gorrión arlequín	NA	2	4	2	3	1	12	6.857	1	2.273	0.069	2.680	0.184
Setophaga ruticilla	Pavito migratorio	NA	1	2	0	0	0	3	1.714	1	2.273	0.017	4.066	0.070
Piranga ludoviciana	Pranga capucha roja	NA	0	0	1	0	1	2	1.143	2	4.545	0.011	4.472	0.051
Buteo plagiatus	Agila gris	NA	1	0	0	2	0	3	1.714	1	2.273	0.017	4.066	0.070
Lanius ludovicianus	Verdugo americano	NA	0	1	0	1	0	2	1.143	1	2.273	0.011	4.472	0.051
Myiarchus cinerascens	Papamoscas garganta ceniza	NA	1	0	0	1	1	3	1.714	1	2.273	0.017	4.066	0.070
Myiarchus tyrannulus	Papamoscas gritón	NA	1	0	1	1	0	3	1.714	2	4.545	0.017	4.066	0.070
Euphagus cyanocephalus	Tordo ojos amarillos	NA	1	0	0	1	0	2	1.143	1	2.273	0.011	4.472	0.051
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy	NA	1	0	0	0	0	1	0.571	1	2.273	0.006	5.165	0.030
Cardellain pusilla	Chipe corona negra	NA	1	0	2	0	0	3	1.714	1	2.273	0.017	4.066	0.070
Icterus pustulatus	Calandria dorso rallado	NA	1	0	1	0	1	3	1.714	2	4.545	0.017	4.066	0.070
Buteo jamaicensis	Agila cola roja	NA	0	0	0	0	1	1	0.571	1	2.273	0.006	5.165	0.030

Zenaida macroura	Huilota común	NA	0	0	0	0	1	1	0.571	1	2.273	0.006	5.165	0.030
Hirundo rustica	Golondrina tijereta	NA	5	5	5	5	5	25	14.286	1	2.273	0.143	1.946	0.278
Petrochelidon pyrrhonota	Golondrina risquera	NA	4	4	4	4	4	20	11.429	1	2.273	0.114	2.169	0.248
Piaya cayana	Cuchillo canelo	NA	1	0	0	0	0	1	0.571	1	2.273	0.006	5.165	0.030
Troglodytes aedon	Saltapared común	NA	0	0	0	2	1	3	1.714	2	4.545	0.017	4.066	0.070
Melospiza melodia	Gorrión cantor	NA	0	1	0	0	1	2	1.143	2	4.545	0.011	4.472	0.051
Vireo belli	Vireo de Bell	NA	0	0	0	1	0	1	0.571	1	2.273	0.006	5.165	0.030

4.2.2.6.3.2.2MAMÍFEROS

Dentro del SAR el grupo de mamíferos se encuentra representado por siete especies, de las cuales se obtuvieron las siguientes abundancias en el Sistema Ambiental Regional (SAR): Balantiopteryx plicata con sis s individuos (AR=26.087%), *Procyon lotor* con cinco individuos registrados (AR=21.739%), *Urocyon cinereorgenteus* con cuatro individuos registrados (AR= 17.391%), seguidos por *Sylvilagus floridanus* y *Bassariscus astutus* con tres individuos para ambas especies y una AR de 13.043%.

El Índice de Simpson (1-D) presentó un valor de 0.853, lo que indica una alta diversidad de especies para este grupo faunístico. Por su parte, el índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de H’ = 1.524, el cual, de acuerdo con Margalef (1972), corresponde a una diversidad alta.

La diversidad máxima esperada (H’ máx.) fue de 1.945; al compararse con la diversidad observada, se obtiene una diferencia de 0.421, lo que indica que la comunidad se encuentra cercana a su diversidad teórica máxima.

El índice de equidad de Pielou (J’) fue de 0.92, lo que refleja una distribución uniforme de los individuos entre las especies, sin una dominancia marcada dentro del área de estudio (ver Cuadro 7)

Ninguna de las especies de mamíferos registrada en el SAR se encuentra dentro del listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 70. Resumen de los índices de diversidad calculados para mastofauna en el SAR

Parámetro	SAR
Riqueza específica (S)	7
Índice de Simpson (1-D)	0.853
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.524
Diversidad máxima (H máx.)	1.945
Equidad de Pielou (J')	0.92
Diferencia diversidad	0.421

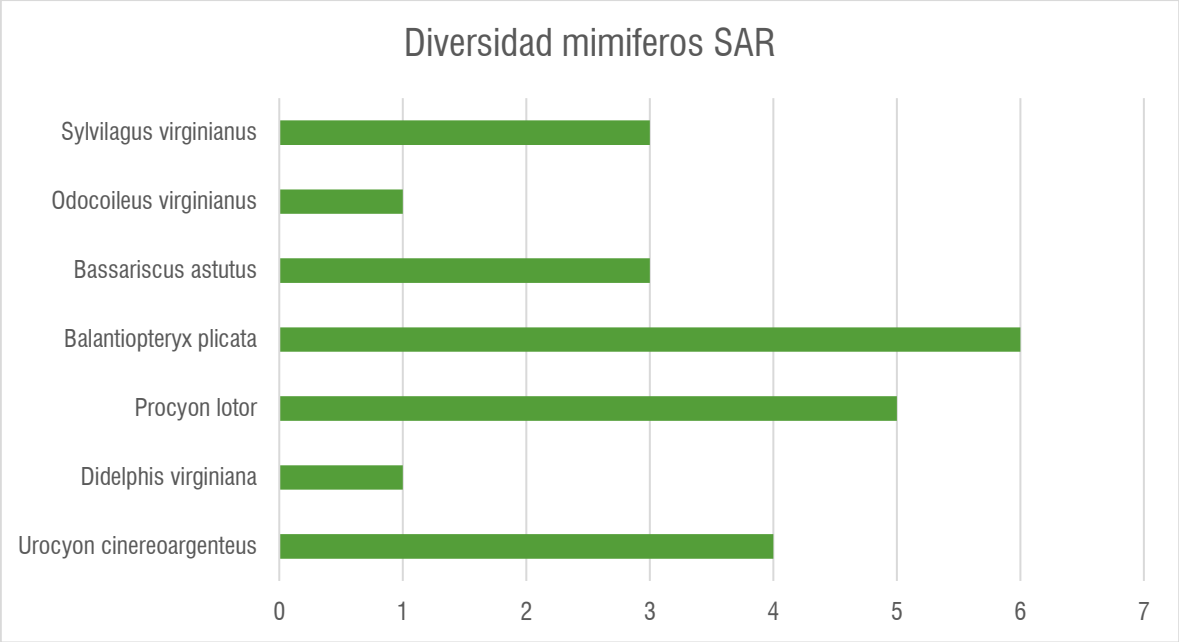


Figura 87. Abundancia de la mastofauna de SAR

Tabla 71. Número de mamíferos encontrados durante el muestreo en el SAR

Especie	Nombre común	NOM-059	SAR 6	SAR 2	SAR 3	SAR 4	SAR 5
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	NA	0	1	1	1	4
Didelphis virginiana	Tlacuache norteño	NA	0	0	1	0	1
Procyon lotor	Mapache	NA	1	1	1	1	5
Balantiopteryx plicata	Murcielago gris de saco	NA	2	0	2	0	6
Bassariscus astutus	Cacomixcle norteño	NA	2	0	0	0	3

Odocoileus virginianus	Venado cola blanca	NA	0	0	1	0	1
Sylvilagus floridanus	Conejo serrano	NA	0	2	0	1	3

Tabla 72. Abundancia, Abundancia relativa, Frecuencia, Frecuencia Relativa, pi, Ln(pi), Calculo de IS para las especies de mastofauna registradas en los sitios de muestreo en el SAR

Especie	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	Ln(pi)	IS
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	NA	4	17.391	4	30.769	0.174	1.749	0.304
Didelphis virginiana	Tlacuache norteño	NA	1	4.348	1	7.692	0.043	3.135	0.136
Procyon lotor	Mapache	NA	5	21.739	3	23.077	0.217	1.526	0.332
Balantiopteryx plicata	Murcielago gris de saco	NA	6	26.087	1	7.692	0.261	1.344	0.351
Bassariscus astutus	Cacomixcle norteño	NA	3	13.043	2	15.385	0.130	2.037	0.266
Odocoileus virginianus	Venado cola blanca	NA	1	4.348	1	7.692	0.043	3.135	0.136
Sylvilagus floridanus	Conejo serrano	NA	3	13.043	1	7.692	0.130	2.037	0.266
Total			23	86.957	13	92.308	0.870	12.927	1.525

AR = Abundancia relativa
F = Frecuencia
FR= Frecuencia relativa

4.2.2.6.3.2.3 Herpetofauna

En el SAR se registró una Riqueza especifica (S) de 7 especies, de las cuales *Sceloporus gadoviae* (n=20, AR=43.478%), *Sceloporus ochoterenae* (n=14, AR= 30.435%) fueron las dos especies más abundantes, seguidos por *Kinosternon integrum* representada por cuatro individuos muestreados (AR=8.696%).

Las cuatro especies restantes son representadas por tres a un único individuo registrado dentro de la zona de estudio, por lo que las especies restantes presentaron una AR de 6.522 a 2.174%.

Obtuvimos un índice de Simpson (1-D) de 0.716 lo cual sugiere una diversidad alta dentro del SAR. Por su parte el índice de Shannon-Wiener (H) arrojo un valor de 1.46, lo que sugiere la presencia de una diversidad moderada y va acordé al bajo recuento numérico de las especies observadas.

La diversidad máxima (H máx) fue de 1.95, al comparar con H, se obtuvo un valor de 0.49 de diferencia, lo cual indica que indica que esta comunidad se encuentra cercana a la diversidad máxima teórica.

Dos de las especies se encuentran listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Kinosternon integrum* se encuentra bajo la categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr) y *Masticophis mentovarius* se encuentra bajo la categoría Amenazada (A).

Tabla 73. Resumen de los índices de diversidad calculados para reptiles en el SAR

Parámetro	SAR
Riqueza específica (S)	7
Índice de Simpson (1-D)	0.716
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.46
Diversidad máxima (H máx.)	1.95
Equidad de Pielou (J')	0.749
Diferencia diversidad	0.49

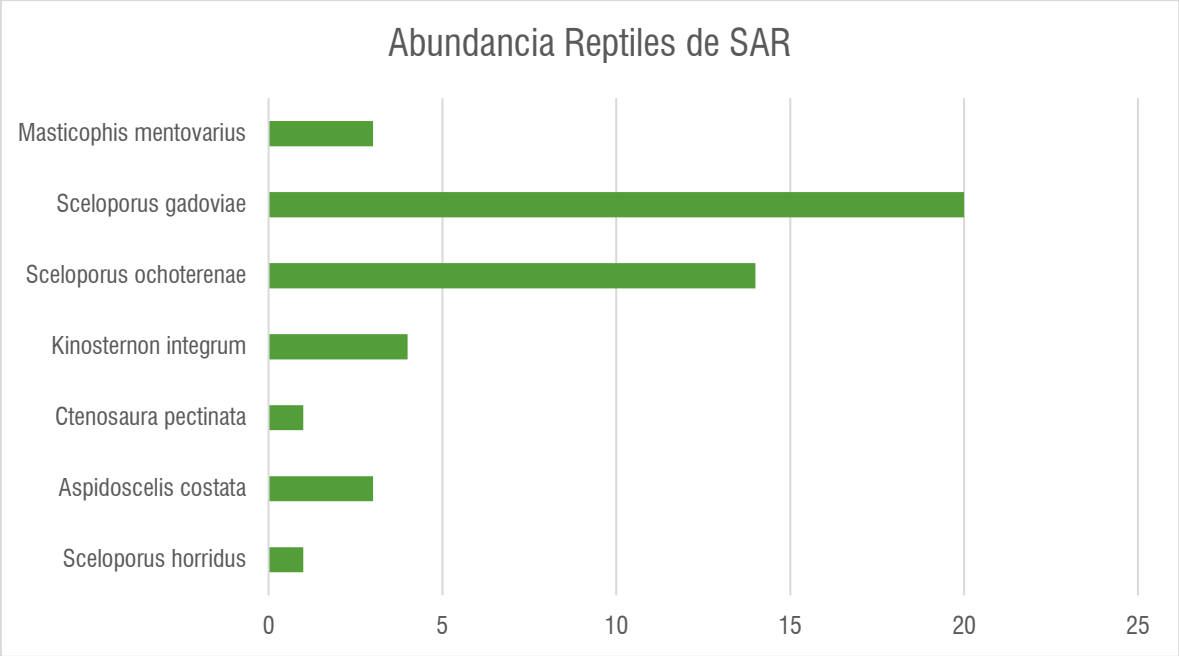


Figura 88. Abundancia de reptiles en el SAR

Tabla 74. Número de reptiles encontrados durante el muestreo en el SAR

Especie	Nombre común	NOM-059	SAR 6	SAR 2	SAR 3	SAR 4	SAR 5	Abundancia
Sceloporus horridus	Lagartija espinosa del pacifico	NA	1	0	0	0	0	1
Aspidoscelis costata	Huico llanero	Pr	1	0	1	0	1	3

Ctenosaura pectinata	Iguana mexicana de cola espinosa	A	0	1	0	0	0	1
Kinosternon integrum	Tortuga pecho quebrado mexicana	Pr	1	2	0	0	1	4
Sceloporus ochoterenae	Lagartija espinosa del alto Balsas	NA	2	4	5	1	2	14
Sceloporus gadoviae	Lagartija espinosa del alto Balsas	NA	3	5	4	2	6	20
Masticophis mentovarius	Culebra chirriadora neotropical	A	1	1	0	0	1	3

Tabla 75. Abundancia, Abundancia relativa, Frecuencia, Frecuencia Relativa, pi, Ln(pi), Calculo de IS para las especies de herpetofauna registradas en los sitios de muestreo en el SAR

Especie	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	Ln(pi)	IS
Sceloporus horridus	Lagartija espinosa del pacifico	NA	1	1	2.174	1	4.762	0.022	3.829
Aspidoscelis costata	Huico llanero	Pr	2	3	6.522	3	14.286	0.065	2.730
Ctenosaura pectinata	Iguana mexicana de cola espinosa	A	1	1	2.174	1	4.762	0.022	3.829
Kinosternon integrum	Tortuga pecho quebrado mexicana	Pr	3	4	8.696	3	14.286	0.087	2.442
Sceloporus ochoterenae	Lagartija espinosa del alto Balsas	NA	3	14	30.435	5	23.810	0.304	1.190
Sceloporus gadoviae	Lagartija espinosa del alto Balsas	NA	1	20	43.478	5	23.810	0.435	0.833
Masticophis mentovarius	Culebra chirriadora neotropical	A	1	3	6.522	3	14.286	0.065	2.730
Total			46	100.000	21	100.000	1.000	17.582	1.459

AR = Abundancia relativa
F = Frecuencia
FR= Frecuencia relativa

4.2.2.6.3.3RESULTADOS PARA EL ÁREA DE INFLUENCIA (AI).

4.2.2.6.3.3.1AVES

En AI se registró una S de 21 especies, siendo *Hirundo rustica* (Golondrina tijereta) *la* especie más abundante, con 30 individuos (AR =28.301%), seguida por *Columbina inca* con 13 individuos registrados (AR= 12.264%), seguidos por *Ptiligonys cinereus* con 12 individuos observados durante el muestreo, lo que representa una AR de 11.32%.

Las especies restantes presentan abundancias que van de 9 a un único individuo representando a las distintas especies registradas en el AI con abundancias relativas que van de 8.49% (*Troglodytes aedon*) a 0.943% (*Porzana carolina*).

Obtuvimos un índice de Simpson (1-D) de 0.877, lo que indica una alta diversidad para este grupo faunístico dentro del AI. Nuestro índice de Shannon-Wiener (H) arrojó un valor de 2.44, lo cual indica la presencia de una diversidad alta (Margalef, 1972).

La diversidad máxima esperada (H max) fue de 3.04, al compararse con la diversidad observada, obtenemos una diferencia de 0.63 con respecto al valor máximo teórico de nuestra diversidad máxima.

Pielou (J´= 0.802) indica una distribución altamente uniforme de las abundancias dentro de la comunidad. Esto sugiere que los factores ambientales de AI son lo suficientemente estables y diversos para permitir la coexistencia de múltiples especies, evitando la dominancia de una o más especies.

Ninguna de las especies se encuentra listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 76. Resumen de los índices de diversidad calculados para ornitofauna en el AI

Parámetro	AI
Riqueza específica (S)	21
Índice de Simpson (1-D)	0.877
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.44
Diversidad máxima (H máx.)	3.04
Equidad de Pielou (J')	0.802
Diferencia diversidad	0.63

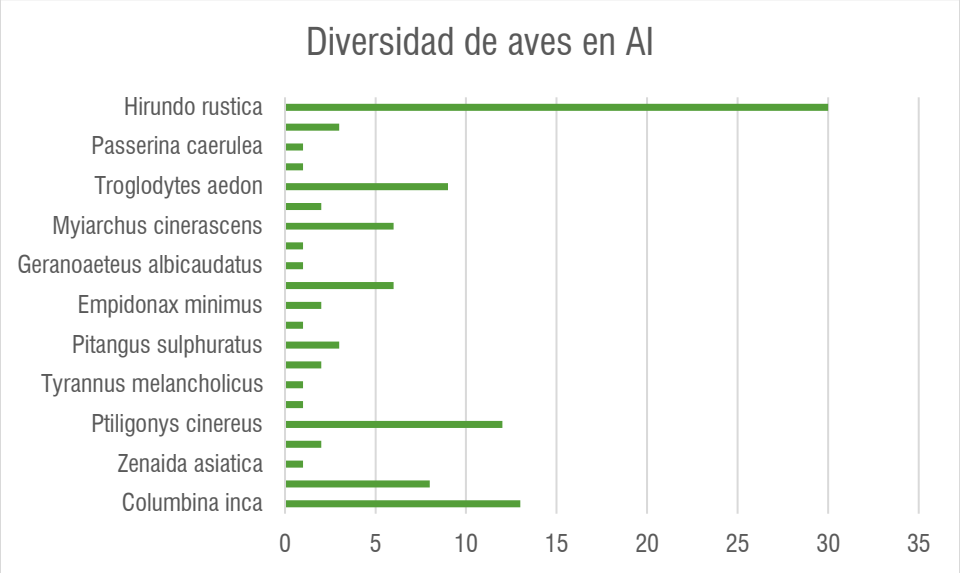


Figura 89. Abundancia de aves en el AI

Tabla 77. Número de Aves encontrados durante el muestreo en las AI

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	AI 6	AI 5	AI 3	AI 4
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	NA	3	3	4	3
Aves	Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azul y gris	NA	2	2	2	2
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	NA	0	0	1	0
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus verticalis*	Tirano palido	NA	0	1	1	0
Aves	Passeriformes	Ptiliogonatidae	*Ptiligonys cinereus*	Capulinero gris	NA	2	4	3	3
Aves	Passeriformes	Passerillidae	*Melospiza lincolnii*	Gorrión de Lincoln	NA	0	1	0	0
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí	NA	0	0	0	1
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	NA	0	1	0	1

Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo	NA	1	1	0	1
Aves	Gruiformes	Rallidae	*Porzana carolina*	Polluela sora	NA	0	1	0	0
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax minimus*	Papamoscas minimo	NA	0	1	0	1
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus vociferans*	Tirano chibiú	NA	2	1	1	2
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Geranoaeteus albicaudatus*	Aguila cola blanca	NA	1	0	0	0
Aves	Passeriformes	Laniidae	*Lanius ludovicianus*	Verdugo americano	NA	0	0	0	1
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas garganta ceniza	NA	1	2	2	1
Aves	Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	NA	0	1	0	1
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Saltapared común	NA	2	3	2	2
Aves	Passeriformes	Emberizidae	*Melospiza melodia*	Gorrión cantor	NA	0	1	0	0
Aves	Passeriformes	Passerillidae	*Passerina caerulea*	Picogordo azul	NA	1	0	0	0
Aves	Passeriformes	Icteridae	*Icterus pustulatus*	Calandria dorso rallado	NA	1	0	1	1
Aves	Apodiformes	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	NA	7	6	9	8

Tabla 78. Abundancia, Abundancia relativa, Frecuencia, Frecuencia Relativa, pi, Ln(pi), Calculo de IS para las especies de ornitofauna registradas en los sitios de muestreo en el AI

Especie	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	Ln(pi)	IS
Columbina inca	Tortolita cola larga	NA	13	12.2642	4	8.696	0.123	2.098	0.257
Polioptila caerulea	Perlita azul y gris	NA	8	7.5472	4	8.696	0.075	2.584	0.195

Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	NA	1	0.9434	1	2.174	0.009	4.663	0.044
Tyrannus verticalis	Tirano palido	NA	2	1.8868	2	4.348	0.019	3.970	0.075
Ptiligonys cinereus	Capulinero gris	NA	12	11.3208	4	8.696	0.113	2.179	0.247
Melospiza lincolnii	Gorrión de Lincoln	NA	1	0.9434	1	2.174	0.009	4.663	0.044
Tyrannus melancholicus	Tirano pirirí	NA	1	0.9434	1	2.174	0.009	4.663	0.044
Pyrocephalus rubinus	Papamoscas cardenalito	NA	2	1.8868	2	4.348	0.019	3.970	0.075
Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo	NA	3	2.8302	3	6.522	0.028	3.565	0.101
Porzana carolina	Polluela sora	NA	1	0.9434	1	2.174	0.009	4.663	0.044
Empidonax minimus	Papamoscas minimo	NA	2	1.8868	2	4.348	0.019	3.970	0.075
Tyrannus vociferans	Tirano chibiú	NA	6	5.6604	4	8.696	0.057	2.872	0.163
Geranoaeteus albicaudatus	Aguila cola blanca	NA	1	0.9434	1	2.174	0.009	4.663	0.044
Lanius ludovicianus	Verdugo americano	NA	1	0.9434	1	2.174	0.009	4.663	0.044
Myiarchus cinerascens	Papamoscas garganta ceniza	NA	6	5.6604	3	6.522	0.057	2.872	0.163
Coragyps atratus	Zopilote común	NA	2	1.8868	2	4.348	0.019	3.970	0.075
Troglodytes aedon	Saltapared común	NA	9	8.4906	2	4.348	0.085	2.466	0.209

Melospiza melodia	Gorrión cantor	NA	1	0.9434	1	2.174	0.009	4.663	0.044
Passerina caerulea	Picogordo azul	NA	1	0.9434	1	2.174	0.009	4.663	0.044
Icterus pustulatus	Calandria dorso rallado	NA	3	2.8302	2	4.348	0.028	3.565	0.101
Hirundo rustica	Golondrina tijereta	NA	30	28.3019	4	8.696	0.283	1.262	0.357
Total			106	100	46	100	1	76.651	2.444
AR = Abundancia relativa F = Frecuencia FR= Frecuencia relativa									

4.2.2.6.3.3.2Mamíferos

Dentro del AI obtuvimos una Riqueza especifica (S) de 5 especies, de las cuales su representatividad en el muestreo fue: *Bassariscus astutus* y *Urocyon cinereoargenteus* con tres individuos registrados, representado una abundancia relativa dentro del Área de Influencia de 30 con tres individuos registrados (AR=37.5%), seguido por *Reithrodontomys fulvescens con* dos individuos observados (AR=20%) y *Didelphis virginiana* junto con *Proción lotor* con un único individuo registrado para cada taxón *(*AR=10%).

El índice de Simpson arrojo un valor de 0.844, lo que indica una diversidad alta dentro del sitio. Por otra parte, nuestro índice de Shannon arrojo un valor de 1.50 lo que se asocia con una diversidad media-baja para este grupo dentro del AI. La diversidad máxima esperada fue de 1.61, al comparar la diversidad máxima con la diversidad observada, obtenemos una diferencia del 0.11, lo cual nos indica que la comunidad se encuentra muy cercana a la diversidad máxima esperada.

A pesar de la baja diversidad que podría presentar el sitio nuestro estimador de Pielou (J=0.94), es extremadamente alto, mostrando que las cinco especies están repartidas de forma uniforme dentro de la comunidad. Indicando un sistema saludable en el que no sobre sale ninguna especie por encima de las demás.

Ninguna especie se encuentra bajo alguna categoría de riesgo la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 79. Resumen de los índices de diversidad calculados para mastofauna en el AI

Parámetro	AI
Riqueza específica (S)	5
Índice de Simpson (1-D)	0.844
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.50
Diversidad máxima (H máx.)	1.61
Equidad de Pielou (J')	0.94
Diferencia diversidad	0.11

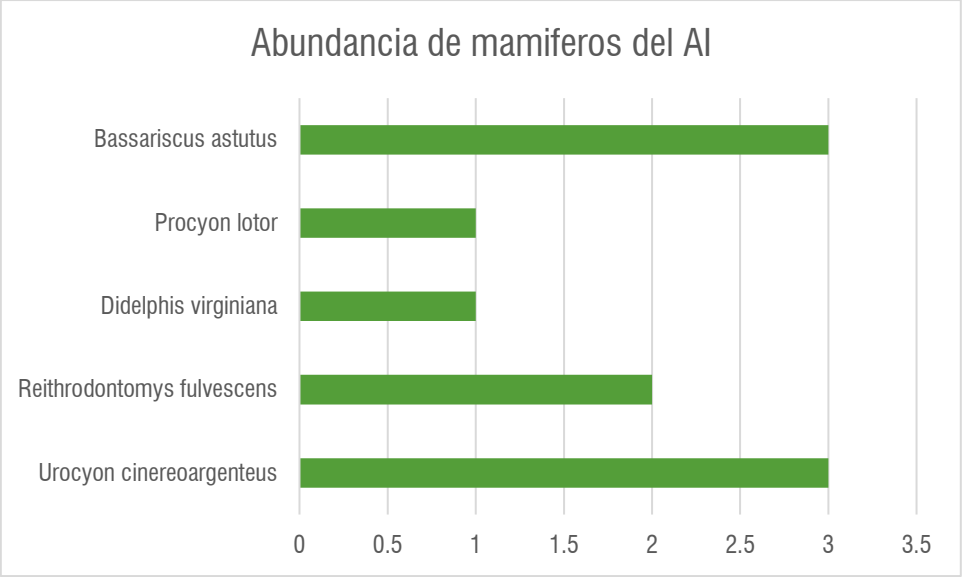


Figura 90. Abundancia de la mastofauna en el AI

Tabla 80. Número de mamíferos encontrados durante el muestreo en las AI

Especie	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	AI 5	AI 4	AI 3	AI 6
Reithrodontomys fulvescens	Raton cosechero leonado	NA	0	1	0	1
Didelphis virginiana	Tlacuache norteño	NA	0	0	1	0
Procyon lotor	Mapache	NA	0	1	0	0
Bassariscus astutus	Cacomixcle norteño	NA	1	1	0	1
Reithrodontomys fulvescens	Raton cosechero leonado	NA	0	1	0	1

Tabla 81. Abundancia, Abundancia relativa, Frecuencia, Frecuencia Relativa, pi, Ln(pi), Calculo de IS para las especies de mastofauna registradas en los sitios de muestreo en el AI

Especie	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	Ln(pi)	IS
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	NA	3	30	3	30.000	0.300	1.204	0.361
Reithrodontomys fulvescens	Raton cosechero leonado	NA	2	20	2	20.000	0.200	1.609	0.322
Didelphis virginiana	Tlacuache norteño	NA	1	10	1	10.000	0.100	2.303	0.230
Procyon lotor	Mapache	NA	1	10	1	10.000	0.100	2.303	0.230
Bassariscus astutus			3	30	3	30.000	0.300	1.204	0.361
Total			10	100	10	100.000	1.000	8.623	1.505
AR = Abundancia relativa F = Frecuencia FR= Frecuencia relativa									

4.2.2.6.3.3.3REPTILES

Dentro del AI obtuvimos una Riqueza especifica (S) de 6 especies, de las cuales su representatividad en el muestreo fue: *Sceloporus gadoviae* con diez individuos observados (AR=33.33%); *Sceloporus horridus* con seis ejemplares registrados (AR=20%), el resto de especies es representado por individuos con abundancias relativas dentro de la comunidad de 66.667%.

El índice de Simpson arrojo un valor de 0.79, lo que indica una diversidad alta. Por otra parte, nuestro índice de Shannon arrojo un valor de 1.582, lo que sugiere una diversidad alta dentro del AI para el grupo de reptiles. La diversidad máxima esperada fue de 1.79 al comparar la diversidad máxima con la diversidad observada, obtenemos una diferencia de 0.21 lo cual nos indica que la comunidad se encuentra muy cercana a su diversidad máxima esperada.

Tenemos un valor de Pielou (J´) de 0.883 mostrando que las especies se reparten de forma uniforme dentro del sistema AI, mostrando un sistema ambiental saludable que permite soportar a las especies sin favorecer a una sobre otra.

Reportamos la presencia la especie *Masticophis mentovarius* ucomo clasificada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 catalogada como Amenazadas (A).

Tabla 82. Resumen de los índices de diversidad calculados para herpetofauna en el AI

Parámetro	AI
Riqueza específica (S)	6
Índice de Simpson (1-D)	0.79
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.582
Diversidad máxima (H máx.)	1.79
Equidad de Pielou (J')	0.883
Diferencia diversidad	0.21

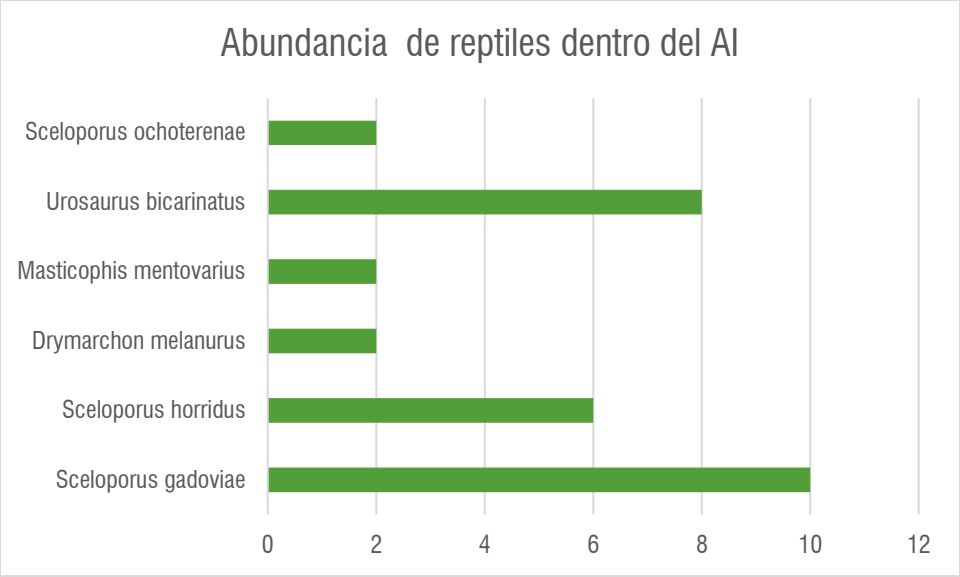


Figura 91. Abundancia de reptiles en el AI

Tabla 83. Número de herpetofauna encontrados durante el muestreo en las AI

Especie	Nombre común	NOM-059	AI 6	AI 5	AI 3	AI 4
Sceloporus gadoviae	Lagartija espinosa del alto Balsas	NA	4	6	0	0
Sceloporus horridus	Lagartija espinosa del pacifico	NA	0	2	0	4

Drymarchon melanurus	Culebra arroyera de cola negra	NA	0	1	1	0
Masticophis mentovarius	Culebra chirriadora neotropical	A	1	1	0	0
Urosaurus bicarinatus	Lagartija de arbol del Pacifico	NA	1	1	3	3
Sceloporus ochoterenae	Lagartija espinosa del alto Balsas	NA	0	1	0	1

Tabla 84. Abundancia, Abundancia relativa, Frecuencia, Frecuencia Relativa, pi, Ln(pi), Calculo de IS para las especies de herpetofauna registradas en los sitios de muestreo en el AI

Especie	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	Ln(pi)	IS
Sceloporus gadoviae	Lagartija espinosa del alto Balsas	NA	10	33.333	1	12.500	0.333	1.099	0.366
Sceloporus horridus	Lagartija espinosa del pacifico	NA	6	20.000	1	12.500	0.200	1.609	0.322
Drymarchon melanurus	Culebra arroyera de cola negra	NA	2	6.667	1	12.500	0.067	2.708	0.181
Masticophis mentovarius	Culebra chirriadora neotropical	A	2	6.667	1	12.500	0.067	2.708	0.181
Urosaurus bicarinatus	Lagartija de arbol del Pacifico	NA	8	26.667	2	25.000	0.267	1.322	0.352
Sceloporus ochoterenae	Lagartija espinosa del alto Balsas	NA	2	6.667	2	25.000	0.067	2.708	0.181
Total			32	100	27	100	1	26.181	2.16

AR = Abundancia relativa
F = Frecuencia
FR= Frecuencia relativa

4.2.2.6.3.4RESULTADOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO (AP)

4.2.2.6.3.4.1 Aves

Dentro del AP se obtuvo una riqueza específica (S) de 20 especies, de las cuales su representatividad en el muestreo fue: *Polioptilila caerulea, Cathartes aura, Melospiza linconii* con 6 individuos observados con una abundancia relativa de 14.285%, *Saetophaga coronata* con una abundancia relativa de 9.523% representados por cuatro individuos, seguido de *Columbina inca* por tres individuos (AR = 7.142%) y final mente por *Spinus psaltria* y *Pyrocephalus rupinus* con dos individuos observados (AR =4.761 %). El resto de especies son representadas como singletons y una abundancia relativa de 2.38%.

El índice de Simpson (1-D) arrojó un valor de 0.932, lo que indica una diversidad alta. La cercanía del índice de Shannon-Wiener obtenido (H=2.69) a su valor teórico máximo (H máx= 3), con una diferencia de apenas 0.31 indicando una comunidad saludable y resiliente.

El valor de equidad de Pielou (J') fue de 0.93 sugiriendo una distribución homogénea de abundancias dentro del nicho y sin ningún factor ecterno que este favoreciendo la dominancia de alguna de las especies de la zona.

Ninguna de las especies reportadas en el AP se encuentra bajo alguna de las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 85. Resumen de los índices de diversidad calculados para ornitofauna en el AP

Parámetro	AP
Riqueza específica (S)	20
Índice de Simpson (1-D)	0.932
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.69
Diversidad máxima (H máx.)	3.00
Equidad de Pielou (J')	0.93
Diferencia diversidad	0.31

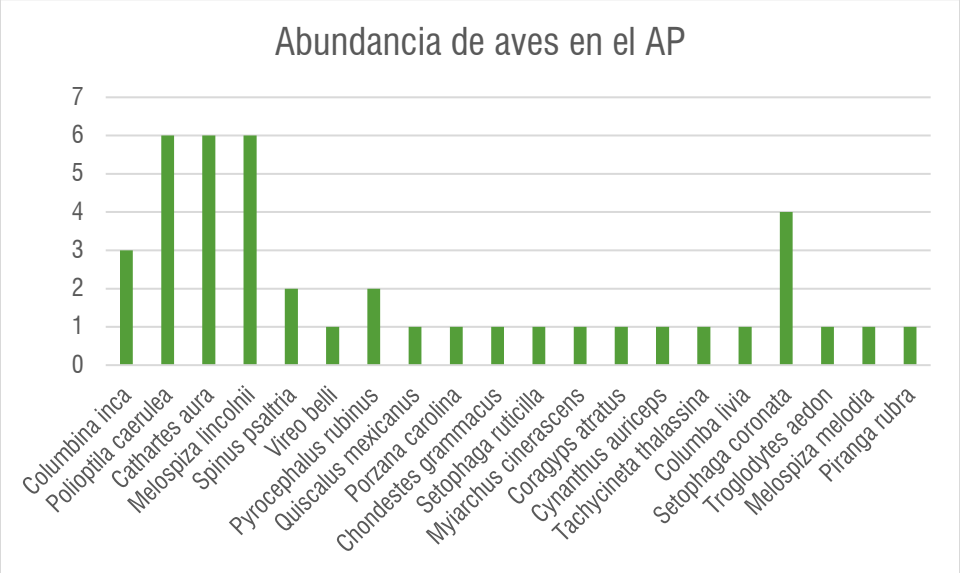


Figura 92. Abundancia de ornitofauna registradas en el AP

Tabla 86. Número de aves encontradas durante el muestreo en AP

Especie	Nombre común	NOM-059	Tepexco 1	Matlala	Tepexco 2	Calmeca	Rijo
Columbina inca	Tortolita cola larga	NA	3	0	0	0	0
Polioptila caerulea	Perlita azul y gris	NA	4	1	0	0	1
Cathartes aura	Zopilote aura	NA	0	0	6	0	0
Melospiza lincolnii	Gorrión de Lincoln	NA	1	0	5	0	0
Spinus psaltria	Jilgero dominico	NA	1	0	0	0	1
Vireo belli	Vireo de Bell	NA	0	0	1	0	0
Pyrocephalus rubinus	Papamoscas cardenalito	NA	1	0	1	0	0
Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	NA	0	0	1	0	0
Porzana carolina	Polluela sora	NA	0	0	0	0	1

Chondestes grammacus	Gorrión arlequín	NA	1	0	0	0	0
Setophaga ruticilla	Pavito migratorio	NA	0	0	1	0	0
Myiarchus cinerascens	Papamoscas garganta ceniza	NA	0	0	0	1	0
Coragyps atratus	Zopilote común	NA	0	0	0	0	1
Cynanthus auriceps	Esmeralda occidental	NA	1	0	0	0	0
Tachycineta thalassina	Golondrina verdemar	NA	0	0	0	1	0
Columba livia	Paloma bravía	NA	1	0	0	0	0
Setophaga coronata	Chipe rabadilla amarilla	NA	0	1	0	1	1
Troglodytes aedon	Saltapared común	NA	0	0	1	0	0
Melospiza melodia	Gorrión cantor	NA	0	0	1	0	0
Piranga rubra	Piranga roja	NA	0	0	1	0	0

Tabla 87. Abundancia, Abundancia relativa, Frecuencia, Frecuencia Relativa, pi, Ln(pi), Calculo de IS para las especies de avifauna registradas en los sitios de muestreo en el AP

Especie	Nombre común	NOM-059	A	AR	F	FR	Pi	LN pi	IS
Columbina inca	Tortolita cola larga	NA	3	7.14285714	1	3.125	0.07142857	2.63905733	0.18850409
Polioptila caerulea	Perlita azul y gris	NA	6	14.2857143	3	9.375	0.14285714	1.94591014	0.27798716
Cathartes aura	Zopilote aura	NA	6	14.2857143	1	3.125	0.14285714	1.94591014	0.27798716
Melospiza lincolnii	Gorrión de Lincoln	NA	6	14.2857143	2	6.25	0.14285714	1.94591014	0.27798716

Spinus psaltria	Jilgero dominico	NA	2	4.76190476	2	6.25	0.04761905	3.044522438	0.14497726
Vireo belli	Vireo de Bell	NA	1	2.38095238	3	9.375	0.02380952	3.737669618	0.08899213
Pyrocephalus rubinus	Papamoscas cardenalito	NA	2	4.76190476	2	6.25	0.04761905	3.044522438	0.14497726
Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	NA	1	2.38095238	1	3.125	0.02380952	3.737669618	0.08899213
Porzana carolina	Polluela sora	NA	1	2.38095238	1	3.125	0.02380952	3.737669618	0.08899213
Chondestes grammacus	Gorrión arlequín	NA	1	2.38095238	3	9.375	0.02380952	3.737669618	0.08899213
Setophaga ruticilla	Pavito migratorio	NA	1	2.38095238	1	3.125	0.02380952	3.737669618	0.08899213
Myiarchus cinerascens	Papamoscas garganta ceniza	NA	1	2.38095238	2	6.25	0.02380952	3.737669618	0.08899213
Coragyps atratus	Zopilote común	NA	1	2.38095238	1	3.125	0.02380952	3.737669618	0.08899213
Cynanthus auriceps	Esmeralda occidental	NA	1	2.38095238	1	3.125	0.02380952	3.737669618	0.08899213
Tachycineta thalassina	Golondrina verdemar	NA	1	2.38095238	1	3.125	0.02380952	3.737669618	0.08899213
Columba livia	Paloma bravía	NA	1	2.38095238	1	3.125	0.02380952	3.737669618	0.08899213
Setophaga coronata	Chipe rabadilla amarilla	NA	4	9.52380952	3	9.375	0.09523801	2.351375257	0.22394005
Troglodytes aedon	Saltapared común	NA	1	2.38095238	1	3.125	0.02380952	3.737669618	0.08899213
Melospiza melodia	Gorrión cantor	NA	1	2.38095238	1	3.125	0.02380952	3.737669618	0.08899213
Piranga rubra	Piranga roja	NA	1	2.38095238	1	3.125	0.02380952	3.737669618	0.08899213

4.2.2.6.3.4.2 Mamíferos

Dentro del AP se obtuvo una riqueza específica (S) de 3 especies, de las cuales su representatividad en el muestreo fue: *Urocyon cinereoargenteus* y *Didelphis virginiana* con seis individuos observados durante el muestreo (AR=35.294%), seguidos por *Balantiopteryx plicata* representado por 5 individuos y una AR de 29.411.

El índice de Simpson (1-D) arrojó un valor de 0.705 reflejando una alta probabilidad de heterogeneidad. Sin embargo, al realizar el contraste de el índice de Shannon-Wiener (H=1.10) con la diversidad máxima esperada (H máx= 1.10) obtenemos un valor de 0.0 indicando que las especies presentes poseen abundancias similares.

El valor de equidad de Pielou (J') fue de 0.996, lo que refleja una distribución relativamente equitativa de los individuos entre las especies y sin una dominancia marcada por algún factor ambiental que favorezca la dominancia del nicho de alguna de las especies presentes en el sitio de muestreo.

Ninguna de las especies registradas en el AP se encuentra incluida en alguna de las categorías de riesgo establecidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 88. Resumen de los índices de diversidad calculados para mastofauna en el AP

Parámetro	AP
Riqueza específica (S)	3
Índice de Simpson (1-D)	0.705
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.10
Diversidad máxima (H máx.)	1.10
Equidad de Pielou (J')	0.996
Diferencia diversidad	0.00

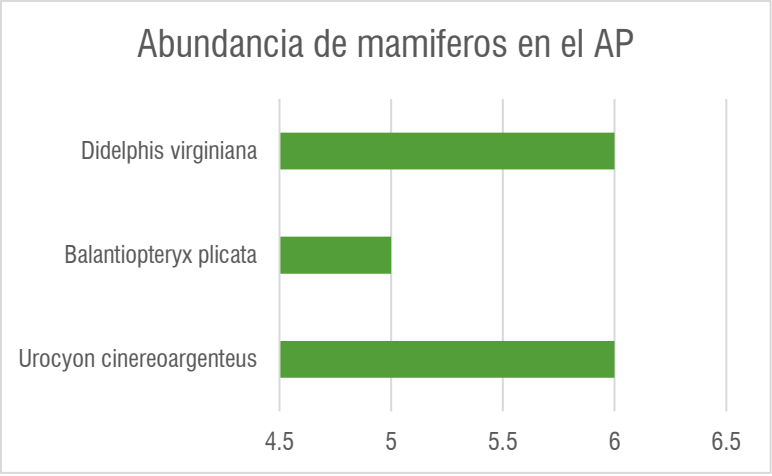


Figura 93. Abundancia de mastofauna en AP

Tabla 89. Número de mamiferos encontrados durante el muestreo en las AP

Especie	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Tepexco 1	Matlala	Tepexco 2	Calmeca	Rijo
Mamiferos	Carnivora	Canidae	2	1	1	1	1
Mamiferos	Chiroptera	Emballonuridae	0	0	0	5	0
Mamiferos	Didelphimorphia	Didelphidae	1	2	1	0	2

Tabla 90. Abundancia, Abundancia relativa, Frecuencia, Frecuencia Relativa, pi, Ln(pi), Calculo de IS para las especies de mastofauna registradas en los sitios de muestreo en el AP

Especie	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	Ln(pi)	IS
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	NA	6	35.294	1	14.28	0.352	1.041	0.367
Balantiopteryx plicata	Murcielago gris de saco	NA	5	29.411	5	71.42	0.294	1.223	0.359
Didelphis virginiana	Tlacuache norteño	NA	6	35.294	1	14.285	0.352	1.041	0.367
Total			17	100	7	100	1	3.306	1.095
AR = Abundancia relativa F = Frecuencia FR= Frecuencia relativa									

4.2.2.6.3.4.3 HERPETOFAUNA

Dentro del AP se obtuvo una riqueza específica (S) de 7 especies, de las cuales su representatividad en el muestreo fue: *Sceloporus ochoterenae* con 7 individuos observados (AR = 33.333%), seguida por *Aspidoscelis depii* con 5 individuos (AR = 23.81%) y *Urosaurus bicarinatus* con 4 individuos (AR = 19.048%). El resto de las especies presentó un número de individuos que varió entre 2 y 1, con valores de abundancia relativa que oscilaron entre 9.524% y 4.762%.

El índice de Simpson (1-D) arrojó un valor de 0.819, lo que indica una diversidad moderadamente alta. El índice de Shannon-Wiener presentó un valor de 1.68, lo que sugiere la presencia de una diversidad moderada dentro del AP. La diversidad máxima esperada (H máx.) fue de 1.95; al compararse con la diversidad observada se obtuvo una diferencia de 0.27, lo que indica que la comunidad se encuentra relativamente cercana a su diversidad máxima teórica.

El valor de equidad de Pielou (J') fue de .86, lo que refleja una distribución relativamente equitativa de los individuos entre las especies y sin dominancia marcada.

De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 *Ctenosaura pectinata* y *Masticophis mentovarius* están clasificadas como Amenazadas (A).

Tabla 91. Resumen de los índices de diversidad calculados para herpetofauna en el AP

Parámetro	AP
Riqueza específica (S)	5
Índice de Simpson (1-D)	0.754
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.43
Diversidad máxima (H máx.)	1.61
Equidad de Pielou (J')	0.89
Diferencia diversidad	0.18

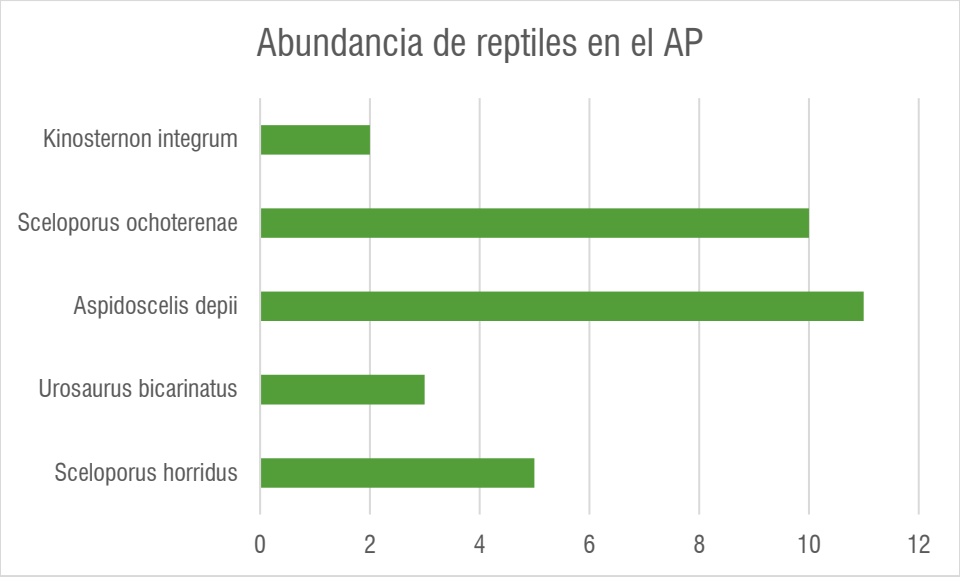


Figura 94. Abundancia de herpentofauna en el AP

Tabla 92. Número de herpentofauna encontrados durante el muestreo en las AP

Especie	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Tepexco 1	Matlala	Tepexco 2	Calmeca	Rijo
Sceloporus horridus	Lagartija espinosa del pacifico	NA	1	1	1	1	1
Urosaurus bicarinatus	Lagartija de arbol del Pacifico	NA	0	1	1	1	0
Aspidoscelis depii	Huico siete lineas	NA	6	0	5	0	0
Sceloporus ochoterenae	Lagartija espinosa del alto Balsas	NA	4	0	0	6	0
Kinosternon integrum	Tortuga pecho quebrado mexicana	Pr	1	0	1	0	0

Tabla 93. Abundancia, Abundancia relativa, Frecuencia, Frecuencia Relativa, pi, Ln(pi), Calculo de IS para las especies de herpetofauna encontrada en los sitios de muestreo en el AP

Especie	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	Ln(pi)	IS
Sceloporus horridus	Lagartija espinosa del pacifico	NA	5	16.129	3	30	0.161	1.824	0.294
Urosaurus bicarinatus	Lagartija de arbol del Pacifico	NA	3	9.677	1	10	0.096	2.335	0.226
Aspidoscelis depii	Huico siete lineas	NA	11	35.483	1	10	0.354	1.036	0.367
Sceloporus ochoterenae	Lagartija espinosa del alto Balsas	NA	10	32.258	3	30	0.322	1.131	0.364
Kinosternon integrum	Tortuga pecho quebrado mexicana	Pr	2	6.451	2	20	0.064	2.740	0.176
Total			31	100	10	100	1	9.068	1.429

AR = Abundancia relativa
F = Frecuencia
FR= Frecuencia relativa

4.2.2.6.3.5ESPECIES CATALOGADAS DENTRO DE LA NOM059-SEMARNAT-2010.

Dentro de las áreas de muestreo se registro la presencia de cuatro especies de reptiles, dos bajo la categoría de protección especial (Pr), y dos especies están catalogadas como amenazadas (A).

El mayor número de registro de especies catalogadas bajo alguna categoría de riesgo de la NOM se presentó en el Sistema Ambiental Regional (SAR), donde se registró la mayor parte de las especies amenazadas, seguido por los sistemas AI y AP, en las cuales se registró la presencia de una única especie bajo alguna categoría de riesgo.

Tabla 94. Especies bajo alguna categoría de riesgo registradas en el muestreo.

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM	IUCN	CITES	AP	AI	SAR
Reptiles	Squamata	Teiidae	Aspidoscelis costata	Huico llanero	Pr	**LC**	**NA**	**NO**	**NO**	**SI**
Reptiles	Squamata	Iguanidae	Ctenosaura pectinata	Iguana mexicana de cola espinosa	A	**LC**	**II**	**NO**	**NO**	**SI**

Reptiles	Testudines	Kinosternidae	Kinosternon integrum	Tortuga pecho quebrado mexicana	Pr	**LC**	**II**	**SI**	**NO**	**SI**
Reptiles	Squamata	Colubridae	Masticophis mentovarius	Culebra chirriadora neotropical	A	**LC**	**NA**	**NO**	**SI**	**SI**

4.2.2.6.3.6CONCLUSIÓN

Los resultados evidencian diferencias claras en la estructura específica y en los patrones de diversidad de los grupos faunísticos entre los sistemas AP, AI y SAR. En términos generales, las aves representan el grupo con mayor riqueza específica y diversidad en los tres sistemas, destacando el sistema SAR, donde se registraron los valores más altos de riqueza (S = 28) y diversidad (H' = 2.79; 1-D = 0.915), así como una alta equidad (J' = 0.84), lo que indica una comunidad bien estructurada y con baja dominancia. Aunque en AI y AP se observa una ligera disminución en la diversidad (n=21 y 20), los valores de equidad son bastante elevados (J' =0.802 y 0.93) sugiriendo que las comunidades de aves dentro de las zonas de estudios mantienen una distribución homogénea y con alta capacidad de resiliencia. La alta diversidad de aves de SAR debe estar correlacionada a los factores ambientales favorables dentro de los sitios, contando con amplias coberturas vegetales y presencia de cuerpos de agua perennes y estacionales.

Es importante remarcar que debido a las altas tasas de movilidad que presentan las aves, es posible realizar actividades de ahuyenta miento previas al inicio de la obra, lo que evitara afectaciones significativas en la estructura de las poblaciones de aves dentro del sistema AP.

En el caso de los mamíferos, la riqueza específica en los tres sistemas arrojo valores de Shannon que indican diversidades medias a altas en los sitios SAR y AI (H' = 1.524 y 1.50), así mismo la diversidad máxima teórica de ambos sitios (H´max= 1.945 y 1.61) al ser comparada con la diversidad obtenida apreciamos que los valores son muy cercanos, por lo que podríamos decir que los sitios acumulan una gran cantidad de los requerimientos ecológicos para favorecer una dispersión homogénea de las especies dentro de las comunidades presentes en SAR y AI (J'=0.92 y 0.93) . Sin embargo, los muestreos dentro del AP sugieren que estos sitios presentan especies con distribuciones homogéneas dentro de las comunidades presentes en los puentes y sus alrededores, con una diferencia nula entre la diversidad obtenida y la diversidad teórica máxima, sugiriendo una población muy equilibrada (J'=0.802) y con una diversidad relativamente elevada (1-D=705) dentro del puente.

Los ejemplares observados son asociadas a especies de mamíferos medianas con capacidad de desplazarse ante los indicios de perturbación, la importancia de este punto radica en que las actividades de ahuyentamiento y protocolos de contención de residuos pueden minimizar el impacto hacia este grupo de vertebrados.

El grupo de reptiles fue el más abundante en el SAR, donde se registró la mayor riqueza (S = 7) con un valor de Shannon que indica una diversidad media-baja (H' = 1.46, 1-D=0.716) con una diferencia de 0.49 cuando es comparada con su diversidad máxima teórica, lo cual indica una diversidad equilibrada dentro de la comunidad y sin ningún factor eclógico que este apoyando sustancialmente la dominancia de alguna de las especies de reptiles del SAR (J´=0.749) lo cual suele ser común es sitios altamente conservados y resilientes. El Área de Proyecto también muestra valores similares al SAR (H=1.43, 1-D=0.754) con valores muy cercanos a su diversidad máxima (H´max=1.61) mostrando una comunidad bien estructurada en el número de individuos con una equidad muy alta (J´=0.89) indican que las especies que están presentes tienden a distribuirse de manera relativamente homogénea en el sistema.

Sin embargo, cabe resalta que a pesar de que el sistema AI fue el sistema que arrojo los valores de diversidad más elevados (H=1.582, 1-D=0.79), estos no son significativos en comparación a los valores obtenidos por SAR y AP.

Los resultados señalan que el Sistema Ambiental Regional (SAR) es uno de los sistemas con mayor representatividad de especies registradas bajo alguna categoría de riesgo de la NOM 059-SEMARNAT-2010. Esto es remarcable, debido a que SAR es el sistema más complejo y mejor conservado dentro del sitio de estudio, contando con amplias variedades de escondites para los organismos, siendo el sitio SAR el que podría albergar una comunidad estable y bien estructurada

En conjunto, los resultados indican que ninguno de los sistemas ambientales sobre sale de otro; SAR y AI pueden destacar de AP debido a que son los sistemas que presentan la mayor heterogeneidad, con baja degradación en comparación con AP a pesar de que los tres sitios conservan comunidades faunísticas completas y estructuralmente estables. Estos patrones resaltan la importancia del sistema SAR y AI para la conservación de la biodiversidad faunística y subrayan la necesidad de estrategias de manejo y conservación diferenciadas, adaptadas a las particularidades de cada sistema y grupo evaluado.

Finalmente, es importante señalar que, con base en los resultados obtenidos, se recomienda dar continuidad al monitoreo de fauna silvestre, con el objetivo de corroborar si los valores registrados son consecuencia del esfuerzo de muestreo o de un posible submuestreo, particularmente en los grupos con baja riqueza. Dicho seguimiento deberá realizarse mediante diseños y métodos de muestreo más robustos, a fin de fortalecer la interpretación ecológica y validar los patrones observados.

Tabla 95. Comparativo de los índices de diversidad calculados en el SAR, AP y AI.

Parámetro	**GRUPO FAUNÍSTICO**								
	AVES			MAMÍFEROS			Reptiles		
	AP	AI	SAR	AP	AI	SAR	AP	AI	SAR
Riqueza específica (S)	20	21	28	3	5	7	5	6	7
Índice de Simpson (1-D)	0.932	0.877	0.915	0.705	0.844	0.853	0.754	0.79	0.716
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.69	2.44	2.79	1.10	1.50	1.524	1.43	1.582	1.46
Diversidad máxima (H máx.)	3	3.04	3.33	1.10	1.61	1.945	1.61	1.79	1.95
Equidad de Pielou (J)	0.93	0.802	0.84	0.996	0.94	0.92	0.89	0.883	0.749
Diferencia diversidad	0.31	0.63	0.54	0	0.11	0.421	0.18	0.21	0.49

4.2.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

Los puentes Tepexco I, Tepexco II y Calmeca se localizan en el municipio de Tepexco, mientras que los puentes Matlata y Rijo se encuentran en el municipio de Tilapa. A continuación, se presentan las características de ambos municipios.

Municipio Tepexco: El municipio se encuentra localizado en la región suroeste del estado de Puebla, en los límites con el estado de Morelos. Tiene una extensión territorial de 116.569 kilómetros cuadrados y sus coordenadas geográficas extremas son 18° 35′ - 18° 43' de latitud norte y 98° 34′ - 98° 44′ de longitud oeste. Su altitud fluctúa entre los 1 000 y los 1 800 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el municipio de Cohuecan, el municipio de Acteopan y con el municipio de Huaquechula, al noreste con el municipio de Tlapanalá, al sureste con el municipio de Tilapa y al sur con el municipio de Chietla. Al oeste limita con el estado de Morelos, en específico con el municipio de Jantetelco y con el municipio de Axochiapan.

Municipio Tilapa: El municipio se encuentra en el centro-sur del estado de Puebla y forma parte de la región del Valle de Atlixco y el Valle de Matamoros. Tiene una extensión territorial de 83.891 kilómetros cuadrados que equivalen al 0.24% de la extensión total del estado. Sus coordenadas geográficas extremas son 18° 34' - 18° 40' de latitud norte y 98° 28' - 98° 37' de longitud oeste; la altitud de su territorio se encuentra entre 1 200 y 1 360 metros sobre el nivel del mar. Limita al noroeste con el municipio de Tepexco, al norte con el municipio de Tlapanalá, al noreste con el municipio de Tepeojuma, al este y sureste con el municipio de Izúcar de Matamoros y al suroeste con el municipio de Chietla.

4.2.3.1 DEMOGRAFÍA

La población total de Tepexco en 2020 fue 7,523 habitantes, siendo 50.8% mujeres y 49.2% hombres. Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 5 a 9 años (820 habitantes), 0 a 4 años (816 habitantes) y 20 a 24 años (726 habitantes). Entre ellos concentraron el 31.4% de la población total.

La población total de Tilapa en 2020 fue 9,664 habitantes, siendo 52% mujeres y 48% hombres. Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 5 a 9 años (938 habitantes), 0 a 4 años (890 habitantes) y 10 a 14 años (889 habitantes). Entre ellos concentraron el 28.1% de la población total.

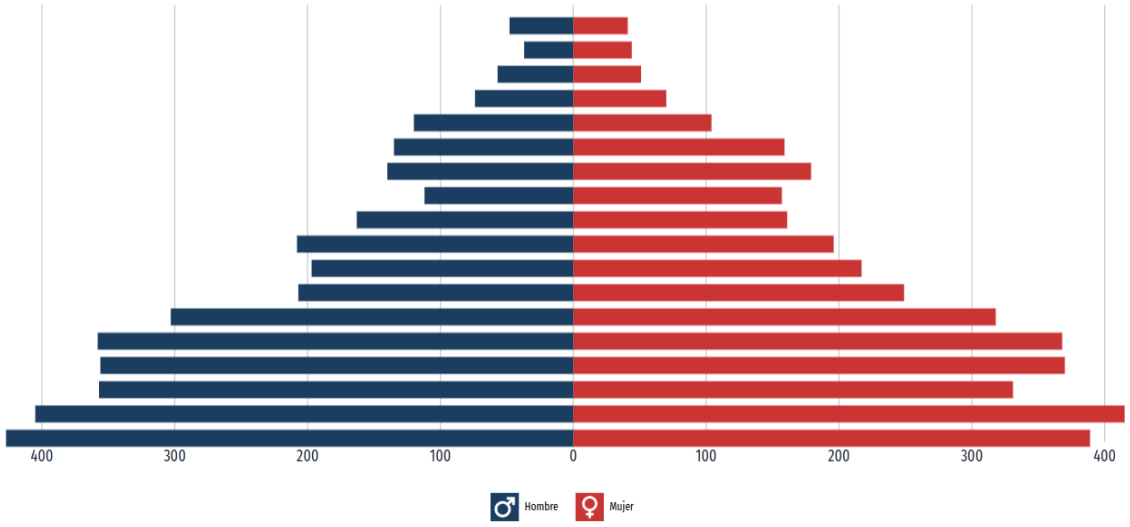


Figura 95.. Pirámide poblacional del municipio de Tepexco

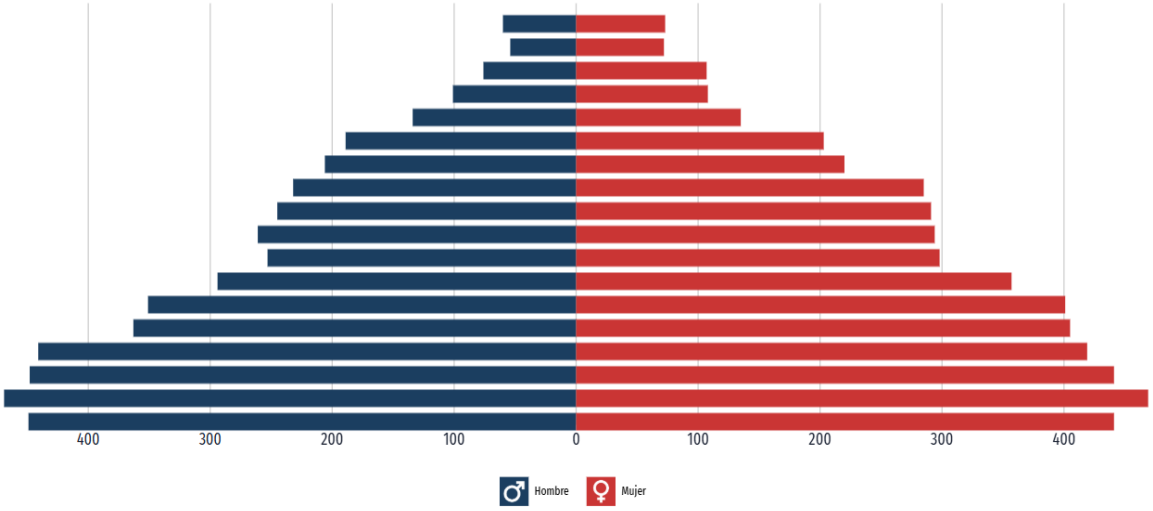


Figura 96.. Pirámide poblacional del municipio de Tilapa

4.2.3.2 VIVIENDA

En el municipio de Tepexco en 2020, la mayoría de las viviendas particulares habitadas contaba con 2 y 3 cuartos, 25.5% y 25%, respectivamente. En el mismo periodo, destacan de las viviendas particulares habitadas con 1 y 2 dormitorios, 46% y 34.3%, respectivamente.

Para el municipio de Tilapa en 2020, la mayoría de las viviendas particulares habitadas contaba con 3 y 4 cuartos, 27.4% y 25.8%, respectivamente. En el mismo periodo, destacan de las viviendas particulares habitadas con 2 y 1 dormitorios, 39.6% y 39.3%, respectivamente.

Tabla 96. Viviendas de los municipios de incidencia del proyecto que cuentan con Material en piso, energía, agua y drenaje.

Municipio	Viviendas (Total)	Viviendas con piso diferente de tierra (a)	Viviendas que disponen de energía eléctrica (b)	Viviendas que disponen de agua de la red pública en el ámbito de la vivienda (c)	Viviendas que disponen de drenaje (d)	Viviendas que disponen de excusado o sanitario (b)	Viviendas que disponen de computadora
Tepexco	2504	1612	1754	1564	1413	1395	131
Tilapa	3527	2450	2567	2534	2516	2465	402

4.2.3.3 SALUD

De acuerdo con la Secretaría de Salud y el Consejo Nacional de Población (CONAPO), el municipio de entre ambos municipios de tienen 3 unidades de salud, y ninguna gestionada por el gobierno federal

Tabla 97.. Unidades de salud de los municipios de incidencia del proyecto por dependencia

Municipio	Total	IMSS	ISSSTE	PEMEX	SEDENA	ISSSTEP	IMSS-BIENESTAR	Otros
Tepexco	2	0	0	0	0	0	0	2
Tilapa	1	0	0	0	0	0	0	1

4.2.3.4 SITUACIÓN ECONÓMICA

En el primer trimestre de 2025, la tasa de participación laboral en Puebla fue 61.1%, lo que implicó una disminución de 0.25 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (61.3%). La tasa de desocupación fue de 2.51% (77.7k personas), lo que implicó un aumento de 0.29 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (2.23%). En primer trimestre de 2025, Puebla tuvo 3,014,438 ocupados. Las ocupaciones con más trabajadores durante el primer trimestre de 2025 fueron Trabajadores de Apoyo en Actividades Agrícolas (255k), Empleados de Ventas, Despachadores y Dependientes en Comercios (219k) y Comerciantes en Establecimientos (153k)

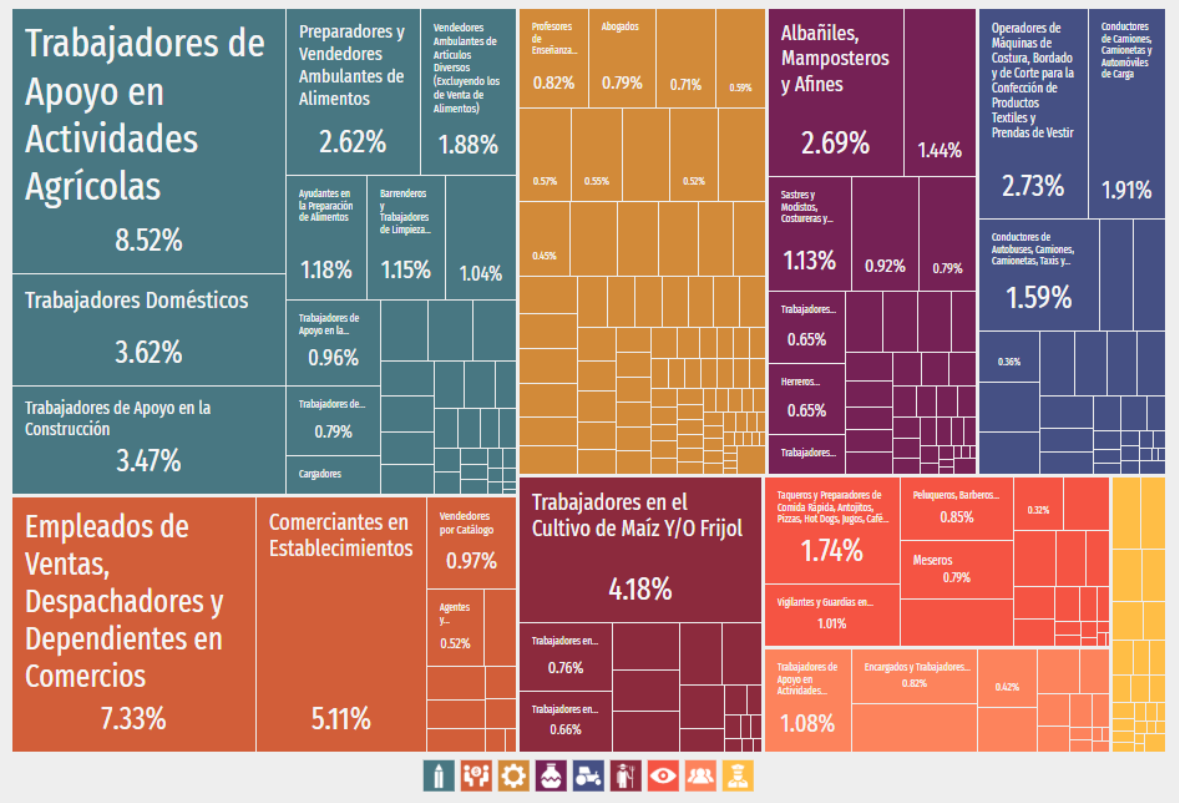


Figura 97. Unidades económicas según sector económico en 2019 en el estado de pPuebla

4.2.3.5 EDUCACIÓN

En 2020, los principales grados académicos de la población de Tepexco fueron Primaria (2.12k personas o 46.2% del total), Secundaria (1.31k personas o 28.7% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (932 personas o 20.4% del total).

En 2020, los principales grados académicos de la población de Tilapa fueron Primaria (2.25k personas o 34.8% del total), Secundaria (1.94k personas o 30% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (1.3k personas o 20.1% del total).

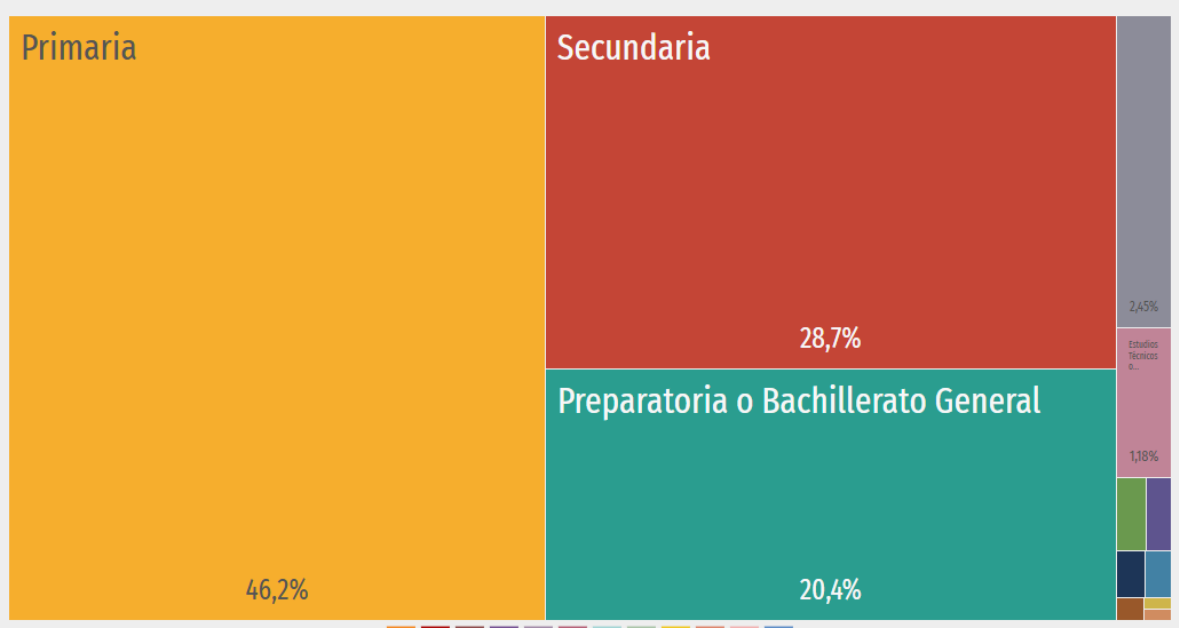


Figura 98. Escolaridad en 2020 en el municipio de Tepexco.

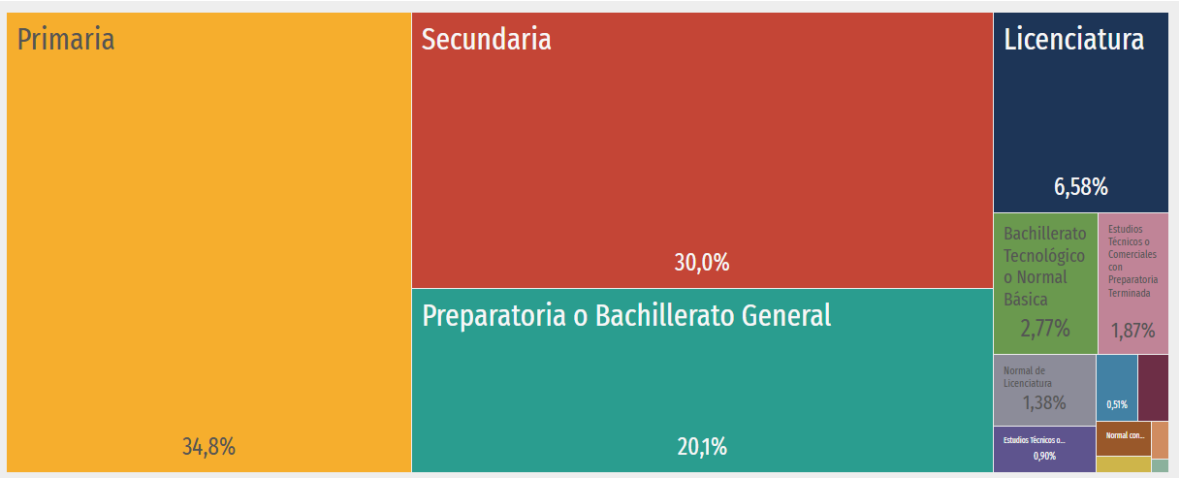


Figura 99. Escolaridad en 2020 en el municipio de Tilapa.

4.2.3.6 DESARROLLO SOCIAL

De acuerdo con el Informe Anual Sobre La Situación De Pobreza Y Rezago Social 2025, en el municipio de Tepexco se presentan 6,654 personas en situación Pobreza, 3,819 persona en pobreza moderada y 2,835 personas en pobreza extrema.

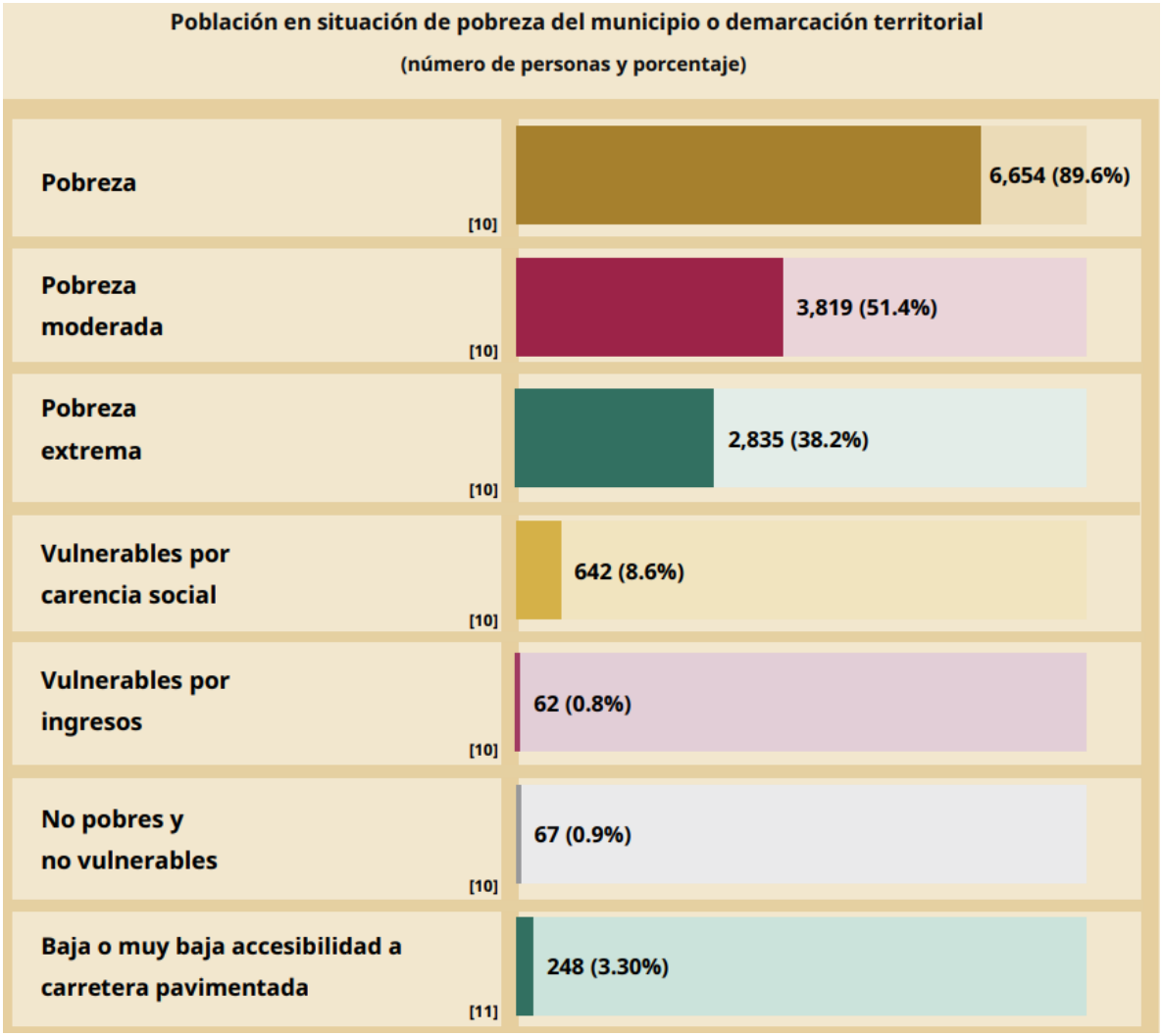


Figura 100. Niveles de pobreza en 2020 en el municipio de Tepexco.

Mientras que de en municipio de Tilapa, acuerdo con el Informe Anual Sobre La Situación De Pobreza Y Rezago Social 2025, se tienen 5,861 personas en situación Pobreza, 4,933 persona en pobreza moderada y 927 personas en pobreza extrema.

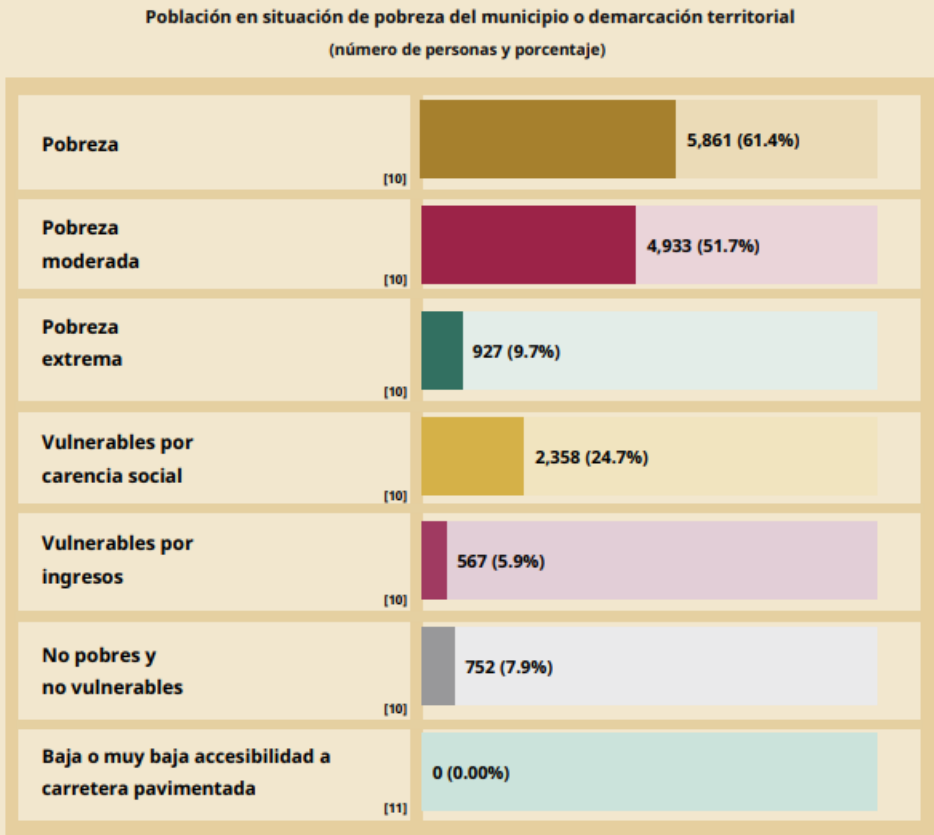


Figura 101. Niveles de pobreza en 2020 en el municipio de Tilapa.

4.2.3.7 POBLACION INDIGENA

La población de 3 años y más que habla al menos una lengua indígena fue 19 personas, lo que corresponde a 0.25% del total de la población de **Tepexco**. Las lenguas indígenas más habladas fueron Náhuatl (14 habitantes), Huasteco (2 habitantes) y Mixteco (2 habitantes).

La población de 3 años y más que habla al menos una lengua indígena fue 49 personas, lo que corresponde a 0.51% del total de la población de. Las lenguas indígenas más habladas fueron Tlapaneco (16 habitantes), Náhuatl (13 habitantes) y Mixteco (12 habitantes).

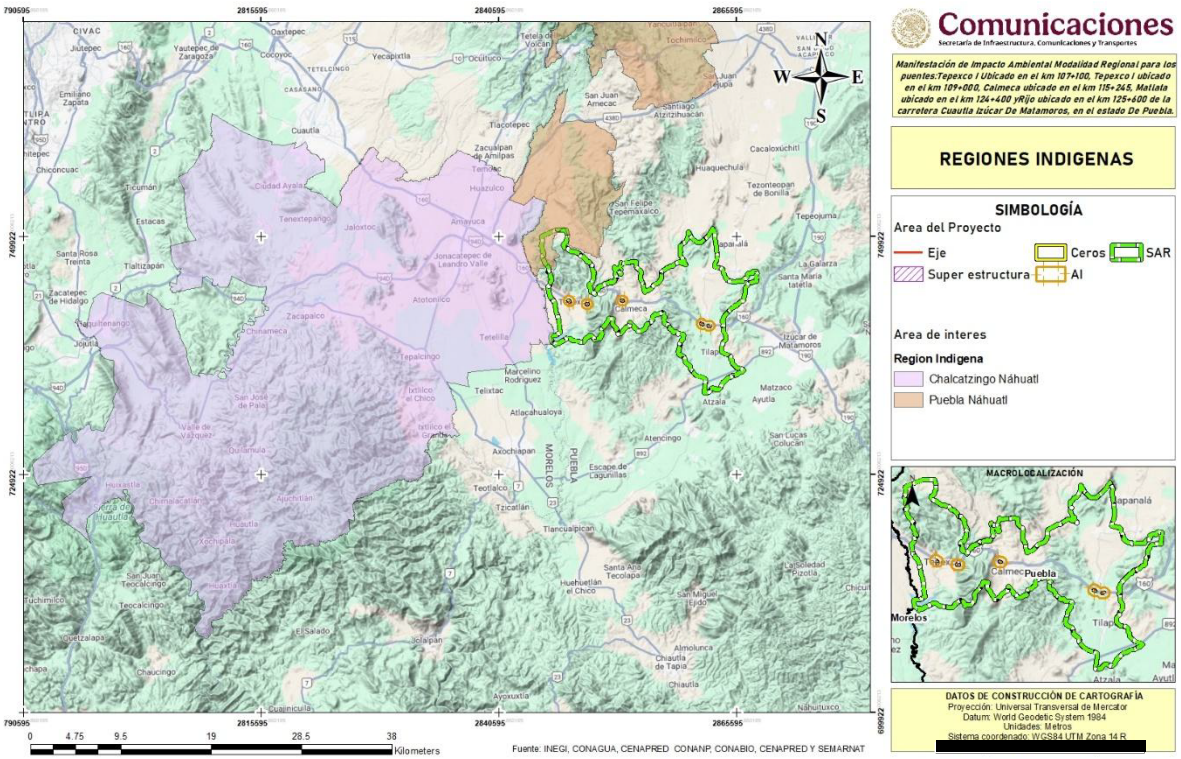


Figura 102. Pueblos Indígenas del Estado de Guerrero

Considerando la información publicada por el INPI en el Atlas de los Pueblos Indígenas de México, se puede observar que el proyecto no recae en ninguna región indígena.

4.2.4 PAISAJE

La evaluación de los paisajes resulta importante en el desarrollo de cualquier proyecto, ya que en base a esto se puede determinar el estado actual de los elementos que lo conforman y su posible afectación directa o indirecta con el establecimiento del proyecto, a su vez, se puede inferir la apreciación que tendrá la población colindante al Proyecto con los cambios que se puedan llevar a cabo por el desarrollo de este. Sin embargo, actualmente existe una amplia diversidad de metodologías para la evaluación de este componente que utilizan indicadores cuantitativos y/o cualitativos, lo que crea la dificultad de determinar cuál de estas metodologías es la más conveniente para este fin. Para comenzar se debe entender el concepto de Paisaje; Busquets y Cortina (2009) toman la definición de Paisaje del Convenio Europeo del Paisaje (CEP), en el cual se define como “cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos”. Otro concepto de Paisaje lo da Sarmiento, et. Al (2000), el cual lo define como la “Unidad de estudio de la Ecología de Paisaje, incluye todos los atributos (área, relieve, forma del perímetro, capacidad de circuitos, conectividad,

configuración, etc.) en una estructura dinámica distinguible en el tiempo como ente evolutivo y en el espacio como todo lo que se aprecia de una sola mirada. Se dice también del compuesto de atributos naturales y humanos que caracterizan la superficie de la tierra a una escala "razonable" (cosas presentes en escalas de 10 a 100 km) y que incluye aspectos de escala espacial y temporal, textural, de composición y de dinámica, entre los ecosistemas que agrupa.

4.2.4.1 METODOLOGÍA

Tomando en cuenta las definiciones anteriores se propone evaluar el paisaje de acuerdo con los principales componentes descritos en la siguiente matriz:

Tabla 98. Criterios para evaluar paisaje.

Componente	Clasificación de aspectos	Valor
Relieve	Alto: relieve muy accidentado con pendientes de moderadas a fuertes, donde el terreno cambia abruptamente, dando la oportunidad a que se presenten variantes en el paisaje natural.	3
	Medio: relieve relativamente homogéneo, con pendientes moderadas, puede llegar a presentar algunas barrancas o laderas sin ser de importancia.	2
	Bajo: relieve homogéneo, prácticamente plano, no favorece la presencia de paisajes singulares o excepcionales.	1
Cuerpos de agua	Alto: presencia de cuerpos de agua naturales de superficie considerable, tales como ríos perenes, lagos, lagunas, entre otros. Sin contaminación aparente. Estos cuerpos de agua permiten el desarrollo de vegetación y fauna en los alrededores, permitiendo la presencia de un paisaje de buena calidad a lo largo del año.	3
	Medio: presencia de cuerpos de aguas naturales o artificiales de superficies medias o pequeñas, tales como ríos intermitentes, lagos o lagunas pequeñas, presas, entre otros, lo cual permite el desarrollo estacional de la flora y fauna del sitio, teniendo en ciertos periodos del año un paisaje de buena calidad.	2
	Bajo: ausencia de cuerpos de agua o corrientes naturales y/o presencia de pequeños embalses de agua artificiales.	1
Fondo escénico	Alto: el fondo escénico influye de manera altamente positiva en el paisaje del sitio, realzando su calidad.	3
	Medio: el fondo escénico influye de manera moderada positiva en el paisaje del sitio, realzando un poco su calidad visual.	2
	Bajo: el fondo escénico no tiene influencia en el paisaje del sitio, por lo que no se ve afectada la calidad del paisaje del sitio.	1
Vegetación	Alto: presencia de especies o comunidades vegetales de importancia o rareza en la zona, sin afectación por la presencia de actividades antrópicas (agricultura, ganadería, industria, entre otros), lo que aumenta su calidad paisajística.	3
	Medio: presencia de especies o comunidades vegetales comunes en la zona, ligeramente afectada por la presencia de actividades antrópicas (agricultura, ganadería, industria, entre otros), con calidad paisajística media.	2

	Bajo: sin presencia de especies o comunidades vegetales de importancia o rareza en la zona, afectación antrópica evidente, calidad paisajística baja.	1
Presencia humana	Alto: sin evidencias de presencia humana, sin alteraciones en el paisaje por actividades económicas, ausencia de caminos de acceso al sitio, sin presencia de poblaciones. El paisaje natural se encuentra libre de la intervención del hombre.	3
	Medio: pocas evidencias de presencia humana (basura, recolección de leña, entre otros), sin alteraciones en el paisaje por actividades económicas, pequeños caminos o veredas de acceso al sitio, sin presencia de poblaciones. El paisaje natural presenta cambios poco apreciables por la intervención del hombre.	2
	Bajo: paisaje altamente impactado por la intervención del hombre. Caminos o carreteras de importancia que dan acceso al sitio, actividades económicas apreciables en el sitio, poblaciones cercanas al sitio.	1

Los rangos utilizados para cada categoría de calidad del ambiente se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 99..Rangos de evaluación de calidad del paisaje

Valores	Rango de calidad
11.7 – 15.0	Alta
8.3 – 11.6	Media
5.0 – 8.2	Baja

Para la evaluación de la calidad del paisaje se utilizaron 15 puntos de observación, siendo 5 sitios dentro del sistema ambiental regional, 5 sitios dentro del área de influencia y 5 sitios para el área del proyecto.

Tabla 100.. Coordenadas de los puntos de observación usados para analisis de paisaje.

Zona	Sitio	X	Y
Area del proyecto	AP 1	532083	2061637
	AP 2	533945	2061255
	AP 3	537719	2061507
	AP 4	546079	2058882
	AP 5	546869	2058692
Área de Influencia	AI 1	532455	2061872
	AI 2	534028	2060981
	AI 3	537747	2061797

	AI 4	546286	2059169
	AI 5	546657	2058407
Sistema Ambiental	SAR 1	534131	2065202
	SAR 2	534082	2063197
	SAR 3	537395	2062793
	SAR 4	544621	2059502
	SAR 5	546591	2056931

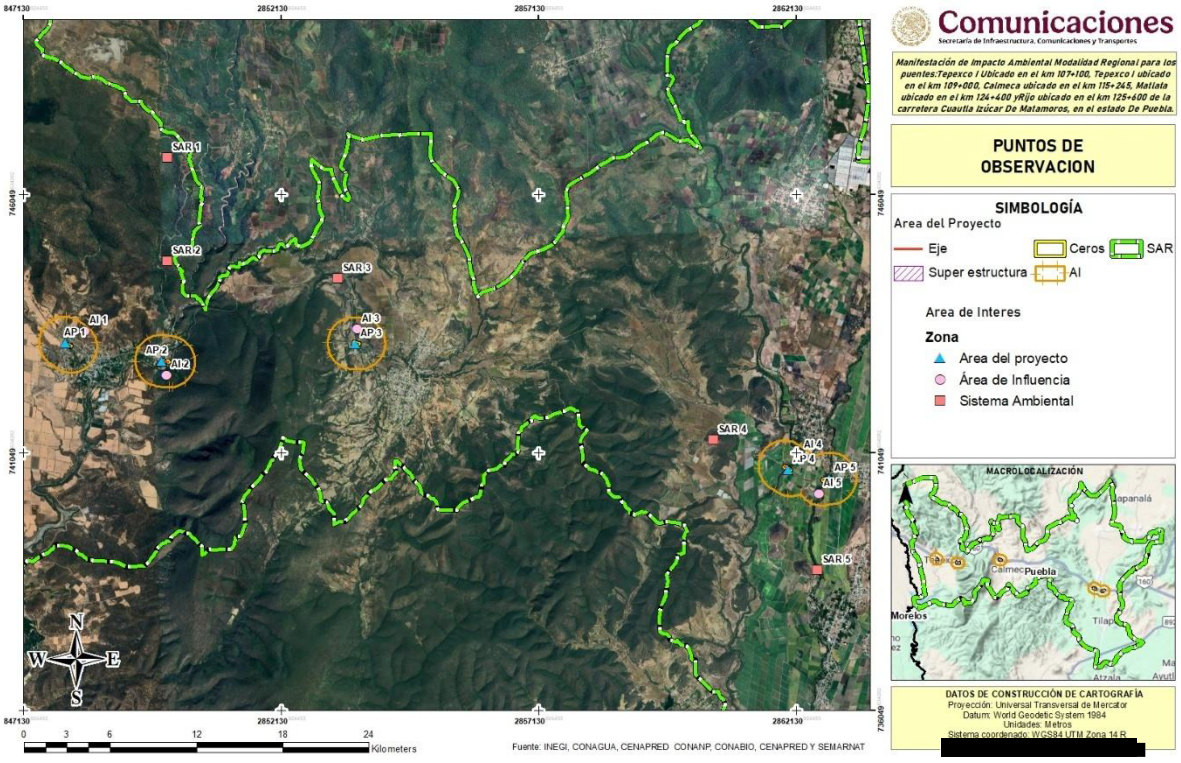


Figura 103. Puntos de observación usados para el analisis de paisaje

Posteriormente se obtuvo el valor de calidad para cada componente de acuerdo con las características de cada sitio evaluado.

En las siguientes fotografías se muestra una vista panorámica de algunas de las áreas de muestreo del Sistema ambiental Regional, Área de influencia y Área del proyecto consideradas en el análisis del Paisaje.



Figura 104.. Puntos de observación dentro del Área del Proyecto.



Figura 105. Puntos de observación dentro del Área de influencia.



Figura 106. Puntos de observación dentro del Sistema Ambiental Regional.

4.2.4.2 RESULTADOS

En la siguiente tabla se muestran los valores asignados para la calidad del paisaje por componente del Sistema ambiental Regional, Área de influencia y Área del proyecto.

Tabla 101.. Evaluación de la calidad del paisaje.

Zona	Area del proyecto					Area de Influencia					Sistema Ambiental Regional					Promedio
Componente	AP 1	AP 2	AP 3	AP 4	AP 5	AI 1	AI 2	AI 3	AI 4	AI 5	SAR 1	SAR 2	SAR 3	SAR 4	SAR 5	
Relieve	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**1.00**
Cuerpos de agua	2	3	2	3	2	2	1	2	3	3	1	2	2	1	3	**2.13**
Fondo escénico	1	2	2	2	2	3	2	3	3	3	2	2	2	2	3	**2.27**
Vegetación	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	**2.67**
Presencia humana	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	**1.67**
Total	**7**	**9**	**8**	**9**	**8**	**11**	**9**	**11**	**12**	**12**	**9**	**10**	**10**	**9**	**12**	**9.73**

Una vez analizados los componentes, se representa a continuación gráficamente los resultados de las áreas evaluadas.

4.2.4.2.1 EVALUACIÓN DEL PAISAJE POR COMPONENTE

Al evaluar el resultado de la calidad de paisaje para los cinco componentes, se puede notar que los componentes mejor evaluados fueron la **Vegetación**, la cual esta relativamente bien conservada al estar en algunos casos cercana al cauce de los ríos, lo cual a su vez genera un alto **Fondo escénico**, ambos componentes, como y se menciono se ven beneficiados por la presencia de **Cuerpos de agua**; La **Presencia humana** es variable, ya que en el área del proyecto es alta pero fuera de ella es relativamente baja, limitándose a algunas brechas o evidencias de actividades antropogénicas, mientras que el valor con menor impacto es el Relieve ya que al estar cercano a ríos, se presentan zonas mas bien planas, sin pendientes ni elementos considerables.

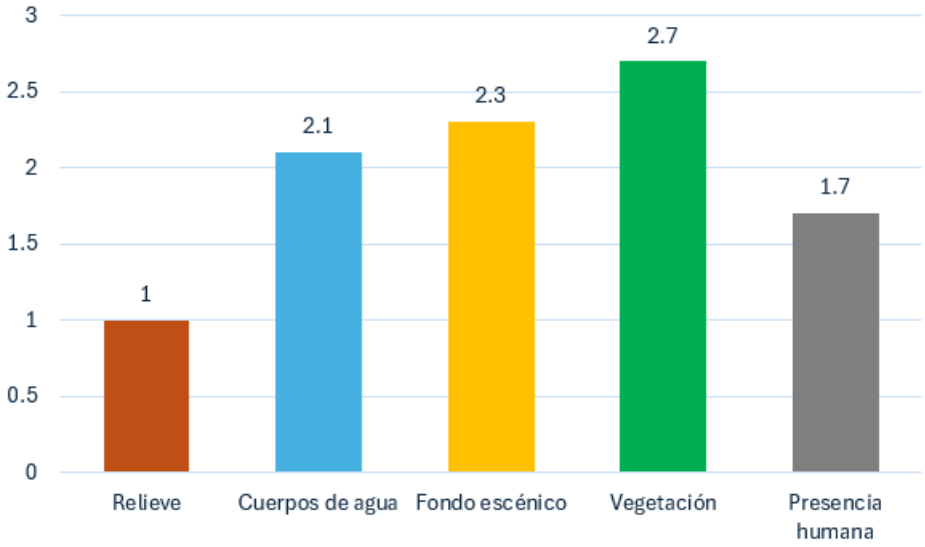


Figura 107.. Evaluación de la calidad del paisaje por componente

4.2.4.2.2 EVALUACIÓN DEL PAISAJE POR ZONA Y PUNTO DE OBSERVACIÓN

De manera general los valores de evaluación para cada punto de observación se mantienen entre los rangos Bajo y Medio. Sin embargo, es notorio que el Área del proyecto presenta un valor promedio de 8.2, siendo 9 y 9 el valor más común, así como el valor más bajo de toda la evaluación con 7. Mientras que el Área de Influencia presenta un valor promedio de 11, y aunque el valor más común es el 11 y 12, también es el valor más bajo teniendo sitios con valore de 9 y 10 y es la zona mejor evaluada por la presencia de agua en varios de sus puntos de observación. Por último, el Sistema Ambiental Regional, con un promedio de 11.0, teniendo como valor más común 10 y 9, esto debido a que el SAR, presentándose en SAR la menor perturbación ambiental, pero presenta valores menores que AI por la falta de agua en algunos de sus puntos evaluados.

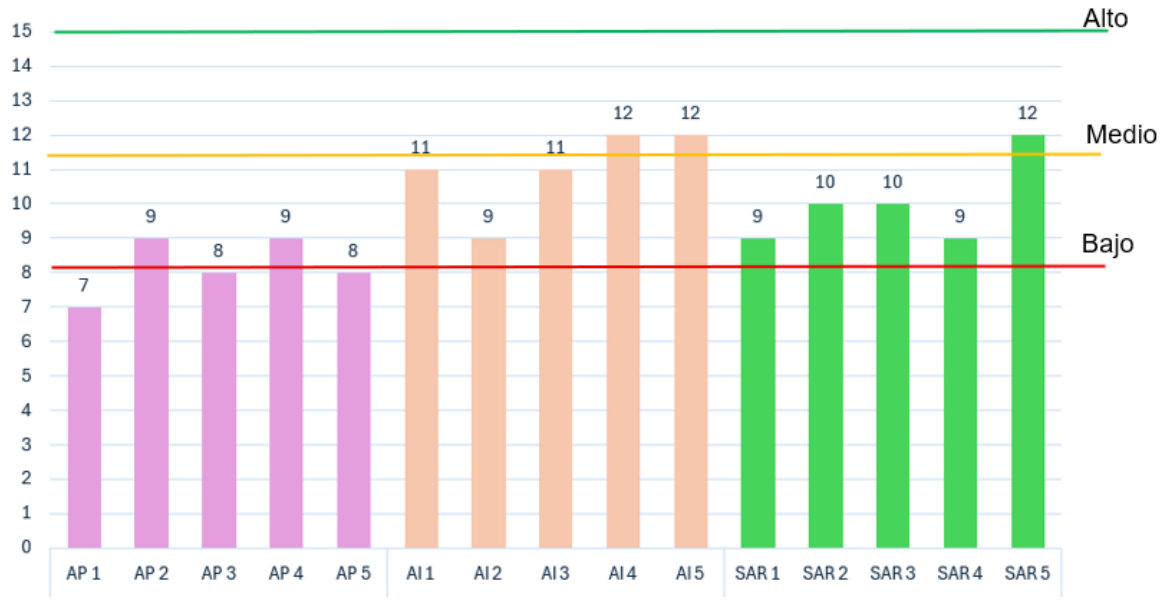


Figura 108.. Evaluación de la calidad de paisaje por sitio de muestreo

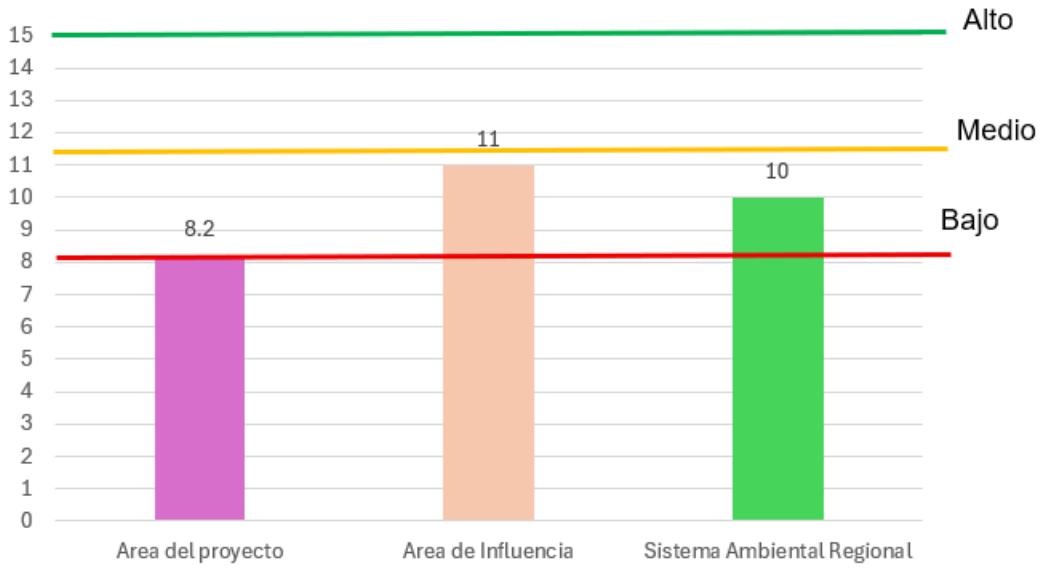


Figura 109.. Evaluación del paisaje por zona

4.3 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.

El diagnóstico ambiental se define como un instrumento de gestión que comprende una evaluación sistemática, documentada, periódica y objetiva de la eficacia de la organización, como el sistema de gestión y procedimientos destinados a la protección del medio ambiente y que tiene por objeto facilitar el control, por parte de la dirección; de las prácticas, que puedan tener efectos sobre el medio ambiente

4.3.1.1 METODOLOGÍA

Para conocer el impacto que sufrirá el ecosistema primeramente se realizará un Diagnóstico ambiental tomando un total de 15 puntos de observación (5 sitios para el Área del Proyecto, 5 para el Área de influencia y 5 para el Sistema Ambiental Regional), con la finalidad de conocer la evaluación de componentes como son:

1. Geoformas y relieve
2. Suelo
3. Cobertura vegetal
4. Perturbación de la vegetación
5. Potencial para el desarrollo de fauna
6. Desarrollo de actividades ganaderas y agrícolas
7. Presión antrópica

Tabla 102.. Coordenadas de los puntos de observación usados para el Diagnóstico Ambiental.

Zona	Sitio	X	Y
Area del proyecto	AP 1	532083	2061637
	AP 2	533945	2061255
	AP 3	537719	2061507
	AP 4	546079	2058882
	AP 5	546869	2058692
Área de Influencia	AI 1	532455	2061872
	AI 2	534028	2060981
	AI 3	537747	2061797
	AI 4	546286	2059169
	AI 5	546657	2058407
Sistema Ambiental	SAR 1	534131	2065202
	SAR 2	534082	2063197
	SAR 3	537395	2062793
	SAR 4	544621	2059502
	SAR 5	546591	2056931

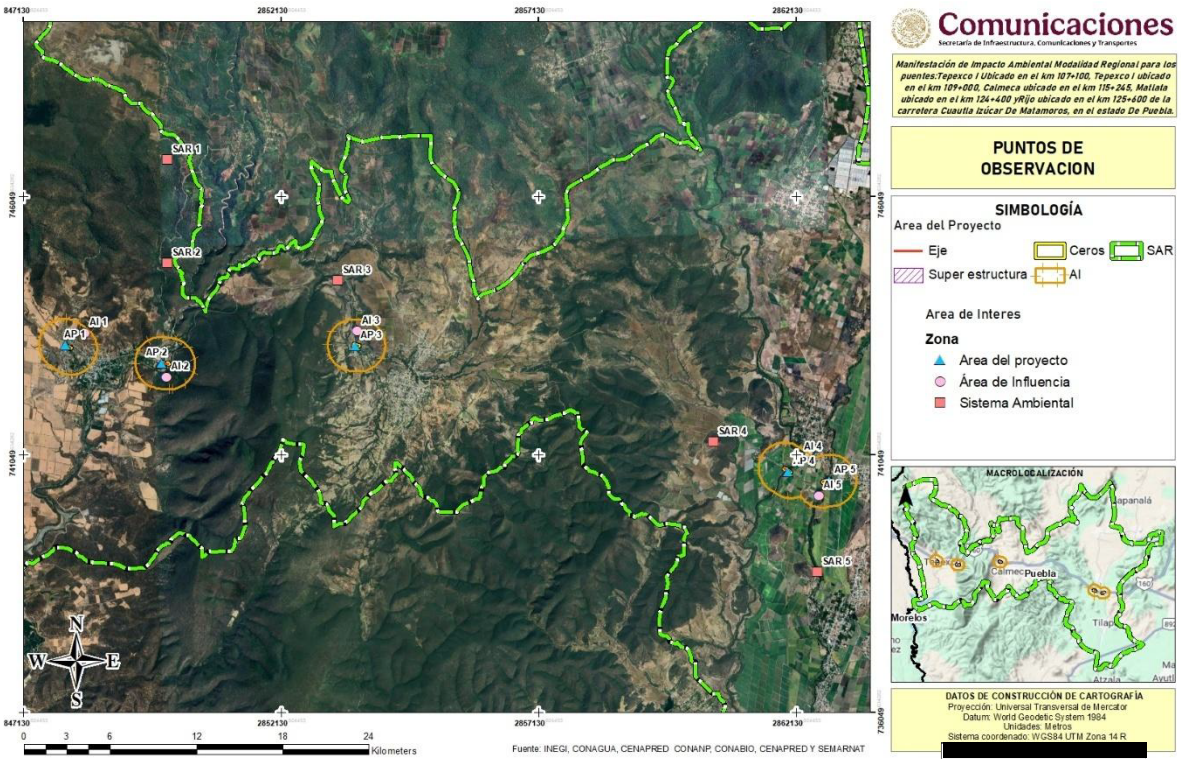


Figura 110. Puntos de observación usados para el Diagnóstico Ambiental.

Para la realización del diagnóstico ambiental se propuso la evaluación por componentes de acuerdo con una matriz, donde se valora la calidad de cada uno dándole un valor de 1 a 3, dicha evaluación se llevó a cabo en los 15 sitios (6 A.P., 6 A.I. y 6 S.A.).

Tabla 103.. Categorías para el Diagnóstico Ambiental.

Factor	Categoría de calidad y descripción	Valor
Geoformas y relieve	Alto: no existen modificaciones en el lugar por actividades humanas.	3
	Medio: moderadamente modificado por actividades humanas.	2
	Bajo: completamente modificado por actividades humanas.	1
Suelo	Alto: sin erosión aparente o escasamente visible en el sitio.	3
	Medio: erosión moderada en el sitio.	2
	Bajo: sitio fuertemente erosionado o con ausencia de suelo.	1

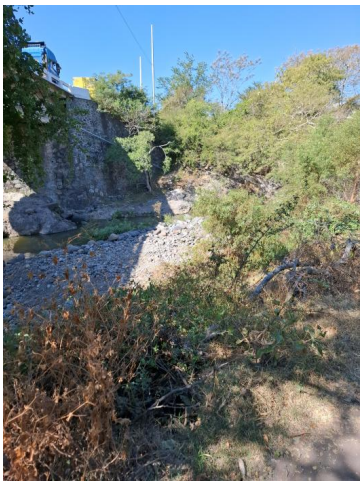
Cobertura vegetal	Alto: mayor al 75%.	3
	Medio: mayor de 25% y menor al 75%.	2
	Bajo: menor de 25%.	1
Perturbación de la vegetación	Alto: sin vegetación secundaria o mínima presencia de esta.	3
	Medio: moderada presencia de vegetación secundaria o inducida.	2
	Bajo: vegetación secundaria o inducida o sin vegetación.	1
Potencial para el desarrollo de fauna	Alto: el sitio ofrece excelentes condiciones para el desarrollo de fauna silvestre.	3
	Medio: el sitio ofrece condiciones mínimas para el desarrollo de fauna silvestre.	2
	Bajo: el sitio no ofrece condiciones adecuadas para el desarrollo de fauna silvestre.	1
Desarrollo de actividades ganaderas	Alto: sin presencia de ganado en el sitio.	3
	Medio: moderada presencia de ganado en el sitio.	2
	Bajo: alta presencia de ganado en el sitio.	1
Desarrollo de actividades agrícolas	Alto: sin presencia de agricultura en el sitio.	3
	Medio: moderada presencia de áreas agrícolas en el sitio.	2
	Bajo: área completamente agrícola.	1
Presión antrópica	Alto: sin evidencia de presencia antrópica en el sitio, es decir, sin caminos de acceso, sin rastros de basura, viviendas, actividades económicas, entre otras.	3
	Medio: poca evidencia de presencia antrópica en el sitio, es decir, algunas veredas de acceso, poca basura, viviendas aisladas, entre otras.	2
	Bajo: área completamente dominada por presencia antrópica.	1

En gabinete se realizó la sumatoria de todos los componentes de cada sitio obteniendo un valor el cual califico al sitio evaluado de acuerdo a el siguiente cuadro.

Tabla 104.. Rangos de calidad ambiental.

Valores	Rango de calidad
18.7 – 24.0	Alta
13.3 – 18.6	Media
8.0 – 13.2	Baja









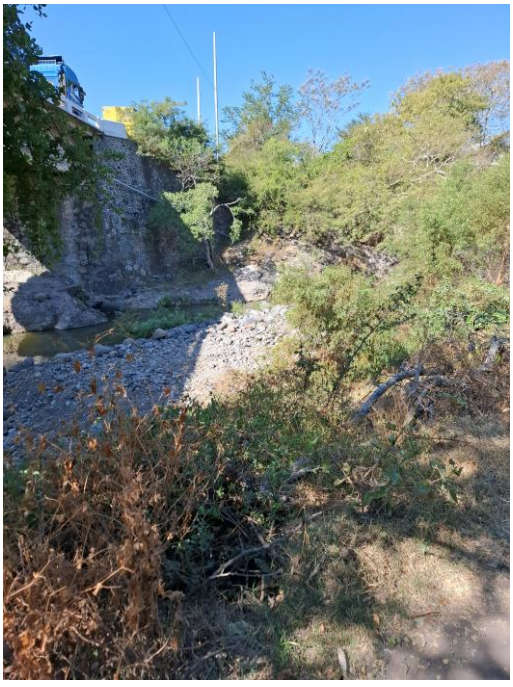


Tabla 105.. Puntos de observación dentro del Área del Proyecto.



Figura 111. Puntos de observación dentro del Área de influencia.

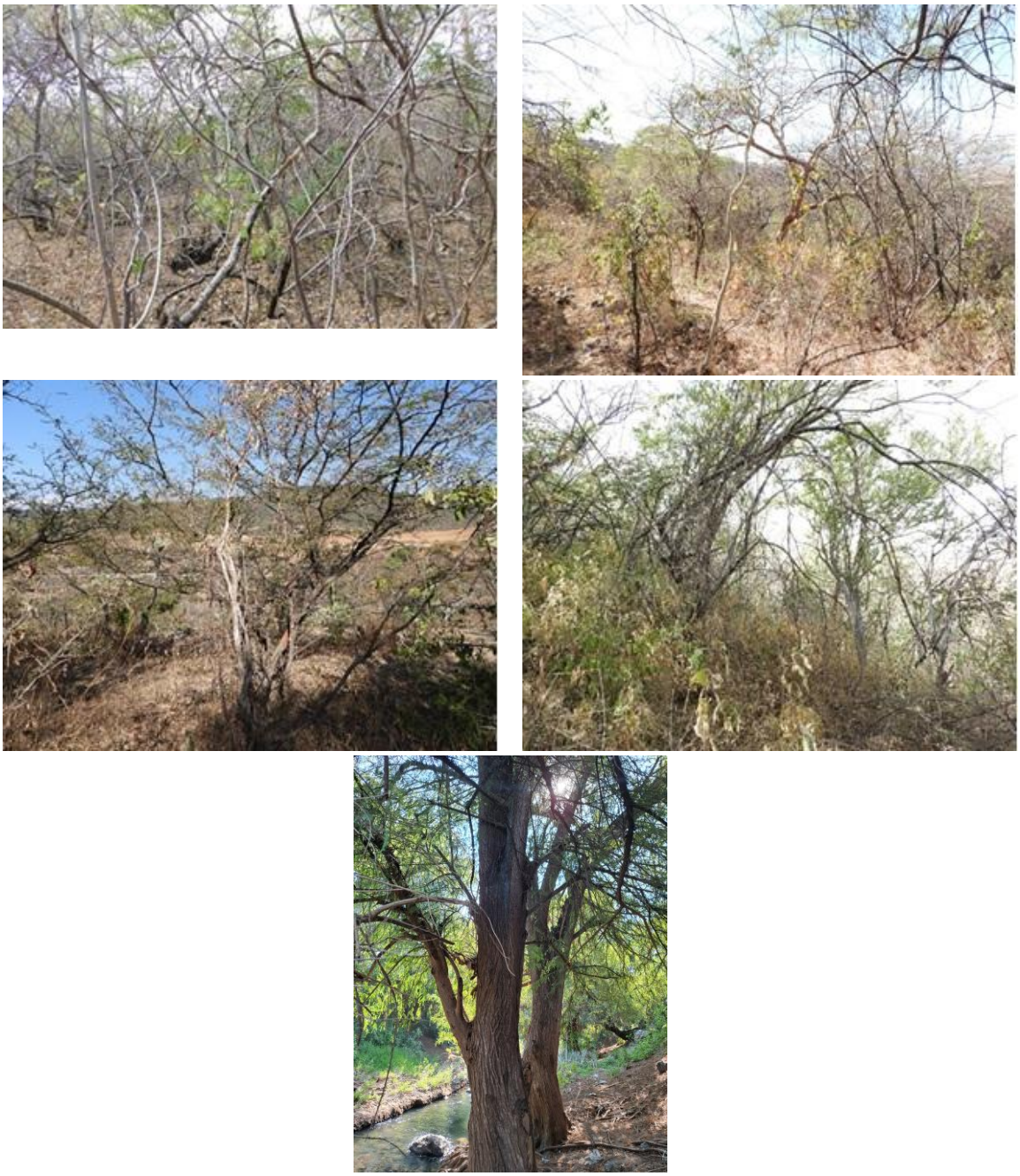


Figura 112. Puntos de observación dentro del Sistema Ambiental Regional.

4.3.1.2 RESULTADOS

Tabla 106. Resultados de la evaluación de la calidad en el S.A. y A.P.

Zona	Area del proyecto					Area de Influencia					Sistema Ambiental Regional					Promedio
Componente	AP 1	AP 2	AP 3	AP 4	AP 5	AI 1	AI 2	AI 3	AI 4	AI 5	SAR 1	SAR 2	SAR 3	SAR 4	SAR 5	
Geoformas y relieve	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	3	3	2	2.27
Suelo	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3	2	2	3	2.33
Cobertura vegetal	2	2	2	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2	3	3	2.53
Perturbación de la vegetación	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2.07
Potencial para el desarrollo de fauna	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2.80
Desarrollo de actividades ganaderas	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1.60
Desarrollo de actividades agrícolas	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1.60
Presión antrópica	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1.60
Total	13	13	13	15	15	17	17	19	19	19	18	20	15	19	20	16.80

4.3.1.2.1 RESULTADOS POR FACTOR EVALUADO

De manera general, promediando el valor de cada factor evaluado en los 15 puntos de observación, se puede observar que los factores más altos son el Potencial para el desarrollo de fauna esto debido a la presencia de agua y vegetación adecuada para ello, seguido de Cobertura vegetal la cual está relativamente bien conservada, así mismo se presenta Suelo bien desarrollado y sin mucha afectación, este fenómeno se correlaciona con el factor Geoformas y relieve al ser una zona relativamente plana y sin una mayor cantidad elementos orográficos, mientras que la Perturbación de la vegetación, es alta en el área del proyecto y en baja fuera de ella, mientras que el Desarrollo de actividades ganaderas y agrícolas así como la Presión antrópica es relativamente baja, ya que hay evidencia de actividades antropogénicas pero en poca consideración.

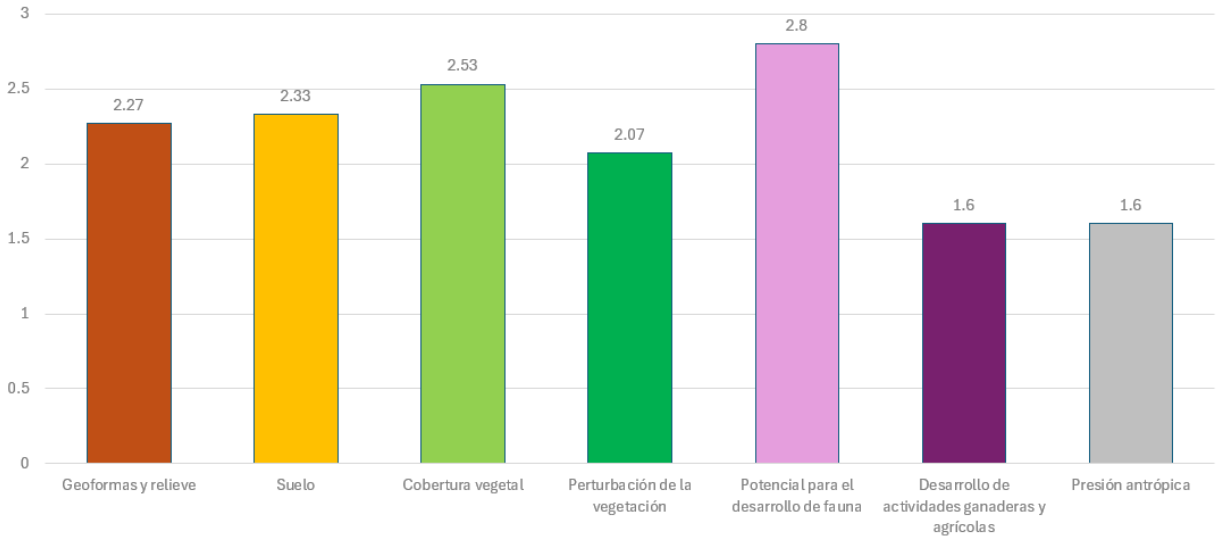


Figura 113. Valor promedio de cada factor evaluado

4.3.1.2.2 RESULTADOS POR PUNTO DE OBSERVACIÓN.

Al comparar Área de proyecto, Área de influencia y Sistema Ambiental Regional es notable que los sitios de menor valor se encuentran en el Área del proyecto, con valores que oscilan entre 13 y 15, esto derivado de que en todos se tiene presencia humana, al ser puentes que forman parte de un camino en operaciones.

El área de influencia y Sistema Ambiental Regional presenta valores similares, con calidad media, en la mayoría de los puntos de observación, ambos tienen un sitio de calidad baja, El que la calidad ambiental del Sistema Ambiental Regional y el Área de influencia sean de valores más elevados se debe a que se encuentran en zonas de difícil acceso para ser perturbados por actividades humanas.

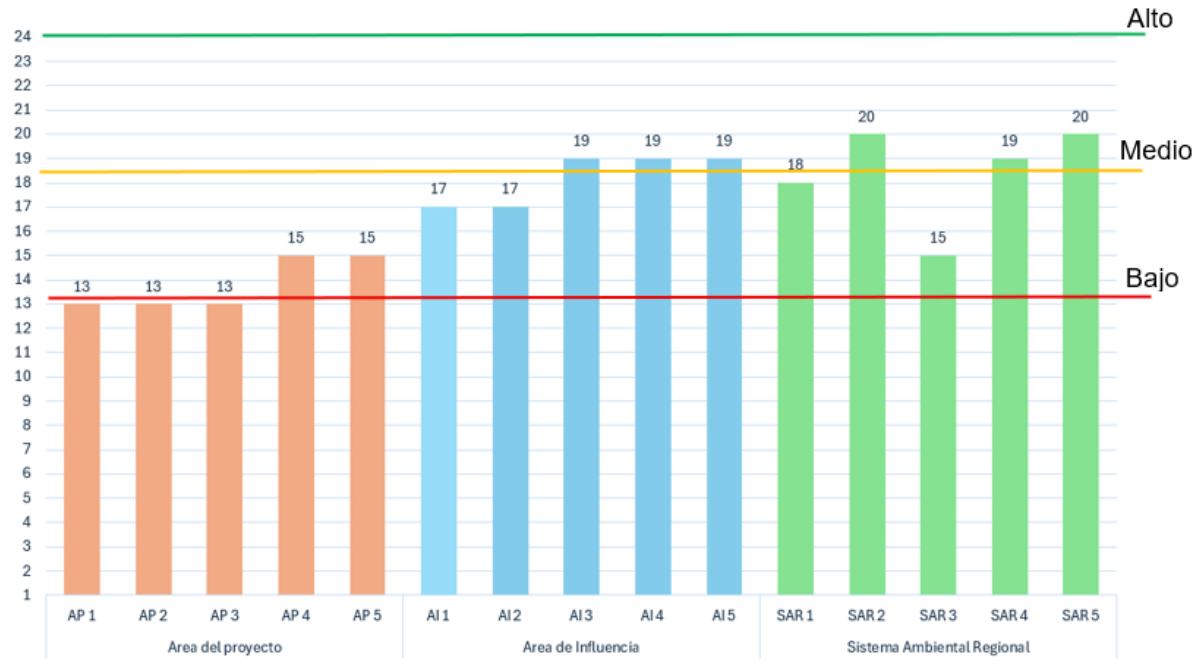


Figura 114. Calidad Ambiental por sitio de muestreo

4.3.1.2.3 RESULTADOS POR ZONA DELIMITADA

Por último, de acuerdo con los resultados obtenidos, se puede concluir que, la calidad ambiental del Sistema Ambiental Regional, el Área de Influencia y Area del Proyecto es de rango Medio, con un promedio de 18.4, 18.2 y 13.8 respectivamente

El Área del Proyecto se encuentra perturbado por basura, o sin una vegetación tan abundante en comparación con el Área de influencia y sistema Ambiental regional los cuales, aun cuenta con zonas que se encuentran un tanto conservadas.

Es importante recordar que la realización del proyecto implica modificaciones directas en el área del proyecto, sin embargo, el proceso de retiro de vegetación se realizara en fases e implicara un rescate de la vegetación durante el primer año y previo a la ejecución del desmonte y despalme.



Figura 115. Diagnóstico ambiental promedio por zona

4.3.1.3 CONCLUSIÓN

Una vez empleada la metodología se evaluó cada una de las áreas, teniendo como resultado general un valor de 16.88 (Promedio de las 3 zonas evaluadas) considerándose de “calidad media”. Con base a lo descrito anteriormente se puede concluir que, la realización del proyecto implica un impacto negativo por la afectación a la cobertura vegetal, sin embargo, no se pone en riesgo la riqueza de las especies ya que, a nivel de estrato, las especies reportadas para el área del proyecto se encuentran dentro del Sistema Ambiental Regional definido para el proyecto, así mismo se contemplas medidas que mitiguen o restauren una superficie similar a la afectada.

4.4 LITERATURA CITADA:

Aranda Sánchez J. M. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. CONABIO, Ciudad de México, México. 255 p.

Boughey A. S. 1968. Ecology of Populations. McMillan.

Casas-Andreu G., Valenzuela-López G. & Ramírez-Bautista A. 1991. Cómo hacer una colección de anfibios y reptiles. Cuadernos del Instituto de Biología 10. Instituto de Biología, UNAM. 68 p.

Dinerstein, E. D. M. Olson, D. J. Graham, A. L. Webster, S. A. Primm, M. P. Bookbinder & Ledec, G. (1995). Una evaluación del estado de conservación de las ecoregiones terrestres de América Latina y el Caribe. World Bank, Washington, D.C. 129 p.

García-Vázquez U. O., Canseco-Márquez L., Aguilar-López J. L., Hernández-Jiménez C. A., Maceda-Cruz J., Gutiérrez-Mayén M. G. & Melgarejo-Velez E. Y. 2006. Análisis de la distribución de la herpetofauna en la región Mixteca de Puebla, México. Pp. 152-169. EN: Ramírez-Bautista A., Canseco-Márquez L. & Mendoza-Quijano F. (eds.). Inventarios Herpetofaunísticos de México: Avances en el Conocimiento de su Biodiversidad. Publicaciones de la Sociedad Herpetológica Mexicana No. 3. Ciudad de México; México.

Jiménez Moreno F. J., López Téllez M. C., Mendoza Cuamatzi R., Pineda Maldonado M. A. & Rojas Soto O. R. 2011. Aves en Puebla. Pp. 159-163. EN: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2011. La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Martínez Vázquez J., González-Monroy R. M., López Téllez M. C., & Colodner Chamudis A. G. 2011. Mamíferos. Pp. 163-169. EN: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2011. La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

McNaughton S. J. & Wolf L. L. 1979. General Ecology. Holt, Rinehart and Winston.

Morrone, J. J. (2014). Biogeographical regionalisation of the Neotropical region. Zootaxa, 3782, 1–110. https://doi.org/10.11646/zootaxa.3782.1

Morrone, J. J., Escalante, T., & Rodrıguez-Tapia, G. (2017). Mexican biogeographic provinces: map and shapefiles. Zootaxa, 4277, 277–279. https://doi.org/10.11646/zootaxa.4277.2

Orozco-Lugo, C. L., Valenzuela-Galván, D., Lavalle-Sánchez, A., Mora-Delgado, A., & Ocampo-Ramírez, C. 2013. Primer registro del murciélago platanero *Musonycteris harrisoni*

(Chiroptera: Phyllostomidae) en Puebla, México. Revista mexicana de biodiversidad 84: 709-712.

Ortega-Álvarez R., Sánchez-González L. A., Berlanga H., Rodríguez-Contreras V. & Vargas V. 2012. Manual para el monitoreo comunitario de aves. CONABIO, NABCI-México, CBM-M, CONANP. 28 p.

Ralph C. J., Geupel G. R., Pyle P., Martin T. E., DeSante D. F. & Milá B. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. General Technical Report PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.

Vargas-Miranda B., Ramírez-Pulido J. & Ceballos G. 2008. Murciélagos del estado de Puebla, México. Revista Mexicana de Mastozoología 12: 59-112.

Vázquez-Reyes L. D., Jiménez-Arcos V. H., Ramírez-Bastida P., Rodríguez-Malacara J. T., Contreras-González A. M., Sanabria-Urban O. S. & Rivera-Ortiz F. A. 2024. First record of a breeding site of *Ara militaris mexicanus* (Ridgway, 1915), Military Macaw (Psittacidae), in the Alto Balsas Poblano Region, Mexico. Check List 20: 996-1003.

Vázquez-Reyes, L. D., Jiménez-Arcos, V. H., SantaCruz-Padilla, S. A., García-Aguilera, R., Aguirre-Romero, A., Arizmendi, M. C., & Navarro-Sigüenza, A. G. 2018. Aves del Alto Balsas de Guerrero: diversidad e identidad ecológica de una región prioritaria para la conservación. Revista mexicana de biodiversidad 89: 873-897.

Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., & Umaña, A. M. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad (2.ª ed.). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Programa de Inventarios de Biodiversidad. Bogotá, Colombia.

Woolrich-Piña, G. A., García-Padilla, E., DeSantis, D. L., Johnson, J. D., Mata-Silva, V., & Wilson, L. D. (2017). The herpetofauna of Puebla, Mexico: composition, distribution, and conservation. Mesoamerican Herpetology, 4, 794–884.

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes: Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 y Rijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado de Puebla

Tabla de contenido

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOSMPACTOS AMBIENTALES....2
V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS....2
V.2 valoración de los IMPACTOS....9
V.3 analísis de Resultadactividades....19
V.3 descripción de los impactos....23
V.4 impactos residuales....32

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOSMPACTOS AMBIENTALES

V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Para la identificación de los impactos ambientales del proyecto, se tomó en cuenta la siguiente información:

- **Capítulo II.** Relativo a la descripción del proyecto y sus alternativas, de donde se obtuvo información sobre las obras y actividades que pudieran provocar modificaciones en el medio.

- **Capítulo IV.** Concerniente a la descripción del Sistema Ambiental Regional (SAR) y señalamiento de la problemática detectada en el área de influencia del proyecto que permiten visualizar un estado inicial (línea base o cero) de las características de los componentes1 y factores ambientales2. Así como los servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso de suelo propuesto.

Una vez disponible y analizada la información mencionada, se determinaron las interacciones entre el proyecto y el medio ambiente mediante el uso de una matriz de identificación para determinar las actividades que pueden generar desequilibrios ecológicos y que por su magnitud e importancia provocarán modificaciones permanentes al ambiente y/o contribuirán en la consolidación de los procesos de cambio existentes.

Posteriormente los impactos identificados son evaluados a través de dos métodos: Matriz de Leopold modificada y Método Conesa. Se decidió emplear diferentes métodos debido a las características y criterios que maneja cada uno, de esta manera se pretende que se puedan complementar para presentar una mejor identificación y evaluación de impactos que reduzca la subjetividad y aproveche toda la información disponible.

V. 1.1 Listas de control

Con la finalidad de realizar la identificación de impactos ambientales, el grupo de trabajo desarrollo un listado general de los componentes ambientales y sus respectivos factores que potencialmente pudieran ser susceptibles de ser modificados por el desarrollo del Proyecto (nótese que un impacto se define como el cambio en las características de cierto factor ambiental y puede ser benéfico o perjudicial), resultando en un total de 13 factores ambientales (Tabla 1).

Asimismo, derivado del análisis de la información del Capítulo II de la presente MIA-P se realizó un listado de las fuentes de cambio que constituyen básicamente las actividades del proyecto por etapas (Tabla 2).

Tabla 1. Factores ambientales.

Elemento ambiental	Clave de factor	Factor ambiental	Descripción cualitativa
Atmosfera	1	Calidad del aire	Se refiere a la modificación en la composición del aire debido a la emisión de contaminantes externos, incluyendo la presencia de polvos fugitivos.
	2	Ruido	Presencia de niveles de ruido.
Agua	3	Recarga media/Infiltración	Modificación en la capacidad de infiltración del agua a nivel subterránea en una zona específica.
	4	Residuos en agua	La ocurrencia de residuos sólidos y líquidos en los cuerpos de agua circundantes.
Suelo	5	Microclima	Se refiera a las características, dentro de una extensión reducida y homogénea, de los factores climáticos tales como temperatura, precipitación, fenómenos climáticos (tormentas, lluvias, granizadas, humedad, etc.).
	6	Relieve/Microrelieve	Se refiere a las características morfológicas naturales del terreno, laderas, lomas, barrancos, etc.
	7	Compactación/Erosión	Las c6aracterísticas del suelo en cuanto su densidad propias y naturales.
	8	Residuos en suelo	La ocurrencia de residuos sólidos y líquidos en los suelos circundantes.
Vegetación	9	Distribución de especies y abundancia de poblaciones - Flora	Presencia física de individuos vegetales dentro de un área determinada.

Elemento ambiental	Clave de factor	Factor ambiental	Descripción cualitativa
Fauna	10	Distribución de especies y abundancia de poblaciones - Fauna	Presencia física de individuos de fauna dentro de un área determinada ya sea como hábitat o en tránsito.
Paisaje	11	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	Se refiere a la armonía natural del paisaje. Se refiere a la capacidad del entorno de amortiguación de elementos ajenos al paisaje existente.
Aspectos socioeconómicos	12	Servicios Básicos	Existencia de infraestructura de servicios para proporcionar transporte, agua potable, energía eléctrica, manejo integral de residuos y aguas residuales entre otros.
	13	Generación de empleo a población local	Oferta de empleo dirigido a la población económicamente productiva y detonación de actividades productivas y mercantiles.

Tabla 1. Actividades del proyecto.

PUENTES	ETAPA	CLAVE DE ACTIVIDAD	ACTIVIDADES
Puente Tepexco I, Puente Tepexco II, Puente Calmeca, Puente Matlata, Puente Rijo	**PERPARACION DEL SITIO**	a	Desmonte y limpieza del área del proyecto
	CONSTRUCCIÓN	b	Cierre parcial de la circulación sobre la estructura existente
		c	Colocación de los primeros pilotes
		d	Perforación para los primeros cabezales
		e	Demolición parcial de la super estructura
		f	Habilitación de circulación en la estructura existente
		g	perforación para las pilas derechas
		h	Construcción de las pilas derechas
		i	Construcción de cabezales derechos
		j	Construcción de losa derecha
		k	Construcción de losas de acceso
		l	Construcción de la carpeta asfáltica en la losa derecha
		m	Habilitación del cuerpo derecho a la circulación
		n	Demolición de la subestructura existente a nivel del terreno natural

PUENTES	ETAPA	CLAVE DE ACTIVIDAD	ACTIVIDADES
		ñ	Construcción de las pilas izquierdas
		o	Construcción los cabezales izquierdos
		p	Montaje de las trabes izquierdos
		q	Construcción de la carpeta asfáltica lado izquierdo
		r	Remoción de escombros
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	s	Operación del Proyecto y ejecución de actividades de mantenimiento
	IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN		Ejecución de medidas de prevención, mitigación, control, compensación y/o restauración durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

V. 1.2 Matriz de interacción

Para la identificación de los impactos ambientales, se aplicó una matriz de doble entrada, que permite relacionar las actividades del proyecto (columnas) con los factores ambientales (filas). De manera visual la estructura empleada en la matriz de interacción se presenta a continuación:

		ACTIVIDADES DEL PROYECTO
		Ai … Aj
FACTOR AMBIENTAL	**$F_{01...}$, F_n**	Interacciones entre Factores y Actividades

La matriz de interacción resultante de la información de las características del proyecto y la caracterización ambiental se muestra a continuación.

Tabla 3. Matriz de identificación de potenciales interacciones entre actividades y factores ambientales.

	ACTIVIDAD	Desmonte y limpieza del AP	Cierre parcial de la circulación	Colocación de los primeros pilotes	Perforación para los primeros cabezales	Demolición parcial de la super estructura	Habilitación de circulación	perforación para las pilas derechas	Construcción de las pilas derechas	Construcción de cabezales derechos	Construcción de losa derecha	Construcción de losas de acceso	Construcción de la carpeta asfáltica en la losa derecha	Habilitación del cuerpo derecho a la circulación	Demolición de la subestructura existente	Construcción de las pilas izquierdas	Construcción los cabezales izquierdos	Montaje de las trabes izquierdos	Construcción de la carpeta asfáltica lado izquierdo	Remoción de escombros	Operación del Proyecto y mantenimeinto	Interacciones por Factoer a
FACTORES		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	ñ	o	p	q	r	s	4
Calidad del aire	1		b-1			e-1									n-1					r-1		4
Ruido	2				d-2	e-2		g-2							n-2							2
Recarga media/Infiltración	3	a-3										k-3										16
Residuos en agua	4			c-4	d-4	e-4		g-4	h-4	i-4	j-4	k-4	l-4		n-4	ñ-4	o-4	p-4	q-4	r-4	s-4	2
Microclima	5	a-5										k-5										2

ACTIVIDAD	Desmonte y limpieza del AP	Cierre parcial de la circulación	Colocación de los primeros pilotes	Perforación para los primeros cabezales	Demolición parcial de la super estructura	Habilitación de circulación	perforación para las pilas derechas	Construcción de las pilas derechas	Construcción de cabezales derechos	Construcción de losa derecha	Construcción de losas de acceso	Construcción de la carpeta asfáltica en la losa derecha	Habilitación del cuerpo derecho a la circulación	Demolición de la subestructura existente	Construcción de las pilas izquierdas	Construcción los cabezales izquierdos	Montaje de las trabes izquierdos	Construcción de la carpeta asfáltica lado izquierdo	Remoción de escombros	Operación del Proyecto y mantenimeinto	Interacciones por Factoer a
Relieve 6				d-6			g-6														2
Compactación/Ero 7	a-7										k-7										3
Residuos en suelo 8											k-8								r-8	s-8	2
Distribución de especies 9	a-9										k-9										1
Distribución de 10	a-10																				12
Afectaciones a la 11	a-11		c-11					h-11	i-11	j-11	k-11	l-11			ñ-11	o-11	p-11	q-11		s-11	1
Servicios Básicos 12																				s-12	3
Generación de 13	a-13																		r-13	s-13	4

	ACTIVIDAD	Desmonte y limpieza del AP	Cierre parcial de la circulación	Colocación de los primeros pilotes	Perforación para los primeros cabezales	Demolición parcial de la super estructura	Habilitación de circulación	perforación para las pilas derechas	Construcción de las pilas derechas	Construcción de cabezales derechos	Construcción de losa derecha	Construcción de losas de acceso	Construcción de la carpeta asfáltica en la losa derecha	Habilitación del cuerpo derecho a la circulación	Demolición de la subestructura existente	Construcción de las pilas izquierdas	Construcción los cabezales izquierdos	Montaje de las trabes izquierdos	Construcción de la carpeta asfáltica lado izquierdo	Remoción de escombros	Operación del Proyecto y mantenimeinto	Interacciones por Factoer a
Interaccione por	7	1	2	3	3	0	3	2	2	2	7	2	0	3	2	2	2	2	4	5	7	**TOTAL: 54**

V.2 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

Una vez identificados los impactos ambientales, se procedió a su valoración. Para el caso de este proyecto se ha optado por utilizar:

METODO CONESA

Este método propone una matriz causa-efecto o matriz de impacto, similar a la propuesta en el método de Leopold. Una vez identificados los impactos y las causas que los producen se caracterizan cada uno de los impactos identificados de acuerdo con una serie de atributos y valores, para determinar su importancia.

Tabla 4. Criterios del método Conesa

Atributo y descripción
Naturaleza (NT). Hace referencia al carácter benéfico o perjudicial del impacto. El valor puede ser **Benéfico (+1) o Perjudicial (-1)**
Intensidad (IN). Expresa el grado de incidencia de la acción sobre el factor, que puede considerarse desde un efecto mínimo hasta la destrucción total del factor. La intensidad puede ser **Baja (1), Media (2), Alta (4), Muy Alta (8) o Total (12)**
Extensión (EX). Representa el área de influencia esperada en relación con el entorno del Proyecto, que puede ser expresada en términos porcentuales. Si el área está muy localizada, el impacto será puntual, mientras que si el área corresponde a todo el entorno el impacto será total. Los valores que puede tomar son **Puntual (1), Parcial (2), Extenso (4) o Total (8)**
Momento (MO). Se refiere al tiempo que transcurre entre el inicio de la acción y el inicio del efecto que ésta produce. Puede expresarse en unidades de tiempo, generalmente años, y suele considerarse que el Corto Plazo corresponde a menos de un año, el Medio Plazo entre uno y cinco años, y el Largo Plazo a más de cinco años. Los valores que puede tomar son: **Largo plazo (1) = MO > 5 años** **Medio plazo (2) = 1 año ≤ MO ≤ 5 años** **Inmediato (4) = MO < 1 años**
Persistencia (PS). Se refiere al tiempo que se espera que permanezca el efecto desde su aparición. Puede expresarse en unidades de tiempo generalmente en años, y suele considerarse que es *Fugaz* si permanece menos de un año, el *Temporal* si lo hace entre uno y diez años, y el *Permanente* si supera los diez años.

Atributo y descripción
Los valores que puede tomar son: **Fugaz (1) = PS < 1 año** **Temporal (2) = 1 año ≤ PS ≤ 10 años** **Permanente (4) = PS > 10 años**
Reversibilidad (RV). Se refiere a la posibilidad de reconstruir el factor ambiental afectado por medios naturales, y en el caso que sea posible, al intervalo de tiempo que se tardaría en lograrlo. Los valores que puede tomar son: **No aplica (0)** **Corto plazo (1) = RV < 1 año** **Medio plazo (2) = 1 año ≤ RV ≤ 10 años** **Irreversible (4) = RV > 10 años**
Sinergia (SI). Se dice que dos efectos son sinérgicos si su manifestación conjunta es superior a la suma de las manifestaciones que se obtendrían si cada uno de ellos actuase por separado (la manifestación no es lineal respecto a los efectos). Puede visualizarse como el reforzamiento de dos efectos simples. Los valores que puede tomar son: **Sin sinergismo (1)** **Sinérgico (2)** **Muy sinérgico (4)**
Acumulación (AC). Si la presencia continuada de la acción produce un efecto que crece con el tiempo, se dice que el estudio es acumulativo. Los valores que puede tomar son **Simple (1) o Acumulativo (4)**
Relación Causa-Efecto (EF). La relación causa-efecto puede ser directa o indirecta; es Directa si es la acción misma la que origina el efecto, mientras que es Indirecta si es otro efecto el que lo origina, generalmente por la interdependencia de un factor sobre otro. Los valores que puede tomar son **Indirecto (1) o Directo (4)**
Periodicidad (PR). Se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, pudiendo ser periódico, continuo, o irregular. Los valores que puede tomar son: **Irregular o aperiódico y discontinuo (1)** **Periódico (2)** **Continuo (4)**
Recuperabilidad (MC). Se refiere a la posibilidad de reconstruir el factor afectado por medio de la intervención humana (la *reversibilidad* se refiere a la reconstrucción por medio naturales). Puede expresarse en unidades de tiempo, generalmente años, De manera inmediata si corresponde a menos de un año, a Mediano Plazo entre uno y diez años, y Mitigable a más de 10 años hasta los 60. Los valores que puede tomar son:

Atributo y descripción
No aplica (0) **De manera inmediata (1) = MC < 1 año** **A mediano plazo (2) = 1 año ≤ MC ≤ 10 años** **Mitigable (4) = 10 año < MC ≤ 60 años** **Irrecuperable (8) = MC > 60 años**

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

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

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

Puntuación	Importancia según el método Conesa
0 -24	Compatibles
25 - 49	Moderados
50 - 75	Severos
> 75	críticos

A continuación, se presentan los resultados de la evaluación de los impactos con los métodos propuestos, así como el análisis de estos:

Cabe recordar que el proyecto consiste en la ampliación de un puente existente y en operación. Es importante señalar que los impactos se justifican con el beneficio que representa tener una estructura de comunicación vial con mejores condiciones para transitar y que los habitantes circundantes obtengan bienes y servicios.

Tabla 5. Resultados de la evaluación con el método Conesa.

Clave	Actividad	Factor ambiental	NATURALEZA (NT)		INTESIDAD (IN)		EXTENSION (EX)		MOMENTO (MO)		PERSISTENCIA (PS)		REVERSIBILIDAD (RV)		SINERGIA (SI)		ACUMULACIÓN (AC)		RELACION CAUSA-EFECTO (EF)		PERIORICIDAD (PR)		RECUPERABILIDAD (MC)		IMPORTANCIA	
a-3	Desmonte y limpieza del área del proyecto	Recarga media/Infiltración	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	22	Compatible
a-5	Desmonte y limpieza del área del proyecto	Microclima	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	22	Compatible
a-7	Desmonte y limpieza del área del proyecto	Compactación/Erosión	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	22	Compatible
a-9	Desmonte y limpieza del área del proyecto	Distribución de especies y abundancia de poblaciones - Flora	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	22	Compatible
a-10	Desmonte y limpieza del área del proyecto	Distribución de especies y abundancia de poblaciones - Fauna	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	22	Compatible
a-11	Desmonte y limpieza del área del proyecto	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sinérgico	2	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	23	Compatible
a-13	Desmonte y limpieza del área del proyecto	Generación de empleo a población local	Benéfico (+)	1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto	1	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	19	Compatible
b-1	Cierre parcial de la circulación sobre la estructura existente	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto	1	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A corto plazo	1	18	Compatible

Clave	Actividad	Factor ambiental	NATURALEZA (NT)		INTESIDAD (IN)		EXTENSION (EX)		MOMENTO (MO)		PERSISTENCIA (PS)		REVERSIBILIDAD (RV)		SINERGIA (SI)		ACUMULACIÓN (AC)		RELACION CAUSA-EFECTO (EF)		PERIORICIDAD (PR)		RECUPERABILIDAD (MC)		IMPORTANCIA	
c-4	Colocación de los primeros pilotes	Residuos en agua	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	22	Compatible
c-11	Colocación de los primeros pilotes	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato	4	Permanente	4	Corto plazo	1	Sinérgico	2	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	24	Compatible
d-2	Perforación para los primeros cabezales	Ruido	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto	1	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A corto plazo	1	18	Compatible
d-4	Perforación para los primeros cabezales	Residuos en agua	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	22	Compatible
d-6	Perforación para los primeros cabezales	Relieve	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	22	Compatible
e-1	Demolición parcial de la super estructura	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto	1	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A corto plazo	1	18	Compatible
e-2	Demolición parcial de la super estructura	Ruido	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto	1	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A corto plazo	1	18	Compatible
e-4	Demolición parcial de la super estructura	Residuos en agua	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	22	Compatible
g-2	Perforación para las pilas derechas	Ruido	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto	1	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A corto plazo	1	18	Compatible

Clave	Actividad	Factor ambiental	NATURALEZA (NT)		INTESIDAD (IN)		EXTENSION (EX)		MOMENTO (MO)		PERSISTENCIA (PS)		REVERSIBILIDAD (RV)		SINERGIA (SI)		ACUMULACIÓN (AC)		RELACION CAUSA-EFECTO (EF)		PERIORICIDAD (PR)		RECUPERABILIDAD (MC)		IMPORTANCIA	
g-4	Perforación para las pilas derechas	Residuos en agua	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	22	Compatible
g-6	Perforación para las pilas derechas	Relieve	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	22	Compatible
h-4	Construcción de las pilas derechas	Residuos en agua	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	22	Compatible
h-11	Construcción de las pilas derechas	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato	4	Permanente	4	Corto plazo	1	Sinérgico	2	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	24	Compatible
i-4	Construcción de cabezales derechos	Residuos en agua	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	22	Compatible
i-11	Construcción de cabezales derechos	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato	4	Permanente	4	Corto plazo	1	Sinérgico	2	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	24	Compatible
j-4	Construcción de losa derecha	Residuos en agua	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	22	Compatible
j-11	Construcción de losa derecha	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato	4	Permanente	4	Corto plazo	1	Sinérgico	2	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	24	Compatible
k-3	Construcción de losas de acceso	Recarga media/Infiltración	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato	4	Permanente	4	Corto plazo	1	Sinérgico	2	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	24	Compatible

Clave	Actividad	Factor ambiental	NATURALEZA (NT)		INTESIDAD (IN)		EXTENSION (EX)		MOMENTO (MO)		PERSISTENCIA (PS)		REVERSIBILIDAD (RV)		SINERGIA (SI)		ACUMULACIÓN (AC)		RELACION CAUSA-EFECTO (EF)		PERIORICIDAD (PR)		RECUPERABILIDAD (MC)		IMPORTANCIA	
k-4	Construcción de losas de acceso	Residuos en agua	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	22	Compatible
k-5	Construcción de losas de acceso	Microclima	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato	4	Permanente	4	Corto plazo	1	Sinérgico	2	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	24	Compatible
k-7	Construcción de losas de acceso	Compactación/Erosión	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato	4	Permanente	4	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	23	Compatible
k-8	Construcción de losas de acceso	Residuos en suelo	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	22	Compatible
k-9	Construcción de losas de acceso	Distribución de especies y abundancia de poblaciones - Flora	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato	4	Permanente	4	Corto plazo	1	Sinérgico	2	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	24	Compatible
k-11	Construcción de losas de acceso	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato	4	Permanente	4	Corto plazo	1	Sinérgico	2	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	24	Compatible
l-4	Construcción de la carpeta asfáltica en la losa derecha	Residuos en agua	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	22	Compatible
l-11	Construcción de la carpeta asfáltica en la losa derecha	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato	4	Permanente	4	Corto plazo	1	Sinérgico	2	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	24	Compatible
n-1	Demolición de la subestructura existente a nivel del terreno natural	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto	1	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A corto plazo	1	18	Compatible

Clave	Actividad	Factor ambiental	NATURALEZA (NT)		INTESIDAD (IN)		EXTENSION (EX)		MOMENTO (MO)		PERSISTENCIA (PS)		REVERSIBILIDAD (RV)		SINERGIA (SI)		ACUMULACIÓN (AC)		RELACION CAUSA-EFECTO (EF)		PERIORICIDAD (PR)		RECUPERABILIDAD (MC)		IMPORTANCIA	
n-2	Demolición de la subestructura existente a nivel del terreno natural	Ruido	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto	1	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A corto plazo	1	18	Compatible
n-4	Demolición de la subestructura existente a nivel del terreno natural	Residuos en agua	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	22	Compatible
ñ-4	Construcción de las pilas izquierdas	Residuos en agua	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	22	Compatible
ñ-11	Construcción de las pilas izquierdas	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato	4	Permanente	4	Corto plazo	1	Sinérgico	2	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	24	Compatible
o-4	Construcción los cabezales izquierdos	Residuos en agua	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	22	Compatible
o-11	Construcción los cabezales izquierdos	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato	4	Permanente	4	Corto plazo	1	Sinérgico	2	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	24	Compatible
p-4	Montaje de las trabes izquierdos	Residuos en agua	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	22	Compatible
p-11	Montaje de las trabes izquierdos	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sinérgico	2	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	23	Compatible
q-4	Construcción de la carpeta asfáltica lado izquierdo	Residuos en agua	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	22	Compatible

Clave	Actividad	Factor ambiental	NATURALEZA (NT)		INTESIDAD (IN)		EXTENSION (EX)		MOMENTO (MO)		PERSISTENCIA (PS)		REVERSIBILIDAD (RV)		SINERGIA (SI)		ACUMULACIÓN (AC)		RELACION CAUSA-EFECTO (EF)		PERIORICIDAD (PR)		RECUPERABILIDAD (MC)		IMPORTANCIA	
q-11	Construcción de la carpeta asfáltica lado izquierdo	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato	4	Permanente	4	Corto plazo	1	Sinérgico	2	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	24	Compatible
r-1	Remoción de escombros	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto	1	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A corto plazo	1	18	Compatible
r-4	Remoción de escombros	Residuos en agua	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	22	Compatible
r-8	Remoción de escombros	Residuos en suelo	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo	4	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	22	Compatible
r-13	Remoción de escombros	Generación de empleo a población local	Benéfico (+)	1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto	1	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	19	Compatible
s-4	Operación del Proyecto y ejecución de actividades de mantenimiento	Residuos en agua	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato	4	Permanente	4	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Acumulativo	4	Indirecto	1	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	23	Compatible
s-8	Operación del Proyecto y ejecución de actividades de mantenimiento	Residuos en suelo	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato	4	Permanente	4	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Acumulativo	4	Indirecto	1	Irregular o apériodico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	23	Compatible
s-11	Operación del Proyecto y ejecución de actividades de mantenimiento	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Parcial	2	Inmediato	4	Permanente	4	Irreversible	4	Sinérgico	2	Simple	1	Directo	4	Continuo	4	A mediano plazo	2	32	Moderado
s-12	Operación del Proyecto y ejecución de actividades de mantenimiento	Servicios Básicos	Benéfico (+)	1	Baja	1	Extenso	4	Inmediato	4	Permanente	4	Irreversible	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo	4	Continuo	4	A mediano plazo	2	35	Moderado

Clave	Actividad	Factor ambiental	NATURALEZA (NT)		INTESIDAD (IN)		EXTENSION (EX)		MOMENTO (MO)		PERSISTENCIA (PS)		REVERSIBILIDAD (RV)		SINERGIA (SI)		ACUMULACIÓN (AC)		RELACION CAUSA-EFECTO (EF)		PERIORICIDAD (PR)		RECUPERABILIDAD (MC)		IMPORTANCIA	
s-13	Operación del Proyecto y ejecución de actividades de mantenimiento	Generación de empleo a población local	Benéfico (+)	1	Baja	1	Extenso	4	Inmediato	4	Permanente	4	Irreversible	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo	4	Continuo	4	A mediano plazo	2	35	Moderado

V.3 ANALÍSIS DE RESULTADACTIVIDADES

A partir de la matriz de interacción se identificaron 54 interacciones entre actividades y factores ambientales. De estas interacciones (impactos potenciales) 51 son perjudiciales y 3 son benéficas.

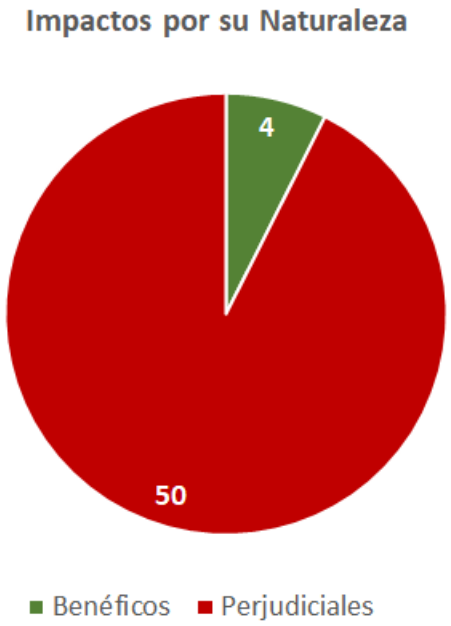


Figura 1. Impactos por su naturaleza.

El factor ambiental que presenta más impactos potenciales perjudiciales es el factor *Residuos en agua*. Por actividad, la actividad que presenta más impactos es la *Construcción de losas de acceso.*

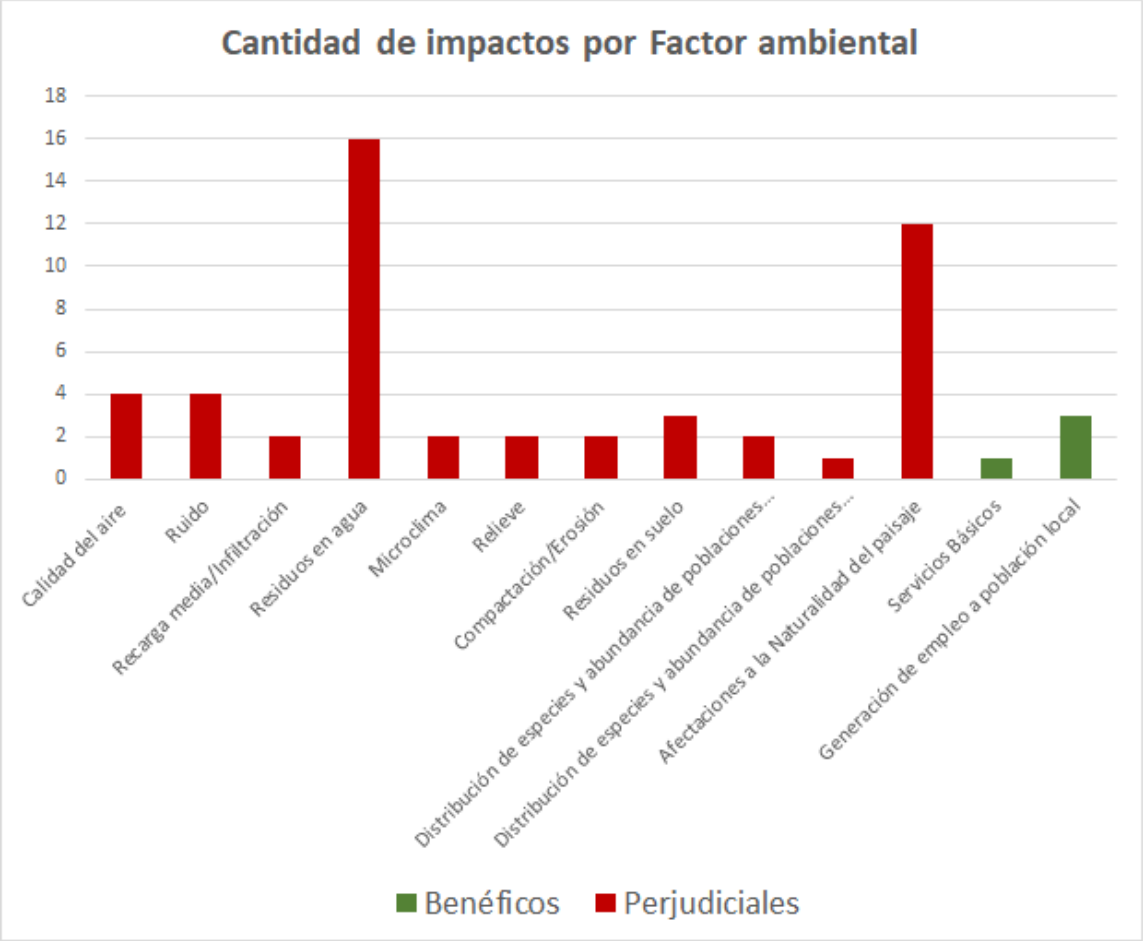


Figura 2. Cantidad de Impactos ambientales por factor ambiental.

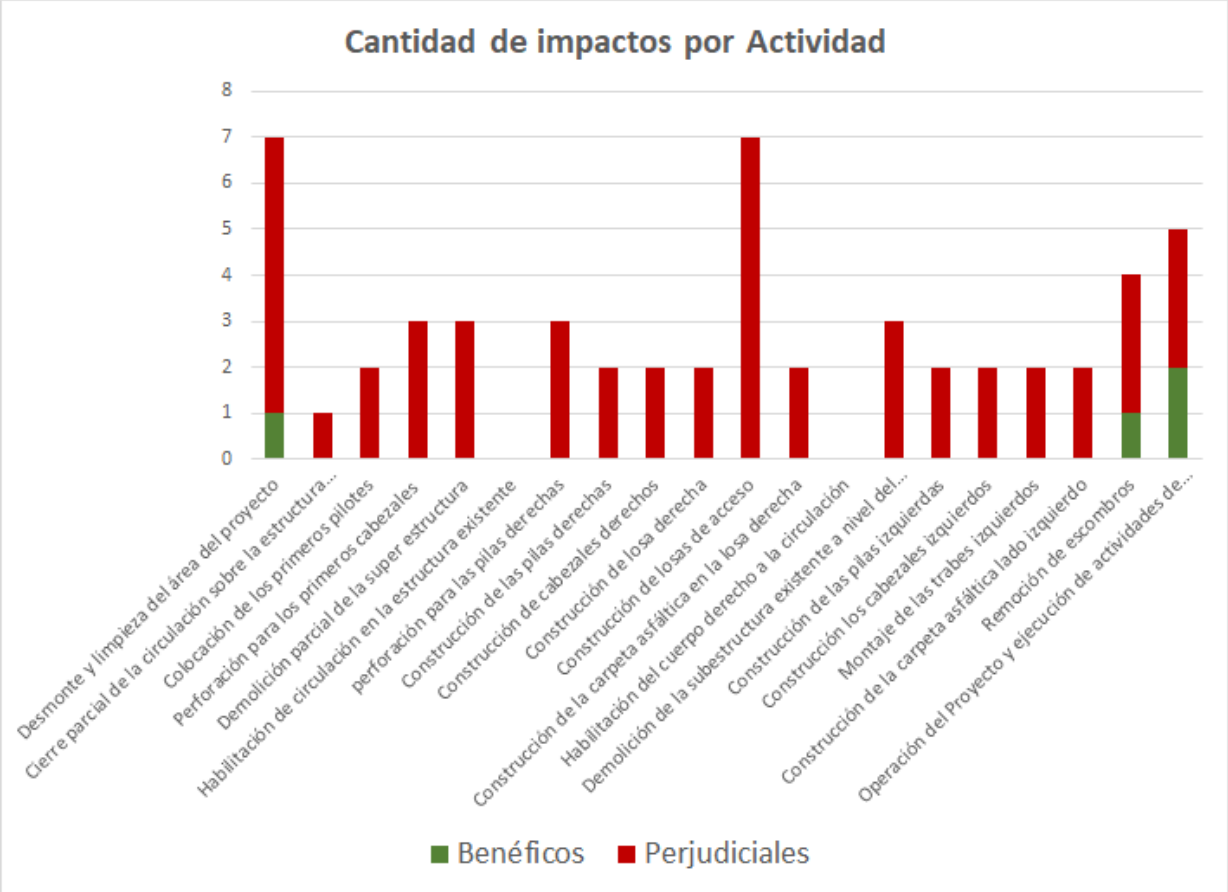


Figura 3. Cantidad de Impactos ambientales por actividad.

Por su importancia, se tienen 50 Impactos Compatibles y 4 impacto moderados.

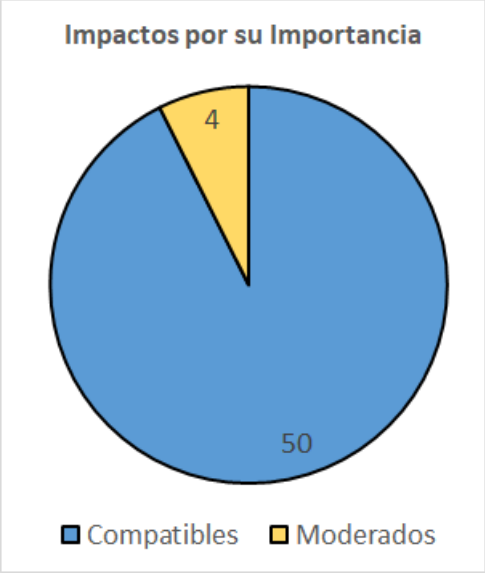


Figura 4. Cantidad de impactos de acuerdo con su Importancia.

De los impactos Compatibles 49 son Perjudiciales y dos son Benéficos, de los impactos moderados dos son benéficos y uno es perjudicial.

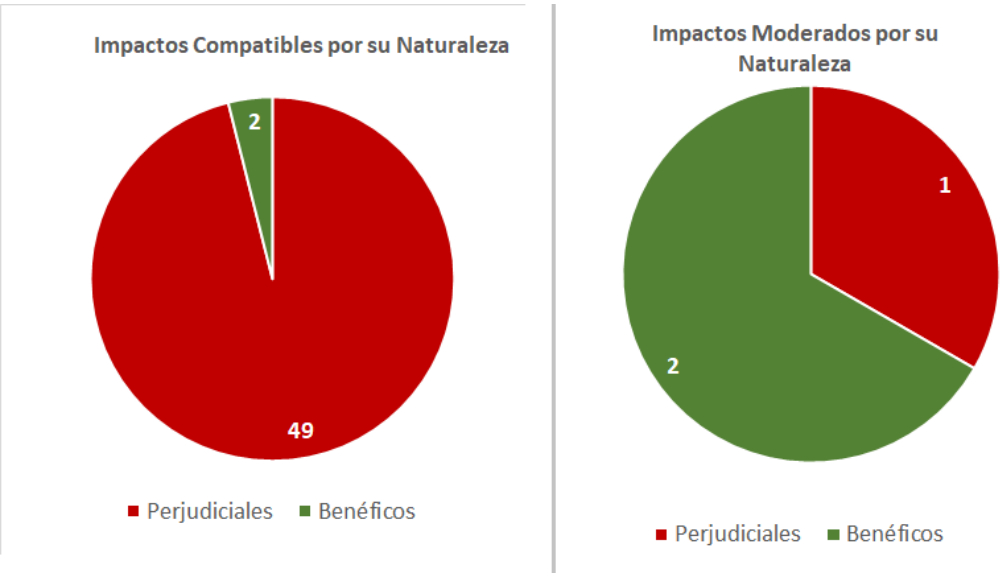


Figura 4. Cantidad de impactos Compatibles y Moderados de acuerdo con su Naturaleza.

V.3 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS

A continuación, se describe cada uno de los potenciales impactos ambientales identificados.

Tabla 6. Descripción de cada uno de los impactos ambientales.

Clave	Actividad	Factor ambiental	Descripción de la afectación	Importancia de acuerdo con el método Conesa
a-3	Desmonte y limpieza del área del proyecto	Recarga media/Infiltración	La actividad requiere el retiro de vegetación en las superficies requeridas, esto derivará en la reducción de la capacidad del suelo en cuanto a la Recarga media e Infiltración de agua hacia el subsuelo. Es una afectación que se realizará solo en algunos puntos específicos.	Compatible
a-5	Desmonte y limpieza del área del proyecto	Microclima	La actividad requiere el retiro de vegetación en las superficies requeridas, esto derivará en la reducción en la regulación del microclima. Es una afectación que se realizará solo en algunos puntos específicos.	Compatible
a-7	Desmonte y limpieza del área del proyecto	Compactación/Erosión	La actividad requiere el retiro de vegetación en las superficies requeridas, esto derivará en la afectación en las características actuales en cuanto Compactación/Erosión. Es una afectación que se realizará solo en algunos puntos específicos.	Compatible
a-9	Desmonte y limpieza del área del proyecto	Distribución de especies y abundancia de poblaciones - Flora	La afectación que tendrá la actividad "Desmonte" implica directamente retirar flora en las superficies requeridas. Es una afectación que se realizará solo en algunos puntos específicos. Es importante destacar que, con base en la revisión de la *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo* (NOM-059-SEMARNAT-2010), se determinó que de las especies que se distribuyen dentro de	Compatible

Clave	Actividad	Factor ambiental	Descripción de la afectación	Importancia de acuerdo con el método Conesa
			la unidad de análisis ninguna se encuentra en dicha norma.	
a-10	Desmonte y limpieza del área del proyecto	Distribución de especies y abundancia de poblaciones - Fauna	La afectación que tendrá la actividad "Desmonte" afectará directamente Distribución de especies y abundancia de poblaciones de Fauna se da por que el retiro de vegetación impacta a la fauna. Hay que considerar que la fauna existente puede desplazarse por sus propios medios a otras áreas aledañas. Es una afectación que se realizará solo en algunos puntos específicos. Cabe señalar que en los muestreos de campo se encontraron 4 especies en la NOM-059-2010-SEMARNAT: Huico llanero (*Aspidoscelis costata*), Sujeta a Protección especial; Iguana mexicana de cola espinosa (*Ctenosaura pectinata*), Amenazada, Culebra chirriadora neotropical (*Masticophis mentovarius*), Amenazada), y Tortuga pecho quebrado mexicana (*Kinosternon integrum*), Sujeta a Protección especial. Aunque solo está la última se registró en AP se plantearán las medidas de mitigación adecuadas para que la fauna que pudiera estar presente no salga afectada.	Compatible
a-11	Desmonte y limpieza del área del proyecto	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	La actividad "Desmonte" requiere el retiro de vegetación en las superficies requeridas, esto impactará directamente a la naturalidad del paisaje. Es una afectación que se realizará solo en algunos puntos específicos	Compatible
a-13	Desmonte y limpieza del área del proyecto	Generación de empleo a población local	La actividad "Desmonte" requiere del retiro de vegetación en las superficies requeridas. Esta actividad requerirá el empleo de personas de las localidades cercanas, por lo que es una afectación directo sobre la generación de empleo en la zona.	Compatible
b-1	Cierre parcial de la circulación sobre la	Calidad del aire	El "Cierre parcial de la circulación" podría causar un poco de acumulación de vehículos circulantes, lo cual podría traer un aumento de emisión de partículas. Esto podría afectar la calidad del aire por	Compatible

Clave	Actividad	Factor ambiental	Descripción de la afectación	Importancia de acuerdo con el método Conesa
	estructura existente		la acumulación de vehículos. Hay que considerar que esta emisión de partículas por esta actividad es temporal y las partículas se dispersan. Es una afectación potencial y mínimo.	
c-4	Colocación de los primeros pilotes	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible
c-11	Colocación de los primeros pilotes	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	La colocación de pilotes afectará directamente a la Naturalidad del paisaje. Sin embargo, hay que considerar que existe actualmente puentes que ya afectan la naturalidad del paisaje. El proyecto consiste en la ampliación de puentes ya existentes y en operación, por lo que este nuevo impacto a la naturalidad del paisaje es mínimo.	Compatible
d-2	Perforación para los primeros cabezales	Ruido	La actividad requiere uso de maquinaria, lo que generará ruido. Es una actividad temporal y hay que considerar que el ruido se disipa.	Compatible
d-4	Perforación para los primeros cabezales	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible
d-6	Perforación para los primeros cabezales	Relieve	Esta actividad requiere remoción de tierra, en puntos específicos. La superficie es mínima, pero se considera. La afectación se toma en cuenta para para para plantear medidas de prevención.	Compatible
e-1	Demolición parcial de la super estructura	Calidad del aire	Esta actividad requiere manejo de materiales, por lo que pueden liberarse polvos derivados de la demolición de materiales de construcción. Es una actividad temporal.	Compatible
e-2	Demolición parcial de la super estructura	Ruido	La actividad requiere uso de maquinaria, lo que generará ruido. Es una actividad temporal y hay que considerar que el ruido se disipa.	Compatible

Clave	Actividad	Factor ambiental	Descripción de la afectación	Importancia de acuerdo con el método Conesa
e-4	Demolición parcial de la super estructura	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible
g-2	Perforación para las pilas derechas	Ruido	La actividad requiere uso de maquinaria, lo que generará ruido. Es una actividad temporal y hay que considerar que el ruido se disipa.	Compatible
g-4	Perforación para las pilas derechas	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible
g-6	Perforación para las pilas derechas	Relieve	Esta actividad requiere remoción de tierra, en puntos específicos. La superficie es mínima, pero se considera La afectación se toma en cuenta para poder para plantear medidas de prevención.	Compatible
h-4	Construcción de las pilas derechas	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible
h-11	Construcción de las pilas derechas	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	La construcción de pilas afectará directamente a la Naturalidad del paisaje. Sin embargo, hay que considerar que existen actualmente puentes y una vialidad en operación que ya afectan la naturalidad del paisaje. El proyecto consiste en la ampliación de puentes ya existentes y en operación, por lo que este nuevo impacto a la naturalidad del paisaje es mínimo.	Compatible
i-4	Construcción de cabezales derechos	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible
i-11	Construcción de cabezales derechos	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	La construcción de cabezales afectará directamente a la Naturalidad del paisaje. Sin embargo, hay que considerar que existen actualmente puentes y una vialidad en operación que ya afectan la	Compatible

Clave	Actividad	Factor ambiental	Descripción de la afectación	Importancia de acuerdo con el método Conesa
			naturalidad del paisaje. El proyecto consiste en la ampliación de puentes ya existentes y en operación, por lo que este nuevo impacto a la naturalidad del paisaje es mínimo.	
j-4	Construcción de losa derecha	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible
j-11	Construcción de losa derecha	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	La construcción de losas para la circulación afectará directamente a la Naturalidad del paisaje. Sin embargo, hay que considerar que existen actualmente puentes y una vialidad en operación que ya afectan la naturalidad del paisaje. El proyecto consiste en la ampliación de puentes ya existentes y en operación, por lo que este nuevo impacto a la naturalidad del paisaje es mínimo.	Compatible
k-3	Construcción de losas de acceso	Recarga media/Infiltración	La actividad requiere la colocación de materiales de construcción de puntos específicos en el suelo, lo que afectará la capacidad de infiltrar afua en esos puntos. Las superficies donde estarán las losas de acceso son superficies mínimas.	Compatible
k-4	Construcción de losas de acceso	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible
k-5	Construcción de losas de acceso	Microclima	La actividad requiere la colocación de materiales de construcción de puntos específicos en el suelo, lo que afectará las características de regulación de microclima en esos puntos. Las superficies donde estarán las losas de acceso son superficies mínimas.	Compatible
k-7	Construcción de losas de acceso	Compactación/Erosión	La actividad requiere la colocación de materiales de construcción de puntos específicos en el suelo, lo que afectará las características de compactación /erosión en esos puntos. Las superficies donde estarán las losas de acceso son superficies mínimas.	Compatible

Clave	Actividad	Factor ambiental	Descripción de la afectación	Importancia de acuerdo con el método Conesa
k-8	Construcción de losas de acceso	Residuos en suelo	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en los suelos circundantes, es una afectación potencial.	Compatible
k-9	Construcción de losas de acceso	Distribución de especies y abundancia de poblaciones - Flora	La actividad requiere la colocación de materiales de construcción de puntos específicos en el suelo, lo que evitará la que nueva flora se establezca en estos puntos. Las superficies donde estarán las losas de acceso son superficies mínimas. Es importante destacar que, con base en la revisión de la *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo* (NOM-059-SEMARNAT-2010), se determinó que de las especies que se distribuyen dentro de la unidad de análisis ninguna se encuentra en dicha norma.	Compatible
k-11	Construcción de losas de acceso	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	La construcción de losas para la circulación en el puente afectará directamente a la Naturalidad del paisaje. Sin embargo, hay que considerar que existen actualmente puentes y una vialidad en operación que ya afectan la naturalidad del paisaje. El proyecto consiste en la ampliación de puentes ya existentes y en operación, por lo que este nuevo impacto a la naturalidad del paisaje es mínimo.	Compatible
l-4	Construcción de la carpeta asfáltica en la losa derecha	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible
l-11	Construcción de la carpeta asfáltica en la losa derecha	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	La construcción de la carpeta asfáltica para la circulación en el puente afectará directamente a la Naturalidad del paisaje. Sin embargo, hay que considerar que existen actualmente puentes y una vialidad en operación que ya afectan la	Compatible

Clave	Actividad	Factor ambiental	Descripción de la afectación	Importancia de acuerdo con el método Conesa
			naturalidad del paisaje. El proyecto consiste en la ampliación de puentes ya existentes y en operación, por lo que este nuevo impacto a la naturalidad del paisaje es mínimo.	
n-1	Demolición de la subestructura existente a nivel del terreno natural	Calidad del aire	Esta actividad requiere manejo de materiales, por lo que pueden liberarse polvos derivados de la demolición de materiales de construcción. Es una actividad temporal.	Compatible
n-2	Demolición de la subestructura existente a nivel del terreno natural	Ruido	La actividad requiere uso de maquinaria, la que generará ruido. Es una actividad temporal y hay que considerar que el ruido se disipa.	Compatible
n-4	Demolición de la subestructura existente a nivel del terreno natural	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible
ñ-4	Construcción de las pilas izquierdas	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible
ñ-11	Construcción de las pilas izquierdas	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	La construcción de pilas afectará directamente a la Naturalidad del paisaje. Sin embargo, hay que considerar que existen actualmente puentes y una vialidad en operación que ya afectan la naturalidad del paisaje. El proyecto consiste en la ampliación de puentes ya existentes y en operación, por lo que este nuevo impacto a la naturalidad del paisaje es mínimo.	Compatible
o-4	Construcción los cabezales izquierdos	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible

Clave	Actividad	Factor ambiental	Descripción de la afectación	Importancia de acuerdo con el método Conesa
o-11	Construcción los cabezales izquierdos	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	La construcción de cabezales afectará directamente a la Naturalidad del paisaje. Sin embargo, hay que considerar que existen actualmente puentes y una vialidad en operación que ya afectan la naturalidad del paisaje. El proyecto consiste en la ampliación de puentes ya existentes y en operación, por lo que este nuevo impacto a la naturalidad del paisaje es mínimo.	Compatible
p-4	Montaje de las trabes izquierdos	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible
p-11	Montaje de las trabes izquierdos	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	El montaje de trabes afectará directamente a la Naturalidad del paisaje. Sin embargo, hay que considerar que existen actualmente puentes y una vialidad en operación que ya afectan la naturalidad del paisaje. El proyecto consiste en la ampliación de puentes ya existentes y en operación, por lo que este nuevo impacto a la naturalidad del paisaje es mínimo.	Compatible
q-4	Construcción de la carpeta asfáltica lado izquierdo	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible
q-11	Construcción de la carpeta asfáltica lado izquierdo	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	La construcción de la carpeta asfáltica para la circulación en el puente afectará directamente a la Naturalidad del paisaje. Sin embargo, hay que considerar que existen actualmente puentes y una vialidad en operación que ya afectan la naturalidad del paisaje. El proyecto consiste en la ampliación de puentes ya existentes y en operación, por lo que este nuevo impacto a la naturalidad del paisaje es mínimo.	Compatible
r-1	Remoción de escombros	Calidad del aire	Esta actividad requiere manejo de materiales, por lo que pueden liberarse polvos derivados de la demolición de materiales de construcción. Es una actividad temporal.	Compatible

Clave	Actividad	Factor ambiental	Descripción de la afectación	Importancia de acuerdo con el método Conesa
r-4	Remoción de escombros	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible
r-8	Remoción de escombros	Residuos en suelo	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en los suelos circundantes, es una afectación potencial.	Compatible
r-13	Remoción de escombros	Generación de empleo a población local	Esta actividad requerirá directamente el empleo de personas de las localidades cercanas, para trasladar escombros a camiones para traslado, por lo que es una afectación directo sobre la generación de empleo en la zona.	Compatible
s-4	Operación del Proyecto y ejecución de actividades de mantenimiento	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible
s-8	Operación del Proyecto y ejecución de actividades de mantenimiento	Residuos en suelo	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en los suelos circundantes, es una afectación potencial.	Compatible
s-11	Operación del Proyecto y ejecución de actividades de mantenimiento	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	La circulación en el puente afectará directamente a la Naturalidad del paisaje. Sin embargo, hay que considerar que existen actualmente puentes y una vialidad en operación que ya afectan la naturalidad del paisaje. El proyecto consiste en la ampliación de puentes ya existentes y en operación, por lo que este nuevo impacto a la naturalidad del paisaje es mínimo.	Moderado
s-12	Operación del Proyecto y ejecución de actividades de mantenimiento	Servicios Básicos	La Operación del puente ampliado impulsa directamente la obtención de servicios básicos por parte de los habitantes de la región.	Moderado

Clave	Actividad	Factor ambiental	Descripción de la afectación	Importancia de acuerdo con el método Conesa
s-13	Operación del Proyecto y ejecución de actividades de mantenimiento	Generación de empleo a población local	El mantenimiento del puente requerirá cada cierto tiempo el empleo de algunas personas que vivan en localidad cercanas a los puentes.	Moderado

V.4 IMPACTOS RESIDUALES

Los impactos cuyos efectos persisten aun cuando se han realizado aplicado las medidas de mitigación se conocen como impactos residuales debido a que se manifiestan posterior a la ejecución de medidas de mitigación y pueden ser permanentes. Estos suelen darse por el establecimiento de estructuras permanentes. Los cambios se manifiestan por la modificación de y por la pérdida de características físicas del suelo porque el asfalto sella completamente el suelo.

Los impactos residuales identificados son: los impactos de la actividad *Construcción de losas de acceso* sobre los factores ambientales Microclima (k-5), Compactación/Erosión (k-6) y *Distribución de especies y abundancia de poblaciones de Flora* (k-9), y el impacto de la Actividad Operación del Proyecto sobre el factor *Afectaciones a la Naturalidad del paisaje* (s-11).

Tabla 7. Impactos residuales

Clave	Actividad	Factor ambiental	Descripción de la afectación	Importancia de acuerdo con el método Conesa
k-5	Construcción de losas de acceso	Microclima	La actividad requiere la colocación de materiales de construcción de puntos específicos en el suelo, lo que afectará las características de regulación de microclima en esos puntos. Las superficies donde estarán las losas de acceso son superficies mínimas.	Compatible
k-7	Construcción de losas de acceso	Compactación/Erosión	La actividad requiere la colocación de materiales de construcción de puntos específicos en el suelo, lo que afectará las características de compactación /erosión en esos puntos. Las superficies donde estarán las losas de acceso son superficies mínimas.	Compatible

Clave	Actividad	Factor ambiental	Descripción de la afectación	Importancia de acuerdo con el método Conesa
k-9	Construcción de losas de acceso	Distribución de especies y abundancia de poblaciones - Flora	La actividad requiere la colocación de materiales de construcción de puntos específicos en el suelo, lo que evitará la que nueva flora se establezca en estos puntos. Las superficies donde estarán las losas de acceso son superficies mínimas. Es importante destacar que, con base en la revisión de la *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo* (NOM-059-SEMARNAT-2010), se determinó que de las especies que se distribuyen dentro de la unidad de análisis ninguna se encuentra en dicha norma.	Compatible
s-11	Operación del Proyecto y ejecución de actividades de mantenimiento	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	La circulación en el puente afectará directamente a la Naturalidad del paisaje. Sin embargo, hay que considerar que existen actualmente puentes y una vialidad en operación que ya afectan la naturalidad del paisaje. El proyecto consiste en la ampliación de puentes ya existentes y en operación, por lo que este nuevo impacto a la naturalidad del paisaje es mínimo.	Moderado

Cabe señalar que para los impactos ambientales identificados se plantearan las medidas de mitigación adecuadas, incluyendo medidas de mitigación (en el sentido de atenuación), preventivas y compensatorias, para que el proyecto pueda realizarse sin que el SAR pierda o reduzca los servicios ambientales que actualmente presenta.

Cabe señalar que el SAR ya está impactado principalmente por actividad agrícola, que representan el 53% del SAR. Además, en el SAR ya hay una red vial pavimentada y en operación, por lo que las condiciones naturales en el SAR ya están modificadas. También cabe recordar que el proyecto consiste en la ampliación de un puente existente y en operación. Es importante señalar que los impactos se justifican con el beneficio que representa tener una estructura de comunicación vial con mejores condiciones para transitar y que los habitantes circundantes obtengan bienes y servicios.

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

CAPÍTULO VI

ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes: Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco II ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 y Rijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla

Tabla de contenido

VI.

VI ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 2

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental 2

VI. PREVENCIÓN. AQUELLAS OBRAS O ACCIONES TENDIENTES PARA EVITAR QUE EL IMPACTO SE MANIFIESTE. 4

VI.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL 22

6.1.1 Seguimiento y control 24
6.1.2 Seguimiento de las emisiones de ruido, partículas y gases. 25
6.1.3 Seguimiento de las afectaciones del suelo. 26
6.1.4 Seguimiento al manejo de residuos. 27
6.1.5 Seguimiento de las afectaciones de la flora y fauna. 27
6.1.6 Presentación de informes 27
6.2 Capacitación ambiental 29
6.3 Acciones para el Manejo de residuos 31
6.3.1 Manejo de residuos solidos 31
6.3.2 Manejo de residuos líquidos 32
6.3.3 Manejo de residuos peligroso y de manejo especial 32
6.3.4 Residuos sanitarios 32
6.4 Acciones para el control de emisión de partículas y ruido 33
6.5 Acciones de rescate y reubicación de flora 36
6.6 Acciones para el ahuyentamiento de Fauna 44
6.6.1 Técnicas de ahuyentamiento 44
6.6.2 Técnicas de captura 46
6.6.3 Indicadores de desempeño y éxito de las acciones 49
6.7 Revegetación 50
6.8 Indicadores ambientales 51

VI ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

De acuerdo con lo establecido en la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, la presente sección se construye mediante la identificación de las medidas de mitigación o correctivas de los impactos ambientales, bajo la premisa de que siempre es mejor no producirlos que establecer medidas correctivas.

Las medidas de protección y mitigación que se proponen en el presente capítulo, responden por tanto a los principales aspectos señalados en los capítulos anteriores y atienden a las acciones del proyecto de acuerdo a su carácter e importancia en la aplicación, así como a la relación con el impacto; las medidas se clasifican en preventivas y de mitigación las cuales están definidas en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental en su artículo 3º del capítulo 1 fracción XIII y XIV.

XIII. MEDIDAS PREVENTIVAS (PREV). Es el conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

XIV. MEDIDAS DE MITIGACIÓN (MIT). Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

De acuerdo con los resultados del Capítulo V, se identificaron 54 impactos potenciales. De éstos 51 son perjudiciales y 3 son benéficos y por su importancia, se tienen 50 Impactos Compatibles y 4 impacto moderados, no se identificaron impactos Severos ni Críticos.

VI.1.1 Clasificación de las medidas de mitigación

La posible generación de los impactos ambientales mencionados crea la necesidad de definir aquellas medidas que permitan la prevención, mitigación o compensación de estos. Las medidas agrupadas dentro del concepto de "mitigación" buscan moderar, aplacar o disminuir el efecto negativo de las obras realizadas por la construcción de proyectos. Estas medidas pueden ser agrupadas de acuerdo con los siguientes términos:

- **Mitigación.** Aquellas obras o acciones propuestas para lograr que el factor ambiental bajo análisis se mantenga en una condición similar a la existente antes de la ejecución del proyecto, procurando que sea afectado lo menos posible por la incidencia de este.
- **Restauración.** Acciones o medidas que buscan recuperar, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales anteriores a la perturbación, remediando los cambios al ambiente, por lo que su aplicación es posterior a la aparición de los efectos del impacto ambiental.
- **Compensación.** Acciones o medidas que compensen el impacto ocasionado cuando no existen alternativas para su prevención, mitigación o restauración. Estas medidas deberán ser proporcionales al impacto ocasionado.
- **Control.** Su propósito es asegurar el cumplimiento de acciones correctivas sobre ciertos factores ambientales y/o acciones del proyecto.
- **Prevención.** Aquellas obras o acciones tendientes para evitar que el impacto se manifieste.

La importancia de las medidas de mitigación está dada por diferentes aspectos. Las medidas preventivas adquieren gran relevancia porque su correcta ejecución evitará que ocurran ciertos impactos. En este sentido, las medidas de prevención son prioritarias, no obstante, las medidas de mitigación son de gran importancia para tratar de minimizar los impactos producidos por las acciones que propicien los impactos más significativos. Para el proyecto se contemplan las siguientes medidas.

VI. PREVENCIÓN. AQUELLAS OBRAS O ACCIONES TENDIENTES PARA EVITAR QUE EL IMPACTO SE MANIFIESTE.

A continuación se enumera la medida de mitigación propuesta para da impacto identificado

Tabla 1. Medida de mitigación propuesta para cada impacto identificado.

Clave del impacto	Actividad	Factor ambiental	Descripción del impacto	Importancia del impacto	Medida de mitigación propuesta	Tipo de medida
a-3	Desmonte y limpieza del área del proyecto	Recarga media/Infiltración	La actividad requiere el retiro de vegetación en las superficies requeridas, esto derivará en la reducción de la capacidad del suelo en cuanto a la Recarga media e Infiltración de agua hacia el subsuelo. Es una afectación que se realizará solo en algunos puntos específicos.	Compatible	Se plantea el rescate y reubicación de flora. Se plantean acciones de revegetación en sitios que actualmente están desprovistos de vegetación.	Restauración
a-5	Desmonte y limpieza del área del proyecto	Microclima	La actividad requiere el retiro de vegetación en las superficies requeridas, esto derivará en la reducción en la regulación del microclima. Es una afectación que se realizará solo en algunos puntos específicos.	Compatible	Se plantea el rescate y reubicación de flora. Se plantean acciones de revegetación en sitios que actualmente están desprovistos de vegetación.	Restauración
a-7	Desmonte y limpieza del área del proyecto	Compactación/Erosión	La actividad requiere el retiro de vegetación en las superficies requeridas, esto derivará en la afectación en las características actuales en cuanto Compactación/Erosión. Es una afectación que se realizará solo en algunos puntos específicos.	Compatible	Se plantea el rescate y reubicación de flora. Se plantean acciones de revegetación en sitios donde actualmente están desprovistos de vegetación.	Restauración

Clave del impacto	Actividad	Factor ambiental	Descripción del impacto	Importancia del impacto	Medida de mitigación propuesta	Tipo de medida
a-9	Desmonte y limpieza del área del proyecto	Distribución de especies y abundancia de poblaciones - Flora	La afectación que tendrá la actividad "Desmonte" implica directamente retirar flora en las superficies requeridas. Es una afectación que se realizará solo en algunos puntos específicos. Es importante destacar que, con base en la revisión de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), se determinó que de las especies que se distribuyen dentro de la unidad de análisis ninguna se encuentra en dicha norma.	Compatible	Se plantea el rescate y reubicación de flora. Se plantean acciones de revegetación en sitios que actualmente están desprovistos de vegetación.	Preventiva
a-10	Desmonte y limpieza del área del proyecto	Distribución de especies y abundancia de poblaciones - Fauna	La afectación que tendrá la actividad "Desmonte" afectará directamente Distribución de especies y abundancia de poblaciones de Fauna se da por que el retiro de vegetación impacta a la fauna. Hay que considerar que la fauna existente puede desplazarse por sus propios medios a otras áreas aledañas. Es una afectación que se realizará solo en algunos puntos específicos. Cabe señalar que en los muestreos de campo se encontraron 4 especies en la NOM-059-2010-SEMARNAT: Huico llanero (Aspidoscelis costata), Sujeta a Protección especial; Iguana mexicana de cola espinosa (Ctenosaura pectinata), Amenazada, Culebra chirriadora neotropical (Masticophis mentovarius), Amenazada), y Tortuga	Compatible	Se plantean acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna. Esta actividad es para prevenir el daño a organismos durante la construcción del proyecto.	Preventiva

Clave del impacto	Actividad	Factor ambiental	Descripción del impacto	Importancia del impacto	Medida de mitigación propuesta	Tipo de medida
			pecho quebrado mexicana (Kinosternon integrum), Sujeta a Protección especial. Aunque solo está la última se registró en AP se plantearán las medidas de mitigación adecuadas para que la fauna que pudiera estar presente no salga afectada.			
a-11	Desmonte y limpieza del área del proyecto	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	La actividad "Desmonte" requiere el retiro de vegetación en las superficies requeridas, esto impactará directamente a la naturalidad del paisaje. Es una afectación que se realizará solo en algunos puntos específicos	Compatible	Se plantea el rescate y reubicación de flora. Se plantean acciones de revegetación en sitios que actualmente están desprovistos de vegetación. Se plantea la ejecución de Acciones de Vigilancia Ambiental para supervisar que las superficies afectadas no excedan lo necesario y planteado en el proyecto de construcción. Al terminar la construcción del proyecto y la ejecución de las medidas de mitigación este factor ambiental no habrá sufrido alteraciones importantes.	Restauración
a-13	Desmonte y limpieza del área del proyecto	Generación de empleo a población local	La actividad "Desmonte" requiere del retiro de vegetación en las superficies requeridas. Esta actividad requerirá el empleo de personas de las localidades cercanas, por lo que es una afectación directo sobre la generación de empleo en la zona.	Compatible	IMPACTO BENÉFICO	

Clave del impacto	Actividad	Factor ambiental	Descripción del impacto	Importancia del impacto	Medida de mitigación propuesta	Tipo de medida
b-1	Cierre parcial de la circulación sobre la estructura existente	Calidad del aire	El "Cierre parcial de la circulación" podría causar un poco de acumulación de vehículos circulantes, lo cual podría traer un aumento de emisión de partículas. Esto podría afectar la calidad del aire por la acumulación de vehículos. Hay que considerar que esta emisión de partículas por esta actividad es temporal y las partículas se dispersan. Es una afectación potencial y mínimo.	Compatible	Se plantea la asignación de personal para dirigir el tráfico, y evitar acumulación vehicular en los puntos de cierre parcial de la circulación	Preventiva
c-4	Colocación de los primeros pilotes	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible	Se plantea ejecutar un Plan integral de residuos combinado con la ejecución de un Programa de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se supervisará la ejecución de las medidas de mitigación.	Preventiva
c-11	Colocación de los primeros pilotes	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	La colocación de pilotes afectará directamente a la Naturalidad del paisaje. Sin embargo, hay que considerar que existe actualmente puentes que ya afectan la naturalidad del paisaje. El proyecto consiste en la ampliación de puentes ya existentes y en operación, por lo que este nuevo impacto a la naturalidad del paisaje es mínimo.	Compatible	Se plantea el rescate y reubicación de flora. Se plantean acciones de revegetación en sitios que actualmente están desprovistos de vegetación. Se plantea la ejecución de Acciones de Vigilancia Ambiental para supervisar que las superficies afectadas no excedan lo necesario y planteado en el proyecto de construcción. Al terminar la construcción del proyecto y la ejecución de las medidas	Restauración

Clave del impacto	Actividad	Factor ambiental	Descripción del impacto	Importancia del impacto	Medida de mitigación propuesta	Tipo de medida
					de mitigación este factor ambiental no habrá sufrido alteraciones importantes.	
d-2	Perforación para los primeros cabezales	Ruido	La actividad requiere uso de maquinaria, lo que generará ruido. Es una actividad temporal y hay que considerar que el ruido se disipa.	Compatible	Se plante realizar estas actividades solo en horas del día para no crear ruido de noche.	Mitigación
d-4	Perforación para los primeros cabezales	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible	Se plantea ejecutar un Plan integral de residuos combinado con la ejecución de un Programa de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se supervisará la ejecución de las medidas de mitigación.	Preventiva
d-6	Perforación para los primeros cabezales	Relieve	Esta actividad requiere remoción de tierra, en puntos específicos. La superficie es mínima, pero se considera. La afectación se toma en cuenta para para para plantear medidas de prevención.	Compatible	Se plantea la supervisión ambiental para asegurarse que las zonas perforadas sean solo las necesarias, como lo marca el proyecto de ingeniería.	Restauración
e-1	Demolición parcial de la super estructura	Calidad del aire	Esta actividad requiere manejo de materiales, por lo que pueden liberarse polvos derivados de la demolición de materiales de construcción. Es una actividad temporal.	Compatible	Se plantea la supervisión ambiental par vigilar que los escombros estén húmedos, en caso de ser necesario colocar lonas para evitar la dispersión de polvos.	Preventiva
e-2	Demolición parcial de la super estructura	Ruido	La actividad requiere uso de maquinaria, lo que generará ruido. Es una actividad temporal y hay que considerar que el ruido se disipa.	Compatible	Se plante realizar estas actividades solo en horas del día para no crear ruido de noche.	Mitigación

Clave del impacto	Actividad	Factor ambiental	Descripción del impacto	Importancia del impacto	Medida de mitigación propuesta	Tipo de medida
e-4	Demolición parcial de la super estructura	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible	Se plantea ejecutar un Plan integral de residuos combinado con la ejecución de un Programa de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se supervisará la ejecución de las medidas de mitigación.	Preventiva
g-2	Perforación para las pilas derechas	Ruido	La actividad requiere uso de maquinaria, lo que generará ruido. Es una actividad temporal y hay que considerar que el ruido se disipa.	Compatible	Se plante realizar estas actividades solo en horas del día para no crear ruido de noche.	Mitigación
g-4	Perforación para las pilas derechas	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible	Se plantea ejecutar un Plan integral de residuos combinado con la ejecución de un Programa de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se supervisará la ejecución de las medidas de mitigación.	Preventiva
g-6	Perforación para las pilas derechas	Relieve	Esta actividad requiere remoción de tierra, en puntos específicos. La superficie es mínima, pero se considera La afectación se toma en cuenta para poder para plantear medidas de prevención.	Compatible	Se plantea la supervisión ambiental para asegurarse que las zonas perforadas sean solo las necesarias, como lo marca el proyecto de ingeniería.	Restauración
h-4	Construcción de las pilas derechas	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible	Se plantea ejecutar un Plan integral de residuos combinado con la ejecución de un Programa de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se	Preventiva

Clave del impacto	Actividad	Factor ambiental	Descripción del impacto	Importancia del impacto	Medida de mitigación propuesta	Tipo de medida
					supervisará la ejecución de las medidas de mitigación.	
h-11	Construcción de las pilas derechas	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	La construcción de pilas afectará directamente a la Naturalidad del paisaje. Sin embargo, hay que considerar que existen actualmente puentes y una vialidad en operación que ya afectan la naturalidad del paisaje. El proyecto consiste en la ampliación de puentes ya existentes y en operación, por lo que este nuevo impacto a la naturalidad del paisaje es mínimo.	Compatible	Se plantea el rescate y reubicación de flora. Se plantean acciones de revegetación en sitios que actualmente están desprovistos de vegetación. Se plantea la ejecución de Acciones de Vigilancia Ambiental para supervisar que las superficies afectadas no excedan lo necesario y planteado en el proyecto de construcción. Al terminar la construcción del proyecto y la ejecución de las medidas de mitigación este factor ambiental no habrá sufrido alteraciones importantes.	Preventiva
i-4	Construcción de cabezales derechos	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible	Se plantea ejecutar un Plan integral de residuos combinado con la ejecución de un Programa de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se supervisará la ejecución de las medidas de mitigación.	Preventiva

Clave del impacto	Actividad	Factor ambiental	Descripción del impacto	Importancia del impacto	Medida de mitigación propuesta	Tipo de medida
i-11	Construcción de cabezales derechos	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	La construcción de cabezales afectará directamente a la Naturalidad del paisaje. Sin embargo, hay que considerar que existen actualmente puentes y una vialidad en operación que ya afectan la naturalidad del paisaje. El proyecto consiste en la ampliación de puentes ya existentes y en operación, por lo que este nuevo impacto a la naturalidad del paisaje es mínimo.	Compatible	Se plantea el rescate y reubicación de flora. Se plantean acciones de revegetación en sitios que actualmente están desprovistos de vegetación. Se plantea la ejecución de Acciones de Vigilancia Ambiental para supervisar que las superficies afectadas no excedan lo necesario y planteado en el proyecto de construcción. Al terminar la construcción del proyecto y la ejecución de las medidas de mitigación este factor ambiental no habrá sufrido alteraciones importantes.	Preventiva
j-4	Construcción de losa derecha	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible	Se plantea ejecutar un Plan integral de residuos combinado con la ejecución de un Programa de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se supervisará la ejecución de las medidas de mitigación.	Preventiva
j-11	Construcción de losa derecha	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	La construcción de losas para la circulación afectará directamente a la Naturalidad del paisaje. Sin embargo, hay que considerar que existen actualmente puentes y una vialidad en operación que ya afectan la naturalidad del paisaje. El proyecto consiste en la	Compatible	Se plantea el rescate y reubicación de flora. Se plantean acciones de revegetación en sitios que actualmente están desprovistos de vegetación.	Preventiva

Clave del impacto	Actividad	Factor ambiental	Descripción del impacto	Importancia del impacto	Medida de mitigación propuesta	Tipo de medida
			ampliación de puentes ya existentes y en operación, por lo que este nuevo impacto a la naturalidad del paisaje es mínimo.		Se plantea la ejecución de Acciones de Vigilancia Ambiental para supervisar que las superficies afectadas no excedan lo necesario y planteado en el proyecto de construcción. Al terminar la construcción del proyecto y la ejecución de las medidas de mitigación este factor ambiental no habrá sufrido alteraciones importantes.	
k-3	Construcción de losas de acceso	Recarga media/Infiltración	La actividad requiere la colocación de materiales de construcción de puntos específicos en el suelo, lo que afectará la capacidad de infiltrar afua en esos puntos. Las superficies donde estarán las losas de acceso son superficies mínimas.	Compatible	Las actividades de revegetación en zonas que actualmente carezcan de vegetación servirán para compensar esta afectación.	Restauración
k-4	Construcción de losas de acceso	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible	Se plantea ejecutar un Plan integral de residuos combinado con la ejecución de un Programa de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se supervisará la ejecución de las medidas de mitigación.	Preventiva
k-5	Construcción de losas de acceso	Microclima	La actividad requiere la colocación de materiales de construcción de puntos específicos en el suelo, lo que afectará las características de regulación de microclima en esos puntos. Las superficies donde estarán las losas de acceso son superficies mínimas.	Compatible	Las actividades de revegetación en zonas que actualmente carezcan de vegetación servirán para compensar esta afectación.	Restauración

Clave del impacto	Actividad	Factor ambiental	Descripción del impacto	Importancia del impacto	Medida de mitigación propuesta	Tipo de medida
k-7	Construcción de losas de acceso	Compactación/Erosión	La actividad requiere la colocación de materiales de construcción de puntos específicos en el suelo, lo que afectará las características de compactación /erosión en esos puntos. Las superficies donde estarán las losas de acceso son superficies mínimas.	Compatible	Las actividades de revegetación en zonas que actualmente carezcan de vegetación servirán para compensar esta afectación.	Restauración
k-8	Construcción de losas de acceso	Residuos en suelo	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en los suelos circundantes, es una afectación potencial.	Compatible	Se plantea ejecutar un Plan integral de residuos combinado con la ejecución de un Programa de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se supervisará la ejecución de las medidas de mitigación.	Preventiva
k-9	Construcción de losas de acceso	Distribución de especies y abundancia de poblaciones - Flora	La actividad requiere la colocación de materiales de construcción de puntos específicos en el suelo, lo que evitará la que nueva flora se establezca en estos puntos. Las superficies donde estarán las losas de acceso son superficies mínimas. Es importante destacar que, con base en la revisión de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), se determinó que de las especies que se distribuyen dentro de la unidad de análisis ninguna se encuentra en dicha norma.	Compatible	Las actividades de revegetación en zonas que actualmente carezcan de vegetación servirán para compensar esta afectación.	Restauración

Clave del impacto	Actividad	Factor ambiental	Descripción del impacto	Importancia del impacto	Medida de mitigación propuesta	Tipo de medida
k-11	Construcción de losas de acceso	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	La construcción de losas para la circulación en el puente afectará directamente a la Naturalidad del paisaje. Sin embargo, hay que considerar que existen actualmente puentes y una vialidad en operación que ya afectan la naturalidad del paisaje. El proyecto consiste en la ampliación de puentes ya existentes y en operación, por lo que este nuevo impacto a la naturalidad del paisaje es mínimo.	Compatible	Se plantea el rescate y reubicación de flora. Se plantean acciones de revegetación en sitios que actualmente están desprovistos de vegetación. Se plantea la ejecución de Acciones de Vigilancia Ambiental para supervisar que las superficies afectadas no excedan lo necesario y planteado en el proyecto de construcción. Al terminar la construcción del proyecto y la ejecución de las medidas de mitigación este factor ambiental no habrá sufrido alteraciones importantes.	Preventiva
l-4	Construcción de la carpeta asfáltica en la losa derecha	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible	Se plantea ejecutar un Plan integral de residuos combinado con la ejecución de un Programa de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se supervisará la ejecución de las medidas de mitigación.	Preventiva
l-11	Construcción de la carpeta asfáltica en la losa derecha	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	La construcción de la carpeta asfáltica para la circulación en el puente afectará directamente a la Naturalidad del paisaje. Sin embargo, hay que considerar que existen actualmente puentes y una vialidad en operación que ya afectan la naturalidad del paisaje. El	Compatible	Se plantea el rescate y reubicación de flora. Se plantean acciones de revegetación en sitios que actualmente están desprovistos de vegetación.	Preventiva

Clave del impacto	Actividad	Factor ambiental	Descripción del impacto	Importancia del impacto	Medida de mitigación propuesta	Tipo de medida
			proyecto consiste en la ampliación de puentes ya existentes y en operación, por lo que este nuevo impacto a la naturalidad del paisaje es mínimo.		Se plantea la ejecución de Acciones de Vigilancia Ambiental para supervisar que las superficies afectadas no excedan lo necesario y planteado en el proyecto de construcción. Al terminar la construcción del proyecto y la ejecución de las medidas de mitigación este factor ambiental no habrá sufrido alteraciones importantes.	
n-1	Demolición de la subestructura existente a nivel del terreno natural	Calidad del aire	Esta actividad requiere manejo de materiales, por lo que pueden liberarse polvos derivados de la demolición de materiales de construcción. Es una actividad temporal.	Compatible	Se plantea la supervisión ambiental par vigilar que los escombros estén húmedos, en caso de ser necesario colocar lonas para evitar la dispersión de polvos.	Preventiva
n-2	Demolición de la subestructura existente a nivel del terreno natural	Ruido	La actividad requiere uso de maquinaria, la que generará ruido. Es una actividad temporal y hay que considerar que el ruido se disipa.	Compatible	Se plante realizar estas actividades solo en horas del día para no crear ruido de noche.	Mitigación
n-4	Demolición de la subestructura existente a nivel del terreno natural	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible	Se plantea ejecutar un Plan integral de residuos combinado con la ejecución de un Programa de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se supervisará la ejecución de las medidas de mitigación.	Preventiva

Clave del impacto	Actividad	Factor ambiental	Descripción del impacto	Importancia del impacto	Medida de mitigación propuesta	Tipo de medida
ñ-4	Construcción de las pilas izquierdas	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible	Se plantea ejecutar un Plan integral de residuos combinado con la ejecución de un Programa de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se supervisará la ejecución de las medidas de mitigación.	Preventiva
ñ-11	Construcción de las pilas izquierdas	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	La construcción de pilas afectará directamente a la Naturalidad del paisaje. Sin embargo, hay que considerar que existen actualmente puentes y una vialidad en operación que ya afectan la naturalidad del paisaje. El proyecto consiste en la ampliación de puentes ya existentes y en operación, por lo que este nuevo impacto a la naturalidad del paisaje es mínimo.	Compatible	Se plantea el rescate y reubicación de flora. Se plantean acciones de revegetación en sitios que actualmente están desprovistos de vegetación. Se plantea la ejecución de Acciones de Vigilancia Ambiental para supervisar que las superficies afectadas no excedan lo necesario y planteado en el proyecto de construcción. Al terminar la construcción del proyecto y la ejecución de las medidas de mitigación este factor ambiental no habrá sufrido alteraciones importantes.	Vigilancia / Compensación
o-4	Construcción los cabezales izquierdos	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible	Se plantea ejecutar un Plan integral de residuos combinado con la ejecución de un Programa de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se	Preventiva

Clave del impacto	Actividad	Factor ambiental	Descripción del impacto	Importancia del impacto	Medida de mitigación propuesta	Tipo de medida
					supervisará la ejecución de las medidas de mitigación.	
o-11	Construcción los cabezales izquierdos	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	La construcción de cabezales afectará directamente a la Naturalidad del paisaje. Sin embargo, hay que considerar que existen actualmente puentes y una vialidad en operación que ya afectan la naturalidad del paisaje. El proyecto consiste en la ampliación de puentes ya existentes y en operación, por lo que este nuevo impacto a la naturalidad del paisaje es mínimo.	Compatible	Se plantea el rescate y reubicación de flora. Se plantean acciones de revegetación en sitios que actualmente están desprovistos de vegetación. Se plantea la ejecución de Acciones de Vigilancia Ambiental para supervisar que las superficies afectadas no excedan lo necesario y planteado en el proyecto de construcción. Al terminar la construcción del proyecto y la ejecución de las medidas de mitigación este factor ambiental no habrá sufrido alteraciones importantes.	Preventiva
p-4	Montaje de las trabes izquierdos	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible	Se plantea ejecutar un Plan integral de residuos combinado con la ejecución de un Programa de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se supervisará la ejecución de las medidas de mitigación.	Preventiva

Clave del impacto	Actividad	Factor ambiental	Descripción del impacto	Importancia del impacto	Medida de mitigación propuesta	Tipo de medida
p-11	Montaje de las trabes izquierdos	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	El montaje de trabes afectará directamente a la Naturalidad del paisaje. Sin embargo, hay que considerar que existen actualmente puentes y una vialidad en operación que ya afectan la naturalidad del paisaje. El proyecto consiste en la ampliación de puentes ya existentes y en operación, por lo que este nuevo impacto a la naturalidad del paisaje es mínimo.	Compatible	Se plantea el rescate y reubicación de flora. Se plantean acciones de revegetación en sitios que actualmente están desprovistos de vegetación. Se plantea la ejecución de Acciones de Vigilancia Ambiental para supervisar que las superficies afectadas no excedan lo necesario y planteado en el proyecto de construcción. Al terminar la construcción del proyecto y la ejecución de las medidas de mitigación este factor ambiental no habrá sufrido alteraciones importantes.	Preventiva
q-4	Construcción de la carpeta asfáltica lado izquierdo	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible	Se plantea ejecutar un Plan integral de residuos combinado con la ejecución de un Programa de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se supervisará la ejecución de las medidas de mitigación.	Preventiva
q-11	Construcción de la carpeta asfáltica lado izquierdo	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	La construcción de la carpeta asfáltica para la circulación en el puente afectará directamente a la Naturalidad del paisaje. Sin embargo, hay que considerar que existen actualmente puentes y una vialidad en operación que ya afectan la naturalidad del paisaje. El	Compatible	Se plantea el rescate y reubicación de flora. Se plantean acciones de revegetación en sitios que actualmente están desprovistos de vegetación.	Preventiva

Clave del impacto	Actividad	Factor ambiental	Descripción del impacto	Importancia del impacto	Medida de mitigación propuesta	Tipo de medida
			proyecto consiste en la ampliación de puentes ya existentes y en operación, por lo que este nuevo impacto a la naturalidad del paisaje es mínimo.		Se plantea la ejecución de Acciones de Vigilancia Ambiental para supervisar que las superficies afectadas no excedan lo necesario y planteado en el proyecto de construcción. Al terminar la construcción del proyecto y la ejecución de las medidas de mitigación este factor ambiental no habrá sufrido alteraciones importantes.	
r-1	Remoción de escombros	Calidad del aire	Esta actividad requiere manejo de materiales, por lo que pueden liberarse polvos derivados de la demolición de materiales de construcción. Es una actividad temporal.	Compatible	Se plantea la supervisión ambiental para vigilar que los escombros estén húmedos, en caso de ser necesario colocar lonas para evitar la dispersión de polvos.	Preventiva
r-4	Remoción de escombros	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible	Se plantea ejecutar un Plan integral de residuos combinado con la ejecución de un Programa de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se supervisará la ejecución de las medidas de mitigación.	Preventiva
r-8	Remoción de escombros	Residuos en suelo	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en los suelos circundantes, es una afectación potencial.	Compatible	Se plantea ejecutar un Plan integral de residuos combinado con la ejecución de un Programa de Vigilancia Ambiental,	Preventiva

Clave del impacto	Actividad	Factor ambiental	Descripción del impacto	Importancia del impacto	Medida de mitigación propuesta	Tipo de medida
					mediante el cual se supervisará la ejecución de las medidas de mitigación.	
r-13	Remoción de escombros	Generación de empleo a población local	Esta actividad requerirá directamente el empleo de personas de las localidades cercanas, para trasladar escombros a camiones para traslado, por lo que es una afectación directo sobre la generación de empleo en la zona.	Compatible	IMPACTO BENÉFICO	
s-4	Operación del Proyecto y ejecución de actividades de mantenimiento	Residuos en agua	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en el cuerpo de agua correspondiente, es una afectación potencial.	Compatible	Se plantea ejecutar un Plan integral de residuos combinado con la ejecución de un Programa de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se supervisará la ejecución de las medidas de mitigación.	Preventiva
s-8	Operación del Proyecto y ejecución de actividades de mantenimiento	Residuos en suelo	En esta actividad se manejará material de construcción, por lo que es potencial que estos materiales se queden en los suelos circundantes, es una afectación potencial.	Compatible	Se plantea ejecutar un Plan integral de residuos combinado con la ejecución de un Programa de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se supervisará la ejecución de las medidas de mitigación.	Preventiva
s-11	Operación del Proyecto y ejecución de actividades de mantenimiento	Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	La circulación en el puente afectará directamente a la Naturalidad del paisaje. Sin embargo, hay que considerar que existen actualmente puentes y una vialidad en operación que ya afectan la naturalidad del paisaje. El proyecto consiste en la ampliación de puentes ya existentes y en operación,	Moderado	Las actividades de revegetación en zonas que actualmente carezcan de vegetación servirán para compensar este daño a la naturalidad del paisaje	Restauración

Clave del impacto	Actividad	Factor ambiental	Descripción del impacto	Importancia del impacto	Medida de mitigación propuesta	Tipo de medida
			por lo que este nuevo impacto a la naturalidad del paisaje es mínimo.			
s-12	Operación del Proyecto y ejecución de actividades de mantenimiento	Servicios Básicos	La Operación del puente ampliado impulsa directamente la obtención de servicios básicos por parte de los habitantes de la región.	Moderado	IMPACTO BENÉFICO	
s-13	Operación del Proyecto y ejecución de actividades de mantenimiento	Generación de empleo a población local	El mantenimiento del puente requerirá cada cierto tiempo el empleo de algunas personas que vivan en localidad cercanas a los puentes.	Moderado	IMPACTO BENÉFICO	

VI.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Los impactos ambientales que potencialmente pueden presentarse por la ejecución del proyecto fueron analizados y considerando la clasificación de las medidas previamente mencionadas se establece un Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) con los siguientes objetivos:

1. Vigilar que, en relación con el medio, cada actividad o etapa de la obra se realice según el proyecto y según las condiciones en que ha sido autorizado.
2. Evaluar o examinar la efectividad y pertinencia de las medidas en concordancia con la minimización de los niveles de prevención, reducción, rehabilitación y compensación de impactos ambientales negativos.
3. Proporcionar información y aviso inmediato cuando un impacto determinado se acercará a un nivel crítico.

Para el programa de vigilancia ambiental se ha elaborado una tabla donde se indicará el cumplimiento de cada una de las actividades contempladas, la etapa en que serán ejecutadas y la frecuencia de esta actividad.

Tabla 1. Actividades contempladas en el plan de vigilancia ambiental

ACTIVIDAD	ETAPA	FRECUENCIA
Solo será retirada la vegetación estrictamente necesaria y la superficie de desmonte no sobrepase los límites planteados en el proyecto de construcción.	Preparación del sitio	Variable
Se realizarán actividades de rescate y reubicación de fauna silvestre	Preparación del sitio	Todas las veces que sea necesario
Se perforará solo en los sitios donde se tiene proyectado	Construcción	Cada vez que sea necesario
Se colocarán botes o tambos para que se	Preparación del sitio, construcción y abandono del sitio	Estos serán colocados diariamente y aquellos que contengan residuos peligrosos

ACTIVIDAD	ETAPA	FRECUENCIA
depositen los residuos generados		deberán de llevarse al almacén temporal donde no podrán permanecer allí más de 6 meses de acuerdo con el artículo 84 del reglamento de la Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos
Se realizará constantemente una verificación vehicular	Preparación del sitio, construcción, abandono del sitio y operación y mantenimiento	Una vez cada 4 meses
Manejo adecuado de sustancias y residuos peligrosos	Durante todas las etapas del proyecto	Cada vez que se requiera
Se darán platicas de educación ambiental al personal que laborará en la obra	Previo al inicio de la obra	Al inicio de cada etapa que contempla la obra o cada vez que se requiera
Quedará prohibido la colecta, caza, captura, consumo y comercialización de flora y fauna silvestre del lugar	Durante todas las etapas del proyecto	Todo el tiempo que dure la obra
Se cubrirá con una lona los camiones que transporten material	Preparación del sitio y construcción	Cuando se lleven a cabo actividades de transporte

El presente programa de vigilancia ambiental contempla los siguientes puntos:

- Dar seguimiento a la supervisión ambiental para garantizar el cumplimiento de los resultados contenidos en el presente estudio.
- Supervisar el correcto manejo de residuos peligrosos y no peligrosos propios del desarrollo del proyecto y del material sobrante de la construcción a fin de evitar la proliferación de fauna nociva y contaminación del suelo.
- Examinar la efectividad y suficiencia de las medidas para alcanzar los niveles programados de prevención, reducción y mitigación de impactos ambientales negativos.

- Determinar en caso necesario, las modificaciones necesarias o las medidas de mitigación adicionales para lograr los niveles mencionados.
- Atención de contingencias, refiriéndose a las acciones que se han de tomar ante un eventual accidente o emergencia provocado por las acciones propias de la obra.

6.1.1 SEGUIMIENTO Y CONTROL

Para realizar un plan de seguimiento y control se prevé llevar una bitácora escrita de cada una de las acciones realizadas, por fecha y descripción de la acción firmada por el responsable de la obra, anexa al control interno de la obra.

Se realizarán visitas periódicas al sitio de la obra, en caso de algún evento adverso incidental que afecte al medio será necesaria la presencia del técnico especialista para atender o supervisar que las brigadas formadas para este propósito realicen lo previsto correctamente, si el técnico por causa de fuerza mayor no logra presentarse durante el evento, debe asistir posteriormente al sitio para solucionar los imprevistos durante la contingencia generada por el evento.

La empresa ejecutora estará obligada a realizar una memoria fotográfica por cada una de las actividades propias de la obra. En la memoria se remitirá:

- Fecha.
- Hora.
- Duración de las operaciones.
- Efectos adversos sobre el medio.
- Acciones que realizar para mitigarlo.

Una vez realizada se anotará en la bitácora de obra y serán anexadas fotografías a la memoria propuesta con el fin de documentar puntualmente todas y cada una de las situaciones adversas y la forma de afrontarlas por parte de los ejecutores de la obra.

Las brigadas de prevención que serán conformadas estarán obligadas a observar conductas que no pongan en riesgo la integridad de sus compañeros y del medio, con la facultad de amonestar verbalmente a quienes propicien situaciones potenciales de riesgo tales como:

- Fogatas sin supervisión.
- Uso indiscriminado de maquinaria y vehículos en horarios no permitidos o no laborales.
- El depositar restos de comida y envoltorios plásticos, metálicos o de cualquier otro material procesado industrial y comercialmente en sitios no establecidos para ello.
- Fumar durante el trabajo.
- Ingerir bebidas embriagantes, antes, durante o en cualquier etapa de la ejecución de la obra.
- Realizar acciones de mantenimiento a los vehículos, maquinaria y/o equipo impulsado por combustibles fósiles que representen un riesgo de derrames.

Durante la fase de construcción del proyecto, el Programa de vigilancia ambiental se podrá implementar respecto a los siguientes indicadores:

- Seguimiento de las emisiones de ruido, partículas y gases.
- Seguimiento de las afectaciones del suelo.
- Seguimiento de las afectaciones de la flora y fauna.
- Incremento en el volumen de residuos generados.

6.1.2 SEGUIMIENTO DE LAS EMISIONES DE RUIDO, PARTÍCULAS Y GASES.

Para el seguimiento de las emisiones de ruido, partículas y gases, producidas en su mayor parte por la maquinaria que se utilizará en todas las actividades que se desarrollarán en la construcción del proyecto, se llevarán a cabo visitas programadas para cada semana. En estas visitas se evaluará si se cumplen con las medidas adoptadas:

- Todos los vehículos involucrados en la obra deberán contar con un certificado de verificación de contaminantes y/o registro de última afinación.

- Velocidad reducida de los vehículos que trabajen en la obra.
- Vigilancia de las actividades de carga, descarga y transporte de materiales.

La toma de datos se llevará a cabo mediante inspecciones visuales periódicas en las que se estimará el nivel de polvo existente en la atmosfera y la dirección predominante del viento estableciendo cuales son los lugares afectados.

Estas inspecciones se llevarán a cabo una vez por semana, en las horas donde las emisiones sonoras y el polvo se consideren altas. La primera inspección se llevará a cabo antes del inicio de las actividades programadas para de este modo tener conocimiento de la situación previa y poder realizar comparaciones posteriores.

6.1.3 SEGUIMIENTO DE LAS AFECTACIONES DEL SUELO.

Las tareas que afectarán al suelo son: las actividades de desmonte y las perforaciones de las superficies necesarias para el desarrollo de las diferentes actividades.

Se ejecutarán visitas periódicas para corroborar que se están cumpliendo con las medidas establecidas y de este modo minimizar los impactos, evitando que las operaciones se realicen fuera de las áreas asignadas para ello.

En las visitas se observará:

- La vigilancia en el desmonte inicial y cualquier otro movimiento de tierra para minimizar el fenómeno de la erosión y evitar la posible inestabilidad de los terrenos más allá de lo necesario, es decir que se reduzca en la medida de lo posible el área de trabajo.
- Se ejecutarán una serie de observaciones en las zonas aledañas al proyecto, con la finalidad de detectar cambios o alteraciones no contempladas en el presente estudio.
- En caso de encontrarse cambios en el entorno se registrarán y analizarán para proponer medidas correctoras necesarias en cada uno de ellos.

6.1.4 SEGUIMIENTO AL MANEJO DE RESIDUOS.

- Se vigilará que se lleve a cabo el buen manejo de residuos peligrosos y no peligrosos durante todas las actividades que se desarrollarán en la construcción de la obra.
- Se registrará semanalmente en una bitácora el volumen que se va generando de residuos no peligrosos.

6.1.5 SEGUIMIENTO DE LAS AFECTACIONES DE LA FLORA Y FAUNA.

- Se vigilará que se ejecuten las medidas seleccionadas para la minimización o compensación de los impactos a la flora y fauna del lugar afectadas por las obras del proyecto.
- Si se observará un nuevo impacto a la flora o fauna del entorno del lugar, se procedería al análisis de este y a la adopción de nuevas medidas de mitigación.

6.1.6 PRESENTACIÓN DE INFORMES

Cada 6 meses, desde la fecha de la aprobación del proyecto por parte de la SEMARNAT, se presentará un informe sobre el desarrollo del Programa y el grado de eficacia y cumplimiento de las medidas preventivas y de mitigación adoptadas para este estudio. En estos informes se concretarán los siguientes puntos:

- Seguimiento de las medidas para la protección de fauna.
- Seguimiento de las medidas para la protección del suelo.
- Seguimiento de las medidas para la protección de los componentes hídricos.
- Seguimiento de los niveles sonoros, partículas suspendidas y emisiones.
- Correlación de los datos existentes entre las distintas actividades de la obra y los efectos e impactos que se van produciendo.
- Eficacia real observada de las medidas de mitigación propuestas, corrección de fallas y en caso de detectarse un impacto no previsto en este estudio, aplicar medidas correctivas al respecto.

Un Programa de vigilancia ambiental tiene por función básica establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones, medidas protectoras y correctoras contenidas en el estudio de impacto ambiental. Este programa, tiene además otras funciones adicionales, como las siguientes:

- Permite comprobar la cuantía de ciertos impactos de los que su predicción resulta difícil. Existen muchas alteraciones cuya predicción sólo puede realizarse cualitativamente, aunque esto no quiere decir que no se puedan establecer medidas correctoras, el programa de seguimiento permite evaluar estos impactos y articular nuevas medidas correctoras en el caso de que las ya aplicadas no sean suficientes.
- Es una fuente de datos importante para mejorar el contenido de los futuros estudios de impacto ambiental, puesto que permite evaluar hasta qué punto las predicciones efectuadas son correctas. Este conocimiento adquiere todo un valor si se tiene en cuenta que muchas de las predicciones se efectúan mediante la técnica de escenarios comparados.
- En el programa de vigilancia ambiental se pueden detectar alteraciones no previstas en el estudio de impacto ambiental, debiendo en este caso adoptarse medidas correctoras.

Las fases de un programa de seguimiento son cuatro: objetivos, recolección y análisis de datos, interpretación, y retroalimentación con los resultados. A continuación, se describen brevemente cada una de ellas.

Objetivos: Se deben identificar los sistemas afectados, los tipos de impactos y los indicadores seleccionados. Para que el programa sea efectivo, el marco ideal es que estos indicadores sean pocos, fácilmente mesurables y representativos del sistema afectado.

Recolección y análisis de datos: Este aspecto incluye la recopilación de datos, su almacenamiento, acceso y clasificación por variables. La obtención de datos debe tener una frecuencia temporal adecuada que dependerá de la variable que se esté controlando.

Interpretación: El aspecto más importante de un programa de vigilancia ambiental es la interpretación de la información recogida. La visión elemental que se tenía anteriormente de

que el cambio se podía medir por la desviación respecto a estados anteriores no es totalmente válida; hoy en día se conoce que los sistemas tienen fluctuaciones de diversa amplitud y frecuencia, pudiendo darse la paradoja de que la ausencia de desviaciones sea producto de un cambio importante.

Retroalimentación de los resultados: Los resultados obtenidos pueden servir para modificar los objetivos iniciales, por ello, el programa debe ser flexible y encontrar un punto de equilibrio entre la conveniencia de no efectuar cambios para poseer series temporales lo más largas posibles y la necesidad de modificar el programa con el fin de que éste refleje lo más adecuadamente posible la problemática ambiental.

Considerando todos estos aspectos, el Programa de vigilancia ambiental está condicionado por los impactos que se van a producir, siendo imposible fijar un programa genérico que abarque todos y cada uno de los impactos. Por lo que se presentan las siguientes acciones:

- Capacitación ambiental
- Acciones para el Manejo de residuos
- Acciones para el Control de emisión de partículas y ruido
- Acciones para el ahuyentamiento, rescate y reubicación de Fauna
- Acciones para la Restauración

6.2 CAPACITACIÓN AMBIENTAL

Con estas acciones se pretende concientizar a los trabajadores acerca de la importancia de mantener en buen estado las condiciones ambientales, promoviendo el desarrollo del proyecto sin afectar el medio ambiente para volverlo socialmente aceptable y ecológicamente viable. Por esta razón la empresa constructora deberá realizar campañas de capacitación y concientización ambiental, para los trabajadores antes de iniciar la obra.

Estas acciones generaran buenas prácticas ambientales en lo referente a manejo de residuos y uso de sanitarios, así como dar conocimiento de la presencia de especies animales y vegetales de importancia regional (mediante folletos informativos).

Los mecanismos para la comunicación de los procedimientos y la concientización sobre el medio ambiente se realizarán de acuerdo con lo siguiente:

1) Lograr acuerdos con el encargado, residente de obra, supervisor o responsable de la construcción del proyecto y prestadores de servicio, para organizar sesiones de capacitación sobre los procedimientos a utilizar durante el desarrollo del proyecto.
2) Asignar responsabilidades en diferentes niveles, para la realización de las medidas de prevención y conservación ambiental (particularmente en la conservación y rescate de flora y fauna silvestre y del suelo orgánico)
3) Considerando la moderada rotación del personal en este tipo de obras, es necesaria, por lo menos, una campaña de concientización ambiental cada tres meses durante el tiempo que dure la obra, incluyendo al personal nuevo al inicio de cada etapa, como herrero, carpinteros, soldadores, etc. Con enfoque en la actividad que desarrollan dentro de la obra.
4) Considerar un lugar y las fechas para llevar a cabo las pláticas de concientización sobre la protección de flora, fauna, suelo y agua, así como el manejo de residuos generados por los trabajadores involucrados en la etapa de construcción del proyecto.
5) Determinar el número de sesiones de capacitación para presentar los diferentes procedimientos de acuerdo con el nivel de conocimiento de los involucrados.
6) Definir los medios de comunicación precisos para una mejor comprensión de cada programa por parte de los involucrados.
7) Distribuir material impreso (folletos, trípticos, carteles, catálogo ilustrado de las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, etc.) sobre la importancia del cuidado del medio ambiente entre el personal que participe en la ejecución de las distintas etapas del proyecto, así como a la gente de las comunidades o poblados aledaños al proyecto.
8) Establecer los controles posibles sobre las actividades que se realizarán para la comunicación de los planes (listas de asistencia, notificación, conocimiento de los procedimientos, etc.)
9) Iniciada la etapa de la construcción del proyecto se designará el personal que será capacitado y se darán a conocer los programas y procedimientos necesarios de acuerdo con el nivel jerárquico de su estructura administrativa.

10) Se recomienda la contratación de un especialista en flora y fauna (sobre todo durante las etapas iniciales de la modernización), con la finalidad de dirigir y ejecutar las medidas propuestas, llevar a cabo una mejor aplicación y obtener buenos resultados.
11) Negociar y establecer los controles sobre las amonestaciones por el NO cumplimiento de una actividad entre los trabajadores en las diferentes etapas del proyecto.
12) Se deberán registrar todas las actividades de rescate, conservación y buenas prácticas ambientales en una bitácora y tomar evidencias fotográficas, con la finalidad de comprobar el cumplimiento ambiental que haya establecido la autoridad competente.

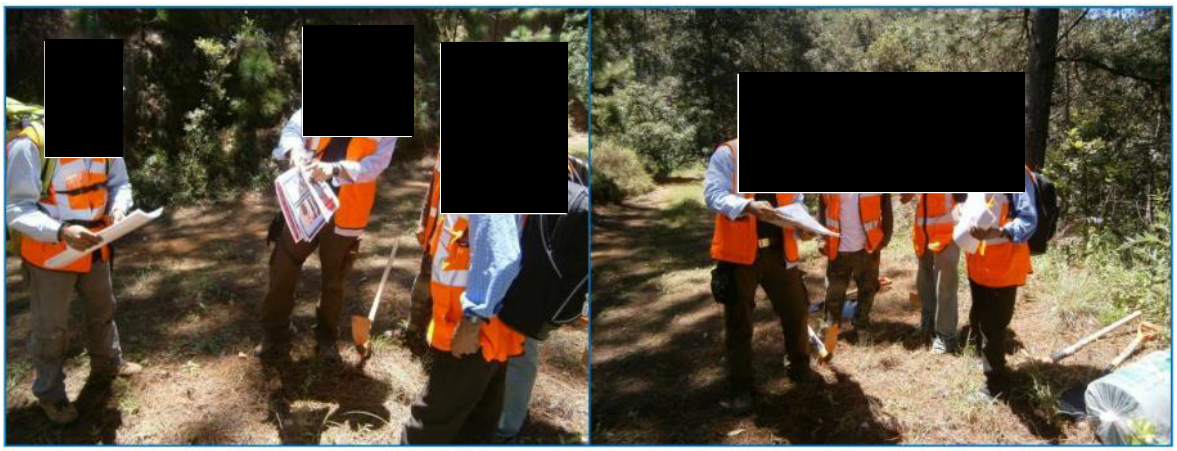


Figura 2. Ejemplo de las pláticas de concientización ambiental al personal de una obra

6.3 ACCIONES PARA EL MANEJO DE RESIDUOS

6.3.1 MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS

- Se identificarán y clasificarán los residuos generados en las diferentes etapas de construcción, operación y mantenimiento.
- Se llevará a cabo un control de las actividades para capacitar a los trabajadores sobre él manejo de residuos y disposición a fin de controlar la proliferación de insectos y roedores.
- Controlar la alteración del ambiente y cumplir las normas ambientales.

- Separación y manejo adecuado de todos los tipos de residuos (sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos) con base en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR);

6.3.2 MANEJO DE RESIDUOS LÍQUIDOS

- Establecer medidas de prevención, mitigación y control de la contaminación en las corrientes de agua superficiales y subterráneas, a raíz de las actividades de construcción.
- Delimitación adecuada de los sitios de trabajo para prevenir contaminación o caída de objetos, materiales y sustancias.
- Documentación de soporte del adecuado manejo de aguas residuales (transporte y destino final).

6.3.3 MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSO Y DE MANEJO ESPECIAL

- Colocación/construcción del almacén temporal para residuos peligrosos con base en lineamientos del Reglamento de la LGPGIR.
- Bitácoras de generación, almacenamiento temporal (ingreso y salida del almacén), transporte y destino final de residuos peligrosos (manifiestos).
- Se identificará y cuantificará la cantidad de posibles residuos de manejo especial y peligrosos que provengan de la obra, así se podrán a disposición con un proveedor autorizado para dar cumplimiento a la normatividad ambiental vigente.
- Se capacitará al personal asociado a la construcción del proyecto sobre el correcto manejo de los residuos.

6.3.4 RESIDUOS SANITARIOS

Aunque en varios Reglamentos de Construcción a nivel nacional se considera la colocación de un sanitario portátil por cada 20 trabajadores, se estima que este número de sanitarios es

reducido para las condiciones en que se realizan este tipo de obras; lo que implica mayores problemas para mantenerlo aseado y para hacer obligatorio su uso. Por ello se sugiere la colocación de por lo menos 6 sanitarios portátiles por cada 20 trabajadores en todas las instalaciones provisionales y frentes de obra.

El contrato con el prestador del servicio de sanitarios portátiles deberá considerar acciones de limpieza y recolección periódica de los mismos, papel necesario y aseo continuo, para que estos sanitarios se encuentren en condiciones adecuadas de uso, a fin de evitar problemas de propagación de enfermedades, además de mantener condiciones que promuevan su utilización.



Figura 3. Ejemplo de la utilización de sanitarios portátiles en la construcción de proyectos similares.

6.4 ACCIONES PARA EL CONTROL DE EMISIÓN DE PARTÍCULAS Y RUIDO

Uso de equipos menos contaminantes

Todos los vehículos automotores utilizados en la obra deberán estar en óptimas condiciones y con mantenimiento periódico.

Reducción de la emisión de partículas

Todos los vehículos automotores deberán apegarse a la normatividad vigente en lo que se refiere a la emisión de partículas.

Control de emisiones de polvo

Se debe garantizar que la maquinaria y los vehículos estén homologados en lo referente a la normatividad sobre emisión de gases. Como medida de prevención se deberá cumplir la NOM-041-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. De la misma forma la norma NOM-045-SEMARNAT-2006, que indica los límites máximos permisibles referentes a la opacidad del humo emitido por vehículos que usan como combustible el diésel.

Puesta a punto y control de las emisiones de la maquinaria y vehículos: Los vehículos contarán con un programa de mantenimiento periódico y adecuado. La contratista NO podrá darle mantenimiento directo en el sitio de la obra a sus vehículos automotores, deberá buscar un taller particular o llevar a cabo las reparaciones en los sitios previamente asignados para ello dentro de la obra (talleres de servicio y/o patios de maquinaria debidamente habilitados) así mismo se deberá contar con un almacén temporal de residuos peligrosos con tambos para depositar aceites quemados, llantas, filtros y baterías producto de la sustitución hecha a las unidades vehiculares. Se debe llevar una bitácora con el registro de mantenimiento de cada vehículo y maquinaria pesada en la que se demuestren condiciones adecuadas de operación y su mantenimiento periódico.

Cuando el terreno esté muy seco y se cree un ambiente polvoriento excesivo por el movimiento de la maquinaria, se procederá a un regado periódico de las zonas de paso de maquinaria con el objeto de evitar la formación de nubes de polvo.

El suelo sobrante producto de las perforaciones que no vaya a ser utilizado será dispuesto temporalmente en el sitio y trasladado lo más pronto posible a donde la autoridad correspondiente lo determine, en vehículos adecuados cerrados o protegidos con lonas que impidan la contaminación del entorno por polvos o eviten derrames.



Figura 4. Ejemplo de riego para evitar emisiones de partículas suspendidas

El manejo adecuado tanto de la capa de suelo vegetal como del sobrante de la perforación es una medida compensatoria que evita las afectaciones a los factores ambientales citados y con ello a la salud tanto de los trabajadores del proyecto como de los pobladores de las colonias cercanas. Con ello se espera que la afectación potencial no se presente o sea mínima.

Se debe establecer un plan de circulación de la maquinaria y vehículos pesados en las zonas urbanas y especialmente de la obra.

En el transporte de materiales derivado de las perforaciones o para la construcción se deberán colocar lonas que cubran completamente el material a transportar o en su defecto humedecer su superficie para evitar suspensión de partículas en el aire durante su traslado.

Medidas de reducción de ruido

Los vehículos y maquinaria para utilizar en la ejecución del presente Proyecto deberán contar con silenciadores. Lo anterior, para dar cumplimiento a la NOM-080-SEMARNAT-1994, a cuál establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación.

6.5 ACCIONES DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA

Para la ejecución del proyecto se requerirá el desmonte de una superficie de 0.5583 ha de Vegetación secundaria de selva baja caducifolia, el proyecto implica directamente retirar flora en las superficies requeridas. Es una afectación que se realizará solo en algunos puntos específicos. Es importante destacar que, con base en la revisión de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), se determinó que de las especies que se distribuyen dentro de la unidad de análisis ninguna se encuentra en dicha norma.

Las acciones de rescate, protección y conservación de flora están encaminados a mitigar los impactos ambientales que se presentan durante la realización de proyectos como el que se describe a continuación; esto se hace como una medida de conservación sobre las comunidades, poblaciones y/o individuos de flora que se verán afectados por la construcción del proyecto.

Se pretende disminuir y compensar las afectaciones derivadas de la construcción del proyecto a través de acciones de protección, rescate y conservación de la flora silvestre susceptible de afectación por la construcción del proyecto.

Metodología de rescate y reubicación

El rescate de los individuos estará a cargo de biólogos, ingenieros ambientales, ingenieros agrónomos o ingenieros forestales. También se deberá contratar a personal de la localidad que tenga experiencia en campo y conozca el área de influencia del proyecto. El personal que se encargará de las actividades de rescate portará una identificación que avale los trabajos a realizar, así como su hoja de comisión de la empresa que los contrató para prestar sus servicios.

Elección de especies susceptibles de ser rescatadas

En la siguiente tabla se enlistan el total de especies registradas en el área del proyecto. Es importante destacar que, con base en la revisión realizada a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), se determinó que, del total de especies registradas en la unidad de análisis ninguna se encuentra listada bajo alguna categoría de riesgo

Tabla 3. Especies registradas en el área del proyecto.

N° Especie	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN	CITES	Distribución
1	Malvaceae	*Abutilon abutiloides*	Colotahue	-	-	-	Nativa
2	Pteridaceae	*Adiantum capillus-veneris*	Helecho culantrillo	-	LC	-	Nativa
3	Papavaraceae	*Argemone mexicana*	Amapolilla	-	LC	-	Nativa
4	Poaceae	*Arundo donax*	Carrizo	-	LC	-	Exótica-Invasora
5	Apocynaceae	*Asclepias curassavica*	Algodoncillo	-	-	-	Nativa
6	Asteraceae	*Baccharis punctulata*		-	LC	-	Nativa
7	Asteraceae	*Baccharis salicifolia*	Batamote	-	LC	-	Nativa
8	Burseraceae	*Bursera linanoe*	Copal linaloe	-	VU	-	Endémica
9	Apocynaceae	*Cascabela ovata*	Torito	-	LC	-	Nativa
10	Cannabaceae	*Celtis iguanaea*	Garabato	-	LC	-	Nativa
11	Poaceae	*Cenchrus setaceus*	Zacate africano	-	LC	-	Exótica-Invasora
12	Asteraceae	*Chromolaena odorata*	Albaquilla	-	LC	-	Nativa
13	Fabaceae	*Eysenhardtia punctata*	Palocuate	-	LC	-	Endémica
14	Moraceae	*Ficus pertusa*	Amate	-	LC	-	Nativa
15	Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guásima	-	LC	-	Nativa
16	Apocynaceae	*Heliocarpus terebinthinaceus*	Cicuito	-	LC	-	Nativa
17	Convolvulaceae	*Ipomoea pauciflora*	Cazahuate	-	LC	-	Nativa
18	Convolvulaceae	*Ipomoea ternifolia*	Manto de la virgen	-	-	-	Nativa
19	Amaranthaceae	*Iresine latifolia*	Amargosillo	-	-	-	Nativa
20	Lamiaceae	*Leonotis nepetifolia*	Bola de rey	-	-	-	Exótica-Invasora
21	Fabaceae	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	-	LC	-	Nativa
22	Fabaceae	*Lysiloma divaricatum*	Mauto	-	LC	-	Nativa
23	Fabaceae	*Mariosousa acatlensis*	Árbol del borrego	-	LC	-	Endémica
24	Malvaceae	*Melochia tomentosa*	Malva de los cerros	-	-	-	Nativa
25	Fabaceae	*Mimosa lacerata*	Garabato	-	LC	-	Endémica
26	Fabaceae	*Neltuma juliflora*	Mezquite	-	LC	-	Nativa

N° Especie	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN	CITES	Distribución
27	Cactaceae	*Opuntia hyptiacantha*	Nopal cascarón	-	LC	Apéndice II	Endémica
28	Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	Guamúchil	-	LC	-	Nativa
29	Rubiaceae	*Randia thurberi*	Vara de cruz	-	LC	-	Nativa
30	Euphorbiaceae	*Ricinus communis*	Higuerilla	-	LC	-	Exótica-Invasora
31	Salicaceae	*Salix humboldtiana*	Sauce colorado	-	LC	-	Nativa
32	Fabaceae	*Senna pallida*	Abejón	-	-	-	Nativa
33	Apocynaceae	*Tabernaemontana glabra*	Cojón de puerco	-	LC	-	Nativa
34	Cupressaceae	*Taxodium mucronatum*	Ahuehuete	-	LC	-	Nativa
35	Bromeliaceae	*Tillandsia recurvata*	Gallinitas	-	LC	-	Nativa
36	Fabaceae	*Vachellia campeachiana*	Huinolo	-	LC	-	Nativa
37	Fabaceae	*Vachellia farnesiana*	Huizache	-	LC	-	Nativa
38	Boraginaceae	*Verbesina oncophora*	Memelilla	-	LC	-	Nativa
39	Namaceae	*Wigandia urens*	Chichicastle	-	LC	-	Nativa

Criterios de selección de las especies sujetas a rescate.

A partir de la información del apartado anterior se realizó una búsqueda exhaustiva para cada una de las especies listadas, analizando si presentaban algunas de las siguientes características, las cuales también fueron consideradas como criterios para la selección de individuos a rescatar:

- Especies consideradas bajo alguna categoría de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Especies cuya distribución se limita a zonas específicas dentro del área de proyecto, lo que hace que su conservación sea especialmente relevante.
- Especies de lento crecimiento y/o de distribución restringida, las cuales son más sensibles a la perturbación y tienen mayores dificultades para regenerarse.
- Especies endémicas, que son exclusivas de la región y cuya preservación es crucial para la biodiversidad local.
- Especies con dificultades de regeneración, ya sea por su ciclo biológico o por las condiciones ambientales del área.

- Especies que representen un valor ecológico o cultural, aquellas que desempeñan funciones vitales en el ecosistema o que son de significativa importancia para las comunidades locales.

Es importante mencionar que es imposible y poco factible rescatar en su totalidad los ejemplares que serán afectados por las actividades propias del proyecto, de tal manera que el rescate deberá de centrarse en aquellos ejemplares que reúnan los elementos necesarios para su protección (importancia ecológica, tamaño, tipo de hábito de crecimiento).

Usualmente, el rescate de flora se plantea principalmente para especies vulnerables o amenazadas que son identificadas en las zonas donde se realizarán actividades constructivas del proyecto, sin embargo, en este caso, se enfoca en aquellas especies cuya presencia en el área de proyecto es superior, con respecto al sistema ambiental regional (SAR).

Cabe mencionar que las actividades de rescate consideran ejemplares en su totalidad o partes de ellos (frutos, semillas etc.). Así también, las actividades de reubicación se limitan a rescate de plántulas en buen estado, que deberán cumplir con los criterios de selección para su posterior replantación, ya que un ejemplar pequeño o joven es siempre más fácil de trasplantar con respecto a un adulto, ya que enraízan más fácilmente, además de que su menor peso y volumen ayudan a un traslado más cómodo y eficiente.

Lugar de acopio y reproducción de especies

Paralelamente, previo al inicio de los trabajos de rescate de los individuos vegetales, se realizará la selección de un sitio de acopio, que tendrá la función primordial de recibir, albergar y mantener todos los ejemplares rescatados hasta su reubicación final. Este sitio se ubicará en una zona estratégica, preferentemente lo más cerca posible de los lugares de rescate, para facilitar el proceso de traslado y minimizar los riesgos para las plantas durante el transporte.

El sitio de acopio deberá estar idealmente dentro de la franja de afectación para evitar que las plantas sean dañadas en el proceso de traslado. Además, se seleccionarán zonas de fácil acceso, que permitan el traslado eficiente de recursos necesarios como agua, tierra y materiales para el cuidado de las plantas rescatadas.

Es esencial que el sitio de acopio se encuentre sombreado para evitar el estrés térmico en las plantas rescatadas. La sombra puede provenir de árboles existentes en el área o, en su defecto, debe instalarse una sombra artificial tipo malla sombra. Esta malla debe ser de plástico negro y tener un índice de sombreado del 70%, lo que ayudará a reducir la exposición a la radiación solar directa, protegiendo así a las plantas de las altas temperaturas. Las condiciones climáticas del sitio de acopio deben mantener una temperatura mínima de 15°C y una máxima de 35°C, con un suministro continuo de agua para el riego constante de las plantas.



Figura 4. Ejemplo de sombreadero para ejemplares rescatados

El sombreadero se implementará como zona de resguardo y aclimatación para las especies que no puedan ser trasplantadas inmediatamente después de la remoción. Estas casas de sombra son estructuras similares a invernaderos cuyo propósito es crear un ambiente controlado y favorable para el crecimiento de las plantas en condiciones de temperatura y humedad adecuadas, reduciendo el daño causado por la radiación solar directa.

Para la construcción de la casa de sombra se seguirán los siguientes pasos (Menchaca, Moreno, Sanchez, Sageth, & Ventura, 2015):

1. Elección de terreno adecuado, ubicado cerca del área de proyecto para la inspección continua de las plantas. Este deberá ser preferentemente plano, orientado preferentemente con exposición del sol por las mañanas y cerca de una red de distribución de agua.
2. Se levantará una estructura con cuatro postes principales y disposición a dos aguas. Los postes serán elaborados con materiales del lugar que sean fácilmente reemplazables o en su caso se pueden utilizar postes de tubo estructural cuadrado de metal (soldado) 70 x 70 x 3 mm.
3. Para la instalación de los postes se debe hacer una excavación de al menos 0.50 m, colocar el poste y rellenarlo con mezcla de cemento y grava pequeña para que quede fijo. Esto se debe hacer en las cuatro esquinas.
4. Una vez que los tubos estén fijos se sugiere que se coloquen dos postes de troncos de madera que mida 3 m. Esto con la finalidad de que el techo tenga cierta pendiente y evite acumulación de hojarasca.
5. Cuando todos los postes estén instalados, se procede a instalar la malla sombra (preferentemente de un calibre de 80% de sombra para lugares abiertos, o bien, de 50% para lugares que tengan vegetación espesa circundante). Posteriormente se coloca sobre la estructura ya establecida y se procura que la malla quede justa.
6. Se recomienda que el suelo sea cubierto con tezontle o grava volcánica, arenilla o algún otro material que por un lado evite la acumulación de lodo y por el otro, promueva el correcto drenaje del agua.

Estancia en el lugar de acopio y mantenimiento

Se deberá llevar el registro de todas las plantas que ingresen al sitio de acopio, así como de las producidas a partir del germoplasma, con la información del sitio donde originalmente se encontraba cada ejemplar. Es necesario mencionar, que se deberá contar estrictamente con vigilancia durante todo el tiempo que permanezca habilitado el sitio de acopio, con el fin de evitar el posible saqueo de especies que se encuentren en él, tanto de saqueadores como

de la fauna. El mantenimiento de los organismos en las áreas elegidas para ello se realizará de la siguiente manera:

- El vivero deberá contar con las condiciones necesarias para el mantenimiento de los ejemplares.
- Se realizará una inspección cada semana por parte de personal especializado con el fin de verificar que los ejemplares se encuentren en buenas condiciones.
- La disposición de nutrientes (fertilizantes, abono, etc.) se realizará según sea necesario, esta medida será tomada por el residente ambiental.
- Al igual que el punto anterior el saneamiento de los organismos se realizará según las condiciones que se presenten, ya que si el organismo se encuentra en buenas condiciones no será necesario realizar ninguna actividad de saneamiento.
- El periodo y cantidad de riego del ejemplar será también decidido por el residente ambiental según las condiciones ambientales que se presenten y el lugar en donde se encuentren estos ejemplares.

Sitios propuestos para la reubicación de ejemplares rescatados y rehabilitados

Dado la magnitud del proyecto y las acciones a realizar, se considera factible la revegetación de sitios ubicados preferentemente dentro del área de influencia (hasta 500 metros de distancia del camino) o en su caso, dentro del sistema ambiental regional, dirigiéndose a sitios que cumplan con las características físicas semejantes a los sitios donde se encontraban los individuos antes de ser extraídos, además se considerarán los siguientes criterios de selección.

- Condiciones microclimáticas y edáficas similares a las del sitio original de la planta.
- Cercanía entre los hábitats naturales y los del trasplante, a fin de evitar el estrés de las plantas durante el transporte de estas.
- Ubicar los sitios de trasplante cerca de la superficie del proyecto.

- Se contemplarán además las condiciones originales que presenta la flora a rescatar previamente a ser extraídas.
- Los sitios de reubicación deberán presentar una cubierta vegetal homogéneo a la encontrada de las plantas extraídas y estar ubicados fuera del área de afectación directa por la realización del proyecto.

Indicadores de desempeño y éxito de las acciones

Después de haber establecido la plantación y de brindarle acciones para garantizar su supervivencia, se procederá a realizar el monitoreo mensual, en donde se evaluará a través de indicadores cuantitativos y cualitativos, en este caso se emplearán la sobrevivencia, el estado sanitario y el vigor de la planta.

Monitoreo de las Acciones de Rescate y Reubicación de Flora

A lo largo de todas estas Acciones será necesario llevar un control de las especies rescatadas y reubicadas, de manera que sea posible apreciar el éxito de esta medida de mitigación, por lo cual se empleará de una bitácora, dónde se registrarán los organismos avistados en campo y se anotará el estado y el sitio de reubicación del ejemplar.

Las actividades de mantenimiento se deberán realizar en función de las condiciones de la planta y del sitio de reubicación. Además, se deberán efectuar supervisiones periódicas a las áreas de reubicación con el fin de determinar las condiciones en que se encuentran las plantas, evaluar su restablecimiento y sobrevivencia, y determinar los requerimientos de las distintas plantas en las diferentes áreas de reubicación. El personal que ejecute estas acciones se guiará de éste para su ejecución. Se entregará mensualmente el Reporte de Actividades del Rescate de Flora Silvestre donde se relaten las actividades realizadas, se mostrará el número de individuos rescatados y sobrevivientes de cada especie, se incluirá el porcentaje de avances con respecto a la meta general establecida, después del trasplante en estos informes se notificará el porcentaje de sobrevivencia de las plantas trasplantadas. Además de los reportes periódicos, se entregará un informe final de las acciones. Los reportes periódicos y el informe final detallaran todas las acciones realizadas, se mostrará el número de individuos

rescatados y sobrevivientes de cada especie, de igual manera este informe final incluirá evidencia: registros fotográficos, calendario de las actividades realizadas, tablas de coordenadas, registros y mapas de sitios de origen y destino de las plantas, bitácora de campo, bases de datos.

6.6 ACCIONES PARA EL AHUYENTAMIENTO DE FAUNA

Dadas las condiciones actuales del AP del proyecto, y del SAR es decir que se encuentra en un paisaje modificado y poe la agricultura, la fauna presente es gran medida faun adatapa ambientes modificados.

Cabe señalar que en los muestreos de campo se encontraron 4 especies en la NOM-059-2010-SEMARNAT: Huico llanero (*Aspidoscelis costata*), Sujeta a Protección especial; Iguana mexicana de cola espinosa (*Ctenosaura pectinata*), Amenazada, Culebra chirriadora neotropical (*Masticophis mentovarius*), Amenazada), y Tortuga pecho quebrado mexicana (*Kinosternon integrum*), Sujeta a Protección especial. Aunque solo está la última se registró en AP se propone realizar Acciones de Ahuyentamiento, rescate y reubicación da fauna adecuadas para que la fauna que pudiera estar presente no resulte afectada.

6.6.1 TÉCNICAS DE AHUYENTAMIENTO

- Siluetas

Esta metodología consiste en ubicar de manera estratégica siluetas de aves y animales depredadores pintados en diferentes materiales como madera, globos de helio, plástico y cartón plax. Se recomienda utilizar siluetas de depredadores específicos dependiendo del grupo de individuos que se quiere ahuyentar. Se ha demostrado que las siluetas de águilas y de búhos, generan gran estímulo en todos los grupos de individuos (anfibios, reptiles, aves y mamíferos). La ubicación de las siluetas se debe de realizar a tres alturas diferentes dependiendo de la zona y el tipo de cobertura que esta posee, se recomiendo ubicar en la parte más alta de los árboles (siluetas de águilas), en la parte media (globos de helio y siluetas de búhos) y en la parte baja (siluetas de búhos) a fin de tener una cobertura visual más amplia. La respuesta de los animales se debe a que este método pretende simular la presencia de

depredadores en la zona, como lo son las águilas y los búhos, con los cuales se busca hacer creer al individuo que se encuentra en peligro y que debe desplazarse del lugar. Las aves y algunos mamíferos son los grupos que tienen una mejor respuesta al desplazamiento frente a este estímulo.

- Reflectores

Este método consiste en utilizar reflectores de alta luminosidad buscando generar un cambio en las condiciones naturales del ambiente y crear un estrés en los organismos. El uso de los reflectores se debe hacer en horas de la noche, con este se busca alterar las condiciones naturales de la noche (oscuridad) e impedir que los animales no puedan dormir y requieran desplazarse del lugar para hacerlo. Este método se emplea principalmente en aves y mamíferos. Se recomienda instalarlos cerca de lugares donde, mediante el muestreo corto se logró establecer que había nidos o madrigueras.

- Papel metalizado (cintas de colores)

Este método utiliza cintas de colores metalizados, con las cuales se busca reflejar los rayos del sol y crear un estrés visual en las aves que sobrevuelen el área. Las cintas se deben instalar en lugares semiabiertos para permitir el ingreso de los rayos del sol y lograr reflejarlos. Las cintas se extienden y amarran entre los árboles, con una tensión adecuada que permita el movimiento de esta por acción del viento, buscando que los reflejos se emitan en diferentes direcciones. Este método tiene buena respuesta de ahuyentamiento en las aves.

- Reproducción de sonidos

Esta técnica consiste, en la reproducción de diferentes tipos de sonidos que generen estímulos auditivos. La reproducción de estos busca simular la presencia de: personas, maquinaria operando, animales depredadores, entre otros; con lo cual se genere estrés ambiental y por consiguiente un desplazamiento. Durante la aplicación de esta metodología se utiliza un bafle o parlante amplificador de sonido (mínimo 30Wats de potencia, dependiendo del tamaño del área), con una grabación que se reproduzca continuamente. Se debe ubicar en un lugar estratégico en el cual se logre abarcar en la totalidad el área que se quiere ahuyentar. Es recomendable No dejar la grabación de forma continua por mucho tiempo, puesto que se

puede volver “normal” para los animales y en un momento dado dejar de causar el estímulo que se desea, por lo anterior se recomienda colocar la grabación durante 50 minutos y suspenderla por 10 minutos, así sucesivamente el tiempo que el profesional considere pertinente.

También se puede realizar mediante la generación de ruido en tramos cortos de recorrido “espantando” a la fauna presente, utilizando un megáfono como herramienta para la generación del sonido.

Esta metodología ha mostrado una respuesta positiva principalmente en aves y mamíferos, se puede utilizar en cualquier horario.

6.6.2 TÉCNICAS DE CAPTURA

Está dirigido principalmente a especies de vertebrados de movilidad baja, como anfibios, reptiles y micromamíferos, particularmente aquellos de ámbito de hogar restringido.

Si bien el Área del proyecto al encontrarse inmersa en un área de asentamientos humanos y como resultado de la visita en campo y muestreo de Fauna no se identificaron organismos de anfibios y mamíferos pero si organismos de *Sceloporus variabilis* se manifiesta que serán contemplados para rescate en caso de localizarse posterior a las actividades de ahuyentamiento y durante las actividades de preparación del sitio, así como algún posible organismo del grupo de herpetofauna y mamíferos pequeños.

- Metodología

Considerando los procedimientos propuestos por Guillén et al., (2004) para el manejo de fauna silvestre en cautiverio, el proceso para el rescate y regreso de fauna al medio silvestre debe cumplir con las siguientes condiciones básicas:

a) Fauna de lento desplazamiento como anfibios y réptiles con énfasis en cualquier especie que este en algún estatus de protección.

b) Fauna que se encuentre imposibilitada para desplazarse como aves o mamíferos enfermos o accidentados.
c) Contar con el equipo y medios adecuados para sujetar, confinar, mantener y transportar al animal sin causarle daño (como vehículo, implementos adecuados para la sujeción o confinamiento y jaulas de transporte).
d) El equipo de rescate deberá tener conocimientos básicos sobre la forma correcta de sujetar, confinar y mantener al animal.
e) Disponer de tiempo suficiente para el manejo de los animales.
f) Tener determinado el o los lugares donde se reubicarán a los animales.
g) Mantener comunicación con el personal encargado de la preparación del terreno y la construcción.
h) Determinar lugares de captura una vez que se hayan realizado los recorridos por las zonas de desmonte y que se hayan localizado madrigueras o colonias activas de fauna previa a la construcción de las obras, realizando el procedimiento de rescate de fauna antes mencionado.

Para la captura de las especies presentes en el área del proyecto se realizará un recorrido por la zona de influencia del proyecto y se ubicaran los sitios posibles de pasos de fauna.

Para la captura de mamíferos se colocarán trampas Tomahawk, cebadas con fruta (plátano y manzana), atún o carne (pollo) en descomposición, estos cebos son utilizados por los olores que despiden los cuales son atractivos para una gran cantidad de especies de mamíferos. Posteriormente las trampas son cubiertas con vegetación natural para camuflaje. Asimismo, se colocaron trampas Sherman para la posible captura de mamíferos de menor tamaño (roedores).

Las trampas deberán ser colocadas dentro del derecho de vía aledaño al puente, para tratar de reubicar a la mayor fauna posible de la zona evitando la fragmentación de las comunidades faunísticas de la zona.



Figura 5. Ejemplo del trampeo para mamíferos; A) colocación de trampas Tomahawk; B) Cebo para la trampa; C) camuflaje de la trampa con vegetación natural

Los mamíferos capturados serán llevados inmediatamente a la zona de reubicación en la zona elegida previamente, el traslado se realizará dentro de las trampas Tomahawk o Sherman para evitar el manejo y estrés de los individuos capturados.



Figura 6. Ejemplo de manejo de mamíferos medianos con guantes de carnaza

Por otra parte, los reptiles como lagartijas y serpientes serán capturados con la mano desnuda mediante la habilidad y destreza del personal.

Las especies de reptiles capturadas serán trasladadas en contenedores de plástico con una tapa con pequeños hoyos que permitirán el paso del aire para evitar que el individuo muera asfixiado.



Figura 7. Ejemplo de la manipulación de reptiles y georreferenciación

6.6.3 INDICADORES DE DESEMPEÑO Y ÉXITO DE LAS ACCIONES

Los indicadores de éxito para las acciones de protección de fauna son aquellas variables que pueden ser medidas o registradas en las diferentes etapas en las que se desarrollen las acciones. Para determinar en forma objetiva el resultado del rescate se considerarán los siguientes parámetros:

- Número de especies rescatadas.
- Número de individuos rescatados por especie.

- Número de individuos que pertenecen a las especies en categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas.
- Área cubierta por el rescate y su relación con la superficie total a intervenir por el proyecto.

Se considerará efectiva la medida si el número de animales rescatados cumple cierta cantidad determinada con base en las condiciones del sitio y características de los organismos en cuestión, y su abundancia observada.

6.7 REVEGETACIÓN

De acuerdo con CONAFOR (2016), la revegetación es el conjunto de acciones, ya sean inducción a la regeneración natural o la plantación directa, encaminadas a restablecer la cobertura vegetal en sitios degradados, erosionados o deforestados, utilizando preferentemente **especies nativas** arbóreas, arbustivas o herbáceas propias de la zona.

Se seleccionarán especies representativas de la región, que sean capaces de propagarse vegetativamente, además de cumplir con los efectos restauradores que les caracteriza, sean capaces de proveer adicionalmente productos o servicios (especies de usos múltiples) de importancia para la región. Se propone realizar una revegetación en una superficie similar a la superficie en la que será necesario hacer el desmonte, es decir de una superficie de 0.5583 ha. Estas superficies se ubicarán de preferencia en las orillas de los escurrimientos implicados, en zonas donde actualmente no haya vegetación.

Las plantas serán adquiridas en los viveros locales, cercanos al área donde se ubica el proyecto, y en caso dado de que no se encuentren las especies enlistadas el proveedor las deberá producir en un vivero temporal.

La plantación se hará una vez concluida la fase de preparación del sitio, mediante el método de plantación que se implementará será el de la cepa común, con dimensiones mínimas de 40 x 40 x 40 cm, largo, ancho y alto respectivamente, esto con el objeto de permitir el desarrollo de un sistema radical de calidad.

Durante los primeros meses de su establecimiento, la plantación será monitoreada con el objetivo de identificar la posible existencia de plagas o enfermedades que pudiesen incrementar los porcentajes de mortalidad de dicha plantación y determinar los tratamientos a aplicar.

El aseguramiento del éxito de este programa se logrará mediante un seguimiento que permita evaluar los resultados de forma permanente, con ello podremos determinar la sobrevivencia de los ejemplares plantados.

Será necesario un monitoreo constante de los individuos plantados, vigilando y registrando su crecimiento.

Realizar recorridos para la detección de plagas y/o enfermedades, aplicando el tratamiento adecuado según sea el caso. Avisar a la autoridad competente para su control.

Los individuos que no superen el periodo de estrés deberán ser removidos y sustituidos de forma inmediata registrando el número de organismos que no hayan logrado sobrevivir.

Levantar un censo de los individuos plantados y el registro de ejemplares sobrevivientes, para establecer la tasa de sobrevivencia a los 6, 12, 18, 24, 30 y 36 meses de iniciado el programa. Estos registros deben ser presentados por especies por sitio plantado.

Mantener la señalización de las áreas forestadas, así como la protección de estas mediante un cerco de alambre de púas.

Hacer uso de avisos de protección y conservación de las áreas, permitiendo de esta forma, concientizar a los ejidatarios y personas que desarrollan alguna actividad en la zona sobre los trabajos que se realizan y de esta manera abonar al cuidado permanente.

6.8 INDICADORES AMBIENTALES

Un Sistema de Indicadores Ambientales tiene como objetivo medir en el tiempo los logros alcanzados por las medidas establecidas para la prevención, control y mitigación de los

impactos del proyecto, y están enfocados a determinar la calidad ambiental y la protección de los recursos ambientales.

Cabe mencionar que, si bien el sistema de indicadores ambientales será muy útil para monitorear el progreso hacia los objetivos del Programa de Vigilancia Ambiental, su utilidad se apreciará en mayor grado en el largo plazo, en donde se evidenciarán tendencias y se podrá concluir en cuanto a la efectividad de las medidas aplicadas.

Tabla 4. Listado de Indicadores ambientales

Medida	Tipo de medida	Indicador de efectividad y cumplimiento	Tipo de registro	Medida en caso de desviación
Rescate y reubicación de fauna	Prevención	Eficiencia del rescate, esto es: número de individuos de rescatados entre el número de individuos reubicados, este valor debe ser de un 85%	Uso de bitácoras, formatos de campo, evidencias fotográficas.	Sanciones al contratista y ejecución de acciones correctivas
Manejo integral de residuos solidos	Prevención	Número de veces que se realiza la recolección de los materiales (en función de las visitas previstas)	Formatos de campo, Bitácoras de ejecución y acción con evidencia fotográfica	Sanción al contratista. Planificar recolección para materiales que se encuentren fuera de tiempo
Manejo integrado de residuos peligrosos	Prevención	Número de veces que se realiza la recolección de los materiales (en función de las visitas previstas)	Formatos de campo, Bitácoras de ejecución y acción con evidencia fotográfica	Sanción al contratista. Planificar recolección para materiales que se encuentren fuera de tiempo
Manejo integrado de residuos sanitarios	Prevención	Número de veces que se realiza la recolección de los materiales (en función de las visitas previstas)	Formatos de campo, Bitácoras de ejecución y acción con evidencia fotográfica	Sanción al contratista. Planificar recolección para materiales que se encuentren fuera de tiempo
Manejo integrado de residuos de las obras	Prevención	Número de veces que se realiza la recolección de los materiales (en función de las visitas previstas)	Formatos de campo, Bitácoras de ejecución y acción con evidencia fotográfica	Sanción al contratista. Planificar recolección para materiales que se encuentren fuera de tiempo

Medida	Tipo de medida	Indicador de efectividad y cumplimiento	Tipo de registro	Medida en caso de desviación
Limpieza de zonas (obras y derrames)	Prevención	Número de zonas en donde es necesario realizar labores de limpieza/ número de zonas en donde se realizó la limpieza	Formatos de campo, Bitácoras de ejecución y acción con evidencia fotográfica	Sanción al contratista. Planificar recolección para materiales que se encuentren fuera de tiempo
Mantenimiento (desazolve) de las terrazas individuales	Compensación	Número total de terrazas a las cuales se le está realizando el mantenimiento	Formatos de campo, Bitácoras de ejecución y acción con evidencia fotográfica	Cumplir con el número de obras en mantenimiento y de no ser posible la conclusión de estas actividades, intensificar otras acciones del "Programa de manejo y conservación de suelos."
Riego periódico (en temporada de secas)	Mitigación	Riego periódico (en función de número de humectaciones realizadas por jornada)	Bitácora de ejecución de la acción, fotografías y (de ser el caso) el respectivo formato de campo.	Aumentar el número de humectaciones
Apagado de motores de equipos inactivos o con tiempos mayores a 5 min.	Prevención	Número de sanciones/mes	Registro interno en las obras de horas de trabajo-consumo de energía de los equipos.	Sanciones para el contratista y fomento de ejecución de acciones correctivas.
Prohibición de quema de materiales o residuos	Prevención	Eventos de quema de material o residuos (en función de la ocurrencia o no ocurrencia del evento)	Bitácora de ejecución de la acción, fotografías y (de ser el caso) el respectivo formato de campo.	Disminuir los eventos de quema de material o residuos
Monitoreo de los niveles de ruido	Prevención	Realización de monitorios de los niveles de ruido (en función de la realización o no de los monitorios)	Bitácora de ejecución de la acción, fotografías y (de ser el caso) el respectivo formato de campo. Además, deberá tenerse el registro y resultados del monitoreo en cuestión	Aumentar los monitorios de los niveles de ruido
Monitoreo de los niveles de ruido	Prevención	Realización de monitorios de ruido para conocer los niveles (contemplando los límites máximos permisibles de la NOM-081-SEMARNAT-1994)	Bitácora de ejecución de la acción, fotografías y (de ser el caso) el respectivo formato de campo. Además, deberá tenerse el	Aumentar los monitorios de los niveles de ruido. En caso de que los resultados de los monitorios de los niveles de ruido se encuentren por encima de

Medida	Tipo de medida	Indicador de efectividad y cumplimiento	Tipo de registro	Medida en caso de desviación
			registro y resultados del monitoreo en cuestión	los límites máximos permisibles según la NOM-081-SEMARNAT-1994 será necesario realizar acciones correctivas.
Buenas prácticas de transporte de material	Prevención	Número de vehículos que cumplieron con el uso de cubierta de material a transportar.	Bitácora de ejecución de la acción, fotografías y (de ser el caso) el respectivo formato de campo.	Fomentar la cubierta de material al transportar.
Mantenimiento preventivo de equipos, maquinaria y vehículos	Prevención	Número de equipos, maquinaria y vehículos que cumplieron con el mantenimiento preventivo en un centro autorizado. (Considerando las normas NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-044-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2006, NOM-050-SEMARNAT-1993, y NOM-080-SEMARNAT-1994).	Bitácora de ejecución de la acción, fotografías y (de ser el caso) el respectivo formato de campo. Además, deberá tenerse el registro y resultados de la verificación en un centro autorizado.	Aumentar el mantenimiento preventivo de equipos, maquinaria y vehículos. Ejecución de acciones correctivas en caso de rebasar los límites máximos permisibles de las normas de referencia NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-044-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2006, NOM-050-SEMARNAT-1993, y NOM-080-SEMARNAT-1994.
Señalización	Prevención	Número de actividades con señalización visualizada y registrada	Bitácora de ejecución de la acción, fotografías y (de ser el caso) el respectivo formato de campo.	Sanciones para el contratista y fomento de ejecución de la acción previo a la realización de otras actividades
Elaboración de un reglamento de contratistas, en el que se incluirá reglas para el tránsito de vehículos.	Prevención	Número de sanciones/mes	Reglamento de contratistas.	Sanciones para el contratista y fomento de ejecución de acciones correctivas.
Capacitación sobre la aplicación del reglamento.	Prevención	Número de sanciones/mes	Registros de capacitación sobre el reglamento de contratistas. Registro de sanciones.	Sanciones para el contratista y fomento de ejecución de acciones correctivas. De ser el caso

Medida	Tipo de medida	Indicador de efectividad y cumplimiento	Tipo de registro	Medida en caso de desviación
				repetir el o los cursos de capacitación necesarios.
Capacitación sobre los criterios generales necesarios que permitan reconocer, evitar y prevenir riesgos de seguridad y salud en el lugar de trabajo	Prevención	Número de sanciones/mes	Registros de capacitación sobre los criterios generales necesarios para reconocer, evitar y prevenir riesgos de seguridad y salud en el lugar de trabajo. Registro de sanciones.	Sanciones para el contratista y fomento de ejecución de acciones correctivas. De ser el caso repetir el o los cursos de capacitación necesarios.
Instalación de letreros preventivos cercanos al puente, para disminuir problemas de flujo vehicular.	Prevención	Número de letreros preventivos/áreas que requieran señalización	Bitácora de ejecución de la acción y fotografías	Aumentar el esfuerzo para la señalización de las áreas de trabajo que lo requieran
Acciones para minimizar la afectación a salud y calidad de vida en el lugar de trabajo	Prevención	Número de accidentes/unidad de tiempo	Reporte de accidentes de trabajo	Evaluación de causa raíz e Implementar las acciones correctivas que indique el especialista. Sanción al contratista
Ahorro de agua cruda y potable	Prevención	No. de pipas/jornada de trabajo	Bitácora de riego de áreas	Reforzamiento de capacitación/Sanción
Capacitación en tema de seguridad en el trabajo	Prevención	Evaluaciones y reporte de incidencias	Lista de asistencia	Actualizar y aplicar de nuevo la capacitación
Capacitación en tema de Biodiversidad	Prevención	Evaluaciones y reporte de incidencias	Lista de asistencia	Actualizar y aplicar de nuevo la capacitación
Capacitación en tema de atmosfera y aire	Prevención	Evaluaciones y reporte de incidencias	Lista de asistencia	Actualizar y aplicar de nuevo la capacitación
Capacitación en tema de agua	Prevención	Evaluaciones y reporte de incidencias	Lista de asistencia	Actualizar y aplicar de nuevo la capacitación
Capacitación en tema de suelo	Prevención	Evaluaciones y reporte de incidencias	Lista de asistencia	Actualizar y aplicar de nuevo la capacitación
Capacitación en tema de residuos	Prevención	Evaluaciones y reporte de incidencias	Lista de asistencia	Actualizar y aplicar de nuevo la capacitación
Capacitación en tema de normatividad	Prevención	Evaluaciones y reporte de incidencias	Lista de asistencia	Actualizar y aplicar de nuevo la capacitación

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

CAPÍTULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes: Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 y Rijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla

Tabla de contenido

VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. 2
7.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto, con proyecto y considerando las medidas de mitigación 2
7.1.1 Escenario sin Proyecto 2
7.1.2 Escenario con Proyecto y sin medidas de mitigación 6
7.1.3 Escenario con Proyecto y Medidas de Mitigación 8
7.2 Pronóstico Ambiental 11
7.3 Conclusión 14

VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

7.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO, CON PROYECTO Y CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

7.1.1 ESCENARIO SIN PROYECTO

El SAR ya está impactado principalmente por actividad agrícola, que representan el 53% del SAR. Además en el SAR ya hay una red vial pavimentada y en operación, por lo que las condiciones de Compactación/Erosión ya están afectadas a nivel de SAR. A nivel AP, al ser un proyecto de ampliación de puentes ya existentes y en operación, en las áreas de construcción ya hay afectación de la vegetación por la agricultura y ya hay colocadas losas correspondientes al puente actualmente en operación, por lo que a nivel de AP ya está afectadas las condiciones ambientales.

A continuación se describen las condiciones actuales para cada factor ambiental.

Tabla 1. Descripción de las condiciones actuales (sin proyecto).

FACTORES AMBIENTALES	CONDICIONES ACTUALES (SIN PROYECTO)
Calidad del aire	En el SAR ya existe una red carretera en operación, existen también localidades humanas, por lo que el componen te Calidad del aire actualmente se encuentra moderadamente modificado. A nivel AP ya existen puentes en operación, por lo que la calidad del aire ya está modificada de manera moderada.
Ruido	En el SAR ya existe una red carretera en operación, existen también localidades humanas establecidas, por lo que el componente Ruido ya existe de manera moderada en el SAR. A nivel AP, al ser un proyecto de ampliación de puentes ya existentes y en operación, en los puntos de construcción ya se genera Ruido de manera moderada.

FACTORES AMBIENTALES	CONDICIONES ACTUALES (SIN PROYECTO)
Recarga media/Infiltración	El SAR ya está impactado principalmente por actividad agrícola, que representan el 53% del SAR. Además, en el SAR ya hay una red vial pavimentada y en operación, por lo que las condiciones de Recarga media/Infiltración ya están afectadas a nivel de SAR. A nivel AP, al ser un proyecto de ampliación de puentes ya existentes y en operación, en las áreas de construcción ya hay afectación de la vegetación por la agricultura y ya hay colocadas losas correspondientes al puente actualmente en operación, por lo que a nivel de AP ya está afectadas las condiciones de Recarga media/Infiltración.
Residuos en agua	Actualmente en el AP existen ya puentes en operación, y en SAR se encuentra ya impactado por actividades humanas, principalmente la agricultura, por lo que la generación de residuos es un factor presente en el SAR y a nivel puntual.
Microclima	El SAR ya está impactado principalmente por actividad agrícola, que representan el 53% del SAR. Además, en el SAR ya hay una red vial pavimentada y en operación, por lo que las condiciones de Microclima ya están afectadas a nivel de SAR. A nivel AP, al ser un proyecto de ampliación de puentes ya existentes y en operación, en las áreas de construcción ya hay afectación de la vegetación por la agricultura y ya hay colocadas losas correspondientes al puente actualmente en operación, por lo que a nivel de AP ya está afectadas las condiciones de Microclima.
Relieve	El SAR ya está impactado por actividades humanas, incluyendo el establecimiento de infraestructura, hay una red vial pavimentada y en operación, también hay asentamientos humanos establecidos, por lo que las condiciones de Relieve ya están afectadas a nivel de SAR. A nivel AP, al ser un proyecto de ampliación de puentes ya existentes y en operación, en las áreas de construcción ya hay afectación al Relieve por establecimiento de estructuras.

FACTORES AMBIENTALES	CONDICIONES ACTUALES (SIN PROYECTO)
Compactación/Erosión	El SAR ya está impactado principalmente por actividad agrícola, que representan el 53% del SAR. Además, en el SAR ya hay una red vial pavimentada y en operación, por lo que las condiciones de Compactación/Erosión ya están afectadas a nivel de SAR. A nivel AP, al ser un proyecto de ampliación de puentes ya existentes y en operación, en las áreas de construcción ya hay afectación de la vegetación por la agricultura y ya hay colocadas losas correspondientes al puente actualmente en operación, por lo que a nivel de AP ya está afectadas las condiciones de Compactación/Erosión.
Residuos en suelo	Actualmente en el AP existen ya puentes en operación, y en SAR se encuentra ya impactado por actividades humanas, principalmente la agricultura. por lo que la generación de residuos es un factor presente en el SAR y a nivel puntual.
Distribución de especies y abundancia de poblaciones - Flora	El SAR ya está impactado principalmente por actividad agrícola, que representan el 53% del SAR, por lo que la vegetación en el SAR ya está impactada. A nivel AP, ya hay afectación de la vegetación por la agricultura y ya hay colocadas losas correspondientes al puente actualmente en operación, por lo que a nivel de AP la vegetación también ya se encuentra impactada.
Distribución de especies y abundancia de poblaciones - Fauna	El SAR ya está impactado principalmente por actividad agrícola, que representan el 53% del SAR, por lo que la vegetación, el hábitat para la fauna nativa, ya está impactado en el SAR. Por lo anterior, la fauna en el SAR se compone principalmente de especies que se desarrollan en zonas impactadas. A nivel AP, ya hay afectación de la vegetación por la agricultura y construcción de infraestructura, por lo que la fauna en el AP ya se encuentra afectada, y esta se compone principalmente de fauna adaptada a zonas ya impactadas.

FACTORES AMBIENTALES	CONDICIONES ACTUALES (SIN PROYECTO)
Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	El SAR ya está impactado por actividades humanas, incluyendo el establecimiento de infraestructura, hay una red vial pavimentada y en operación, también hay asentamientos humanos establecidos, por lo que las condiciones de Relieve ya están afectadas a nivel de SAR. A nivel AP, al ser un proyecto de ampliación de puentes ya existentes y en operación, en las áreas de construcción ya hay afectación a la Naturalidad del paisaje por actividades y establecimiento de estructuras humanas.
Servicios Básicos	En los municipios los que se encuentra el proyecto, hay gente en condiciones de pobreza extrema, esto de acuerdo con el Informe Anual Sobre La Situación De Pobreza Y Rezago Social 2025 de INEGI. De acuerdo con el Censo de población y vivienda 2020 de INEGI, el Grado de marginación del municipio de Tepexco es Alto y el Grado de marginación del municipio de Tilapa es medio, Por lo que puede inferirse que la obtención de bienes y servicios básicos en estos municipios es insuficiente.
Generación de empleo a población local	En los municipios los que se encuentra el proyecto, hay gente en condiciones de pobreza extrema, esto de acuerdo con el Informe Anual Sobre La Situación De Pobreza Y Rezago Social 2025 de INEGI. Además, la principal actividad económica es la relacionada a actividades agrícolas.

7.1.2 ESCENARIO CON PROYECTO Y SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN

A continuación se presenta un análisis de las condiciones con la ejecución del proyecto en un escenario sin implementar medidas de mitigación.

Tabla 2. Descripción de las condiciones con la ejecución del proyecto en un escenario sin implementación de medidas de mitigación.

FACTORES AMBIENTALES	EJECUCIÓN DEL PROYECTO SIN IMPLEMENTAR MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Calidad del aire	Durante la construcción del proyecto estará el potencial impacto de liberar polvos derivados de la demolición. Además, el cierre de la circulación podría generar
Ruido	Durante la construcción del proyecto se utilizará maquinaria que podría generar ruido, este impacto potencialmente podría darse en una escala puntual.
Recarga media/Infiltración	Para la ejecución del proyecto se requerirá el desmonte de una superficie de 0.5583 ha de Vegetación secundaria de selva baja caducifolia, además, será necesario colocar losas nuevas de acceso. Esto contribuirá permanentemente las condiciones de Recarga media/Infiltración en las superficies afectadas
Residuos en agua	La etapa de construcción del proyecto puede generar que los materiales de construcción se queden en los cuerpos de agua cercanos.
Microclima	Para la ejecución del proyecto se requerirá el desmonte de una superficie de un total 0.5583 ha de Vegetación secundaria de selva baja caducifolia, además, será necesario colocar losas nuevas de acceso. Esto contribuirá permanentemente las condiciones de Microclima en las superficies afectadas
Relieve	La ejecución del proyecto requiere la perforación para establecimiento de estructuras de construcción. Esto contribuirá a la modificación del relieve, pero esta actividad se dará en puntos muy específicos. Se considera esta afectación para poder plantear medidas para vigilar que las perforaciones no excedan lo necesario y planteado en el proyecto de construcción.

FACTORES AMBIENTALES	EJECUCIÓN DEL PROYECTO SIN IMPLEMENTAR MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Compactación/Erosión	Para la ejecución del proyecto se requerirá el desmonte de una superficie de 0.5583 ha de Vegetación secundaria de selva baja caducifolia, además será necesario colocar losas nuevas de acceso. Esto contribuirá permanentemente las condiciones de Compactación/Erosión en las superficies afectadas
Residuos en suelo	La etapa de construcción del proyecto puede generar que los materiales de construcción se queden en los suelos cercanos.
Distribución de especies y abundancia de poblaciones - Flora	Para la ejecución del proyecto se requerirá el desmonte de una superficie de un total 0.5583 ha de Vegetación secundaria de selva baja caducifolia, además será necesario colocar losas nuevas de acceso. Esto contribuirá con la perdida de vegetación en AP.
Distribución de especies y abundancia de poblaciones - Fauna	Para la ejecución del proyecto se requerirá el desmonte de una superficie de un total 0.5583 ha de Vegetación secundaria de selva baja caducifolia, esto contribuirá con la perdida de vegetación en AP y por lo tanto contribuirá la perdida de hábitat para la fauna. Considerando la proporción de la superficie a afectar con respecto al SAR, la a afectación es mínima. La construcción de puentes no afectará a la movilidad de fauna que pudiera estar presente en la zona. Sin embargo, las actividades de construcción ahuyentarán a la fauna circundante.
Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	La ejecución del proyecto requiere la ampliación de un puente ya existente. Esto contribuirá a la afectación a la Naturalidad del Paisaje, la construcción del proyecto se dará en puntos muy específicos. Se considera esta afectación para poder plantear medidas para vigilar que las superficies afectadas no excedan lo necesario y planteado en el proyecto de construcción.
Servicios Básicos	Durante la etapa de construcción no se verá reflejado el aumento en la obtención de bienes y servicios básicos.
Generación de empleo a población local	Algunas actividades de la ejecución del proyecto requerirán de emplear personas de localidades circundantes. Esto contribuirá a aumentar la oferta de trabajo en la zona.

7.1.3 ESCENARIO CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN

A continuación se presenta un análisis de las condiciones con la ejecución del proyecto en un escenario implementando las medidas de mitigación planteadas en el Capítulo Vi.

Tabla 3. Descripción de las condiciones con la ejecución del proyecto en un escenario implementando las medidas de mitigación planteadas en el Capítulo VI.

FACTORES AMBIENTALES	EJECUCIÓN DEL PROYECTO IMPLEMENTANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS EN EL CAPÍTULO VI.
Calidad del aire	Las medidas a aplicarse son de tipo preventivo. Se realizará supervisión ambiental para que los escombros originados de la demolición estén húmedos y que de ser necesario se utilice una lona para cubrir el material. Al terminar el proyecto la calidad de aire regresará a su nivel actual.
Ruido	Las medidas a aplicarse son de mitigación. Se plante realizar estas actividades solo en horas del día para no crear ruido de noche. Al terminar el proyecto se la zona del proyecto quedará sin esta afectación.
Recarga media/Infiltración	Se plantean medidas de compensación para que en SAR las capacidades de Recarga media/Infiltración no se vean afectadas. Una de las medidas a implementar es la revegetación en zonas que actualmente carezcan de vegetación, lo cual servirá para compensar la afectación a este factor ambiental. Al finalizar la ejecución del proyecto y de las medidas de mitigación los servicios ambientales actuales relacionados con este factor ambiental no se verán modificados.
Residuos en agua	Se plantea ejecutar un Plan integral de manejo de residuos combinado con un Programa de Vigilancia Ambiental de las actividades. Esto para garantizar que tanto los residuos generados de materiales de construcción y los residuos generados por la actividad de los trabajadores, no se quede en los cuerpos de agua cercanos.
Microclima	Se plantean medidas de compensación para que en SAR las capacidades de Microclima no se vean afectadas. Una de las medidas a implementar es la revegetación en zonas que actualmente carezcan de vegetación, lo cual servirá para compensar la afectación a este factor ambiental. Al finalizar la ejecución del proyecto y de las medidas de mitigación los servicios ambientales actuales relacionados con este factor ambiental no se verán modificados.

FACTORES AMBIENTALES	EJECUCIÓN DEL PROYECTO IMPLEMENTANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS EN EL CAPÍTULO VI.
Relieve	En el Programa de vigilancia ambiental se propone se incluya la vigilancia de esta actividad para que la superficie perforada no sobrepase los límites planteados en el proyecto de construcción.
Compactación/Erosión	Se plantean medidas de compensación para que en SAR las capacidades de Compactación/Erosión no se vean afectadas. Una de las medidas a implementar es la revegetación en zonas que actualmente carezcan de vegetación, lo cual servirá para compensar la afectación a este factor ambiental. Al finalizar la ejecución del proyecto y de las medidas de mitigación los servicios ambientales actuales relacionados con este factor ambiental no se verán modificados.
Residuos en suelo	Se plantea ejecutar un Plan integral de residuos combinado con un Programa de Vigilancia Ambiental de las actividades. Esto para garantizar que tanto los residuos generados de materiales de construcción y los residuos generados por la actividad de los trabajadores, no se quede en los suelos agua cercanos.
Distribución de especies y abundancia de poblaciones - Flora	Se plantean medidas de compensación para que en SAR la vegetación no se vea afectada. Las medidas a implementar son acciones de rescate y reubicación de flora, la revegetación en zonas que actualmente carezcan de vegetación, lo cual servirá para compensar la afectación a este factor ambiental. Al finalizar la ejecución del proyecto y de las medidas de mitigación los servicios actuales ambientales relacionados con este factor ambiental no se verán modificados.
Distribución de especies y abundancia de poblaciones - Fauna	Como medida preventiva para no dañar ejemplares de fauna que pudieran estar presentes en la zona de construcción se propone la ejecución de Acciones de Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna. Esto garantiza que la fauna no se verá dañada por la ejecución del proyecto.

FACTORES AMBIENTALES	EJECUCIÓN DEL PROYECTO IMPLEMENTANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS EN EL CAPÍTULO VI.
Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	En las Acciones de Vigilancia ambiental se propone se incluya la vigilancia de las actividades de construcción que la superficie afectada no sobrepase los límites planteados en el proyecto de construcción. Una de las acciones que se proponen es la revegetación en sitios que actualmente están desprovistos de vegetación, esto como medida de compensación. La Afectación a la naturalidad del paisaje se dará de manera continua y permanente, pero considerando que actualmente ya existe una estructura que afecta a este factor ambiental, esta afectación es moderada.
Servicios Básicos	La ampliación del puente contribuirá a que en la zona se tenga más facilidad de obtener bienes y servicios básicos, y de manera más ágil. Este impacto es a nivel SAR y municipal.
Generación de empleo a población local	La actividad de mantenimiento requerirá de emplear personas de localidades circundantes. Esto contribuirá a aumentar la oferta de trabajo en la zona, lo cual se daría por periodos, de manera continua.

7.2 PRONÓSTICO AMBIENTAL

Conforme a lo anterior se propone presentar una valoración cualitativa de los factores ambientales que potencialmente puedan presentar una modificación derivada del desarrollo del proyecto. Para esto, se toman en cuenta los criterios presentados en el siguiente cuadro (donde a mayor valor se presenta menor modificación al factor ambiental derivado del proyecto):

Tabla 4. Criterios cualitativos para el Pronóstico de los escenarios del proyecto.

Criterio	Valoración
Sin perturbación	5
Escasamente modificado	4
Moderadamente modificado	3
Altamente modificado	2
Totalmente modificado	1

Dadas las condiciones ambientales en el SAR y en el AP se permiten los decimales para la valoración.

Tabla 5. Resultado de la valoración cualitativa para los pronósticos de los escenarios del proyecto.

FACTORES AMBIENTALES	Sin proyecto	Con proyecto y sin medidas de mitigación	Con proyecto y con medidas de mitigación
Calidad del aire	3	2.5	3
Ruido	3	2.5	3
Recarga media/Infiltración	3	2.5	3
Residuos en agua	3	2.5	3
Microclima	3	2.5	3
Relieve	4	3.5	4

FACTORES AMBIENTALES	Sin proyecto	Con proyecto y sin medidas de mitigación	Con proyecto y con medidas de mitigación
Compactación/Erosión	3	2.5	3
Residuos en suelo	3	2.5	3
Distribución de especies y abundancia de poblaciones - Flora	3	2.5	3
Distribución de especies y abundancia de poblaciones - Fauna	3	2.5	3
Afectaciones a la Naturalidad del paisaje	3	2.5	2.7
Servicios Básicos	3	2.5	2
Generación de empleo a población local	3	2.5	2

.

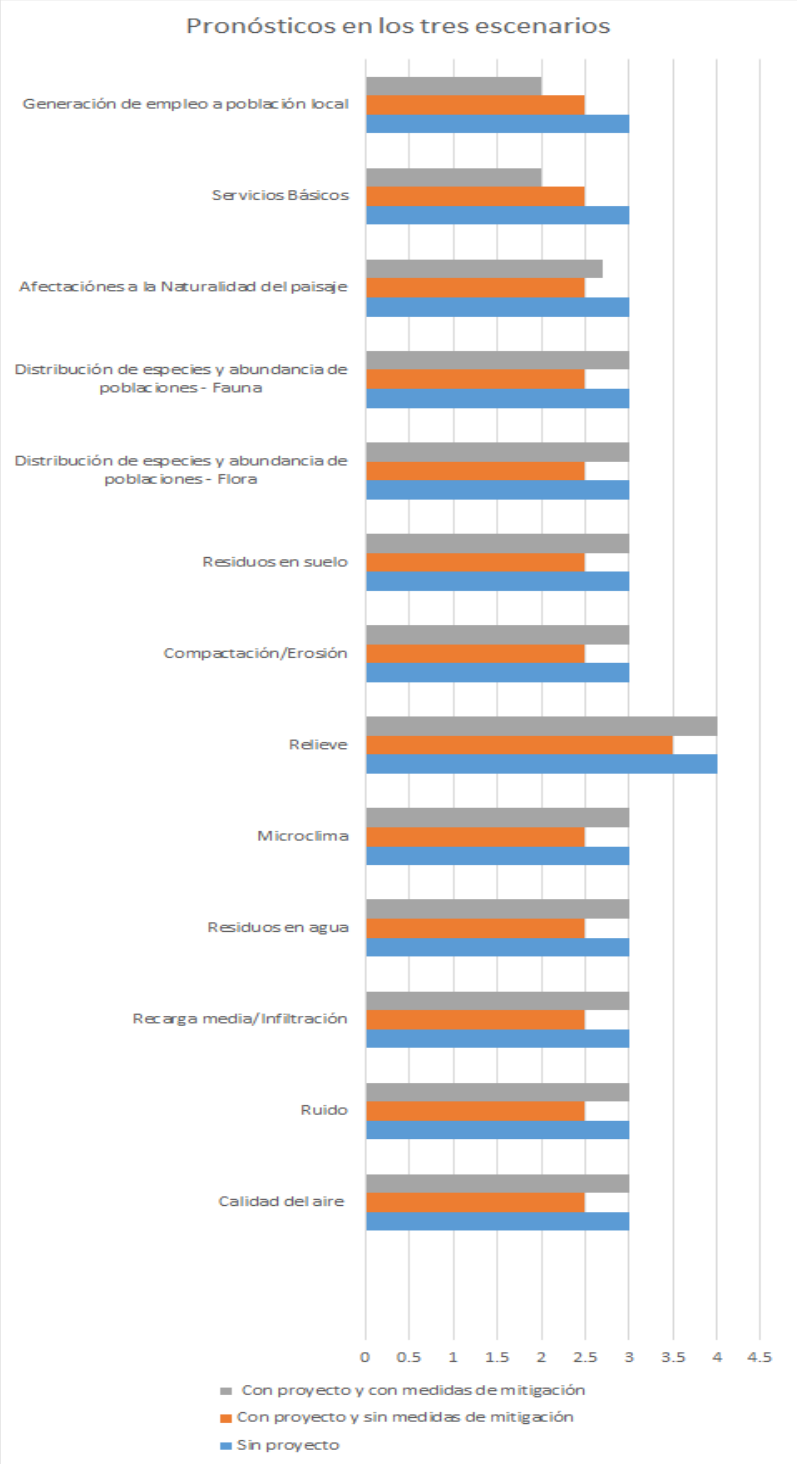


Figura 1. Grafica del resultado de la valoración cualitativa para los Pronósticos de los escenarios del proyecto.

7.3 CONCLUSIÓN

El SAR ya está impactado principalmente por actividad agrícola, que representan el 53% del SAR. Además, en el SAR ya hay una red vial pavimentada y en operación, y hay establecidos asentamientos humanos, por lo que las condiciones ambientales ya están afectadas en el SAR.

En el AP, al ser un proyecto de ampliación de puentes ya existentes y en operación, en las áreas de construcción ya hay afectación de la vegetación por la agricultura, por lo que a nivel de AP ya está afectadas las condiciones ambientales.

En los municipios los que se encuentra el proyecto, hay gente en condiciones de pobreza extrema, esto de acuerdo con el Informe Anual Sobre La Situación De Pobreza Y Rezago Social 2025 de INEGI. De acuerdo con el Censo de población y vivienda 2020 de INEGI, el Grado de marginación del municipio de Tepexco es Alto y el Grado de marginación del municipio de Tilapa es medio, por lo que puede inferirse que la obtención de bienes y servicios básicos en estos municipios es insuficiente.

El proyecto consiste en la ampliación de puentes ya existentes y en operación, la superficie de afectación es mínima, se requerirá el desmonte de una superficie total de 0.5583 ha de Vegetación secundaria de selva baja caducifolia.

Se propone la ejecución de medidas para mitigar, prevenir y restaurar los impactos ambientales que se produzcan. De acuerdo con el análisis del Capítulo Vi y VII, al finalizar la ejecución del proyecto y de las medidas de mitigación los servicios actuales ambientales relacionados con este factor ambiental no se verán deteriorados.

Es importante señalar que los impactos se justifican con el beneficio que representa tener una estructura de comunicación vial con mejores condiciones para transitar y que los habitantes circundantes obtengan bienes y servicios.

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

CAPÍTULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes: Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco II ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 y Rijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

Tabla de contenido

IV VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO. **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

4.1 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional **¡Error! Marcador no definido.**

4.1.1 Delimitación de la región de estudio ..... **¡Error! Marcador no definido.**

4.2 Delimitación del Sistema Ambiental Regional..... **¡Error! Marcador no definido.**

4.2.2 Delimitación analítica y grafica ..... **¡Error! Marcador no definido.**

4.3 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional **¡Error! Marcador no definido.**

4.3.1 Medio abiótico ..... **¡Error! Marcador no definido.**

4.3.2 Medio biótico. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

4.3.3 Paisaje ..... **¡Error! Marcador no definido.**

4.3.4 Medio socioeconómico ..... **¡Error! Marcador no definido.**

4.4 Diagnóstico ambiental regional..... **¡Error! Marcador no definido.**

4.5 Conclusiones..... **¡Error! Marcador no definido.**

4.6 Bibliografía ..... **¡Error! Marcador no definido.**

VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

8.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

Los documentos que conforman el presente estudio son:

- Capítulo I.
- Capítulo II.
- Capítulo III.
- Capítulo IV.
- Capítulo V.
- Capítulo VI.
- Capítulo VII.
- Capítulo VIII.
- Programas Ambientales
- Anexos:
  - Cartográfico
  - Fotográficos (Cadenamiento y vegetación circundante, Flora observada en campo, Sitios de muestreo de Flora, Evidencia de la realización de trabajo de campo).
  - Digitales

La información que sustenta la manifestación de impacto ambiental se presenta de diversas formas, en la investigación acerca de lo establecido en la legislación para apegarse a los lineamientos que repercuten en esta obra; así como el conocimiento de las características de la zona en lo social, económico, cultural y ambiental, y en los resultados obtenidos en campo.

8.1.1 DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DEL PROYECTO.

A fin de definir el Sistema Ambiental Regional (SAR) donde se pretende construir el Proyecto, se analizaron los componentes físicos, bióticos y sociales registrados en la zona; posteriormente, y tomando como referencia la dimensión del proyecto y la interacción del mismo con dichos componentes, se procedió a delimitar las unidades de análisis.

En dicho espacio regional por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna, otros recursos naturales relacionados con éstos y el medio ambiente. Por lo que, derivado del análisis se tomaron algunos criterios para definir dicha unidad, tales como: dimensiones del proyecto, que para el área de estudio tiene como base una visión integradora de los elementos del ecosistema, tomando en cuenta las características de los componentes y procesos ambientales que potencialmente pudieran interactuar con el desarrollo del proyecto para determinar en qué medida afectará la ejecución de las obras a los diferentes atributos, con el objeto de poder realizar su evaluación correspondiente, para inferir finalmente en qué sentido estos últimos pueden interactuar con el desarrollo de las actividades propuestas por la promovente en el sitio.

La intención de determinar o seleccionar el mejor SAR no fue solo definir el contexto espacial con base en el cual se identificarán los impactos ambientales que pudiera generar el proyecto, sino identificar los recursos que conforman los ecosistemas presentes, realizando un diagnóstico general acerca de las condiciones actuales de conservación o deterioro (incluyendo además un análisis de las actividades socioeconómicas que se desarrollan en el área desde una perspectiva ambiental) a fin de establecer las medidas necesarias (acordes con el impacto real generado) que prevengan o mitiguen los efectos que pudieran disminuir su integridad funcional.

8.1.2 CARTOGRAFÍA.

Para la ubicación del área del proyecto, tanto a nivel macro como micro, así como del área de influencia del proyecto, poblados cercanos, vías de acceso, hidrología superficial, usos del suelo, reconocimiento de unidades ambientales, etc., se consultó la cartografía publicada del INEGI, escalas 1:50 000 y 1:250 000.

Para los aspectos abióticos, bióticos y socioeconómicos se recurrió a la información de bibliotecas de institutos de investigación, recorridos de campo y visitas a estaciones climatológicas, así como consultas de páginas electrónicas de Internet, de instituciones como INEGI, SEMARNAT, CNA, CONAPO, CONABIO, Gobierno del Estado de Guanajuato.

Para su interpretación fueron las Guías para la interpretación cartográfica. Para el trabajo de las cartas con la inserción del proyecto se utilizó los Programas AutoCad y ArcGis 10.1.

La información técnica y el diseño del proyecto, está basado en la normativa y especificaciones que la SCT ha desarrollado para su aplicación en diferentes partes del país y según el tipo de proyecto que se trate.

Los criterios, técnicas, procedimientos, resultados, materiales, equipo, etc., se explican brevemente en los siguientes puntos y algunos se anexan al documento de la MIA cuando es posible incluirlos.

8.1.3 FOTOGRAFÍA

- Se incluyen Anexos Fotográficos:
- Cadenamiento cada 250 m
- Especies de Flora observadas en campo
- Especies de Fauna observadas en campo
- Metodología de Muestreo para Flora
- Metodología de Muestreo para Fauna

8.1.4 VÍDEOS

Se incluyen videos sobre la metodología empleada

8.1.5 DIAGRAMAS Y OTROS GRÁFICOS

Los diagramas y esquemas que se incluyen en el texto de la manifestación se elaboraron mediante los programas de Microsoft Excel y Microsoft Power Point versión 2013. Cada uno con su título, número consecutivo y página correspondiente. En el índice general del documento se puede identificar los cuadros, figuras y gráficas que resultaron del análisis de los datos tratados.

8.1.6 ANÁLISIS CLIMÁTICO, TOPOGRÁFICO, EDAFOLÓGICO E HIDROLÓGICO

Para el desarrollo de los aspectos climatológicos, se tomaron en cuenta las estaciones meteorológicas más cercanas a la trayectoria de la línea de transmisión. Asimismo, se complementó la descripción con los datos reportados en el libro de E. García (1988), “Modificaciones al Sistema de Clasificación de Köppen”.

Para el caso de la topografía, edafología, hidrología superficial y subterránea, se consideraron las cartas topográficas editadas y publicadas por INEGI, temática Geología, Hidrología

Superficial e Hidrología Subterránea y en escala 1: 250 000. La información que se plasma en dichas cartas se corroboró con el recorrido del proyecto.

8.1.7 ANÁLISIS DE LA VEGETACIÓN

Para la realización de este apartado se llevó a cabo trabajo de gabinete. De la revisión y análisis de la cartografía temática y bibliográfica ambiental que se ha elaborado para el área del proyecto, se reconocieron y diferenciaron las unidades ambientales (tipos de vegetación). Asimismo, se realizó trabajo de campo consistente en muestrear los estratos arbóreo, arbustivo, de epifitas y herbáceo. En el capítulo IV, se presenta la descripción de los tipos de vegetación presentes en el área del proyecto y en los anexos fotográficos se incluye evidencia del trabajo de campo, sitios de muestreo y catálogo florístico.

8.1.8 ANÁLISIS DE LA FAUNA

Se consultaron las publicaciones existentes sobre de la fauna de vertebrados terrestres de la zona de estudio, así como la base de datos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), así como la información que se ha ido generando en otros estudios dentro del área de trabajo, con la finalidad de integrar un listado preliminar. Asimismo, se realizó el trabajo de campo consistente en muestreos por transecto y puntos de observación para registrar las especies de fauna que se distribuyen en las áreas de interés del proyecto. En el Capítulo IV se presenta el resultado de los muestreos y en los anexos fotográficos se incluye evidencia de estos y la presencia de individuos de fauna de los diferentes grupos.

8.1.9 ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO

Los datos que se presentan en el presente estudio fueron tomados de los Censos Generales de Población y Vivienda editados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

8.1.10 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Para identificar y caracterizar los impactos ambientales, tanto benéficos como adversos, se utilizaron dos métodos de matrices complementarias entre sí. La primera es una matriz de interacción con la que únicamente se identifican los impactos probables; la segunda matriz fue de evaluación de impactos, en la que estos fueron caracterizados de acuerdo al beneficio o perjuicio derivado del proyecto.

En concreto, el procedimiento de evaluación fue el siguiente:

1. Definición de las actividades del proyecto
2. Identificación de impactos
3. Definición de los indicadores de impacto
4. Definición de los criterios de valuación
5. Elaboración de la matriz de evaluación del impacto ambiental
6. Análisis de los resultados por factor ambiental
    - Medio físico
    - Medio biológico
    - Medio socio-económico
    - Medio cultural - perceptual

La información a detalle de cada una de las etapas se describe en el Capítulo V. Identificación y evaluación de impactos. Finalmente, la edición final de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular, correspondiente al proyecto, se utilizaron los programas de Microsoft Word, Excel y PowerPoint y para edición de fotografías y cartografía se utilizó Paint Brush

8.1.10.1 MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Con esta matriz se identificaron los impactos con base a la interacción entre componentes del sistema ambiental y las actividades a realizar para el desarrollo del proyecto.

La elaboración de dicha matriz fue conforme a lo siguiente:

a) Suelo
b) Geología y geomorfología
c) Hidrología superficial
d) Aire
e) Fauna
f) Flora
g) Socioeconómico
h) Paisaje

Se enlistaron las actividades a realizar para el proyecto de acuerdo con el programa de trabajo presentado en el capítulo II y a la información proporcionada por el promovente. Esto desde la perspectiva de los impactos que ocasionarán en el medio ambiente.

8.1.10.2 MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS

La metodología utilizada en la presente evaluación de impacto ambiental fue tomada de Conesa (1997); y consistió en calificar cada interacción (impacto) mediante los siguientes criterios: naturaleza, intensidad, extensión, duración, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, efecto y sinergia, para obtener el valor de importancia de cada uno de los impactos.

8.1.10.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN

Las medidas de mitigación propuestas se sustentan en el análisis ambiental realizado en el capítulo IV y en la evaluación de impactos realizada en el capítulo V.

8.2 OTROS ANEXOS.

Con relación a otros anexos, se anexo un apartado con la bibliografía consultada y utilizada para la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular, sin dejar de mencionar que con relación a lo indicado en la "*Guía para la presentación de la manifestación de ambiental, Modalidad Regional"*, respecto a que se podrán incluir términos que se utilicen y que no estén contemplados en el glosario que en ella se presentan, se señala que la presente MIA se enmarca en teóricamente en los conceptos en él definidos por lo que se considera no necesaria la presentación de un glosario particular.

8.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. (2011). Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Centro Nacional de Prevención de desastres, Diagnostico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México. Versión Electrónica 2014

- Centro Nacional de Prevención de desastres, Fascículo Heladas 1a. Edición, diciembre 2001, Versión Electrónica 2014
- Centro Nacional de Prevención de desastres, Fascículo Inundaciones 1a. Edición, octubre 2004, Versión Electrónica 2019
- Centro Nacional de Prevención de desastres, Fascículo Tormentas 1a. Edición, agosto 2010, Versión Electrónica 2019
- Climas - García, E. - CONABIO-(1998). 'Climas' (clasificación de Koppen, modificado por García). Escala 1:1000000. México.
- CONABIO. (10 de Marzo de 2021). ENCICLOVIDA. Obtenido de https://enciclovida.mx/
- CONABIO. (10 de Marzo de 2021). Portal de Geoinformación 2020. (C. N. Biodiversidad, Editor) Obtenido de http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/
- CONABIO. Sánchez-Cordero V., P. Rodríguez, N. Moreno-Almeraya, M. Jiménez-Cruz. (2020)
- Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Regiones Prioritarias.
- Constitución Política de los estados Unidos Mexicanos, publicada en el diario Oficial de la Federación el 5 de febrero de 1927, Ultima reforma publicada DOF 24-12-20
- Constitución Política para el Estado de Guanajuato, Publicada: P.O. Núm. 32, Año III, Tomo IV,18-10-1917, Última reforma: P.O. Núm. 54, Cuarta Parte, 04-04-2017
- Coordinación Nacional de Protección Civil, Descripción de los fenómenos hidrometeorológicos, 29 de abril de 2016.
- Flores-Villela, O. y H. A. Pérez-Mendoza. 2006. Herpetofaunas estatales de México. In Inventarios herpetofaunísticos de México: avances en el conocimiento de su biodiversidad, A. Ramírez-Bautista, L. Canseco-Márquez y F. Mendoza-Quijano (eds.). Publicaciones de la Sociedad Herpetológica Mexicana. p. 327-346.
- Gallina, S. & C. López-González (editor). 2011. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Volúmen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A. C. Querétaro, México. 377 pp. (On line: http:www.uaq.mx).
- INEGI. (2017). Guia para la interpretación de cartografía del uso del. Aguascatiente, México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Obtenido de http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825092030.pdf
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. (2006). Manual de métodos para desarrollar inventarios de biodiversidad. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2004). Guía para la interpretación de cartografía edafología
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2005), Guía para la interpretación de la cartografía. Climatológica.

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía Anuario estadístico y geográfico de Guanajuato 2017
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). Conjuntos de datos vectoriales de la carta de uso de suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Guía para la interpretación de cartografía: Geológica.
- Kaufman K. 2005. Guía de campo a las aves de Norteamérica, Houghton Mifflin Company, USA.
- Krebs, C. (1985). Ecología; estudio de la distribución y la abundancia. México: Harla.
- la Ley de desarrollo forestal de Guanajuato, publicada en el p.o. de 25 de noviembre de 2019.
- Ley de Agua Nacionales, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1º de diciembre de 1992, Última reforma publicada DOF 06-01-2020
- Ley de Cambio Climático para el Estado de Guanajuato y sus Municipios, Publicada: P.O. Núm. 183, Quinta Parte, 15-11-2013, Última reforma: P.O. Núm. 208, Décima Quinta Parte, 29-12-2015
- Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 1993, Última reforma publicada DOF 01-12-2020.
- Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de junio de 2013
- Ley General de cambio Climático, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012, Última reforma publicada DOF 06-11-2020.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de junio de 2018, Última reforma publicada 13-04-2020.
- Ley General de protección civil, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012, Última reforma publicada DOF 19-01-2018
- Ley General de Vida Silvestre, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2000, Última reforma publicada DOF 19-01-2018
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, Última reforma publicada DOF 05-06-2018
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003, Última reforma publicada DOF 19-01-2018
- Ley para la gestión de residuos de Guanajuato publicada en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado número 74, segunda parte, de fecha 10 de mayo de 2005.

- Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato, Ley publicada en el Periódico Oficial, 8 de febrero del 2000, última reforma publicada en el periódico oficial: 12 de noviembre del 2004
- Magurran, A. E. (2003). Measuring Biological Diversity. Wiley-Blackwell.
- Magurran, A. E. (2012). Ecological Diversity and Its Measurement . Springer.
- Mateucci, S. D., & Colma, A. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. Washington, D.C.: Secretaría General de la Organización de Estados Americanos.
- Missouri Botanical Garden. (10 de Marzo de 2021). Tropicos. Obtenido de https://www.tropicos.org/home
- NOM-011-STPS-2001 Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido. Publicada el miércoles 17 de abril de 2002.
- NOM-017-STPS-2008 Norma Oficial Mexicana, Equipo de protección personal-selección, uso y manejo en los centros de trabajo. DOF: 03/01/2018.
- NOM-041-SEMARNAT-2006 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. DOF: 10/06/2015
- NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
- NOM-054-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.
- NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio.
- NOM-080-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido, proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. (Publicada en el D.O.F. de fecha 13 de enero de 1995).
- NOM-081-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de fuentes fijas y su método de medición. DOF: 03/12/2013
- NOM-161-SEMARNAT-2011 Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión ha dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo. DOF: 01/02/2013
- Peter B. Adler & William K. Lauenroth. 2003. The power of time: spatiotemporal scaling of species diversity. Ecology Letters. Volume6, Issue8.Pp 749-756.
- Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de julio de 2019.
- Programa de Inversiones en Infraestructura de Transportes y Comunicaciones 2013-2018, Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Publicada el 15 de julio de 2013.

- Programa de Ordenamiento Ecológico general del Territorio publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07 de septiembre del 2012
- Programa estatal de desarrollo urbano y Ordenamiento Ecológico territorial 2040
- Programa Municipal de Desarrollo 2018-2021. http://seieg.iplaneg.net/pmd/
- Programa municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial de Atarjea, Gto. Publicado en el Periódico oficial el 18 de diciembre de 2017.
- Programa Nacional de Infraestructura Carretera 2018-2024. Secretaria de Comunicaciones y Transportes. Publicada el 22 de diciembre de 2018.
- Programa Sectorial de Comunicaciones y transportes 2020-2024.
- Ralph, C. John; Geupel, Geoffrey R.; Pyle, Peter; Martin, Thomas E.; DeSante, David F; Milá, Borja. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR159. Albany,CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.
- Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (RLGDFS), DOF: 09/12/2020
- Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre, Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006, Última reforma publicada DOF 09-05-2014.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental, Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000, Última reforma publicada DOF 31-10-2014
- Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006, Última reforma publicada DOF 31-10-2014.
- Romahn de la Vega, C. F., & Maldonado, R. (2010). Dendrometría. Texcoco, México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Sánchez O., J. F. Charre-Medellín, G. Téllez-Girón, Ó. Báez-Montes y G. Magaña-Cota. 2016. Mamíferos silvestres de Guanajuato: actualización taxonómica y diagnóstico de conservación. Pp. 243-280 en Riqueza y Conservación de los Mamíferos en México aNivel Estatal (Briones-Salas, M., Y. Hortelano-Moncada, G. Magaña-Cota, G. SánchezRojas y J. E. Sosa-Escalante, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. y Universidad de Guanajuato, Ciudad de México, México
- Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana, Ciclones Tropicales 1a. edición, diciembre 2007 Versión Electrónica 2019
- SEMARNAT. (2019). MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010,. México: Diario Oficial de la Nación. Obtenido de http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/8007/semarnat11_C/semarnat11_C.html

- The Royal Botanic Gardens Kew. (10 de Marzo de 2021). International Plant Name Index. Obtenido de https://www.ipni.org/
- Uetz, P. 2013. The reptile data base. http://www.reptile-database.org/; última consulta: 20.01.2021.

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

ACUÍFEROS

SIMBOLOGÍA

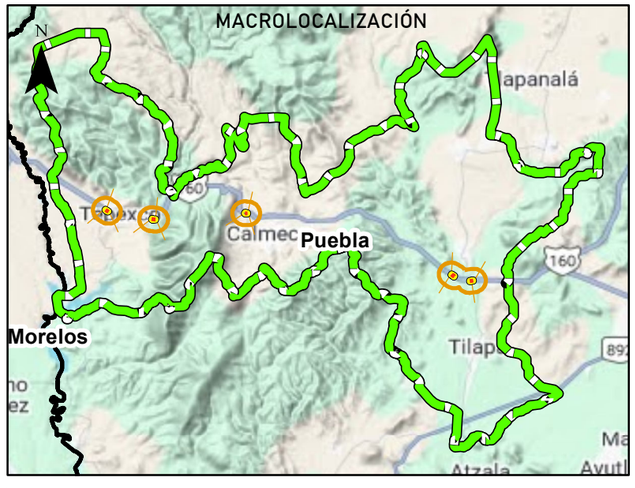
Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

Acuiferos

- Atlixco - Izucar de Matamoros



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

[redacted]

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

0 1.25 2.5 5 7.5 10 Kilometers

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

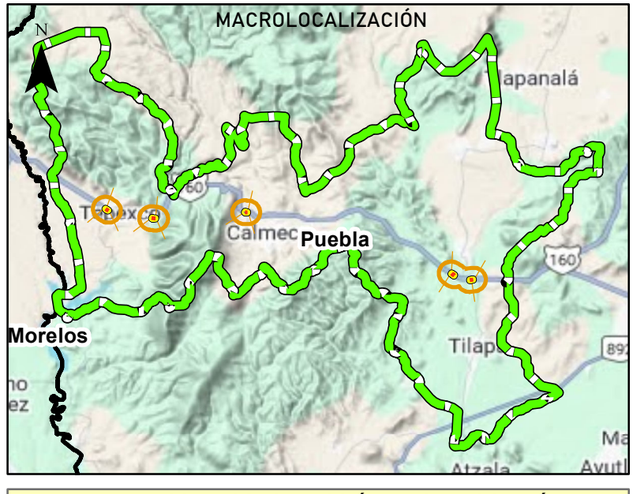
AREA DE INFLUENCIA

SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R
[redacted]

2846628 152269 | 2849128 152269 | 2851628 152269 | 2854128 152269 | 2856628 152269 | 2859128 152269 | 2861628 152269

747235 980790 | 744735 980790 | 742235 980790 | 739735 980790 | 737235 980790 | 734735 980790

0 0.75 1.5 3 4.5 6 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

ÁREAS DE ATENCIÓN PRIORITARIA

SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

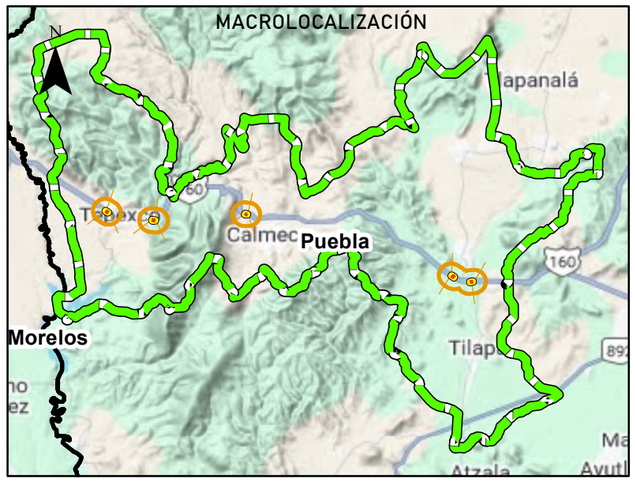
- Eje
- Super estructura
- Ceros
- SAR
- AI

Area de interes

UAB, NOMBRE

- 61, SIERRAS DEL SUR DE PUEBLA

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

2787399 923280 | 2812399 923280 | 2837399 923280 | 2862399 923280 | 2887399 923280 | 2912399 923280 | 2937399 923280 | 2962399 923280 | 2987399 923280 | 3012399 923280

809124 291712 | 784124 291712 | 759124 291712 | 734124 291712 | 709124 291712 | 684124 291712 | 659124 291712 | 634124 291712

0 10 20 40 60 80 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICA).

SIMBOLOGÍA

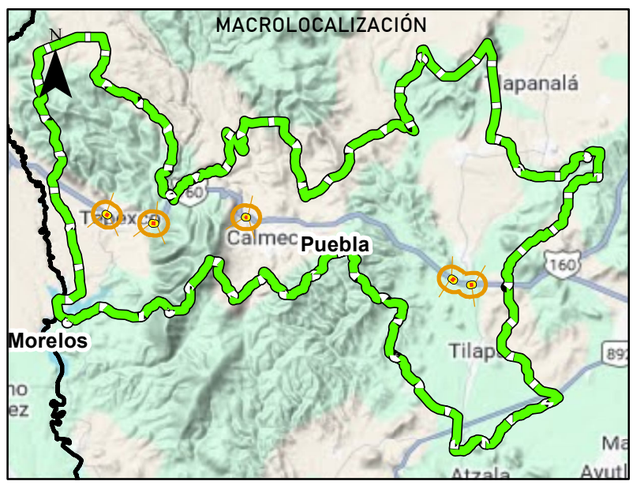
Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de interes

AICA

- SIERRA DE HUAUTLA
- SUR DEL VALLE DE MEXICO
- VOLCANES IZTACCIHUATL-POPOCATEPETL



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

[redacted]

45.80 km

33.51 km

19.40 km

2735356 2760356 2785356 2810356 2835356 2860356 2885356

809143 784143 759143 734143 709143 684143

0 5 10 20 30 40 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

- Eje
- Super estructura
- Ceros
- SAR
- AI

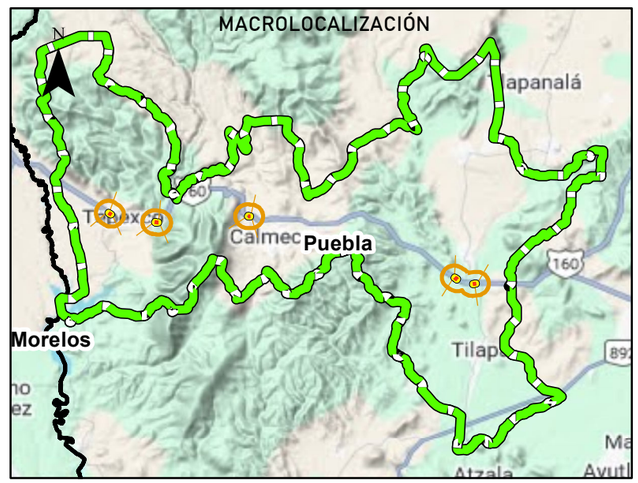
Area de interes

ANP Estatal

- Sierra del Tentzo

ANP Federal

- Sierra de Huautla



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

[redacted]

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

0 5 10 20 30 40 Kilometers

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

CENTRO DE ACOPIO

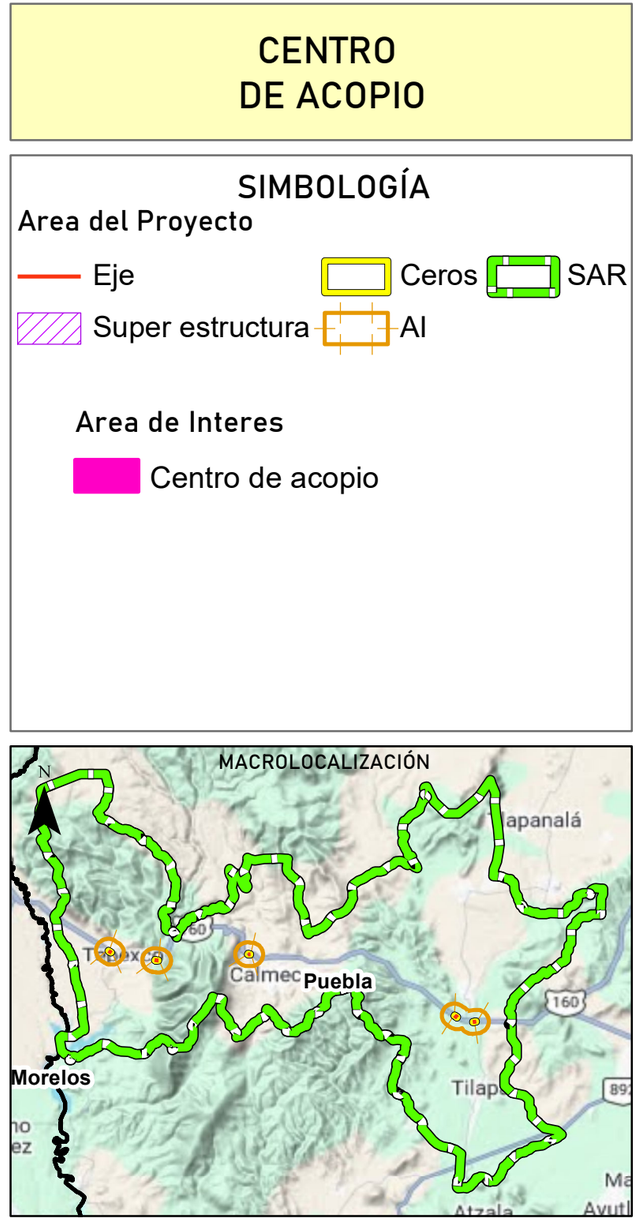
SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

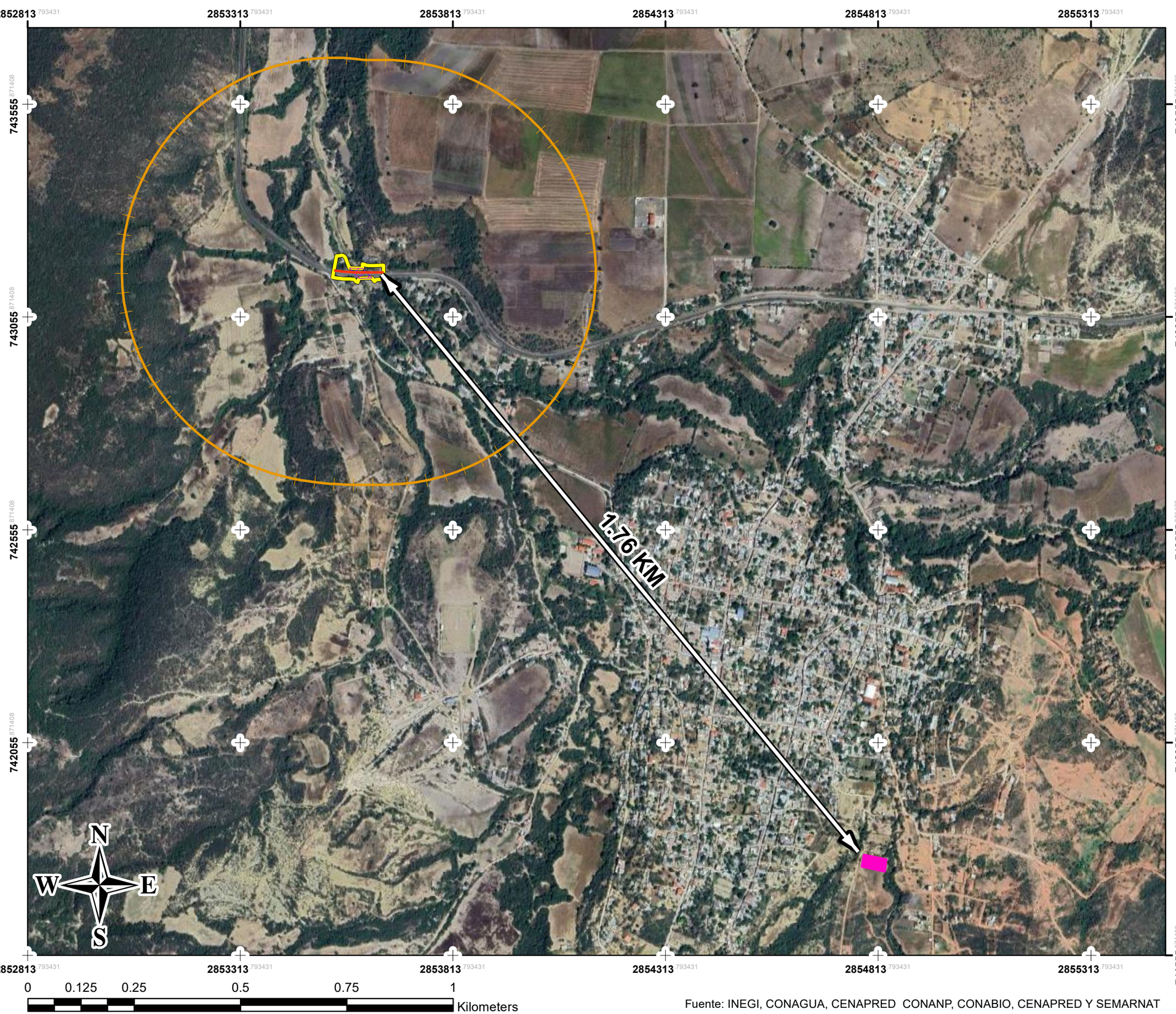
Area de Interes

- Centro de acopio



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R



Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

CLIMA

SIMBOLOGÍA

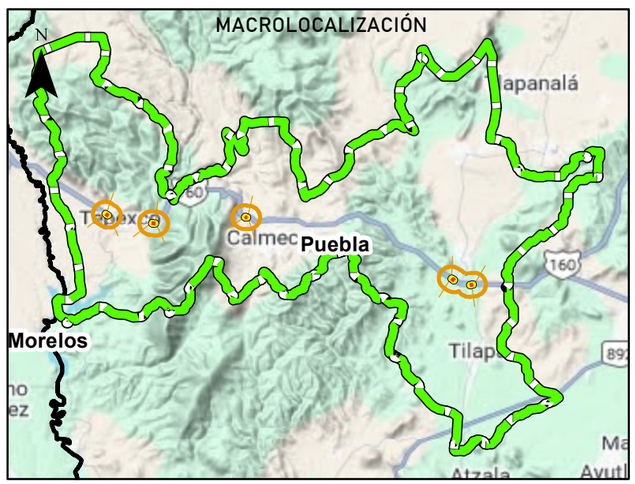
Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

CLAVE, TIPO

- Aw0(w), Cálido subhúmedo



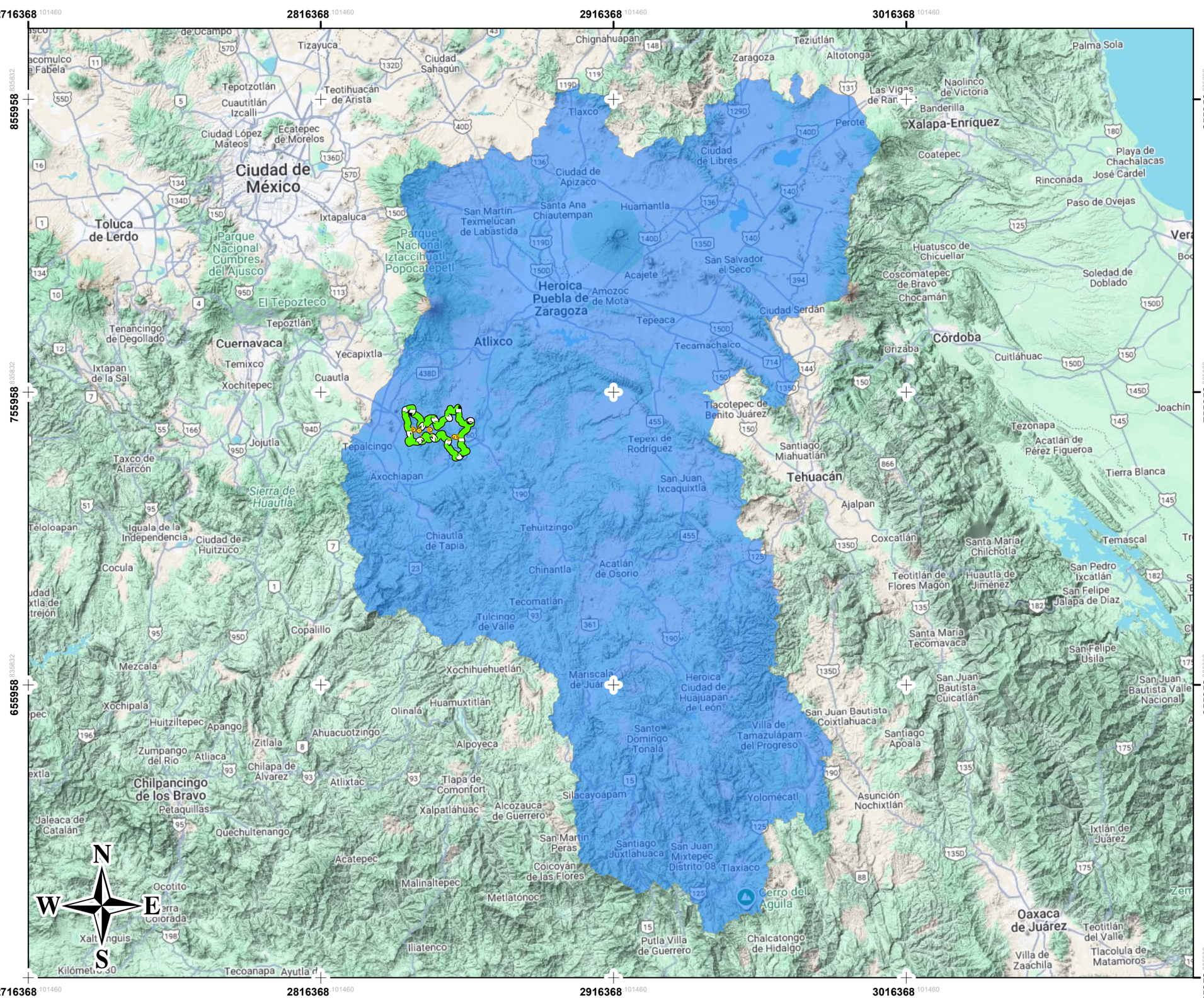
DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

[redacted]

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

0 1.25 2.5 5 7.5 10 Kilometers



Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

CUENCA HIDROLÓGICA

SIMBOLOGÍA

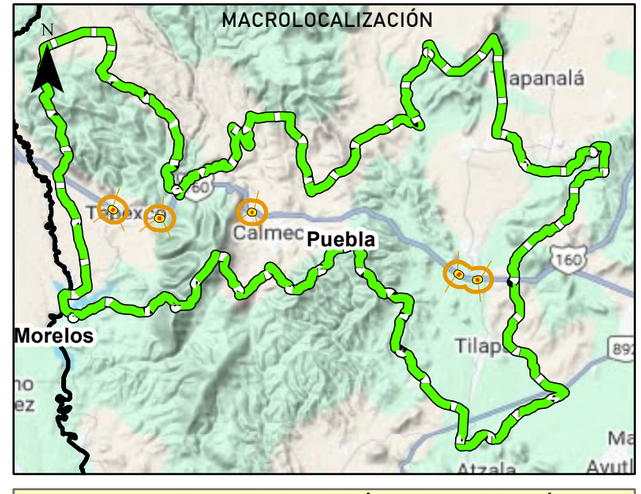
Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

Cuenca

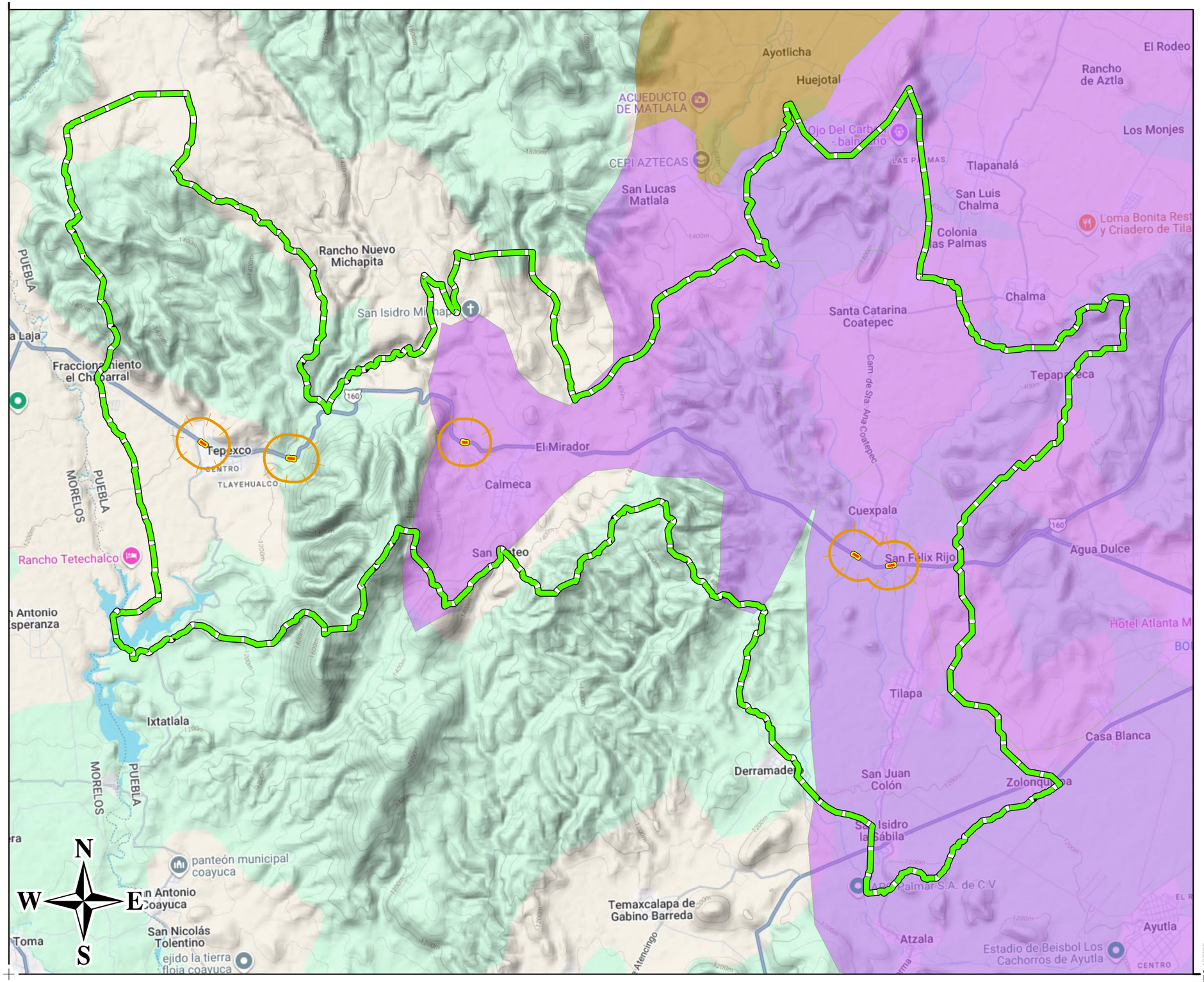
- R. Atoyac



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

2843838.517203



2843838.517203

0 1.25 2.5 5 7.5 10 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

731778.467768

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

DEGRADACIÓN DEL SUELO

SIMBOLOGÍA

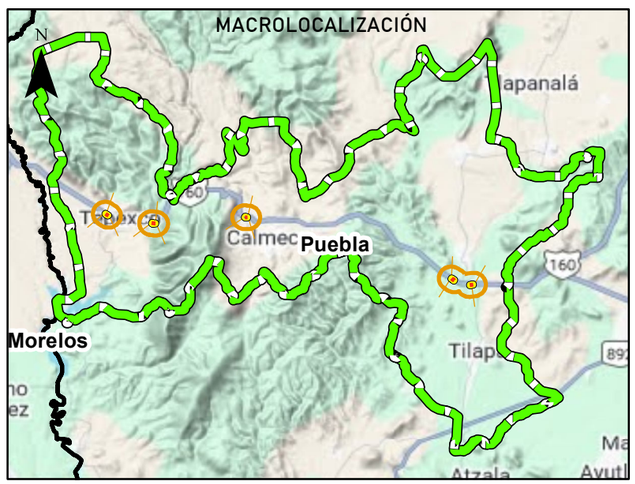
Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

TIPO

- Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgán
- Erosión eólica con pérdida del suelo superficial por acción del viento



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

EDAFOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

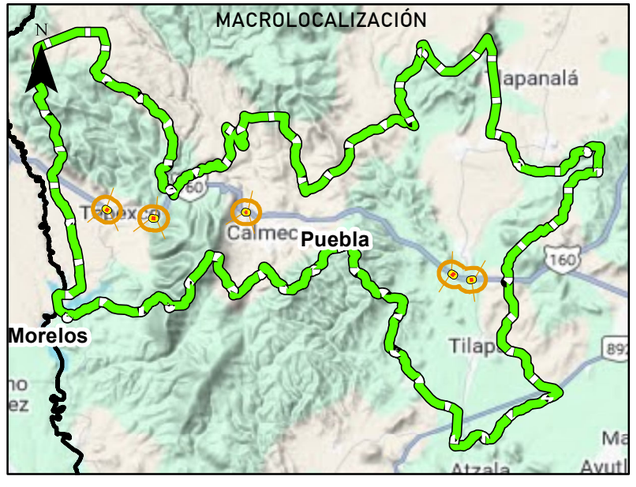
Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

DESCRIPCIO

- FEOZEM HAPLICO
- FLUVISOL EUTRICO
- LITOSOL
- REGOSOL CALCARICO
- RENDZINA
- VERTISOL PELICO



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

0 1.25 2.5 5 7.5 10 Kilometers

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

ESTACIONES METEREOLOGICAS

SIMBOLOGÍA

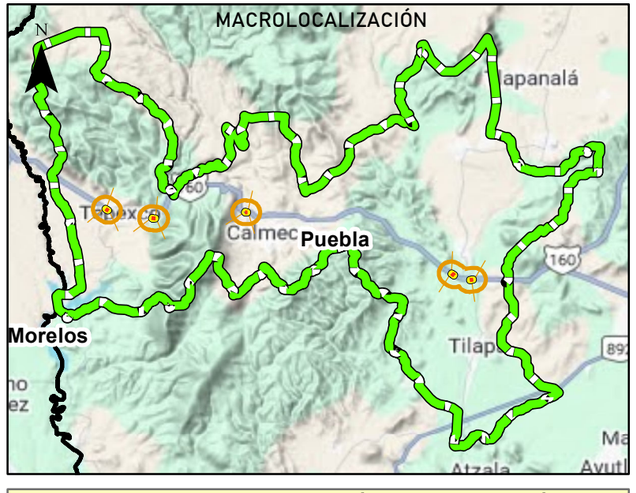
Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

- ESTACIONES METEREOLOGICAS

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R
[redacted]

2843838 517203 | 2848838 517203 | 2853838 517203 | 2858838 517203 | 2863838 517203 | 2868838 517203

751778 467768 | 746778 467768 | 741778 467768 | 736778 467768 | 731778 467768

0 1.25 2.5 5 7.5 10 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

2843838.517203

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

FALLAS Y FRACTURAS

SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

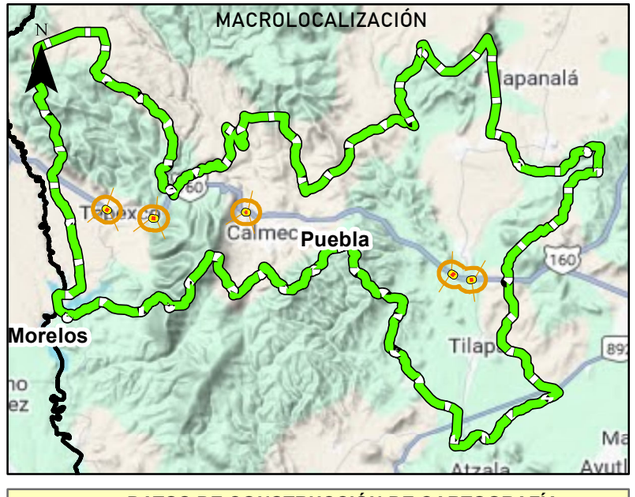
- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

ENTIDAD

- EJE ESTRUCTURAL
- FALLA
- FRACTURA

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R
[redacted]

2731778.467768

0 1.25 2.5 5 7.5 10 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

2843838.517203

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

GEOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

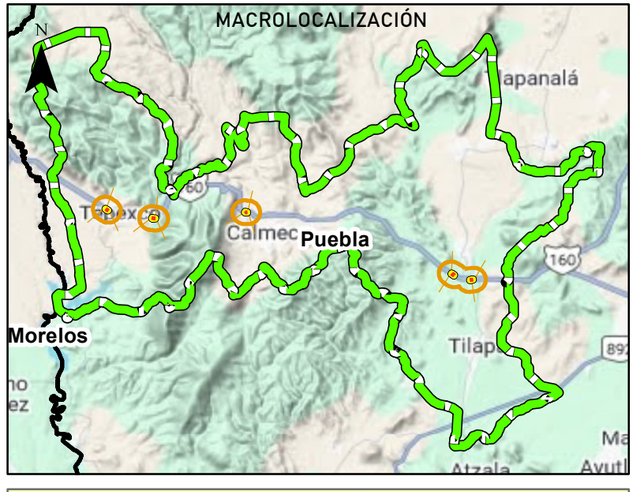
Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

ROCA

- Extrusiva
- Híbrida
- Sedimentaria



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R
[redacted]

0 1.25 2.5 5 7.5 10 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

GRADO DE RIESGO POR BAJAS TEMPERATURAS

SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

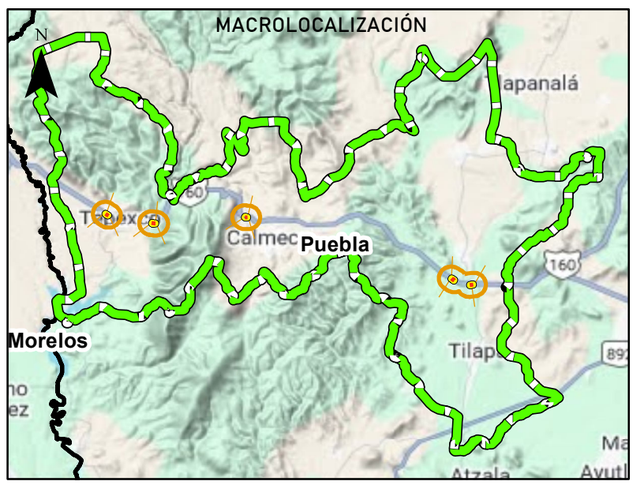
- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

Riesgo

- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

2843838 2848838 2853838 2858838 2863838 2868838
751778 746778 741778 736778 731778

0 1.25 2.5 5 7.5 10 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

GRADO DE RIESGO POR CICLONES TROPICALES

SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

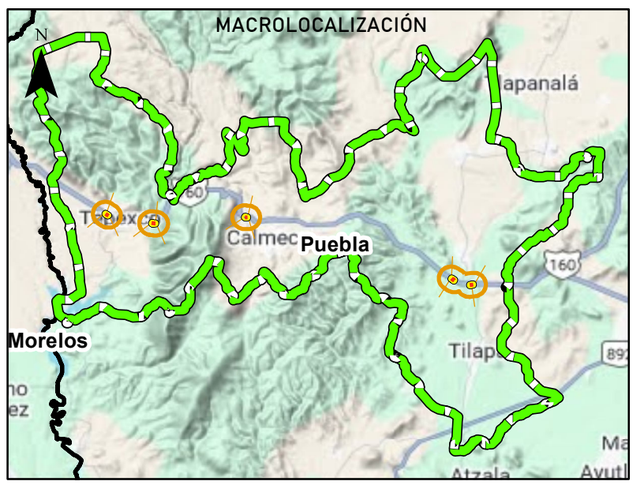
- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

Riesgo

- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

2843838 2848838 2853838 2858838 2863838 2868838 517203

751778 746778 741778 736778 731778 467768

0 1.25 2.5 5 7.5 10 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

GRADO DE RIESGO POR INUNDACIÓN

SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

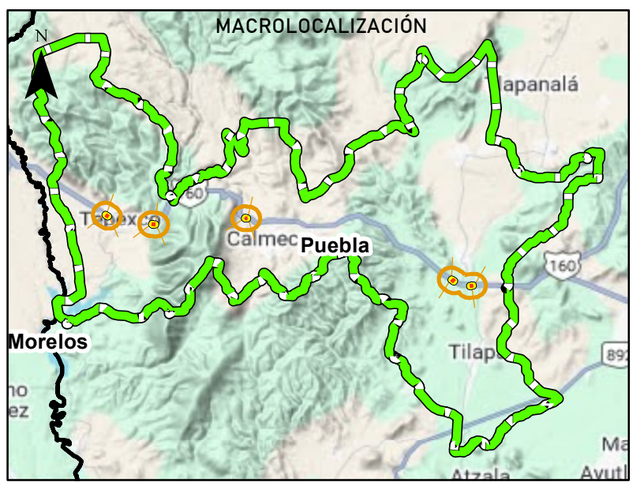
- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

Riesgo

- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

0 1.25 2.5 5 7.5 10 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

GRADO DE RIESGO POR SEQUÍAS

SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

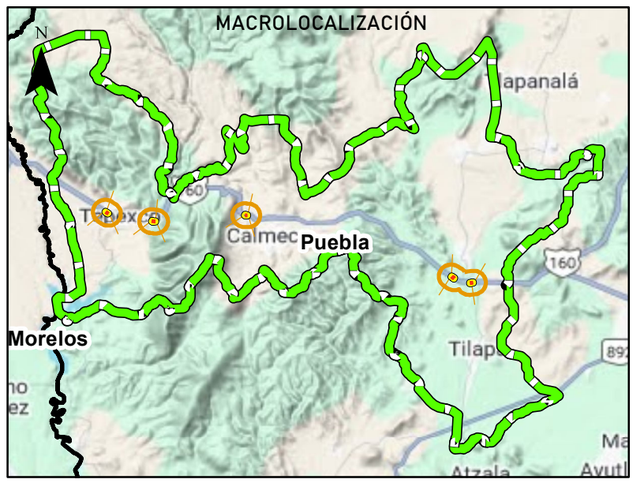
- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

Riesgo

- Muy alta
- Alta
- Media
- Baja
- Muy baja

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

2843838 2848838 2853838 2858838 2863838 2868838 (517203)
751778 746778 741778 736778 731778 (467768)

0 1.25 2.5 5 7.5 10 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

GRADO DE RIESGO POR TORMENTAS ELÉCTRICAS

SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

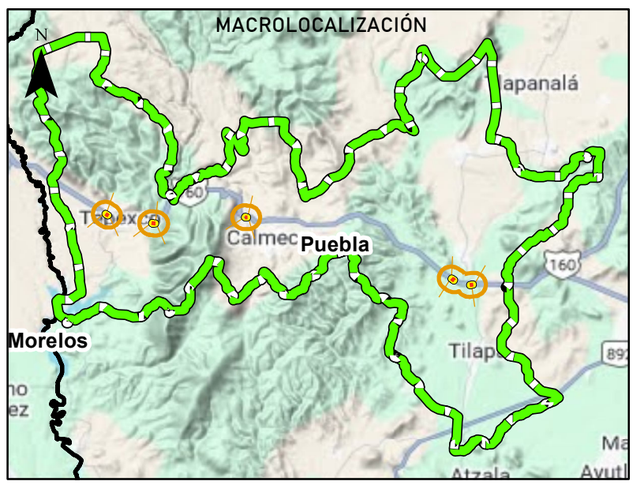
- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

Riesgo

- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

N W E S

0 1.25 2.5 5 7.5 10 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

SIMBOLOGÍA

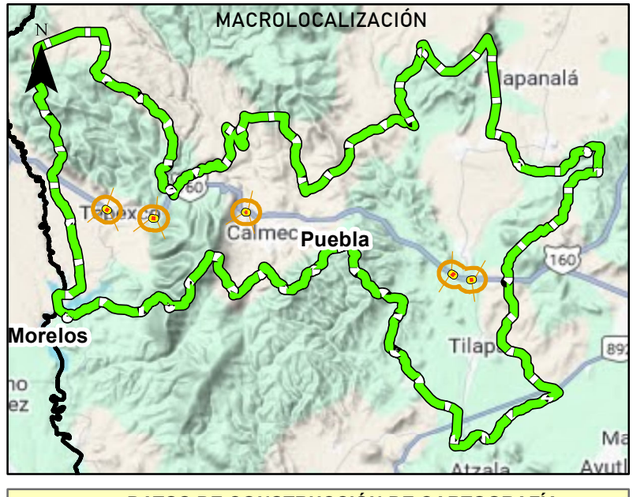
Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

CONDICION

- INTERMITENTE
- PERENNE



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R
[redacted]

2843838 517203 | 2848838 517203 | 2853838 517203 | 2858838 517203 | 2863838 517203 | 2868838 517203

751778 467768 | 746778 467768 | 741778 467768 | 736778 467768 | 731778 467768

0 1.25 2.5 5 7.5 10 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

LOCALIDADES Y CAMINOS CERCANOS

SIMBOLOGÍA

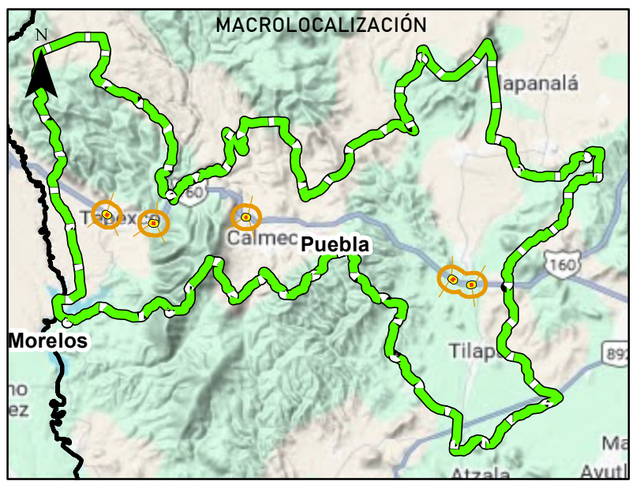
Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

- Localidad
- Camino
- Carretera
- Localidad

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

0 1.25 2.5 5 7.5 10 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

LOCALIZACION DE LOS PUENTES

SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

- Puentes

Puente Tepexco 1

Puente Tepexco II

Puente Calmeca

Puente Matlala

Puente Rijo

Santo Domingo Ayotlicha

Huejotal

Rancho de Aztla

Los Monjes

El Rocío

ACUEDUCTO DE MATLALA

CEPI AZTECAS

San Lucas Matlala

Tlapanalá

San Luis Chalma

Colonia las Palmas

Loma Bonita Rest y Criadero de Tila

Rancho Nuevo Michapita

San Isidro Michapa

Santa Catarina Coatepec

Tepapayeca

Fraccionamiento el Chaparral

Tepexco

CENTRO

TLAYEHUALCO

El Mirador

Calmeca

Cam. de Sta. Ana Coatepec

Ferretería Mendoza Cuexpala

San Félix Rijo

Agua Dulce

Rancho Tetechalco

Tilapa

Casa Blanca

Ixtatlala

Derramadero

San Juan Colón

Zolonquilpa

ABARROTES YAY

Temaxcalapa de Gabino Barreda

Atzala

Ayutla

Estadio de Beisbol Los Cachorros de Ayutla

panteón municipal coayuca

San Nicolás Tolentino

PUEBLA

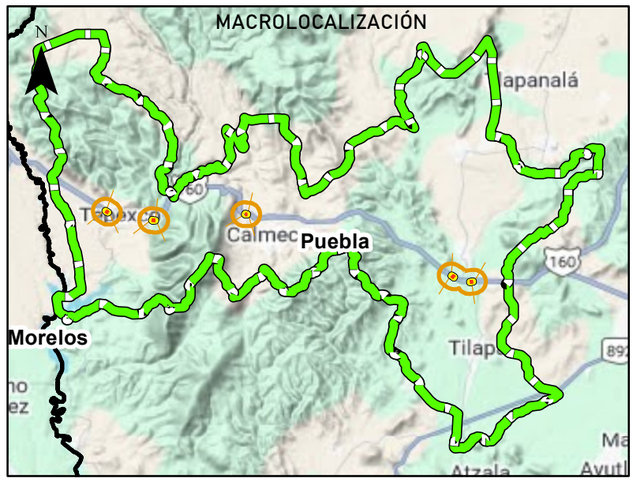
MORELOS

N W E S

0 3 6 12 18 24 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

2843838.517203

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

LOMERÍOS Y MONTAÑAS (RELIEVE)

SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

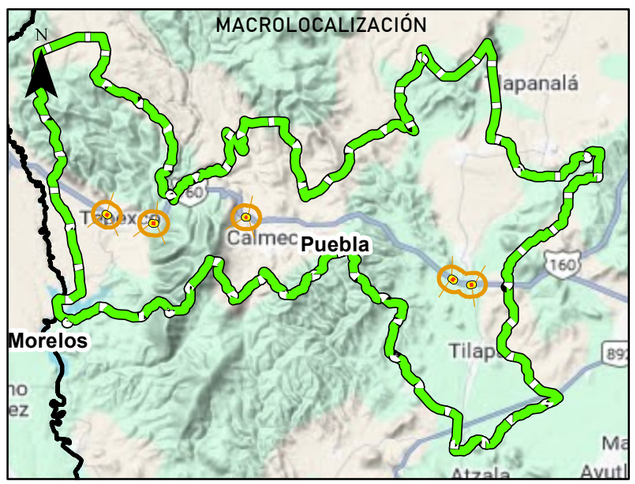
- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

MORFOLOGIA

- Lomerios
- Montanas
- Planicies 1000-2000m

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

2731778.167768

0 1.25 2.5 5 7.5 10 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

MACRO LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

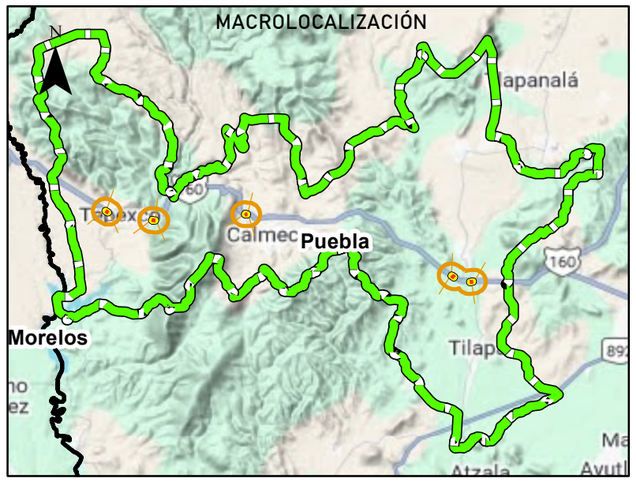
Area del Proyecto

- Eje
- Super estructura
- Ceros
- AI
- SAR

Area de interes

Estado

- Puebla
- Division Estatal



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

[redacted]

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

0 20 40 80 120 160 Kilometers

2843143.531970

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

MICRO LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

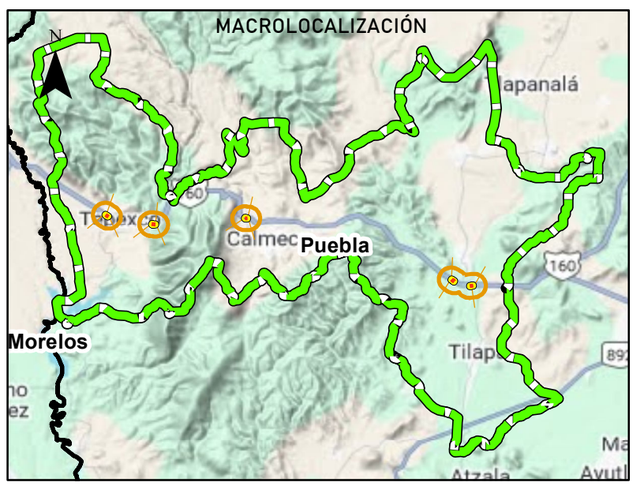
- Eje
- Super estructura
- Ceros
- AI
- SAR

Area de interes

Municipio

- Tepexco
- Tilapa
- Division Municipal

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

2843143.531970

730680.670525

0 1.5 3 6 9 12 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

MICROCUENCA HIDROLÓGICA

SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

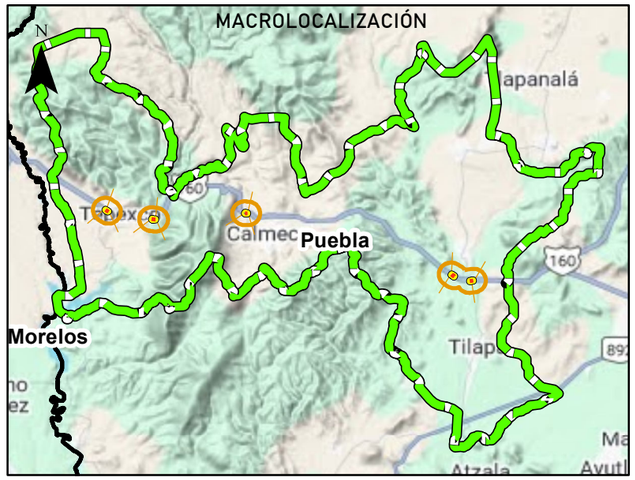
- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

Microcuenca

- CALMECA (SAN JUAN CALMECA)
- HUAQUECHULA
- TEPEXCO
- TILAPA

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

0 1.5 3 6 9 12 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

2843838.517203

POE_19_005

A_15_057

A_15_059

R_15_089

A_15_054

R_15_088

A_MN_114

A_MN_114

A_MN_114

Pr_15_077

A_15_050

A_15_048

A_15_058

A_MN_114

N
W E
S

0 1.25 2.5 5 7.5 10
Kilometers

2731778.467768

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

MODELO DE ORDENAMIENTO ECOLOGICO DE PUEBLA

SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

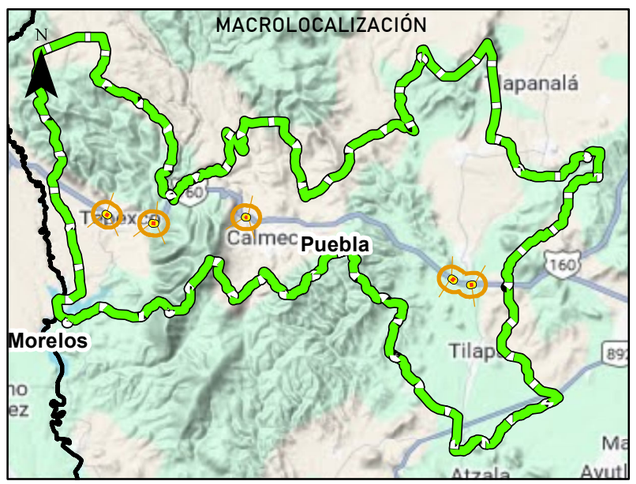
Area de Interes

Modelo de Ordenamiento Ecológico Puebla

POLITICA

- Aprovechamiento sustentable
- POE vigente
- Preservación
- Restauración

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

SITIOS DE MUESTREO DE FLORA

SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

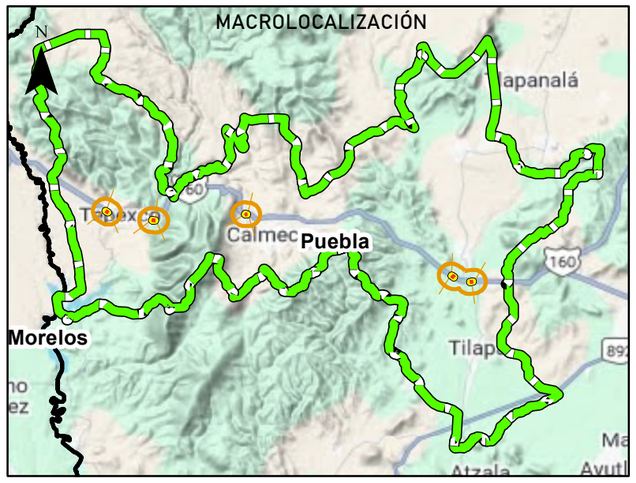
- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

Puente/Área de estudio

- Area del proyecto
- Área de Influencia
- Sistema Ambiental

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

2847130 924453 | 2852130 924453 | 2857130 924453 | 2862130 924453
746049 977031 | 741049 977031 | 736049 977031

SAR01 SAR02 SAR03 SAR04 SAR05 SAR06
AI01 AI02 AI03 AI04 AI05
AP01 AP02 AP04 AP05 AP06 AP07 AP08 AP09 AP10 AP11

N W E S

0 0.75 1.5 3 4.5 6 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

NUCLEOS AGRARIOS

LOS REYES TEOLCO
AHUATLAN
TLAPANALA
HUEJOTAL
SAN MARCOS ACTEOPAN
SAN LUCAS MATLALA
CUEXPALA
MICHAPITA O RANCHO NUEVO
AHUATLAN
SAN LUIS CHALMA
TEPAPAYECA
SAN JUAN CALMECA
SANTA CATARINA COATEPEC
TEPAPAYECA
TEPAPAYECA
CUEXPALA
BARRIO DE SAN AGUSTIN
RIJO
SAN JUAN CALMECA
TILAPA
LA CAMPANA
CUYOTLIAPA O CASA BLANCA
TILAPA
EL DERRAMADERO
IZUCAR DE MATAMOROS
COLON
COLON
ZOLONQUIAPA
CHIETLA
CHIETLA

SIMBOLOGÍA

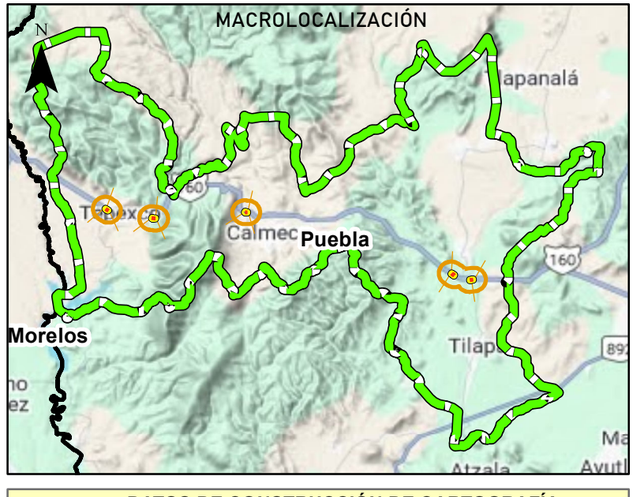
Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

tipo

- Comunidad
- Ejido



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R
[redacted]

2843838 2848838 2853838 2858838 2863838 2868838
751778 746778 741778 736778 731778

0 1.25 2.5 5 7.5 10 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

PENDIENTE MEDIA

SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

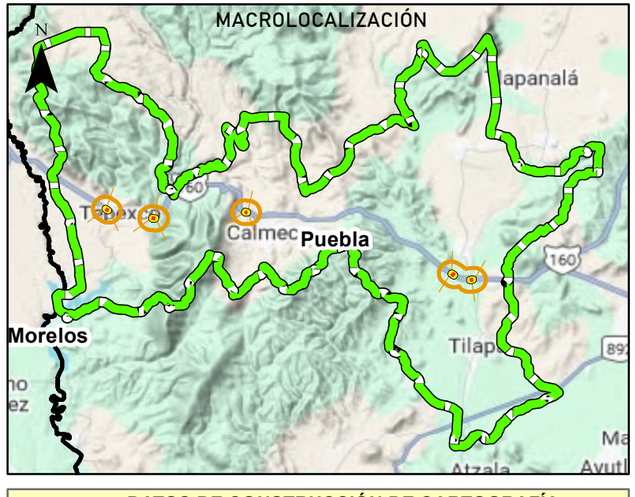
Area de Interes

Altitud (msnm)

Value

High : 1727

Low : 1129



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R
[redacted]

2843838 517203 | 2848838 517203 | 2853838 517203 | 2858838 517203 | 2863838 517203 | 2868838 517203

751778 467768 | 746778 467768 | 741778 467768 | 736778 467768 | 731778 467768

0 1.25 2.5 5 7.5 10 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

PRECIPITACIÓN MEDIA

SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

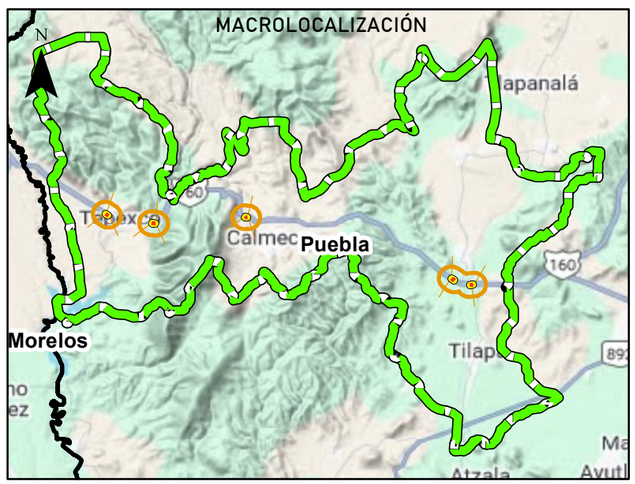
- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

RANGOS

- 800 a 1200 mm

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

2843838 517203 | 2848838 517203 | 2853838 517203 | 2858838 517203 | 2863838 517203 | 2868838 517203

751778 467768 | 746778 467768 | 741778 467768 | 736778 467768 | 731778 467768

0 1.25 2.5 5 7.5 10 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT)

SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

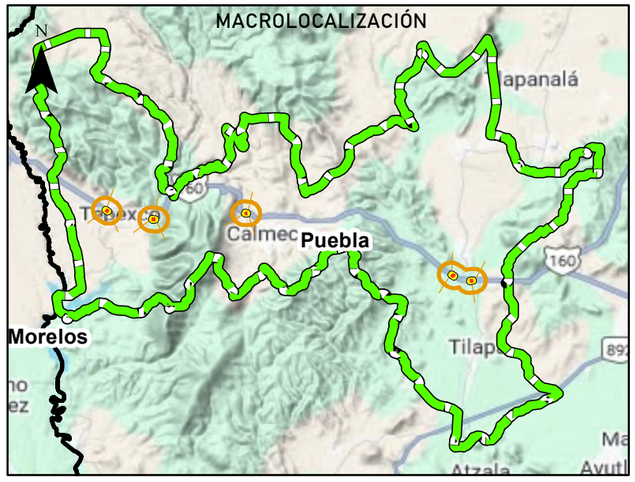
- Eje
- Super estructura
- Ceros
- AI
- SAR

POEGT

UAB, NOMBRE

- 61, SIERRAS DEL SUR DE PUEBLA
- 121, DEPRESION DE MEXICO

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

0 15 30 60 90 120 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

PROVINCIAS FISIOGRÁFICAS

SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

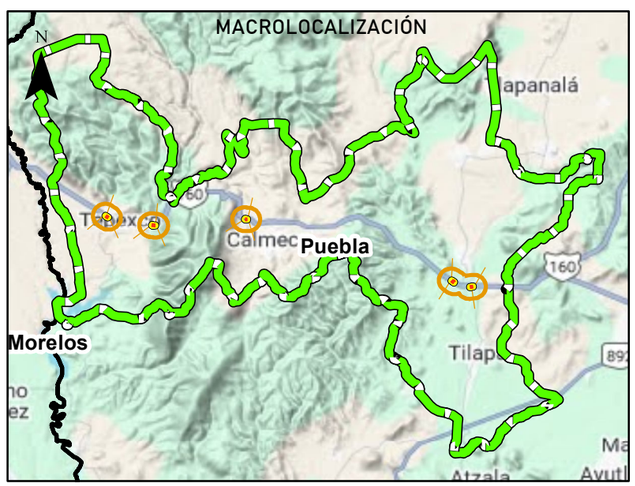
- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

NOMBRE

- EJE NEOVOLCÁNICO

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

N W E S

0 55 110 220 330 440 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

2847130 924453 | 2852130 924453 | 2857130 924453 | 2862130 924453

746049 977031

741049 977031

736049 977031

SAR 1
SAR 2
SAR 3
SAR 4
SAR 5

AI 1
AP 1
AP 2
AI 2
AI 3
AP 3
AI 4
AP 4
AP 5
AI 5

N
W
E
S

0 3 6 12 18 24 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

PUNTOS DE OBSERVACION

SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

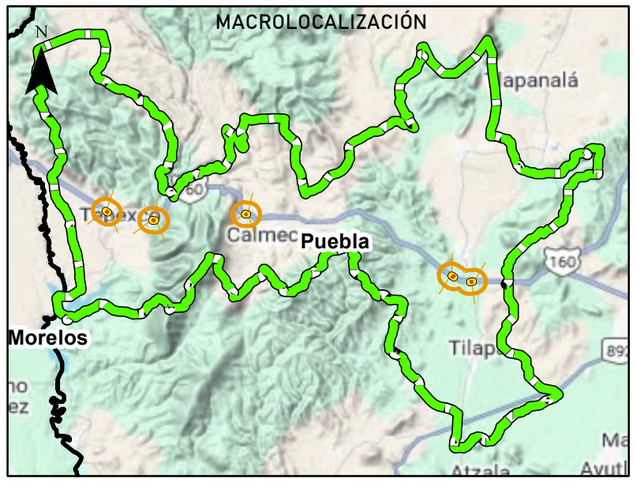
- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

Zona

- Area del proyecto
- Área de Influencia
- Sistema Ambiental

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

REGIÓN HIDROLÓGICA PRIORITARIA (RHP)

SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

RHP

- Río Amacuzac - Lagunas de Zempoala

11.95 km

MACROLOCALIZACIÓN

Morelos

Puebla

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R
[redacted]

712964.211462 2737964.211462 2762964.211462 2787964.211462 2812964.211462 2837964.211462 2862964.211462 2887964.211462

800247.603845 775247.603845 750247.603845 725247.603845 700247.603845 675247.603845 650247.603845

0 10 20 40 60 80 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

REGIÓN HIDROLÓGICA

SIMBOLOGÍA

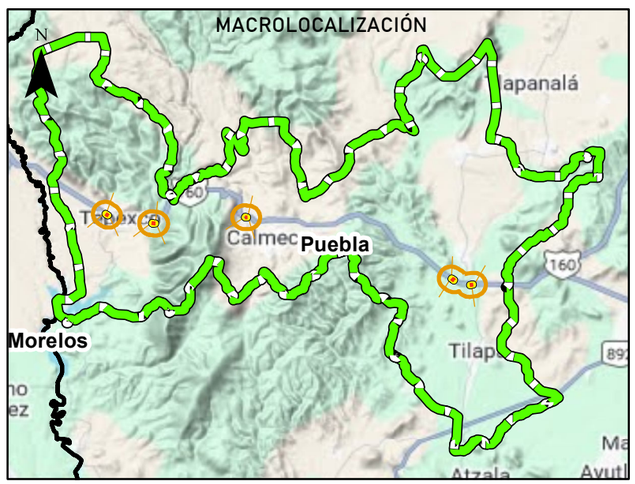
Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

Balsas

- BALSAS



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

2334169 436459 | 2434169 436459 | 2534169 436459 | 2634169 436459 | 2734169 436459 | 2834169 436459 | 2934169 436459 | 3034169 436459

944073 815665 | 844073 815665 | 744073 815665 | 644073 815665 | 544073 815665 | 444073 815665

0 37.5 75 150 225 300 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

REGIÓN TERRESTRE PRIORITARIA (RTP)

SIMBOLOGÍA

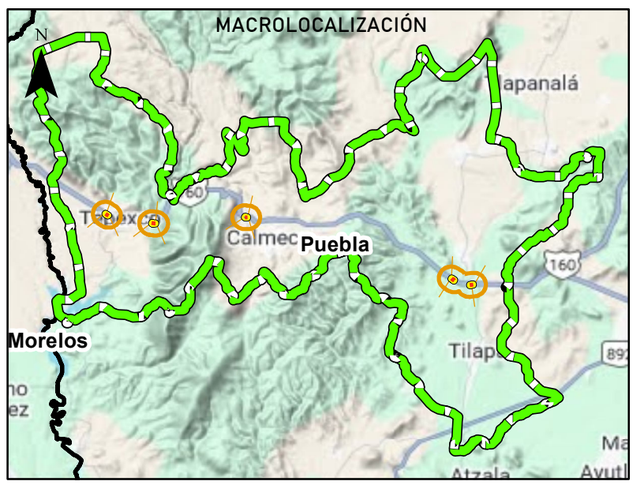
Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

RTP

- Ajusco-Chichinautzin
- Sierra Nevada
- Sierras de Taxco-Huautla



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

[redacted]

42.40 km
29.44 km
19.62 km

2771219 2796219 2821219 2846219 2871219 2896219
790862 765862 740862 715862 690862

0 5 10 20 30 40 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

REGIONALIZACIÓN HIDROLÓGICA

SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

Subcuenca

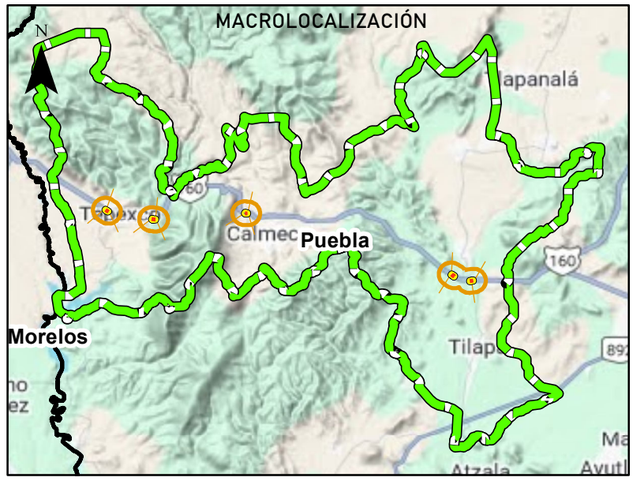
- R. Nexapa

Cuenca

- R. Atoyac

Balsas

- BALSAS



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

0 37.5 75 150 225 300 Kilometers

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

REGIONALIZACIÓN SÍSMICA

SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

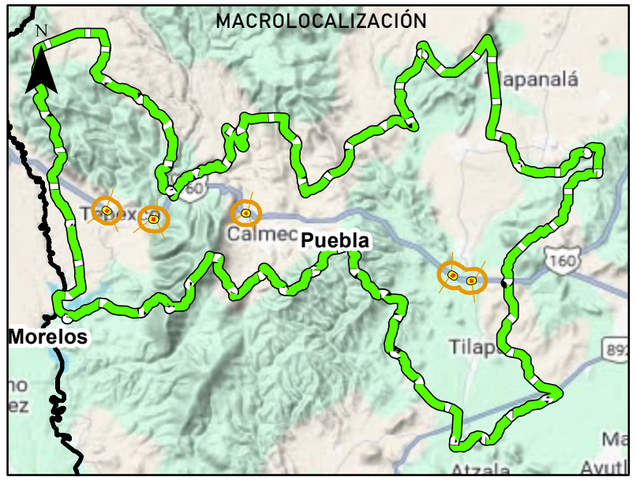
- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

ZONA, PELIGRO

- A, Bajo
- B, Medio
- C, Alto
- D, Muy Alto

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator

Datum: World Geodetic System 1984

Unidades: Metros

Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

[redacted]

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

0 180 360 720 1,080 1,440 Kilometers

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

REGIONES INDIGENAS

SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

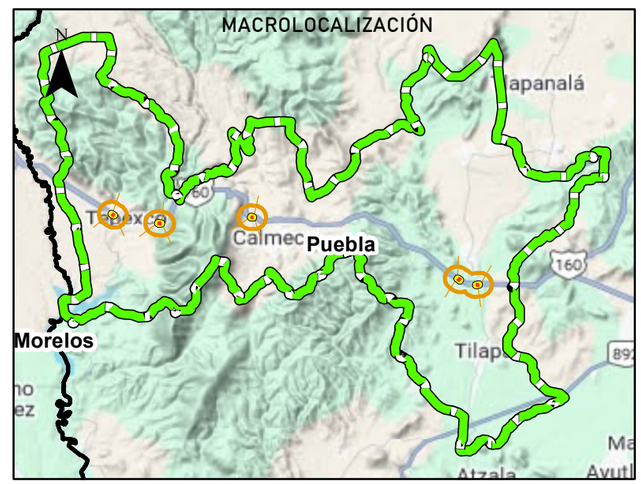
- Eje
- Super estructura
- Ceros
- AI
- SAR

Area de interes

Region Indigena

- Chalcatzingo Náhuatl
- Puebla Náhuatl

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

2790595 860189 | 2815595 860189 | 2840595 860189 | 2865595 860189

749923 863675 | 724923 863675 | 699923 863675

0 4.75 9.5 19 28.5 38 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

REGIONES POTENCIALES DE DESLIZAMIENTO DE LADERAS

SIMBOLOGÍA

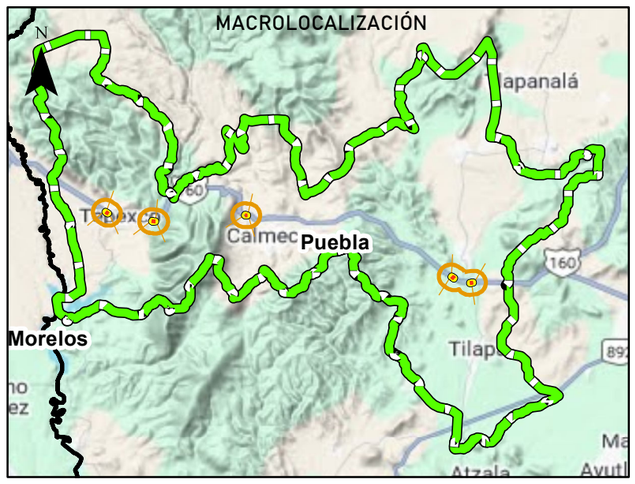
Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

Region

- Eje Neovolcánico



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

0 40 80 160 240 320 Kilometers

2852404 156291

2857404 156291

744628 247025

739628 247025

3.84 km

N

W

E

S

0 0.325 0.65 1.3 1.95 2.6

Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

POLIGONO DE REUBICACION DE FLORA

SIMBOLOGÍA

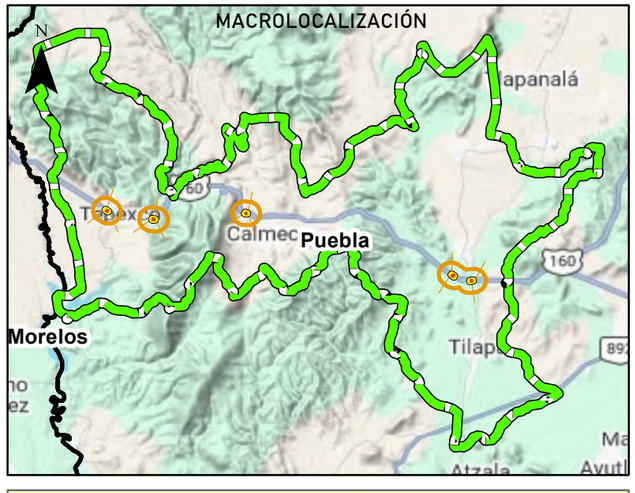
Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

- Poligono de reubicacion de flora

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator

Datum: World Geodetic System 1984

Unidades: Metros

Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

SISTEMA AMBIENTAL (SA)

SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R
[redacted]

0 1.25 2.5 5 7.5 10 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

SISTEMA DE TOPOFORMAS

SIMBOLOGÍA

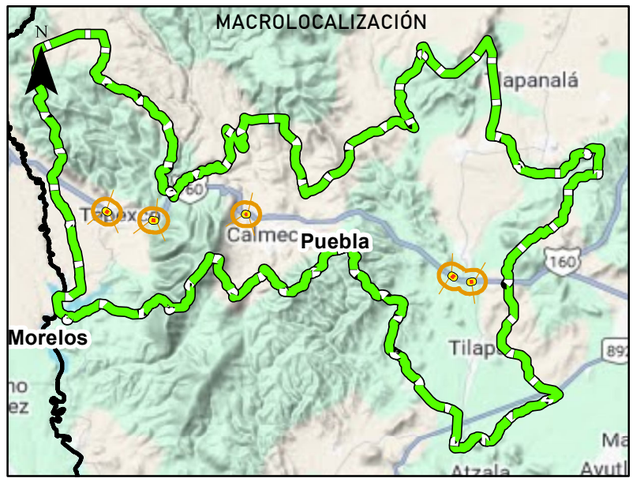
Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

DESCRIPCION

- LLANURA ALUVIAL CON LOMERÍO
- MESETA BASÁLTICA CON CAÑADAS
- SIERRA COMPLEJA

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

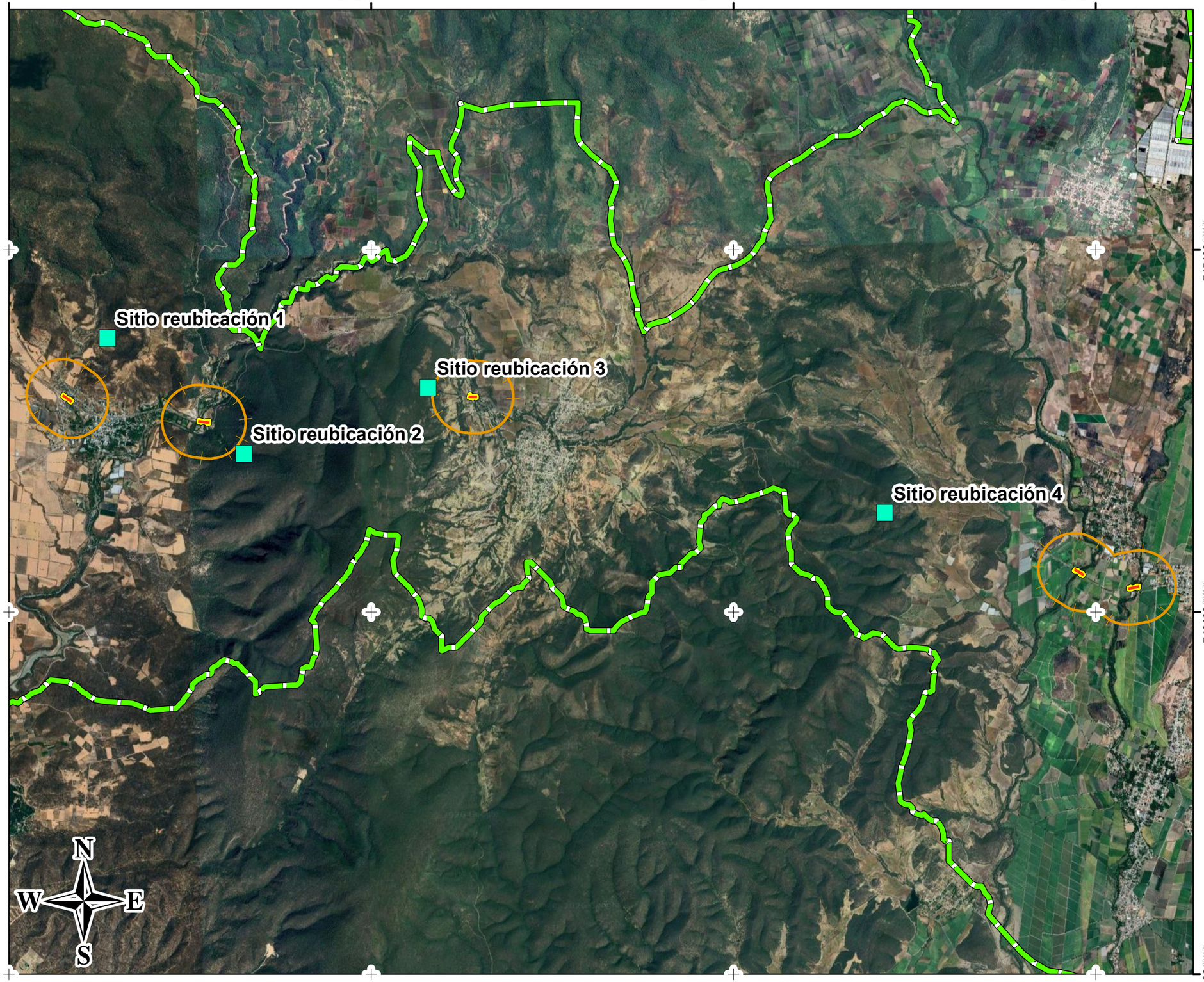
0 1.25 2.5 5 7.5 10 Kilometers

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

SITIOS DE REUNICACION DE FAUNA



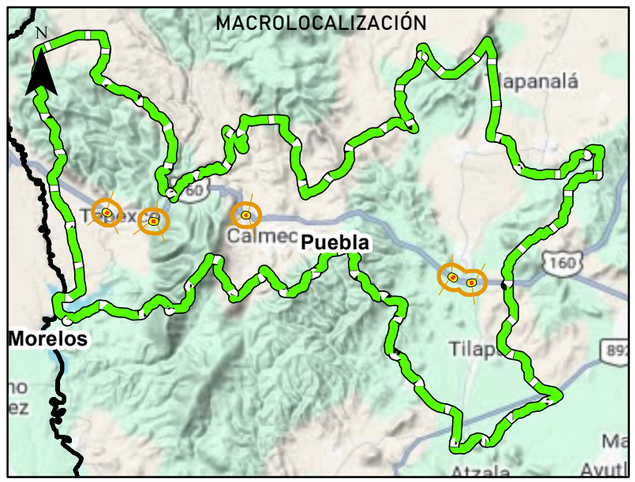
SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

- Sitios de reubicacion de fauna



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

2843838 517203

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD ACUÁTICA EPICONTINENTAL

SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

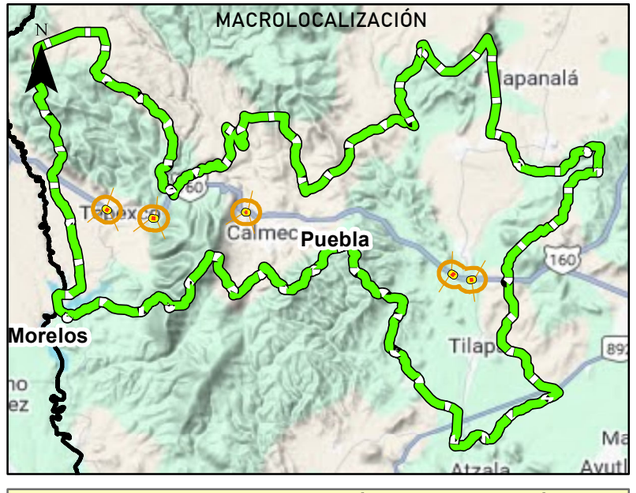
- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

PRIORIDAD

- Extrema
- Alta
- Media

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R
[redacted]

2843838 517203

0 1.25 2.5 5 7.5 10 Kilometers

731778 2467768

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

SITIOS PRIORITARIOS TERRESTRES PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

SIMBOLOGÍA

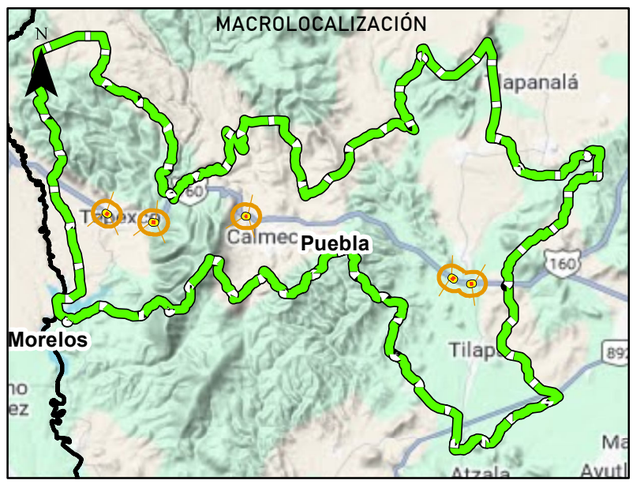
Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

PRIORIDAD

- extrema
- alta
- media



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

[redacted]

32.99 km

34.37 km

2798294 2823294 2848294 2873294 2898294

791958 766958 741958 716958 691958

0 5 10 20 30 40 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

SITIOS RAMSAR

Presa Manuel Ávila Camacho (Presa Valsequillo)

38.34 km

SIMBOLOGÍA

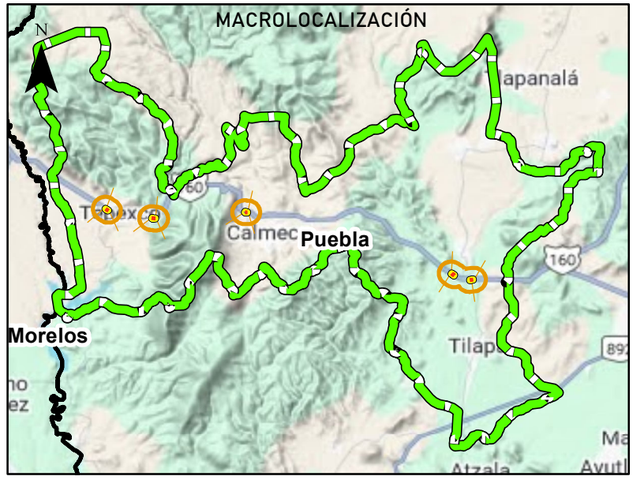
Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

- Sitios RAMSAR

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

2840166.841574 2865166.841574 2890166.841574 2915166.841574
772970.500351 747970.500351 722970.500351

0 4 8 16 24 32 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

SUBCUENCA HIDROLÓGICA

SIMBOLOGÍA

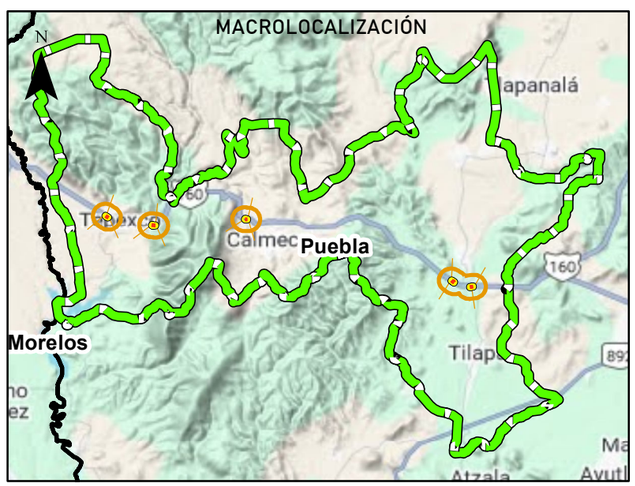
Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

Subcuenca

- R. Nexapa



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

778745.391191 2828745.391191 2878745.391191 2928745.391191
774754.267263
724754.267263
674754.267263

0 5 10 20 30 40 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

SUBPROVINCIAS FISIOGRÁFICAS

SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

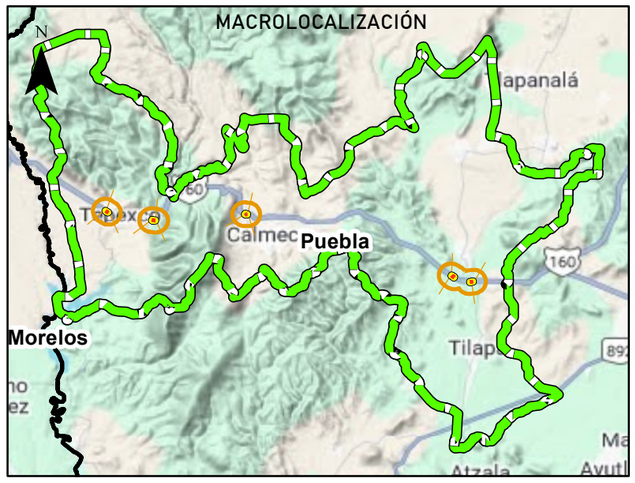
- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

NOMBRE

- LAGOS Y VOLCANES DE ANÁHUAC

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

2675941.026645 2775941.026645 2875941.026645 2975941.026645
966102.397384 866102.397384 766102.397384 666102.397384

0 15 30 60 90 120 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

TEMPERATURA MEDIA

SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

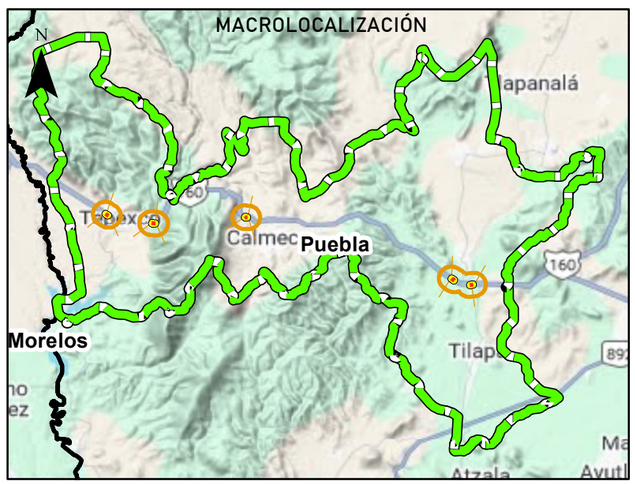
- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

Rangos (°C)

- 20 - 22
- 22 - 24

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

2843838 2848838 2853838 2858838 2863838 2868838 (517203)
751778 746778 741778 736778 731778 (467768)

0 1.25 2.5 5 7.5 10 Kilometers

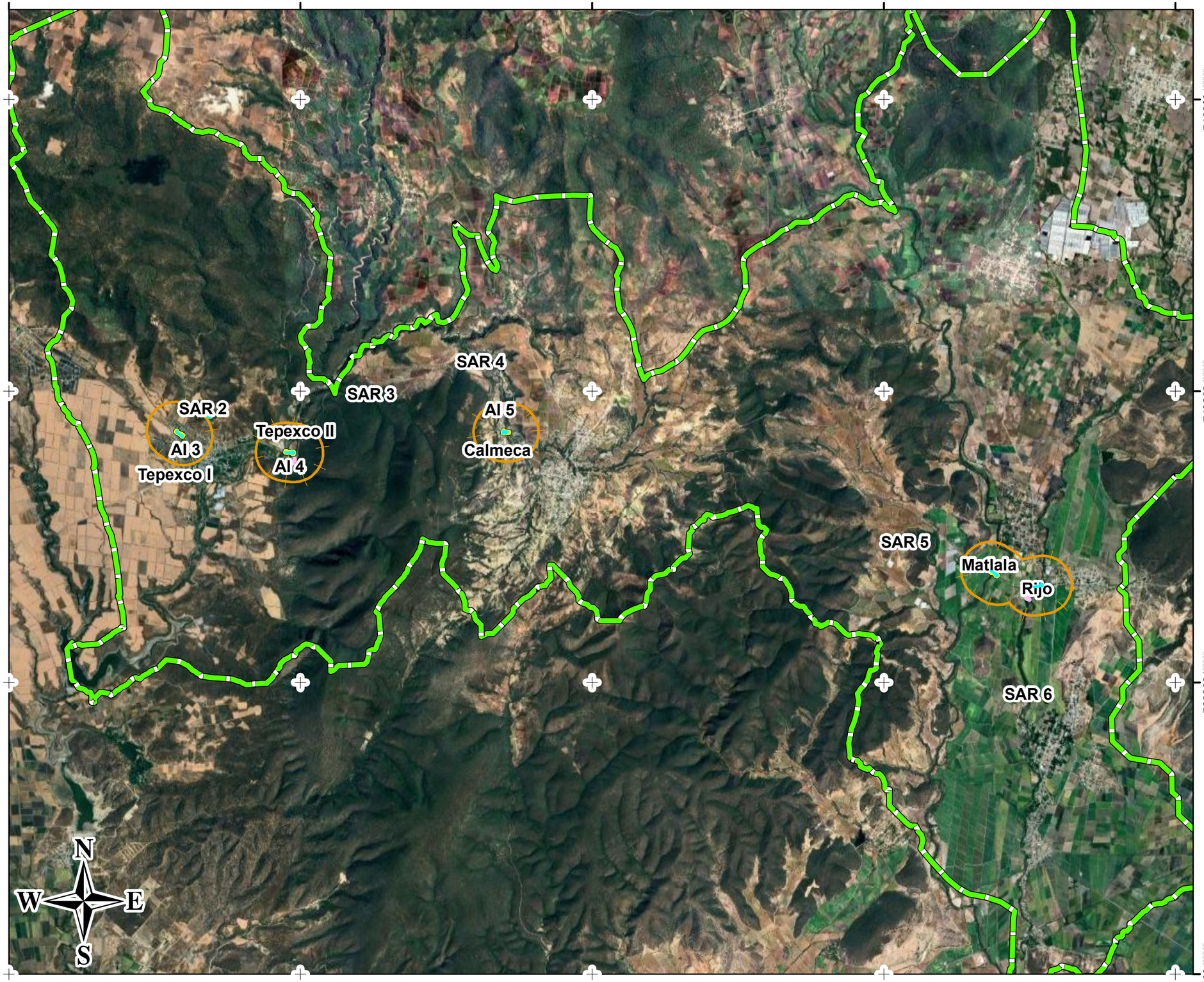
Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

TRANSECTOS DE FAUNA



Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

SIMBOLOGÍA

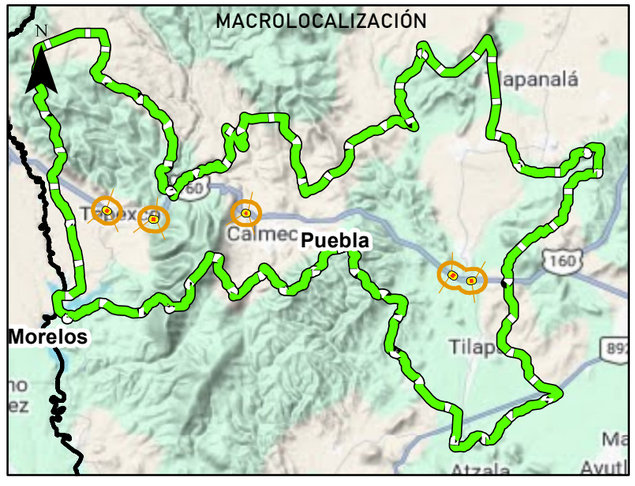
Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

FolderPath

- AP
- AI
- SAR



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN

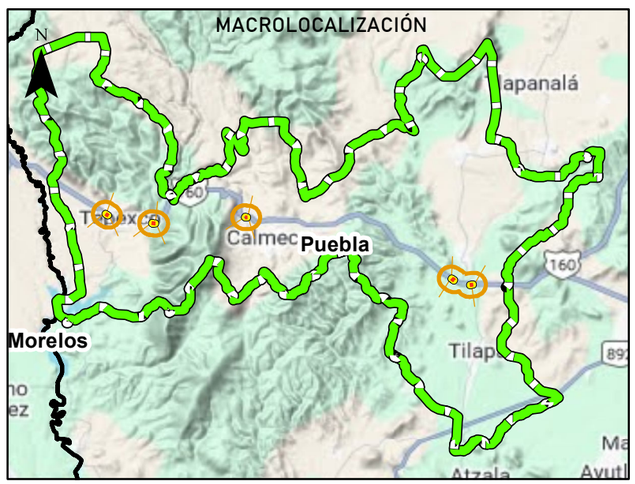
SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

CLAVE	
AH	RAS
H2O	RS
PI	TA
RA	VSA/SBC
	VSa/SBC



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

0 1.25 2.5 5 7.5 10 Kilometers

2853528.247745 2853578.247745 2853628.247745

743211.389305 743161.389305

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

USV EN CAMPO
PUENTE CALMECA

SIMBOLOGÍA

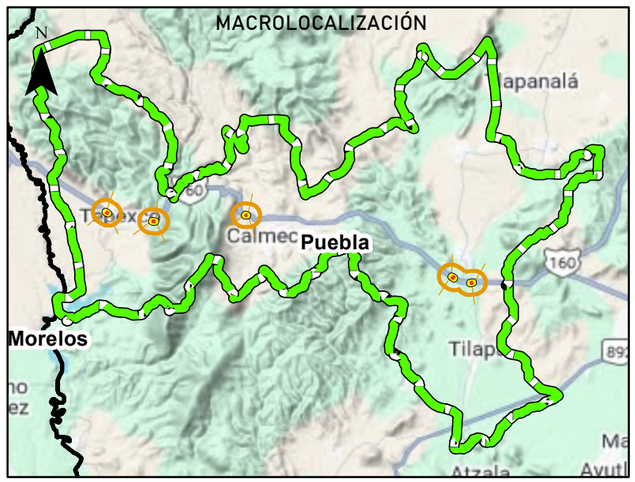
Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

USV

- Camino Actual
- Cauce del Rio
- Desprovisto de vegetacion
- V.S. de selva baja caducifolia
- Agricultura de Temporal



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

N W E S

0 3 6 12 18 24 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

2861867 715710 | 2861917 715710 | 2861967 715710 | 2862017 715710

740804 979531

740754 979531

740704 979531

740654 979531

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

USV EN CAMPO
PUENTE MATLALA

SIMBOLOGÍA

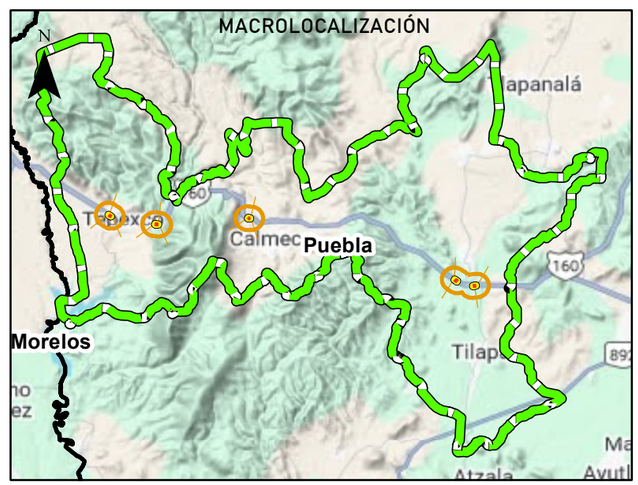
Area del Proyecto

- Eje
- Super estructura
- Ceros
- AI
- SAR

Area de Interes

USV

- Camino Actual
- Cauce del Rio
- Desprovisto de vegetacion
- V.S. de selva baja caducifolia
- Agricultura de Temporal



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

N W E S

0 3 6 12 18 24 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

2862629 745347 | 2862679 745347 | 2862729 745347 | 2862779 745347

740561 571308 | 740511 571308 | 740461 571308

N
W E
S

0 3 6 12 18 24 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

USV EN CAMPO
PUENTE RIJO

SIMBOLOGÍA

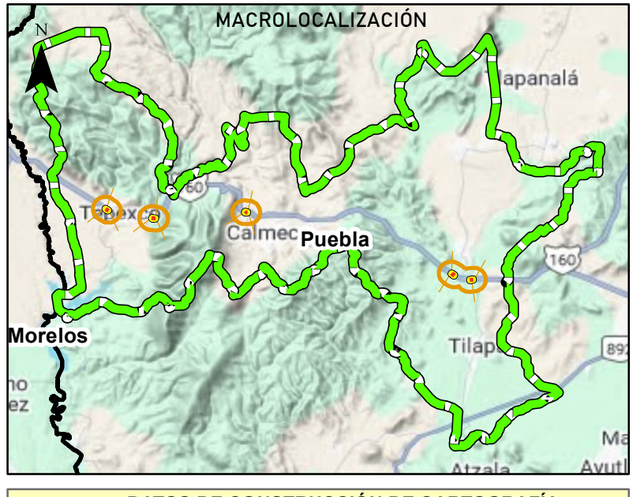
Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

USV

- Camino Actual
- Cauce del Rio
- Desprovisto de vegetacion
- V.S. de selva baja caducifolia
- Agricultura de Temporal



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

2847917.136021 2847967.136021 2848017.136021 2848067.136021

743175.913771

743125.913771

743075.913771

N

W E

S

0 0.0075 0.015 0.03 0.045 0.06

Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

USV EN CAMPO
PUENTE TEPEXCO I

SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

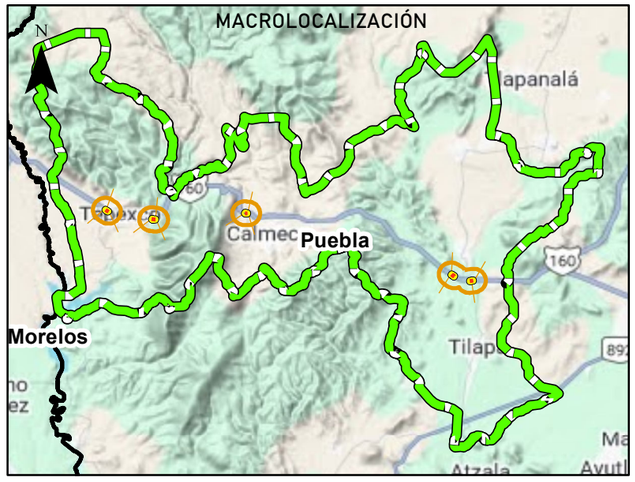
- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

USV

- Camino Actual
- Cauce del Rio
- Desprovisto de vegetacion
- V.S. de selva baja caducifolia
- Agricultura de Temporal

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

2849793 287755 | 2849843 287755 | 2849893 287755 | 2849943 287755

742848 995606 | 742798 995606 | 742748 995606

N

W E

S

0 0.0075 0.015 0.03 0.045 0.06

Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

USV EN CAMPO
PUENTE TEPEXCO II

SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

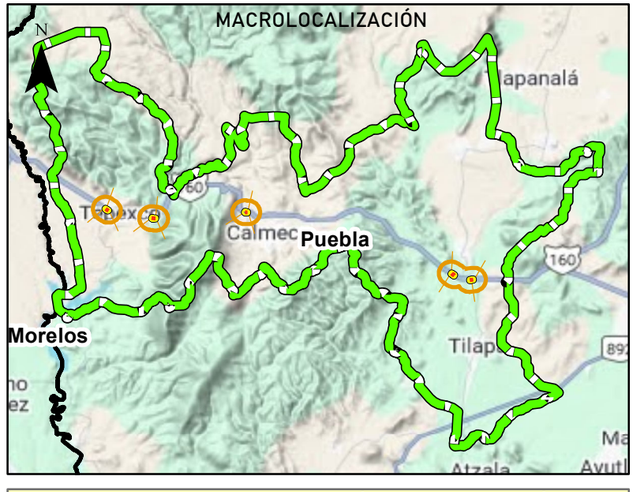
- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

USV

- Camino Actual
- Cauce del Rio
- Desprovisto de vegetacion
- V.S. de selva baja caducifolia
- Agricultura de Temporal

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R
[redacted]

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

USV EN LA LINEA DE CEROS DE ACUERDO CON INEGI

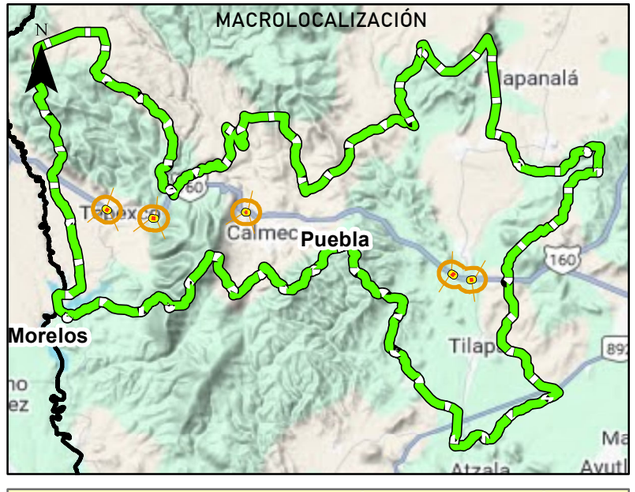
SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

CLAVE	
AH	RAS
H2O	RS
PI	TA
RA	VSA/SBC
	VSa/SBC



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

0 0.75 1.5 3 4.5 6 Kilometers

2853516 261380 | 2853566 261380 | 2853616 261380

743212 047001 | 743162 047001 | 743112 047001

N W E S

0 0.005 0.01 0.02 0.03 0.04 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

ZONA FEDERAL
PUENTE CALMECA

SIMBOLOGÍA

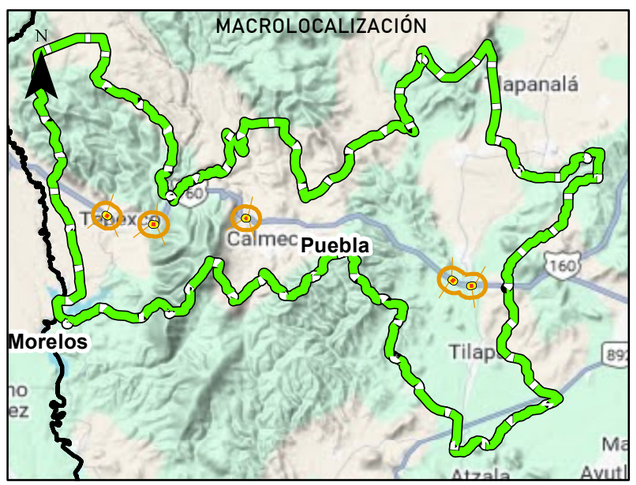
Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

- NADI
- Zona federal en proyecto
- Zona federal

MACROLOCALIZACIÓN

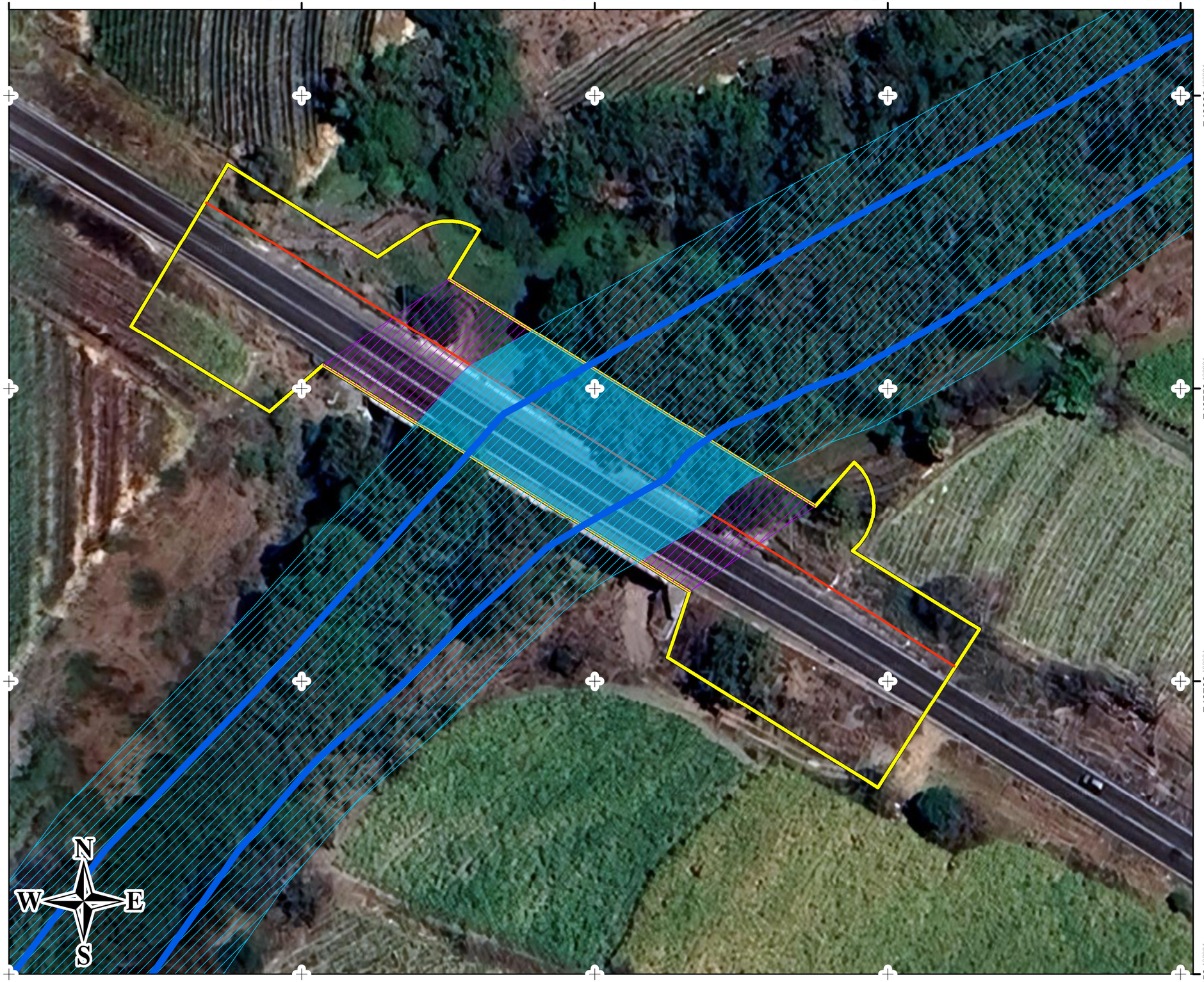


DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

2861863 185755 | 2861913 185755 | 2861963 185755 | 2862013 185755 | 2862063 185755

740800 463984 | 740750 463984 | 740700 463984 | 740650 463984



0 0.01 0.02 0.04 0.06 0.08 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

ZONA FEDERAL PUENTE MATLALA

SIMBOLOGÍA

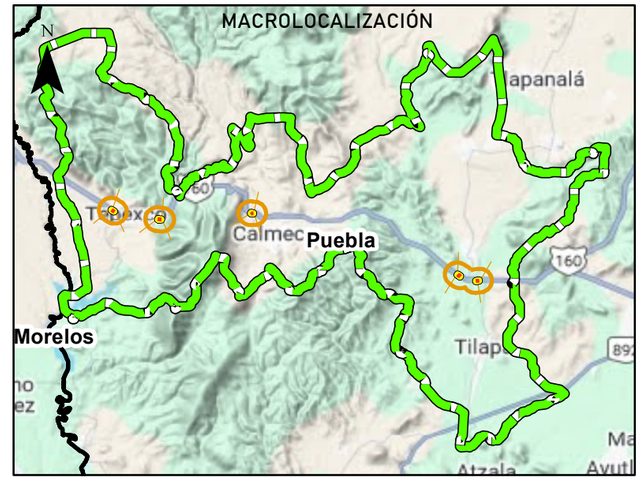
Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

- NADI
- Zona federal en el area del proyecto
- Zona federal

MACROLOCALIZACIÓN



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

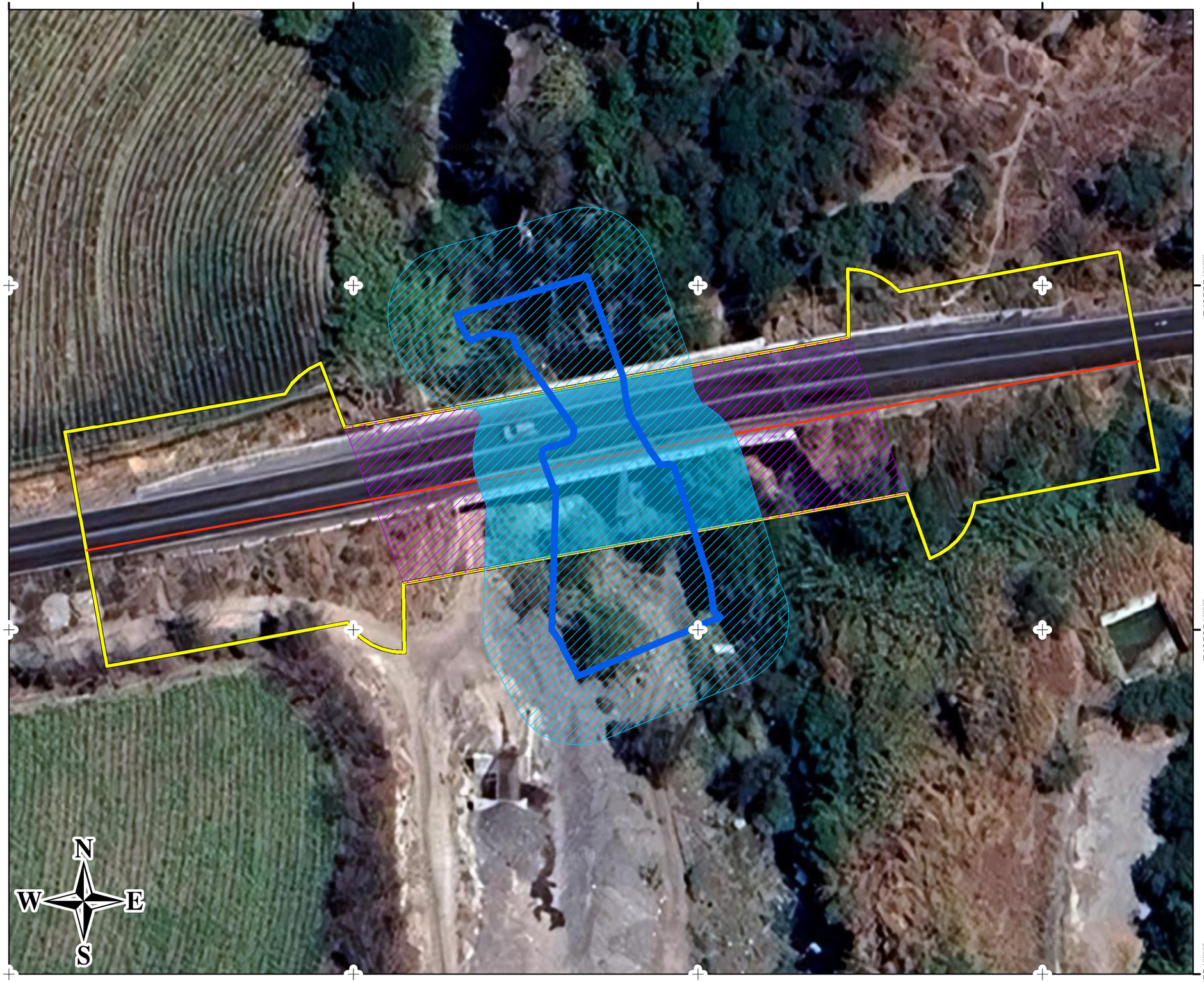
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

ZONA FEDERAL
PUENTE RIJO



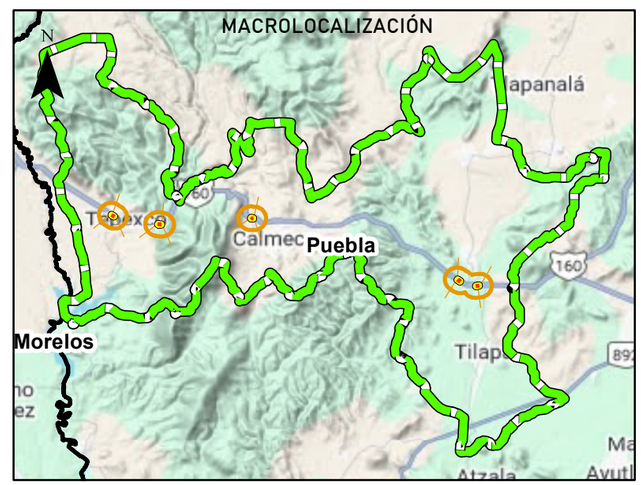
SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

- NADI
- Zona federal en area del proyecto
- Zona federal



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

2847885 396625 | 2847935 396625 | 2847985 396625 | 2848035 396625 | 2848085 396625

743189 464770 | 743139 464770 | 743089 464770



0 0.01 0.02 0.04 0.06 0.08 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

ZONA FEDERAL
PUENTE TEPEXCO I

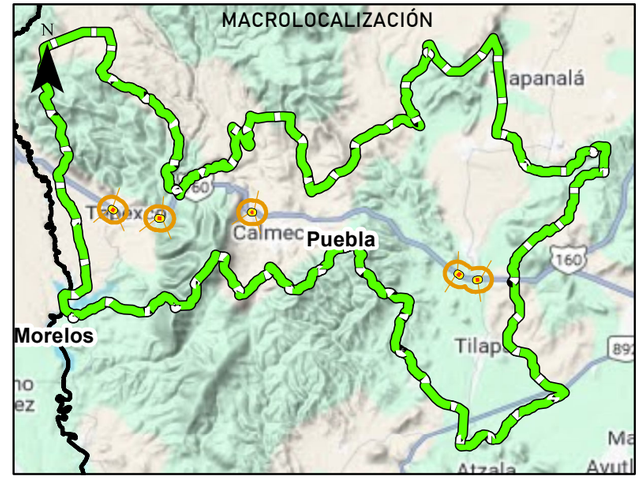
SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

- NADI
- Puentes
- Zona federal en proyecto
- Zona Federal



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R
[redacted]

2849768.554642 2849818.554642 2849868.554642 2849918.554642 2849968.554642

742878.316266 742828.316266 742778.316266 742728.316266

N W E S

0 0.01 0.02 0.04 0.06 0.08 Kilometers

Fuente: INEGI, CONAGUA, CENAPRED CONANP, CONABIO, CENAPRED Y SEMARNAT

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes:Tepexco I Ubicado en el km 107+100, Tepexco I ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 yRijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

ZONA FEDERAL
PUENTE TEPEXCO II

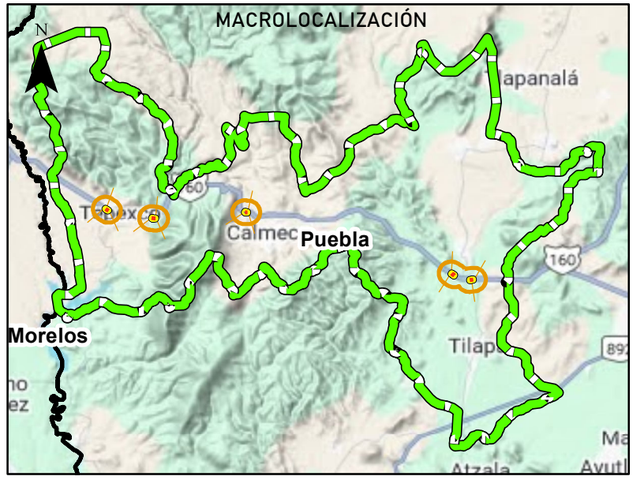
SIMBOLOGÍA

Area del Proyecto

- Eje
- Ceros
- SAR
- Super estructura
- AI

Area de Interes

- NADI
- Zona federal en proyecto
- Zona federal



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

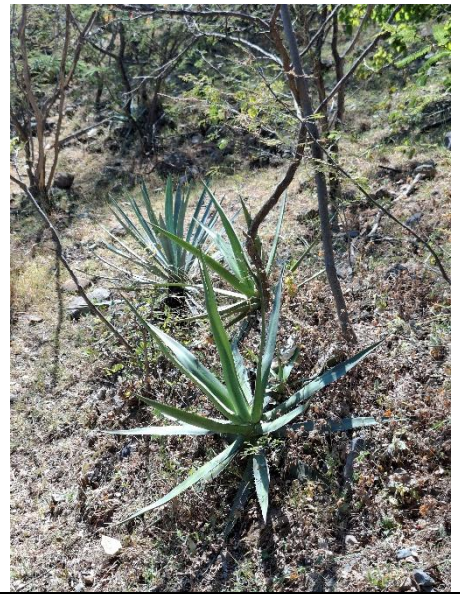
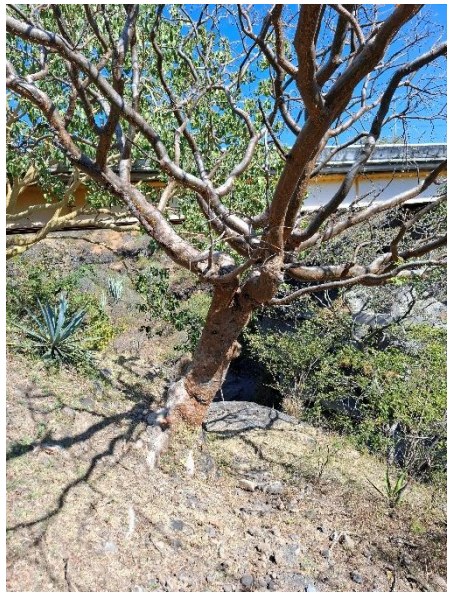
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14 R

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

ANEXO FOTOGRAFICO

Flora encontrada en campo

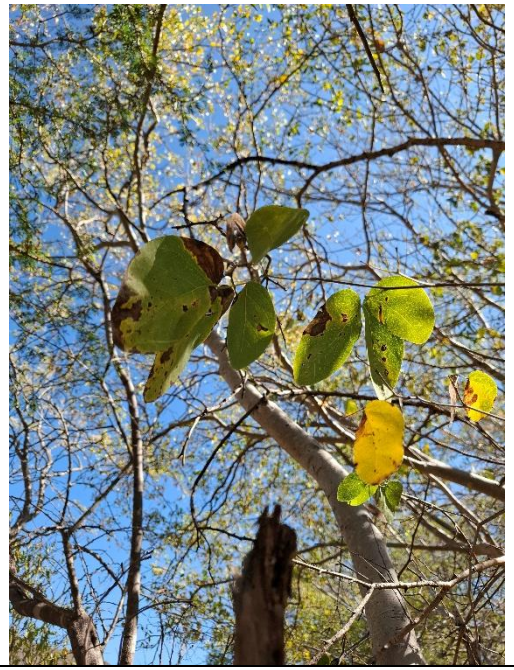
Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes: Tepexco I ubicado en el km 107+100, Tepexco II ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 y Rijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla-Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

	
Familia: Asparagaceae **Especie:** *Agave angustifolia* **Nombre Común:** Bacanora **Distribución:** Nativa **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A **Apéndice CITES:** N/A **Listado IUCN: LC**	**Familia:** Burseraceae **Especie:** *Bursera copallifera* **Nombre Común:** Copal **Distribución:** Endémica **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A **Apéndice CITES:** N/A **Listado IUCN: LC**

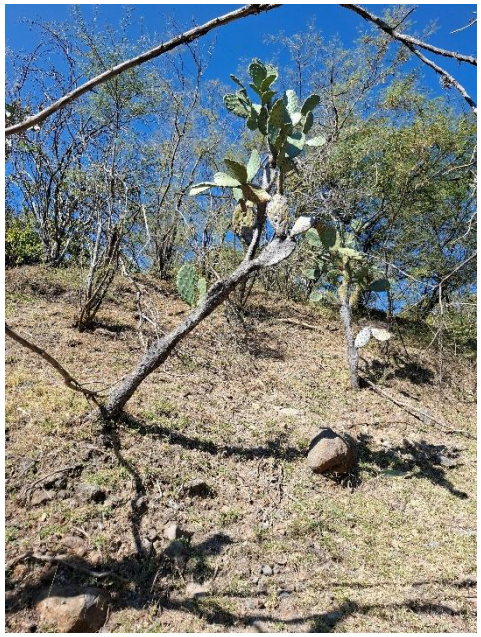
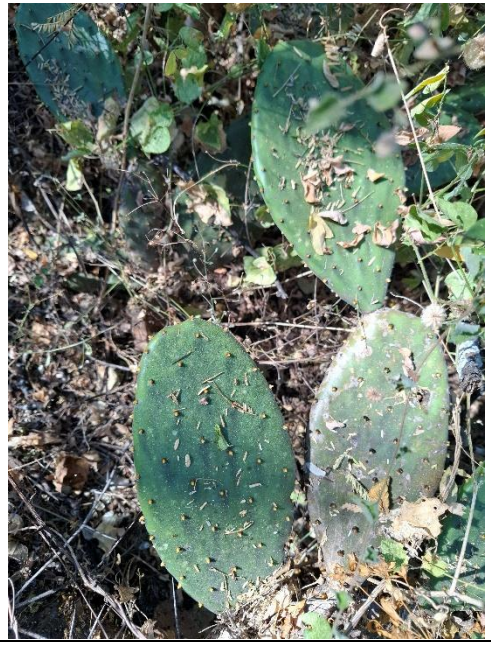
	
Familia: Moraceae **Especie:** *Ficus petiolaris* **Nombre Común:** Amate amarillo **Distribución:** Endémica **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A **Apéndice CITES:** N/A **Listado IUCN:** LC	**Familia:** Oleaceae **Especie:** *Fraxinus purpusii* **Nombre Común:** Fresno **Distribución:** Nativa **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A **Apéndice CITES:** N/A **Listado IUCN:** LC

	
Familia: Apocynaceae **Especie:** *Funastrum pannosum* **Nombre Común:** Cochinito **Distribución:** Endémica **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A **Apéndice CITES:** N/A **Listado IUCN:** LC	**Familia:** Rubiaceae **Especie:** Hintonia latiflora **Nombre Común:** Copalquín **Distribución:** Nativa **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A **Apéndice CITES:** N/A **Listado IUCN:** LC

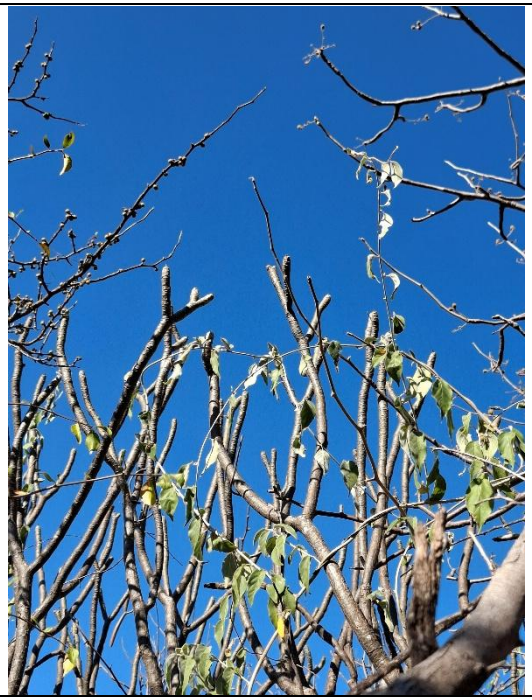
	
Familia: Convolvulaceae **Especie:** *Ipomoea pauciflora* **Nombre Común:** Cazahuate **Distribución:** Nativa **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A **Apéndice CITES:** N/A **Listado IUCN:** LC	**Familia:** Amaranthaceae **Especie:** *Iresine latifolia* **Nombre Común:** Amargosillo **Distribución:** Nativa **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A **Apéndice CITES:** N/A **Listado IUCN:** N/A

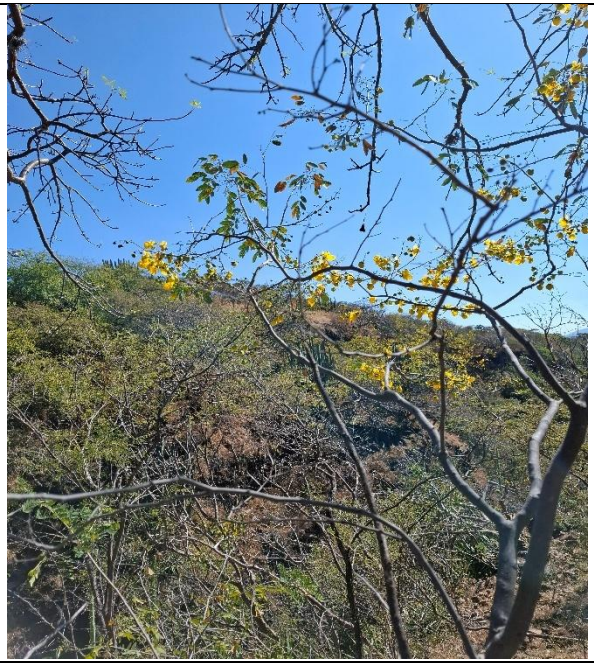
	
Familia: Fabaceae **Especie:** *Lysiloma divaricatum* **Nombre Común:** Mauto **Distribución:** Nativa **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A **Apéndice CITES:** N/A **Listado IUCN: LC**	**Familia:** Fabaceae **Especie:** *Lysiloma tergeminum* **Nombre Común:** Palomita **Distribución:** Endémica **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A **Apéndice CITES:** N/A **Listado IUCN: LC**

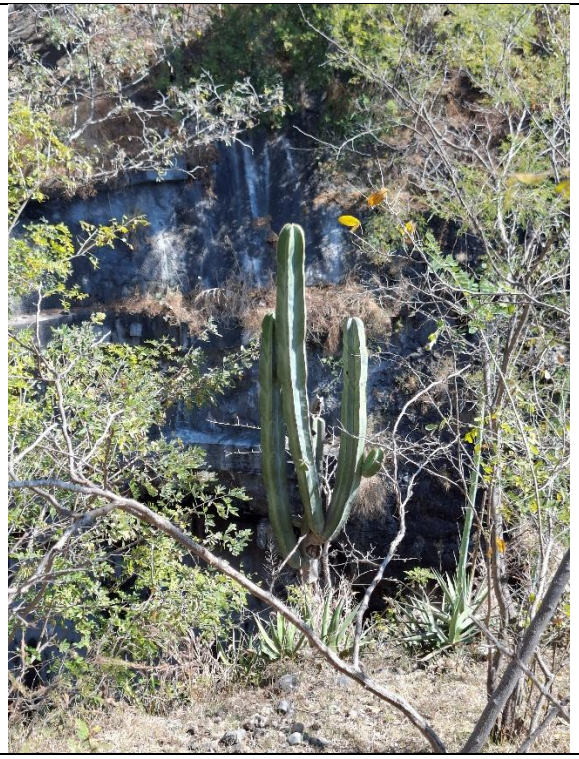
	
Familia: Poaceae **Especie:** *Melinis repens* **Nombre Común:** Pasto rosado **Distribución:** Exótica-Invasora **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A **Apéndice CITES:** N/A **Listado IUCN: LC**	**Familia:** Fabaceae **Especie:** *Mimosa lacerata* **Nombre Común:** Garabato **Distribución:** Endémica **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A **Apéndice CITES:** N/A **Listado IUCN: LC**

	
Familia: Cactaceae **Especie:** *Opuntia decumbens* **Nombre Común:** Nopal de culebra **Distribución:** Nativa **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A **Apéndice CITES:** Apéndice II **Listado IUCN:** LC	**Familia:** Cactaceae **Especie:** *Opuntia hyptiacantha* **Nombre Común:** Nopal cascarón **Distribución:** Endémica **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A **Apéndice CITES:** Apéndice II **Listado IUCN:** LC

	
Familia: Cactaceae **Especie:** *Opuntia pubescens* **Nombre Común:** Tetencholete **Distribución:** Nativa **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A **Apéndice CITES:** Apéndice II **Listado IUCN:** DD	**Familia:** Poaceae **Especie:** *Pennisetum villosum* **Nombre Común:** Zacate plumoso **Distribución:** Exótica-Invasora **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A **Apéndice CITES:** N/A **Listado IUCN:** LC

	
Familia: Apocynaceae **Especie:** *Plumeria rubra* **Nombre Común:** Flor de mayo **Distribución:** Nativa **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A **Apéndice CITES:** LC **Listado IUCN:** LC	**Familia:** Rubiaceae **Especie:** *Randia echinocarpa* **Nombre Común:** Granjeno chino **Distribución:** Nativa **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A **Apéndice CITES:** N/A **Listado IUCN:** LC

	
Familia: Fabaceae **Especie:** *Senna pallida* **Nombre Común:** Abejón **Distribución:** Nativa **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A **Apéndice CITES:** N/A **Listado IUCN:** LC	**Familia:** Sapindaceae **Especie:** *Serjania cardiospermoides* **Nombre Común:** Petatillo **Distribución:** Nativa **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A **Apéndice CITES:** N/A **Listado IUCN:** N/A

	
Familia: Cactaceae **Especie:** *Stenocereus stellatus* **Nombre Común:** Pitayo xoconostle **Distribución:** Endémica **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A **Apéndice CITES:** Apéndice II	**Familia:** Bromeliaceae **Especie:** *Tillandsia achyrostachys* **Nombre Común:** Vela **Distribución:** Endémica **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A **Apéndice CITES:** N/A

Listado IUCN: LC	**Listado IUCN:** N/A

	
Familia: Asteraceae **Especie:** *Tillandsia circinnatioides* **Nombre Común:** Bromelia **Distribución:** Nativa **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A **Apéndice CITES:** N/A **Listado IUCN:** N/A	**Familia:** Bromeliaceae **Especie:** *Tillandsia recurvata* **Nombre Común:** Paixtle **Distribución:** Nativa **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A **Apéndice CITES:** N/A **Listado IUCN:** N/A

	
Familia: Fabaceae **Especie:** *Vachellia bilimeki* **Nombre Común:** Mushel espinoso **Distribución:** Endémica **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A **Apéndice CITES:** N/A **Listado IUCN:** LC	**Familia:** Fabaceae **Especie:** *Vachellia campechiana* **Nombre Común:** Guinolo **Distribución:** Nativa **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A **Apéndice CITES:** N/A **Listado IUCN:** LC

	
Familia: Fabaceae **Especie:** *Vachellia farnesiana* **Nombre Común:** Huizache **Distribución:** Nativa **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A **Apéndice CITES:** N/A **Listado IUCN:** LC	**Familia:** Fabaceae **Especie:** *Vachellia macracantha* **Nombre Común:** Algarrobo **Distribución:** Nativa **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A **Apéndice CITES:** N/A **Listado IUCN:** LC

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

ANEXO FOTOGRAFICO

Fauna encontrada en campo

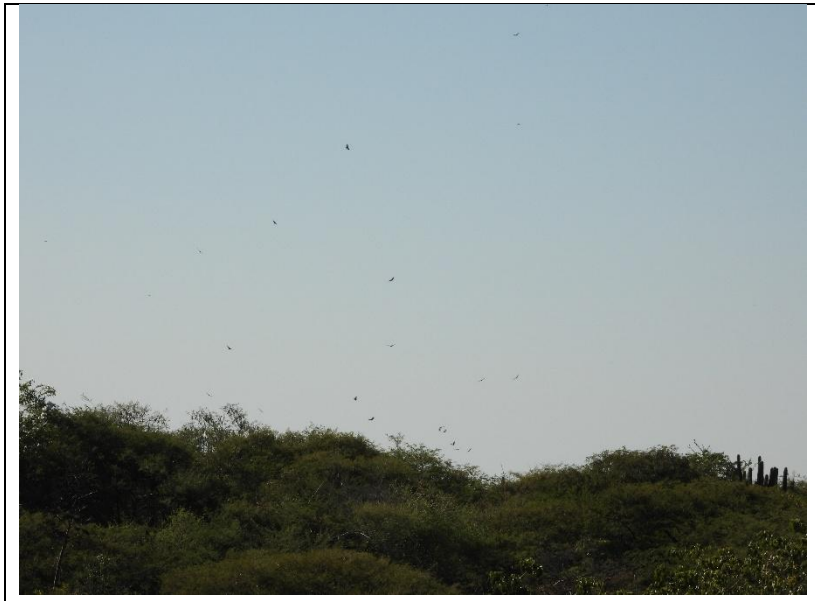
Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para los puentes: Tepexco I ubicado en el km 107+100, Tepexco II ubicado en el km 109+000, Calmeca ubicado en el km 115+245, Matlata ubicado en el km 124+400 y Rijo ubicado en el km 125+600 de la carretera Cuautla-Izúcar De Matamoros, en el estado De Puebla.

	
Especie: *Piranga ludoviciana* **Familia: Passeridae**	**Especie:** Chondestes grammacus **Familia: Passeridae**

	
Especie: *Buteo plagiatus* **Familia:** Accipitriformes	**Especie: *Lanius ludovicianus*** **Familia: Laniidae**

	
Especie: *Momotus mexicanus* **Familia: Momotidae**	**Especie: *Tyrannus melancholucus*** **Familia: Passeridae**

	
Especie: Pyrocephalus rubinus ***Familia: Tyrannidae***	***Especie: Myarcus cinerescens*** ***Familia: Tyrannidae***

	
Especie: Coragyps atratus **Familia: Cathartidae**	***Especie: Poliotila caerulea*** **Familia: Polioptilidae**

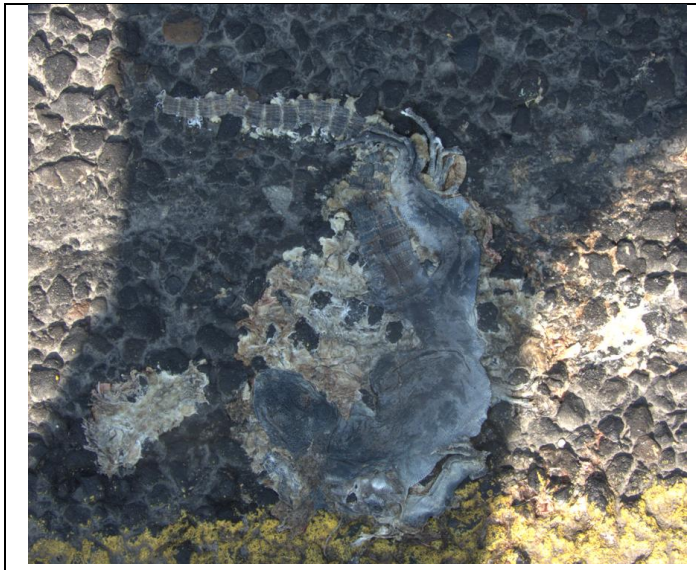
	
Especie: Porzana carolina **Familia: Rallidae**	***Especie: Cathartes aura*** **Familia: Cathartidae**

	
Especie: Zeneida asiatica **Familia: Columbinidae**	***Especie:*** Buteo swainsoni **Familia:** Accipitridae

	
Especie: Cardenilla pusila **Familia:** Parulidae	***Especie: Columba livia*** **Familia:** Columbidae

	
Especie: *Piaya cayana* Familia: Cuculidae	Especie: *Sylvilagus floridanus* Familia: Leporinidae

	
Especie: *Balantiopteryx plicata* Familia: Emballonuridae	Especie: *Sceloporus ochoterenae* Familia: Phrynosomatidae

	
Especie: *Ctenosaura pectinata* Familia: Iguanidae	***Especie: Urosaurus bicarinatus* Familia: Phrynosomatidae**

	
Especie: *Trimorphodon biscutatus* **Familia: Disadidae**	**Especie: *Sceloporus horridus*** **Familia: Phrynosomatidae**

	
Especie: *Aspidoscelis depii* Familia: Teiidae	**Especie: *Aspidoscelis costata* Familia: Teiidae**