La **Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Puebla**, clasifica los datos personales de las personas físicas identificadas o identificables, contenidos en la **"MANIFESTACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL"**, consistentes en: ***domicilio, RFC, CURP, teléfono y correo electrónico de persona física ajena al promovente***, por considerarse información confidencial, con fundamento en el artículo 113, fracción I, de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública y 116 primer párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por el Comité de Transparencia mediante **RESOLUCIÓN 010/2021/SIPOT,** de fecha **13 de enero de 2021.**

Con fundamento en lo dispuesto por el artículo 84 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia por ausencia del Titular de la Delegación Federal de la SEMARNAT en el estado de Puebla[1], previa designación mediante oficio No. 01248 de fecha 28 de noviembre de 2018 suscrito y firmado por el entonces Secretario del ramo, firma el presente la Subdelegada de Gestión para la Protección Ambiental y Recursos Naturales de la Delegación en cita.

Atentamente
La Subdelegada de Gestión para La Protección Ambiental y Recursos Naturales

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
RECURSOS NATURALES
DELEGACIÓN FEDERAL
ESTADO DE PUEBLA
SEMARNAT

Lic. María del Carmen Cervantes Pérez
En suplencia por ausencia

[1] En los términos del artículo 17 Bis en relación con los artículos Octavo y Décimo Tercero Transitorios del Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2018

Avenida 3 Poniente 2926 Col. La Paz, C.P. 72160. Puebla, Puebla. Tel. (222) 229-9500 www.gob.mx/semarnat

Norma Mexicana en Igualdad Laboral y no Discriminación

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

ÍNDICE GENERAL

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DE ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. 1
I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO 1
I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO 1
I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO 1
I.1.3 TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO 13
I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 14
I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL 14
I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE 14
I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL 14
I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL 14
I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 15
I.3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL 15
I.3.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES 15
I.3.3 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO 15
I.3.4 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO 15
1.3.5 NÚMERO DE INSCRIPCIÓN EN REGISTRO FORESTAL NACIONAL (NÚMERO, LIBRO, TIPO Y VOLUMEN). 15
1.3.6 IDENTIFICACIÓN OFICIAL 15
1.4 PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL 16
1.5 BIBLIOGRAFÍA 16

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro I.1. Coordenadas del polígono del área del proyecto. 3
Cuadro I.2. Información meteorológica del área del proyecto. 5
Cuadro I.3. Cronograma de actividades. 13

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1. Localización geográfica del proyecto. 2
Figura I.2. Plano de delimitación del área del proyecto. 4
Figura I.3. Grado de riesgo de ciclones tropicales. 5
Figura I.4. Grado de riesgo de tormentas eléctricas 6
Figura I.5. Grado de riesgo de granizo 7
Figura I.6. Grado de riesgo de sequía. 7
Figura I.7. Mapa de velocidad del viento. 8

Figura I.8. Mapa del proyecto inmerso en la región potencial de deslizamiento de laderas. 9
Figura I.9. Mapa de sismicidad. 10
Figura I.10. Mapa de riesgo por inundación 11
Figura I.11. Mapa de volcanes activo cercanos al área del proyecto. 11
Figura I.12. Mapa de fallas y fracturas del área del proyecto. 12

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

I.1 Datos generales del proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

CALIDRA DE ORIENTE S.A. DE C.V.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR

I.1.2 Ubicación del proyecto

La ubicación geopolítica del área del proyecto es en el estado de Puebla, el cual se ubica en la zona centro oriente del país, limita al este con Veracruz, al poniente con los estados de Hidalgo, México, Tlaxcala y Morelos y al sur con los estados de Oaxaca y Guerrero.

De manera específica el área se localiza en el municipio de Acajete, el cual se localiza en la parte Central del Estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son: los paralelos 19º 00' 30" y 19º 11' 06" de latitud norte y los meridianos 97º 53' 54" y 98º 00' 00" de longitud occidental. Limita al norte con el estado de Tlaxcala, al sur con Tepeaca y Cuautinchán, al oriente con Nopalucán y Tepeaca y al poniente con Tepatlaxco de Hidalgo y Amozoc.

Respecto a la región hidrológica, el área se encuentra inmersa en la Región Hidrológica Río Balsas (RH18) como se muestra a continuación en el plano de localización del área del proyecto.

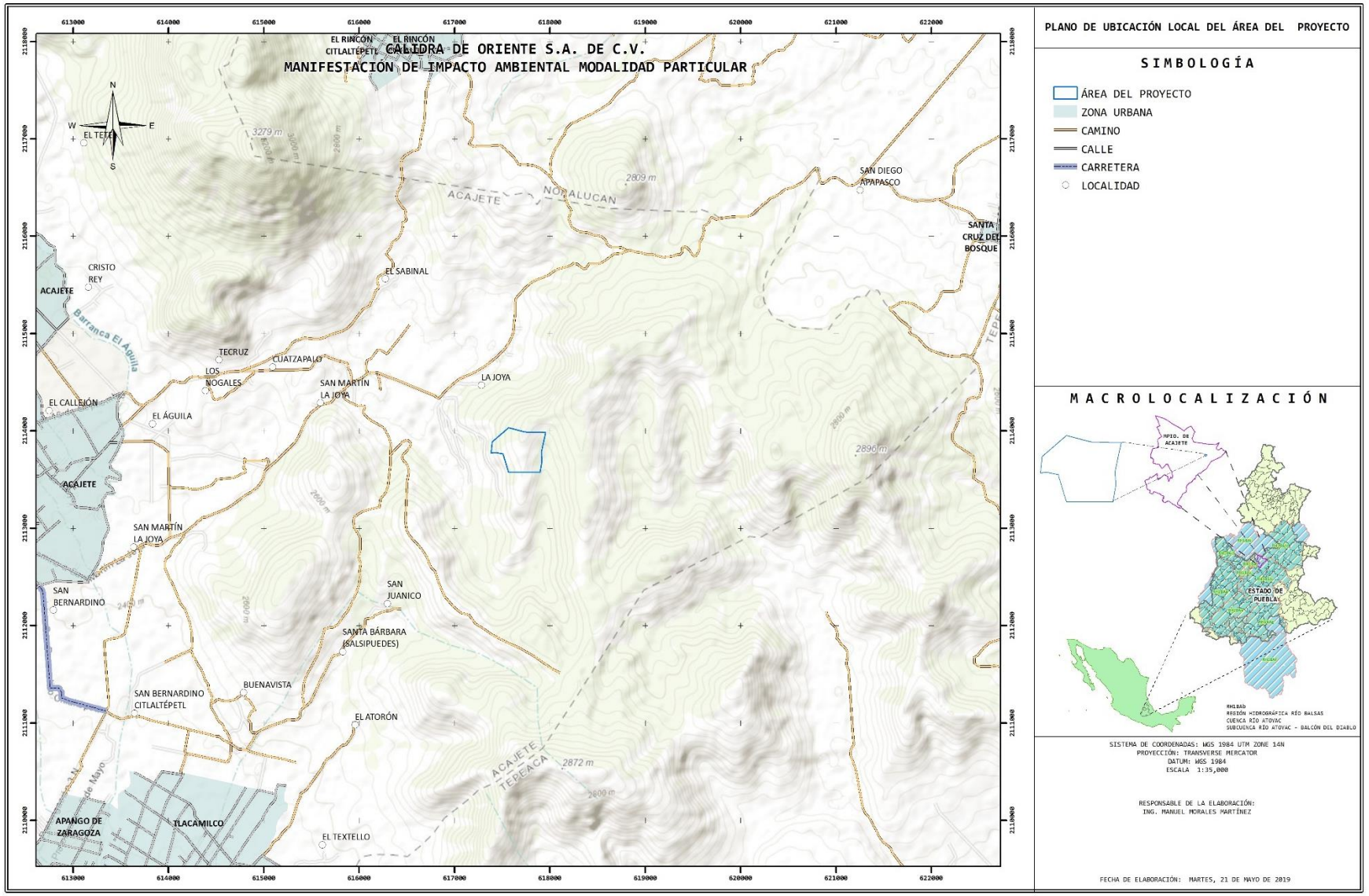


Figura I.1. Localización geográfica del proyecto.

Las coordenadas UTM (Zona 14 Q Datum WGS 84) del polígono perteneciente al área del proyecto se presentan en el cuadro I.1. Respecto a su ubicación, se puede apreciar en el plano presentado en la figura I.1, así como el plano correspondiente a la delimitación del área del proyecto a través de sus coordenadas figura I.2.

Cuadro I.1. Coordenadas del polígono del área del proyecto.

ÁREA DEL PROYECTO SUPERFICIE: 19.0182 HA					
SUPERFICIE (HA)	**No**	**X**	**Y**	**N**	**W**
19.0182	1	617896.30	2113573.49	19° 6' 42.413" N	97° 52' 44.940" W
19.0182	2	617568.08	2113574.00	19° 6' 42.498" N	97° 52' 56.172" W
19.0182	3	617511.48	2113753.50	19° 6' 48.349" N	97° 52' 58.069" W
19.0182	4	617511.46	2113762.32	19° 6' 48.636" N	97° 52' 58.068" W
19.0182	5	617426.29	2113779.83	19° 6' 49.223" N	97° 53' 0.979" W
19.0182	6	617383.32	2113773.77	19° 6' 49.035" N	97° 53' 2.450" W
19.0182	7	617396.34	2113888.93	19° 6' 52.778" N	97° 53' 1.980" W
19.0182	8	617568.22	2114034.10	19° 6' 57.464" N	97° 52' 56.066" W
19.0182	9	617737.63	2113990.24	19° 6' 56.002" N	97° 52' 50.278" W
19.0182	10	617926.80	2113984.65	19° 6' 55.781" N	97° 52' 43.806" W
19.0182	11	617956.84	2113983.76	19° 6' 55.746" N	97° 52' 42.778" W
19.0182	12	617933.70	2113878.82	19° 6' 52.337" N	97° 52' 43.593" W
19.0182	13	617912.13	2113780.97	19° 6' 49.159" N	97° 52' 44.353" W
19.0182	14	617918.16	2113689.30	19° 6' 46.176" N	97° 52' 44.166" W
19.0182	15	617902.29	2113602.35	19° 6' 43.351" N	97° 52' 44.728" W

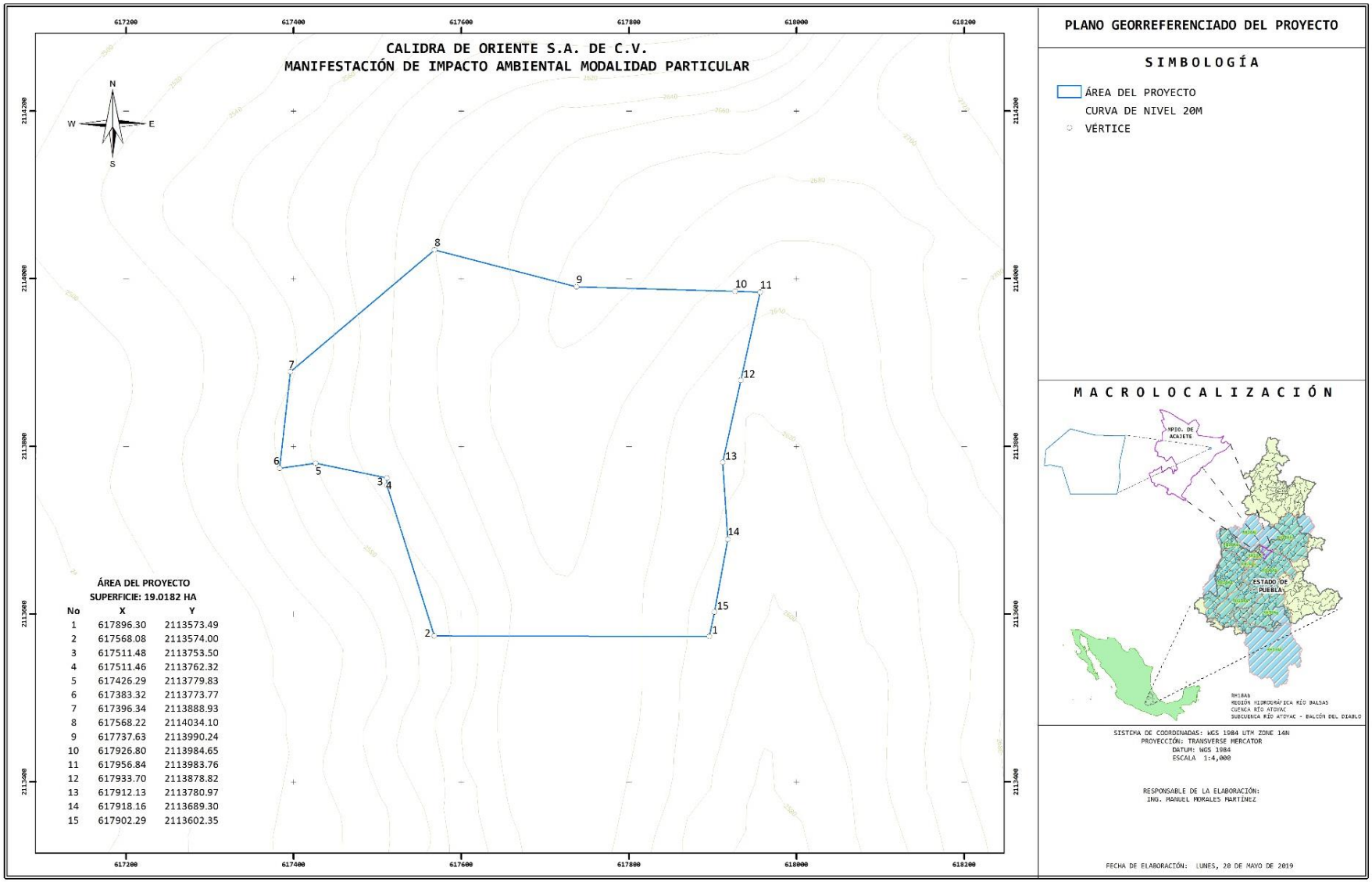


Figura I.2. Plano de delimitación del área del proyecto.

Ubicación del proyecto respecto a los fenómenos meteorológicos.

En México, los fenómenos meteorológicos, también conocidos como fenómenos hidrometeorológicos, se encuentran definidos por la Ley General de Protección Civil[1] en su artículo 2, fracción XXIV 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, tornados y ondas cálidas y gélidas. Algunos de los cuales, pueden ser considerados como fenómenos meteorológicos extremos debido a su intensidad y a los importantes daños o perdidas económicas, ambientales y humanas que pueden ocasionar.

En ese sentido y de acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos interactivo, aportado por CENAPRED[2]; el área del proyecto presenta los siguientes datos:

Cuadro I.2. Información meteorológica del área del proyecto.

FENÓMENO	GRADO	SUPERFICIE (HA)
Grado de riesgo de ciclones tropicales	Muy bajo	19.0182
Grado de riesgo de tormentas eléctricas	Medio	
Grado de riesgo de granizo	Muy alto	
Grado de riesgo de sequía	Medio	

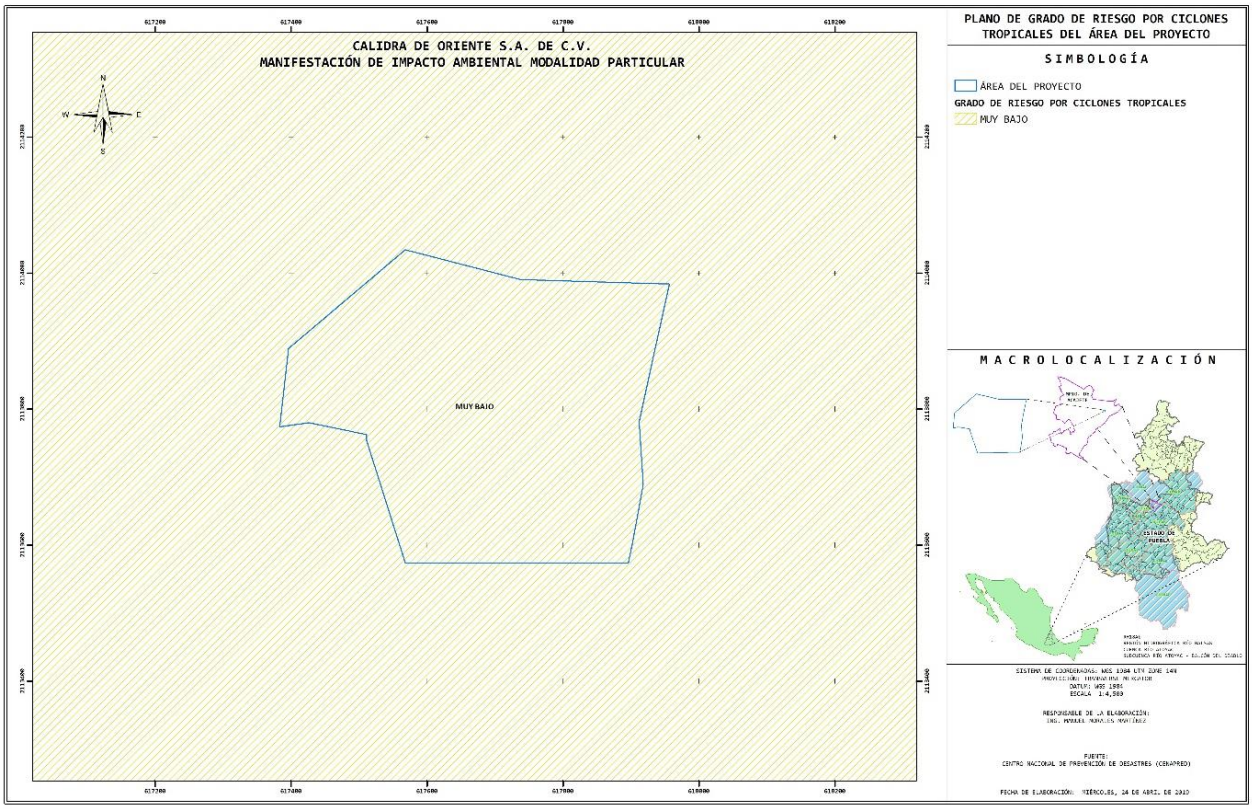


Figura I.3. Grado de riesgo de ciclones tropicales.

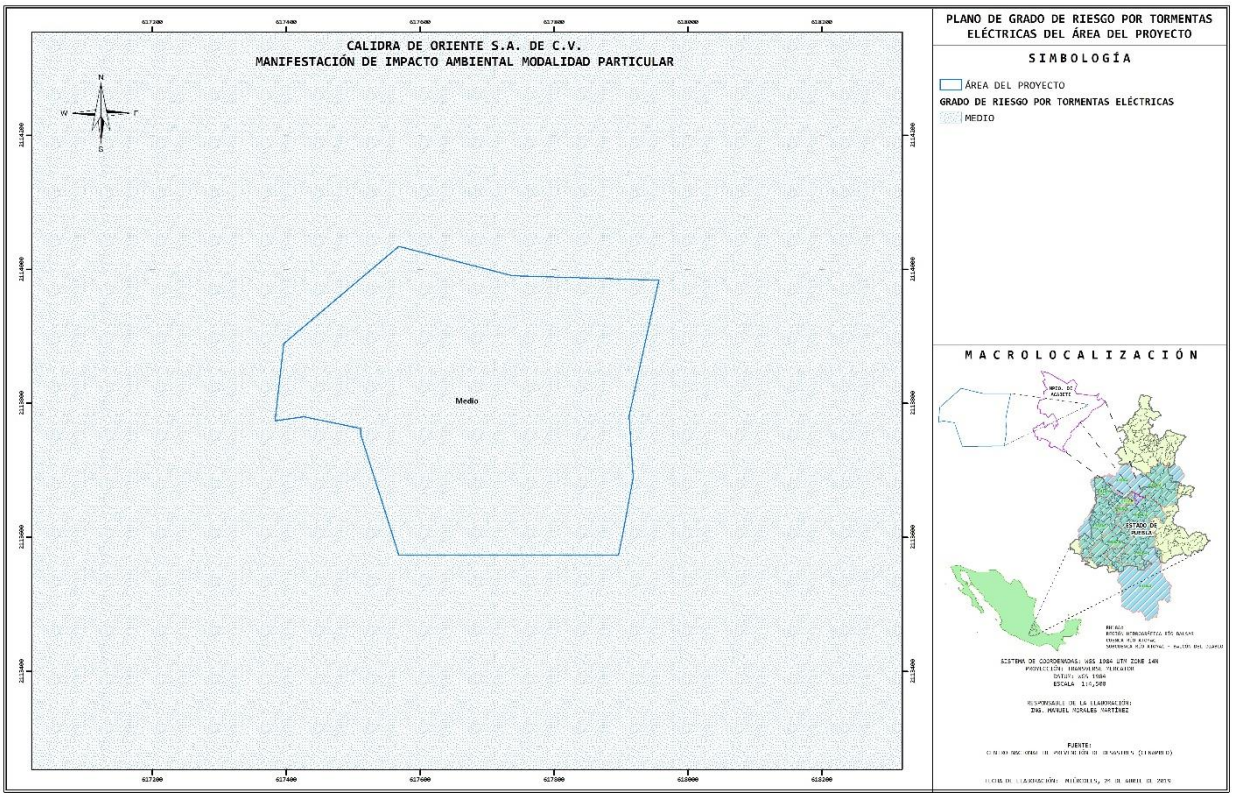


Figura I.4. Grado de riesgo de tormentas eléctricas.

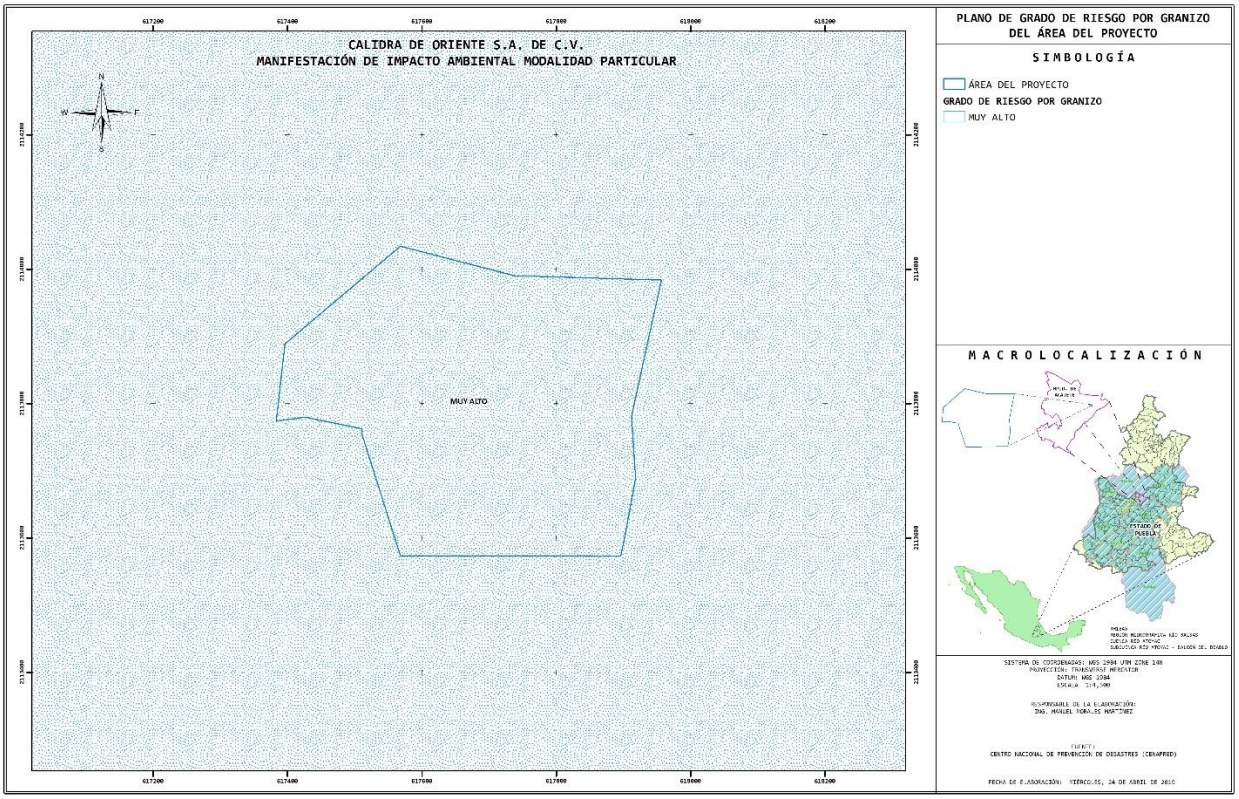


Figura I.5. Grado de riesgo de granizo

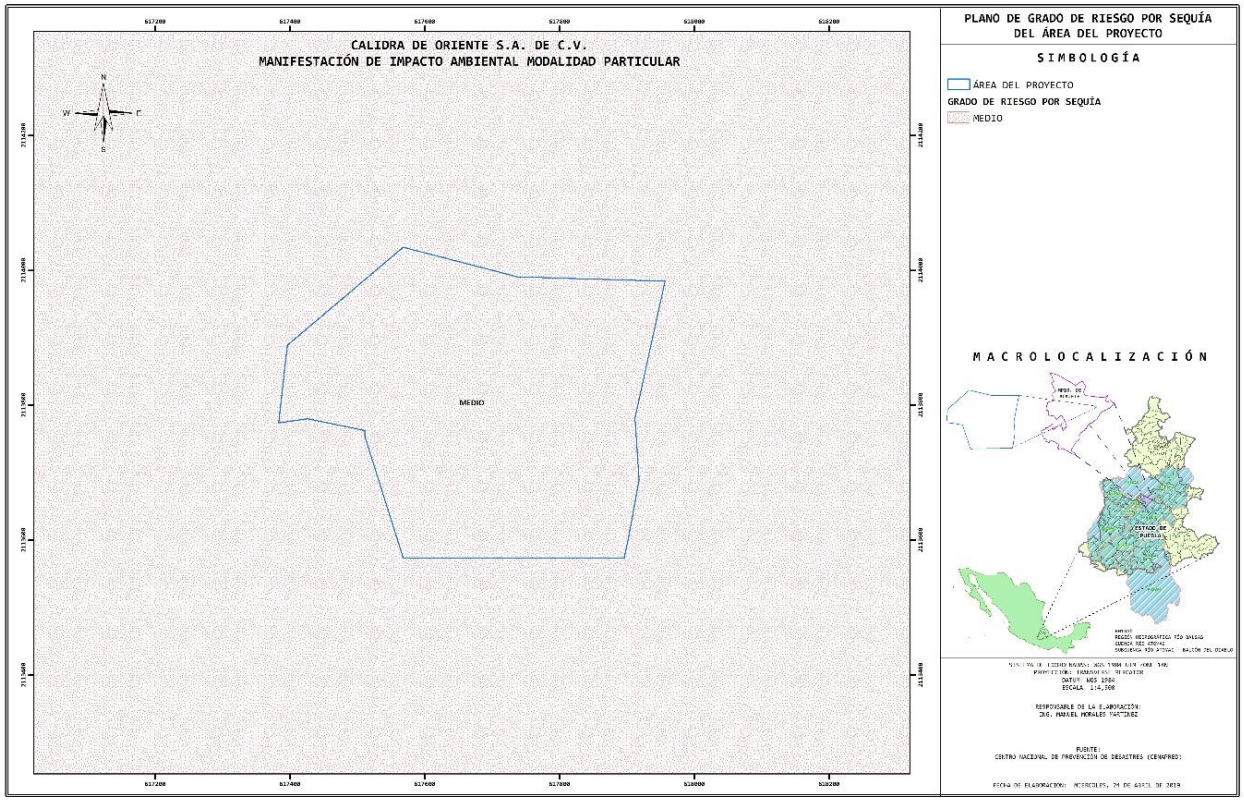


Figura I.6. Grado de riesgo de sequía.

Para el área del proyecto la velocidad del viento que se reporta es de 100 a 130 kilómetros por hora, ubicándose en la zona A con clase baja como se muestra en la siguiente figura.

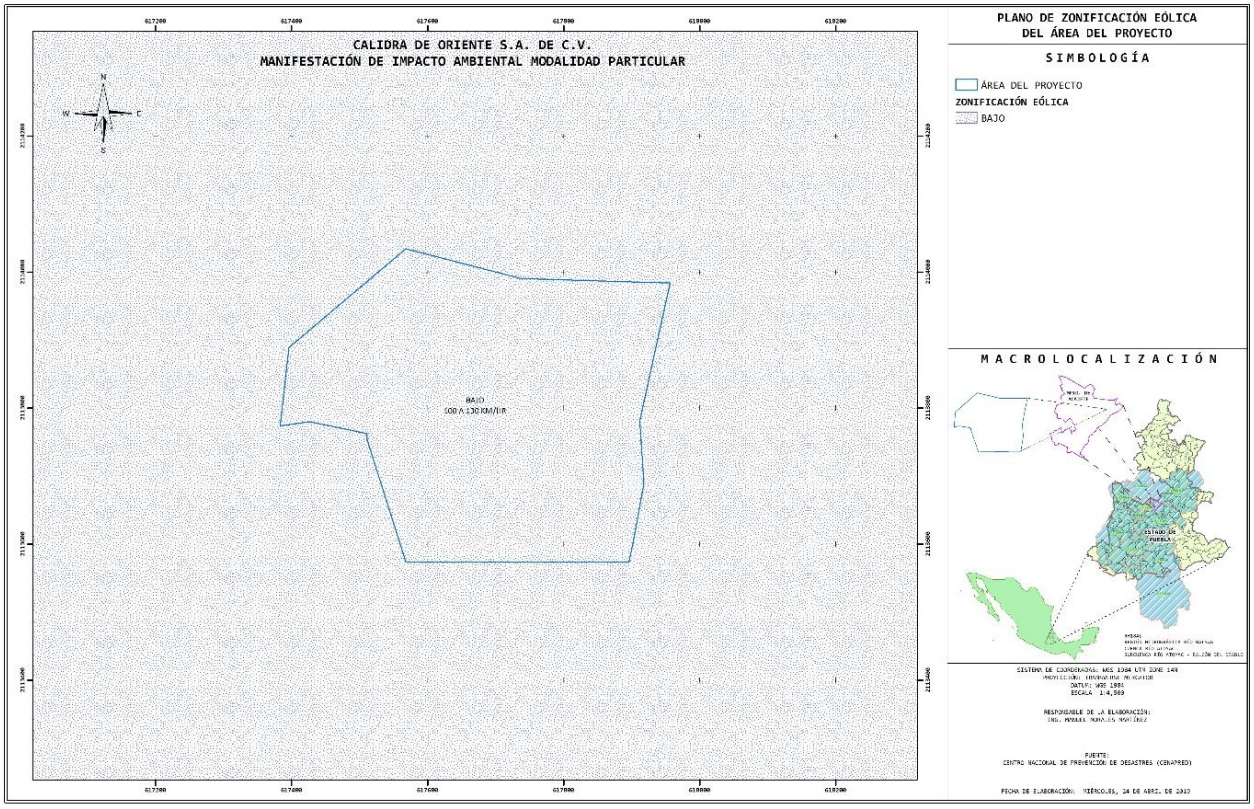


Figura I.7. Mapa de velocidad del viento.

El proyecto se encuentra en la región potencial de deslizamientos, como se muestra a continuación:

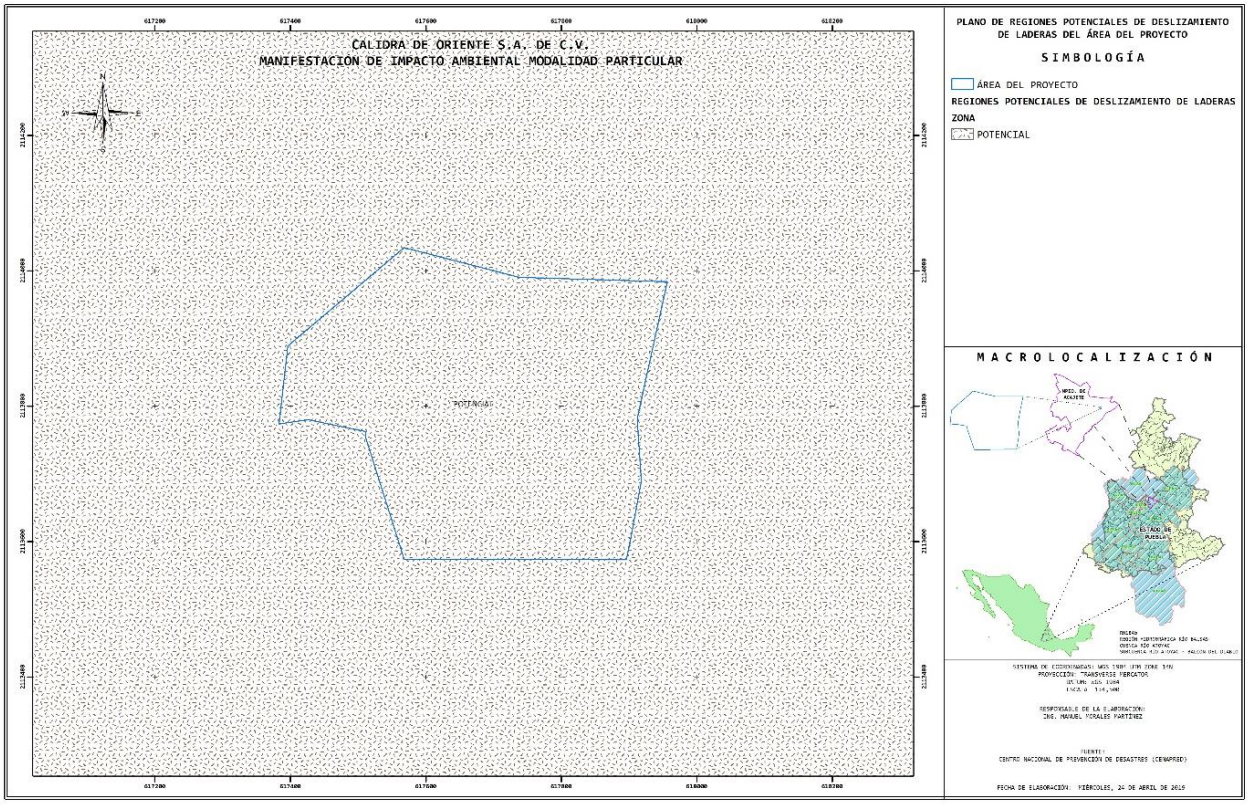


Figura I.8. Mapa del proyecto inmerso en la región potencial de deslizamiento de laderas.

De igual manera el área del proyecto corresponde a la zona con peligro medio de sismicidad figura I.9, el cual se representa que los sismos son de menor frecuencia, aceleración del terreno <70% de gravedad y no se encuentra en una área de riesgo por inundación los grados más cercanos son: medio a 7.30 k, un grado alto a 7.79 km y bajo a 13.76 km (figura I.10).

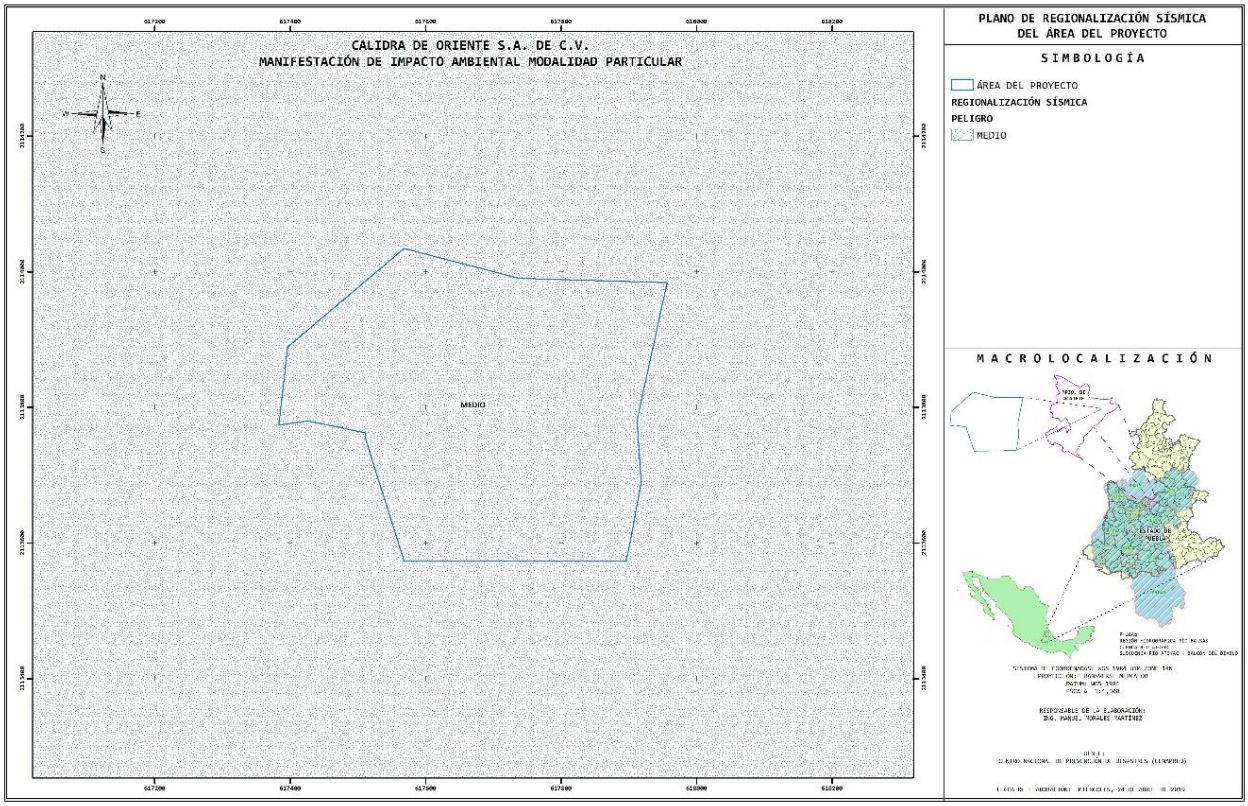


Figura I.9. Mapa de sismicidad.

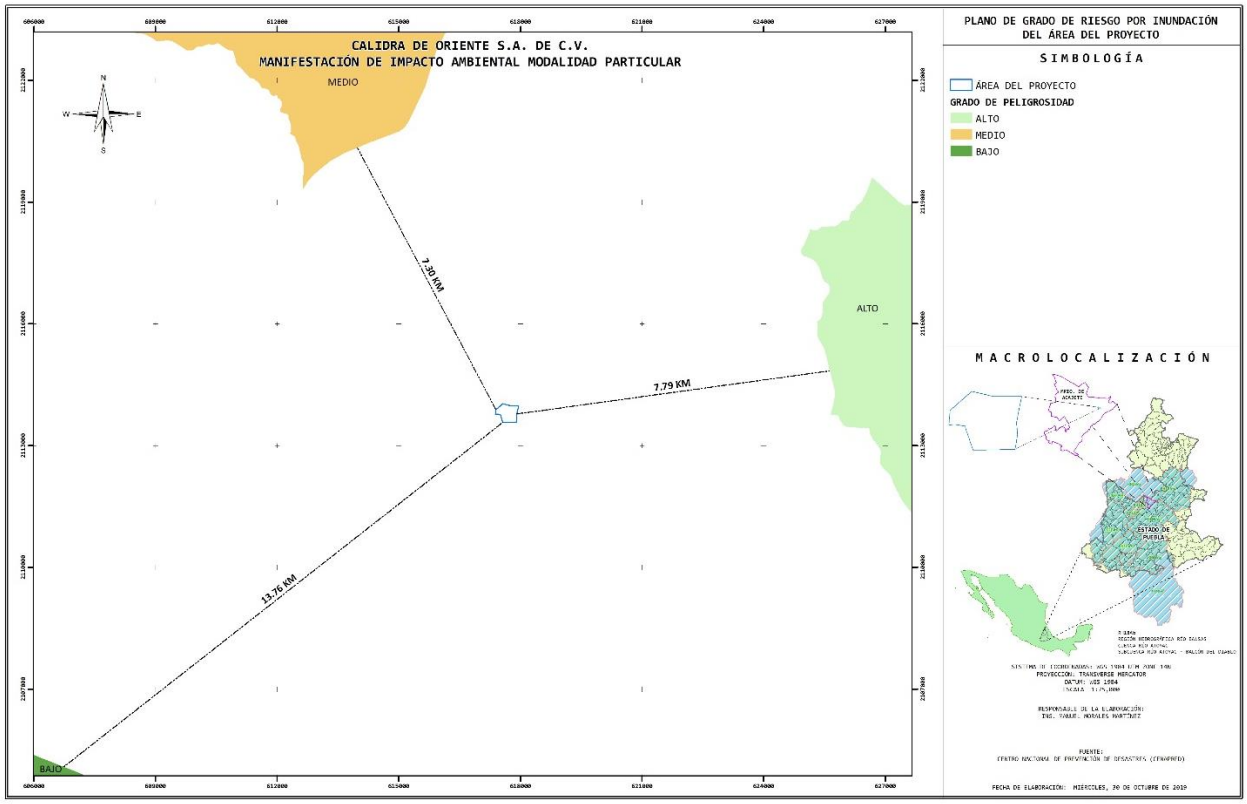


Figura I.10. Mapa de riesgo por inundación

De igual manera en el área del proyecto no se encuentra ningún tipo de volcán, los más cercanos son: La Malinche ubicado a 20.21 km, Serdán-Oriental ubicado a 47.61 km y Citlaltepetl (Pico de Orizaba) ubicada a 64.92 km, como se muestra en la siguiente figura.

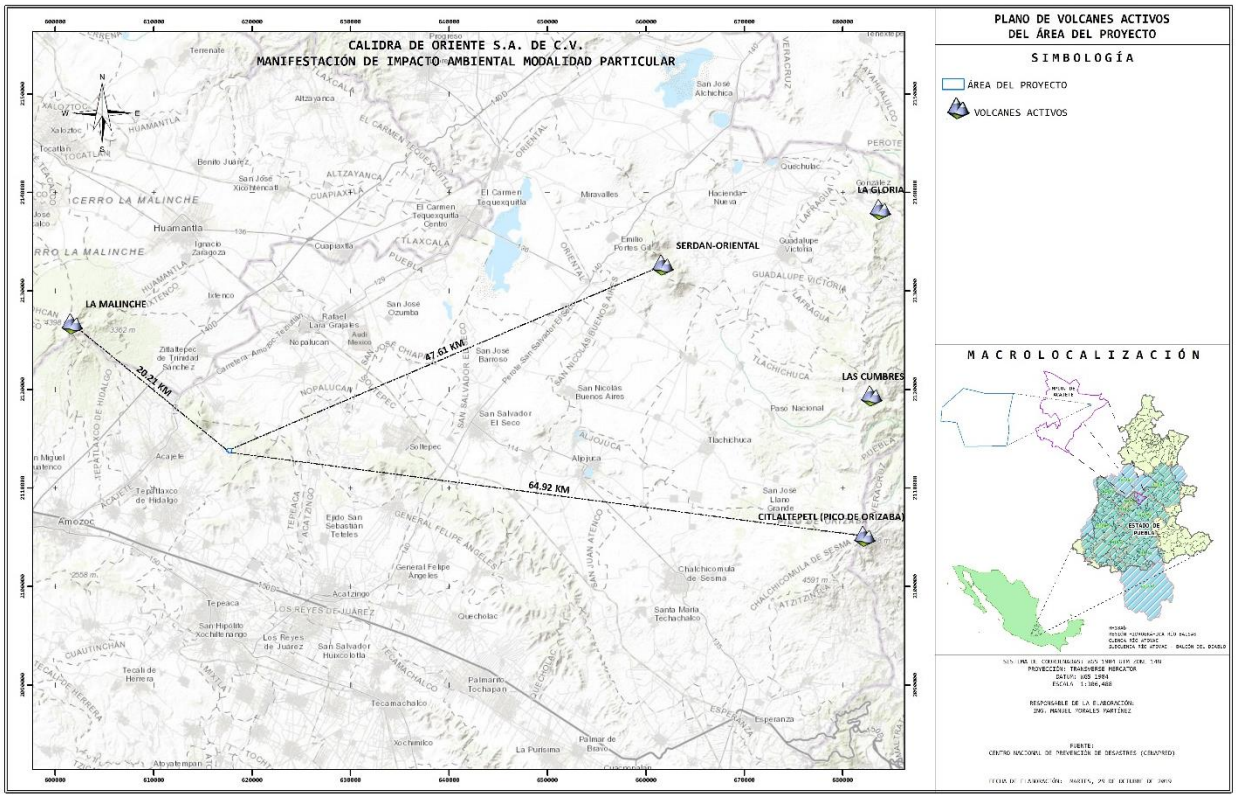


Figura I.11. Mapa de volcanes activo cercanos al área del proyecto.

El área del proyecto se encuentra cerca de 2 fracturas con orientación Este-Oeste a una distancia de 38.13 y la otra en dirección Noreste-Suroeste a 42.67 km, y una falla con orientación Norte-Sur a 51.21 km.

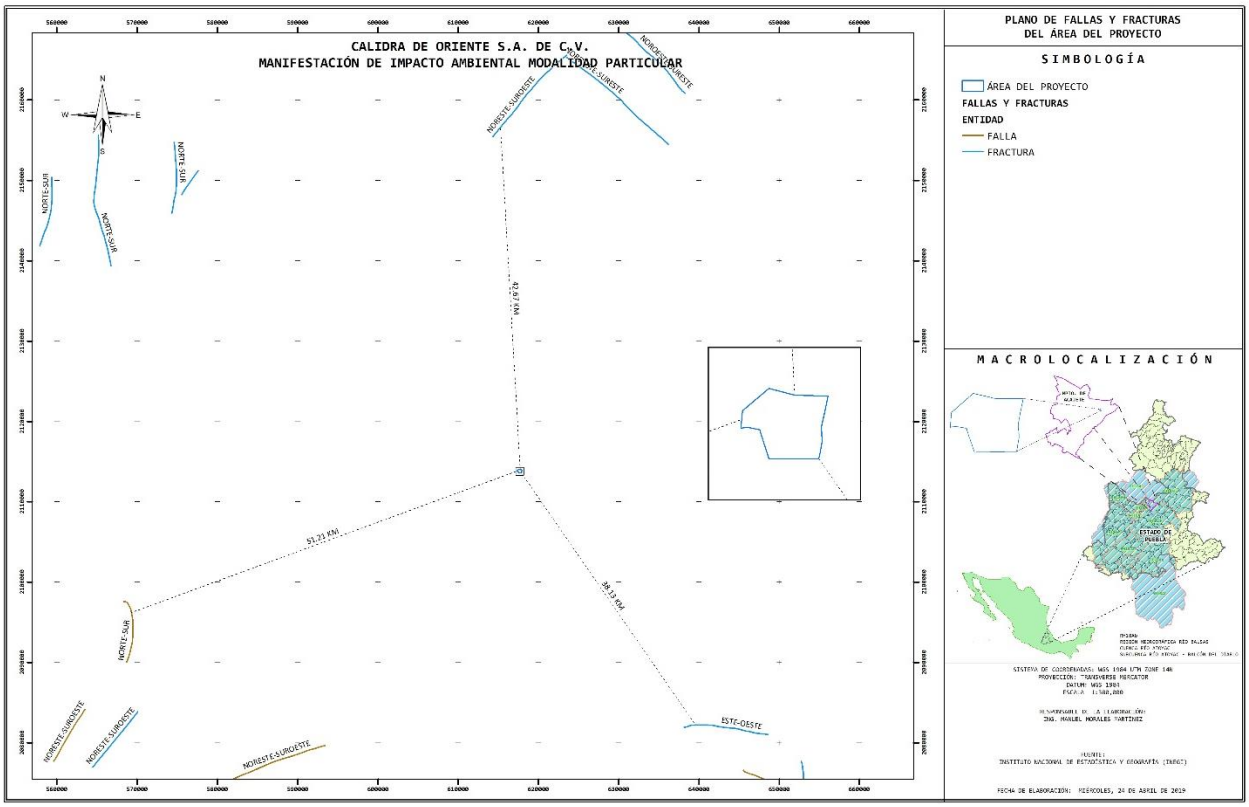


Figura I.12. Mapa de fallas y fracturas del área del proyecto.

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto.

Se tendrá una vida útil de 10 años, en el siguiente cuadro se presentan las actividades comprendidas. La etapa de preparación del sitio, que corresponde a la ejecución de cambio de uso de suelo, se desarrollará de manera paulatina durante los mismos 10 años, esto estará en función de la autorización por parte de la SEMARNAT.

Posteriormente al cambio de uso de suelo, y por la naturaleza del terreno, se requiere de medidas de mitigación, compensación y/o prevención, previas al cambio de uso de suelo como lo es el rescate de flora silvestre, ahuyentamiento de especies de fauna silvestre y el rescate de la misma.

También medidas de mitigación, compensación y/o prevención durante y posterior al cambio de uso de suelo como lo es la reubicación de flora silvestre y su mantenimiento, elaboración y mantenimiento de las obras de conservación de suelos y el mantenimiento en un plazo de 3 años la flora rescatada.

Cuadro I.3. Cronograma de actividades.

Actividad	Vida útil del proyecto en años																				Posterior al proyecto					
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención previas al cambio de uso de suelo																										
Rescate de flora silvestre		■		■		■		■		■		■		■		■		■								
Ahuyentamiento y rescate de especies de fauna silvestre		■		■		■		■		■		■		■		■		■								
Actividades del cambio de uso de suelo																										
Desmonte		■		■		■		■		■		■		■		■		■								
Extracción de materias primas provenientes del desmonte		■		■		■		■		■		■		■		■		■								
Despalme		■		■		■		■		■		■		■		■		■								
Transporte y almacenamiento de material orgánico		■		■		■		■		■		■		■		■		■								
Actividades del aprovechamiento																										
Extracción de la piedra caliza			■		■		■		■		■		■		■		■		■	■						
Transporte de la piedra caliza			■		■		■		■		■		■		■		■		■	■						
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención durante y posterior al cambio de uso de suelo																										
Reubicación de flora silvestre		■		■		■		■		■		■		■		■		■								
Obras de conservación (terrazas individuales)		■		■		■		■		■		■		■		■		■								
Mantenimiento de la flora rescatada y obras de conservación			■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■	
Convenio CONAFOR-CALIDRA (Fondo concurrente/reforestación)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						

I.2 Datos generales del promovente

I.2.1 Nombre o Razón Social

Calidra de Oriente S.A. de C.V.

I.2.2 Registro federal de contribuyentes del promovente

Clave del RFC: COR9612139W3

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

Ing. Mario Alberto Zarate Muñoz

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal

Calle y número: [redacted]
Colonia: [redacted]
Municipio: [redacted]
Entidad federativa: [redacted]
Código postal: [redacted]
Teléfono: [redacted]
Correo: kmortiz@calidra.com.mx

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

I.3.1 Nombre o razón social

Empresa: Asesores en Manejo de Recursos Forestales S.C.

Ing. Manuel Morales Martínez.
Ingeniero Forestal con Orientación en Silvicultura.
Cédula profesional: **Nº 2479819**

I.3.2 Registro federal de contribuyentes

Clave del RFC: AMR030813DP6

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

Ing. Manuel Morales Martínez

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

Calle: [redacted]
Número exterior: [redacted]
Colonia: [redacted]
Código Postal: [redacted]
Municipio [redacted]
Estado [redacted]
Correos electrónicos: [redacted]
Teléfonos: [redacted]

1.3.5 Número de inscripción en registro forestal nacional (número, libro, tipo y volumen).

Libro Puebla, Tipo UI, Volumen 1, Número 18.

Se anexa en: ANEXO 5. DATOS DEL ASESOR TÉCNICO

1.3.6 Identificación oficial

Se anexa en: ANEXO 5. DATOS DEL ASESOR TÉCNICO

1.4 Presentación de la documentación legal

Se anexa la siguiente documentación

1. Acta constitutiva de la empresa (ANEXO 1. ACTA).
2. Copia simple de RFC (ANEXO 2. RFC_PROMOVENTE).
3. Copia certificada del poder notarial (ANEXO 3. PODER NOTARIAL)
4. Copia simple de identificación del representante legal (ANEXO 4. IDENTIFICACIÓN OFICIAL).

Nota: se anexan planos ANEXO 14. ANEXO CARTOGRÀFICO / CAPÍTULO I.

1.5 Bibliografía

[1] Ley, 2012. Ley General de Protección Civil. Última reforma publicada en el DOF 23-06-2017. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Secretaria de Servicios Parlamentarios.

[2] Atlas Nacional de Riesgos. CENAPRED. Consultado en 20 de marzo de 2019: www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/

CAPÍTULO II
INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

ÍNDICE GENERAL

II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 1
II.1.1. NATURALEZA DEL PROYECTO 1
II.1.3. UBICACIÓN FÍSICA Y DIMENSIONES DEL PROYECTO 2
II.1.4. INVERSIÓN REQUERIDA 18
II.1.5. URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS 18
II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO 19
II.2.1. PROGRAMA DE TRABAJO 20
II.2.2. REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL 23
II.2.3. ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN 25
II.2.3.1 ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO (CAMBIO DE USO DE SUELO) 25
II.2.3.2 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN 60
II.2.4. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 60
II.2.5. UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS 61
II.2.6. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMOSFERA. 61
II.3 BIBLIOGRAFÍA 64

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro II.1. Coordenadas de los polígonos del área del proyecto. 3
Cuadro II.2. Condiciones abióticas y bióticas del predio. 5
Cuadro II.3. Coordenadas de los polígonos del área del predio. 5
Cuadro II.4. Clasificación actual del predio. 6
Cuadro II.5. Superficie a afectar. 11
Cuadro II.6. Clasificación de superficie del área del proyecto. 12
Cuadro II.7. Condiciones abióticas y bióticas del área del proyecto. 13
Cuadro II.8. Condiciones abióticas y bióticas de las áreas colindantes al proyecto. 14
Cuadro II.9. Inversión económica estimada en la región por la ejecución del proyecto. 18
Cuadro II.10. Principales actividades desarrolladas en el proyecto. 19
Cuadro II.11. Cronograma de actividades. 21
Cuadro II.12. Actividades de preparación de sitio del área del proyecto. 22
Cuadro II.13. Actividades de cambio de uso de suelo (preparación del sitio). 22
Cuadro II.14. Número de individuos a rescatar y reubicar. 26
Cuadro II.15. Determinación del tamaño de muestra. 32
Cuadro II.16. Datos utilizados para obtener el tamaño de muestra. 32
Cuadro II.17. Porcentaje de volumen fustal y de ramaje por especies. 36
Cuadro II.18. Volumen total del área del proyecto por especie. 36
Cuadro II.19. Volumen por año de intervención del área del proyecto. 37
Cuadro II.20. Renuevos por especie. 42
Cuadro II.21. Renuevos por año de intervención. 42

Cuadro II.22. Número de individuos por especies del estrato arbustivo por hectárea y total. 47
Cuadro II.23. Número de individuos por especies del estrato arbustivo por año de intervención. 47
Cuadro II.24. Número de individuos por especies del estrato herbáceo por hectárea y total. 51
Cuadro II.25. Número de individuos por especies del estrato herbáceo por año de intervención. 51
Cuadro II.26. Número de individuos por especies del estrato epífitas y/o cactáceas por hectárea y total. 53
Cuadro II.27. Número de individuos por especies del estrato epífitas y/o cactáceas por año de intervención. 53
Cuadro II.28. Información de retroexcavadora 416E o excavadora CAT 320 o similar. 60
Cuadro II.29. Información de camión de volteo 7 o 14 m^3. 60
Cuadro II.30. Residuos orgánicos. 61
Cuadro II.31. Sólidos inorgánicos. 62
Cuadro II.32. Residuos líquidos 62
Cuadro II.33. Emisiones a la atmósfera 62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1. Plano de ubicación del proyecto 1
Figura II.2. Ubicación del proyecto en el estado de Puebla. 3
Figura II.3. Ubicación y vértices del área del proyecto con coordenadas UTM WGS 84. 4
Figura II.4. Plano topográfico del predio. 7
Figura II.5. Mapa de clasificación actual del predio. 8
Figura II.6. Mapa de vegetación y uso de suelo- INEGI. 12
Figura II.7. Mapa de vegetación y uso de suelo- recorridos de campo. 13
Figura II.8. Mapa de caracterización de zonas aledañas. 15
Figura II.9. Ubicación de almacén 16
Figura II.10. Ubicación temporal del material fértil e inerte. 17
Figura II.11. Mapa de ubicación de las vías de acceso 19
Figura II.12. Plano de desarrollo de extracción. 23
Figura II.13. Ubicación regional del área del proyecto. 24
Figura II.14. Ubicación local del área del proyecto. 24
Figura II.15. Ejemplo de muestreo para el estrato arbóreo. 31
Figura II.16. Manejo de residuos. 63
Figura II.17. Manejo de residuos. 63

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen II.1. Vista de la vegetación de bosque de encino presente en el predio. 9
Imagen II.2. Área de producción. 10
Imagen II.3. Área de extracción. 10
Imagen II.4. Camino interno. 11
Imagen II.5. Ejemplo de señalización y delimitación de áreas autorizadas. 26
Imagen II.6. Forma típica de realizar el derribo y troceo de arbolado. 27
Imagen II.7. Tipo de maquinaria empleada en el desmonte. 28
Imagen II.8. Ejemplo de la extracción de materias primas. 28
Imagen II.9. Ejemplo de la maquinaria para llevar a cabo el despalme. 57
Imagen II.10. Ejemplo del transporte de tierra fértil e inerte. 58

II.1. Información general del proyecto

El presente documento que corresponde a una manifestación de impacto ambiental modalidad particular tiene como objetivo la autorización en materia de impacto ambiental por el cambio de uso de suelo para la implementación de una mina extracción de piedra caliza, el área del proyecto comprende una superficie de 19.0182 hectáreas, las cuales presentan vegetación de bosque de encino y que serán sometidas a cambio de uso de suelo.

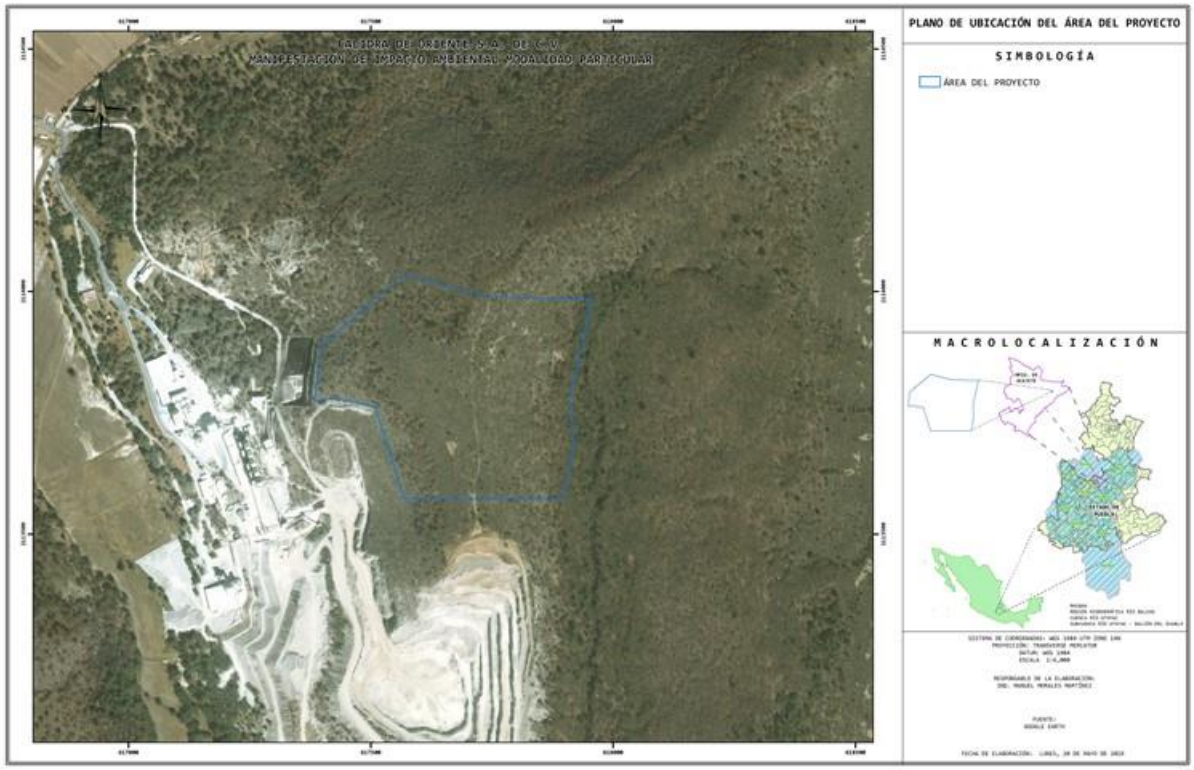


Figura II.1. Plano de ubicación del proyecto.

Cabe destacar, que no se requiere contar con ningún tipo de infraestructura especializada puesto que la planta procesadora ya se encuentra instalada desde etapas anteriores, así mismo, ya se cuenta algunas vías de comunicación y caminos necesarios a través de las cuales se hace el movimiento del material. Siendo así, no se considera la construcción de infraestructura ni obras adicionales para la adecuada operación del proyecto. Las actividades que como tal involucra el desarrollo del proyecto, se describen en los siguientes apartados.

II.1.1. Naturaleza del proyecto

Actualmente el área donde se pretende llevar a cabo el proyecto presenta sólo un uso de suelo:

Forestal: Conformado un polígono con vegetación de bosque de encino

El proyecto consiste en el cambio de uso de suelo en una superficie de 19.0182 hectáreas para la extracción de piedra caliza, la ubicación corresponde a 4.5 km sobre carretera de distancia a la comunidad de Santa Isabel Tepetzala, municipio de Acajete, Puebla.

Para llevar a cabo el cambio de uso de suelo, se realizará la preparación de sitio, en el cual, se llevarán a cabo principalmente dos actividades, el desmonte y despalme. Una vez que se haya realizado la preparación del sitio, se llevará a cabo la extracción de piedra caliza con el uso de maquinaria, una vez que sea extraída, esta será transportada en camiones al área de producción dentro del predio, por lo que no se realizará ningún tipo de transformación dentro del área del proyecto.

En el presente proyecto no forma parte de un plan o programa de desarrollo, de acuerdo al Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) el proyecto se encuentra dentro del sector 21 Minería, en el subsector 212 Minería de minerales metálicos y no metálicos, excepto petróleo y gas, en la rama 2123 Minería de minerales no metálicos.

En cuanto a los elementos naturales que resulten factibles (suelo y productos maderables) serán aprovechados. El suelo fértil removido por la extracción será depositado en un lugar previamente elegido para el almacenamiento temporal y posteriormente formar parte del material utilizado en la rehabilitación del Área verde 2[1]. En relación a los productos maderables que resulten del proyecto serán derribados de manera paulatina.

II.1.3. Ubicación física y dimensiones del proyecto

Geopolíticamente el proyecto se ubica en el municipio de Acajete el cual se localiza en la parte Central del Estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son: los paralelos 19º 00' 30" y 19º 11' 06" de latitud norte y los meridianos 97º 53' 54" y 98º 00' 00" de longitud occidental. Limita al norte con el estado de Tlaxcala, al sur con Tepeaca y Cuautinchán, al oriente con Nopalucán y Tepeaca y al poniente con Tepatlaxco de Hidalgo y Amozoc.

De manera específica el proyecto se localiza a 4.5 km sobre carretera a la comunidad de Santa Isabel Tepetzala y respecto a la región hidrológica, el área se encuentra inmersa en la Región Hidrológica Río Balsas (RH18) como se muestra a continuación la macro-localización del área del proyecto.

[1] El predio (91.3285 ha) donde se llevará a cabo el proyecto se encuentra actualmente clasificado en 7 áreas, siendo: Área verde 1, Área verde 2, Área verde 3, Área de amortiguamiento, Etapa 1, Etapa 2 y Etapa 3 (Área propuesta).

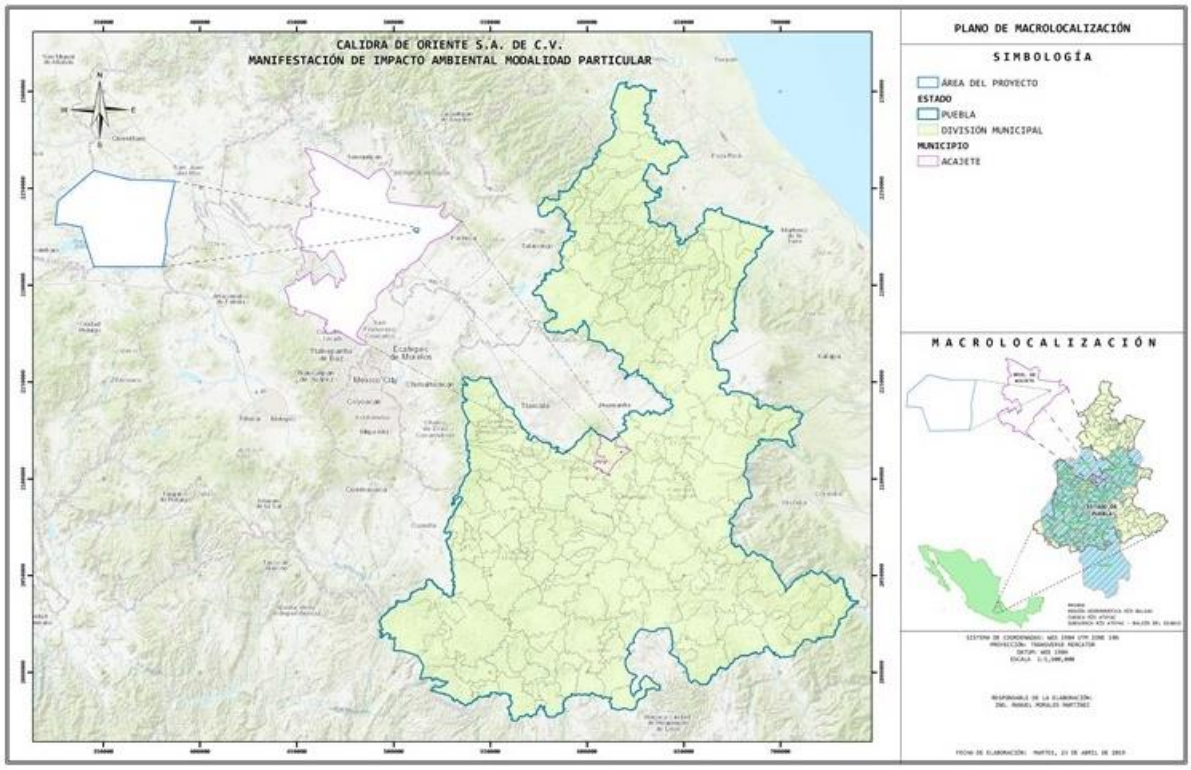


Figura II.2. Ubicación del proyecto en el estado de Puebla.

En el siguiente cuadro se presentan las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 14 N) y geográficas que delimitan el área del proyecto, con su correspondiente plano de delimitación.

Cuadro II.1. Coordenadas de los polígonos del área del proyecto.

HECTÁREAS	No	X	Y	N	W
19.0182	1	617896.30	2113573.49	19° 6' 42.413" N	97° 52' 44.940" W
19.0182	2	617568.08	2113574.00	19° 6' 42.498" N	97° 52' 56.172" W
19.0182	3	617511.48	2113753.50	19° 6' 48.349" N	97° 52' 58.069" W
19.0182	4	617511.46	2113762.32	19° 6' 48.636" N	97° 52' 58.068" W
19.0182	5	617426.29	2113779.83	19° 6' 49.223" N	97° 53' 0.979" W
19.0182	6	617383.32	2113773.77	19° 6' 49.035" N	97° 53' 2.450" W
19.0182	7	617396.34	2113888.93	19° 6' 52.778" N	97° 53' 1.980" W
19.0182	8	617568.22	2114034.10	19° 6' 57.464" N	97° 52' 56.066" W
19.0182	9	617737.63	2113990.24	19° 6' 56.002" N	97° 52' 50.278" W
19.0182	10	617926.80	2113984.65	19° 6' 55.781" N	97° 52' 43.806" W
19.0182	11	617956.84	2113983.76	19° 6' 55.746" N	97° 52' 42.778" W
19.0182	12	617933.70	2113878.82	19° 6' 52.337" N	97° 52' 43.593" W
19.0182	13	617912.13	2113780.97	19° 6' 49.159" N	97° 52' 44.353" W
19.0182	14	617918.16	2113689.30	19° 6' 46.176" N	97° 52' 44.166" W
19.0182	15	617902.29	2113602.35	19° 6' 43.351" N	97° 52' 44.728" W

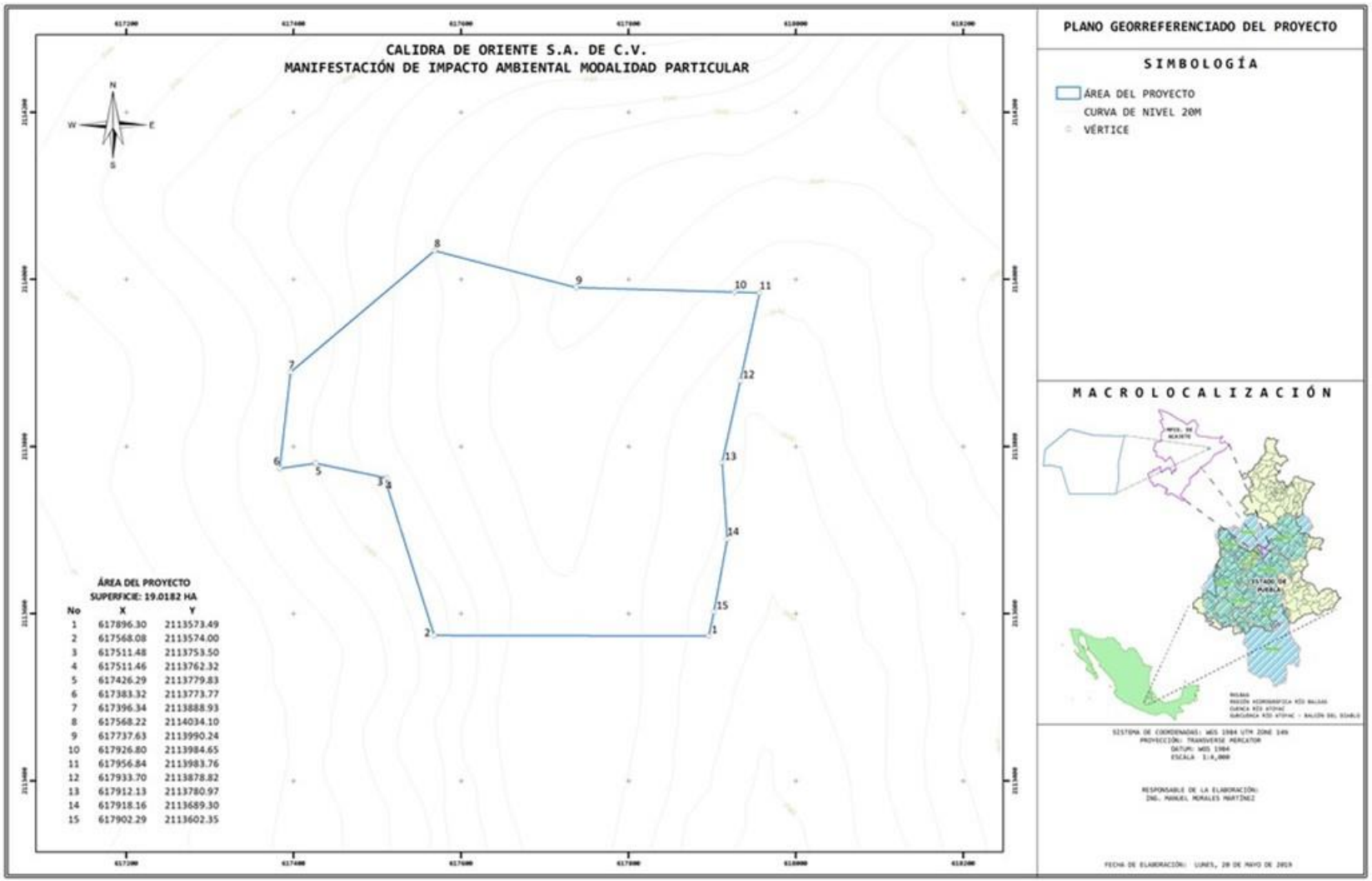


Figura II.3. Ubicación y vértices del área del proyecto con coordenadas UTM WGS 84.

a) Superficie total del predio (m²)

La superficie total del predio es de **91.3285 ha,** delimitado por las coordenadas del cuadro II.3. y como se muestra en la figura II.4., sus características bióticas y abióticas se presentan a continuación.

Cuadro II.2. Condiciones abióticas y bióticas del predio.

Factor ambiental	Predio	Características
Superficie (hectáreas)	91.3285	Cubierta por bosque de encino, otros usos, etc.
Tipo de clima	C(w2)(w)	C(w1) (w): Templado subhúmedo.
Viento	Velocidad del viento: Zona A, clase bajo, velocidad de 100 a 130 km/hr.	
Fisiografía	Forma parte de la provincia Sierra Eje Neovolcánico, subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac.	
Geología	Ki(cz) y Ts(Igei)	Ki(cz).Clase sedimentaria, tipo caliza. Ts (Igea). Clase ígnea extrusiva, tipo Ígnea extrusiva básica.
Edafología	Th+To/2/L	Suelo predominante andosol húmico, con tipo de textura media.
Hidrografía	RH18- Río Balsas, Cuenca Rio Atoyac.	
Tipos de vegetación	Bosque de encino	*Arbutus xalapensis, Eysenhardtia polystachya, Juniperus deppeana, Mimosa aculeaticarpa, Nolina longifolia, Pinus pseudostrobus var. apulcensis, Quercus acutifolia, Quercus castanea, Quercus desertícola, Quercus dysophylla Quercus glabrescens, Quercus glaucoides Quercus microphylla, Rhus standleyi;* estrato arbustivo: *Amelanchier denticulata, Comarostaphylis polifolia, Iresine orientalis, Lamourouxia dasyantha, Loeselia mexicana, Perymenium discolor, Salvia tiliifolia, Verbesina hypoglauca, Viguiera dentata;* estrato herbáceo: *Aristida adscensionis, Dalea versicolor, Helianthemum glomeratum, Muhlenbergia distichophylla, Piptochaetium angustifolium,* y epífitas y/o cactáceas: *Agave applanata, Agave nussaviorum, Agave salmiana, Mammillaria haageana, Opuntia streptacantha, Tillandsia recurvata* y *Tillandsia macdougallii.*

Cuadro II.3. Coordenadas de los polígonos del área del predio.

HA	No	X	Y	N	W
91.3285	1	617900.22	2112877.26	19° 6' 19.765" N	97° 52' 44.958" W
91.3285	2	617174.21	2113033.22	19° 6' 24.989" N	97° 53' 9.768" W
91.3285	3	617166.05	2113088.44	19° 6' 26.787" N	97° 53' 10.035" W
91.3285	4	617145.28	2113124.35	19° 6' 27.959" N	97° 53' 10.738" W
91.3285	5	617124.82	2113175.97	19° 6' 29.642" N	97° 53' 11.427" W
91.3285	6	617105.43	2113220.46	19° 6' 31.094" N	97° 53' 12.081" W
91.3285	7	617087.49	2113245.02	19° 6' 31.896" N	97° 53' 12.689" W
91.3285	8	617126.00	2113299.36	19° 6' 33.656" N	97° 53' 11.360" W
91.3285	9	617138.30	2113338.65	19° 6' 34.931" N	97° 53' 10.930" W
91.3285	10	617155.43	2113410.84	19° 6' 37.276" N	97° 53' 10.328" W
91.3285	11	617155.01	2113421.14	19° 6' 37.611" N	97° 53' 10.340" W
91.3285	12	617125.61	2113466.84	19° 6' 39.104" N	97° 53' 11.337" W
91.3285	13	617112.91	2113485.18	19° 6' 39.703" N	97° 53' 11.767" W
91.3285	14	617098.64	2113506.86	19° 6' 40.411" N	97° 53' 12.251" W
91.3285	15	617089.97	2113534.44	19° 6' 41.310" N	97° 53' 12.541" W
91.3285	16	617062.51	2113580.06	19° 6' 42.800" N	97° 53' 13.471" W
91.3285	17	617045.49	2113620.53	19° 6' 44.120" N	97° 53' 14.045" W
91.3285	18	617000.92	2113707.86	19° 6' 46.970" N	97° 53' 15.551" W

HA	No	X	Y	N	W
91.3285	19	616935.72	2113799.23	19° 6' 49.955" N	97° 53' 17.762" W
91.3285	20	616920.97	2113848.40	19° 6' 51.558" N	97° 53' 18.256" W
91.3285	21	616877.77	2113939.43	19° 6' 54.528" N	97° 53' 19.715" W
91.3285	22	616868.25	2113962.17	19° 6' 55.270" N	97° 53' 20.036" W
91.3285	23	616820.42	2114146.21	19° 7' 1.266" N	97° 53' 21.633" W
91.3285	24	616843.55	2114225.47	19° 7' 3.840" N	97° 53' 20.824" W
91.3285	25	617094.05	2114025.54	19° 6' 57.284" N	97° 53' 12.295" W
91.3285	26	617172.44	2113975.99	19° 6' 55.656" N	97° 53' 9.623" W
91.3285	27	617345.25	2113866.76	19° 6' 52.067" N	97° 53' 3.733" W
91.3285	28	617359.46	2113857.78	19° 6' 51.772" N	97° 53' 3.249" W
91.3285	29	617568.22	2114034.10	19° 6' 57.464" N	97° 52' 56.066" W
91.3285	30	617737.63	2113990.24	19° 6' 56.002" N	97° 52' 50.278" W
91.3285	31	617980.34	2113983.07	19° 6' 55.719" N	97° 52' 41.974" W
91.3285	32	617943.32	2113779.22	19° 6' 49.095" N	97° 52' 43.286" W
91.3285	33	617944.60	2113680.94	19° 6' 45.898" N	97° 52' 43.263" W
91.3285	34	617924.67	2113595.48	19° 6' 43.123" N	97° 52' 43.964" W
91.3285	35	617913.52	2113516.96	19° 6' 40.571" N	97° 52' 44.363" W
91.3285	36	617912.80	2113500.68	19° 6' 40.041" N	97° 52' 44.391" W
91.3285	37	617935.55	2113429.81	19° 6' 37.731" N	97° 52' 43.628" W
91.3285	38	617950.71	2113331.57	19° 6' 34.532" N	97° 52' 43.131" W
91.3285	39	617913.54	2113241.77	19° 6' 31.619" N	97° 52' 44.423" W
91.3285	40	617916.04	2113174.05	19° 6' 29.415" N	97° 52' 44.352" W
91.3285	41	617904.14	2113117.90	19° 6' 27.591" N	97° 52' 44.771" W
91.3285	42	617898.19	2113089.84	19° 6' 26.680" N	97° 52' 44.981" W
91.3285	43	617892.55	2113047.26	19° 6' 25.296" N	97° 52' 45.183" W
91.3285	44	617884.77	2112988.45	19° 6' 23.385" N	97° 52' 45.463" W
91.3285	45	617885.20	2112985.70	19° 6' 23.295" N	97° 52' 45.448" W
91.3285	46	617897.60	2112907.29	19° 6' 20.742" N	97° 52' 45.041" W
91.3285	47	617898.10	2112901.59	19° 6' 20.556" N	97° 52' 45.025" W
91.3285	48	617900.22	2112877.26	19° 6' 19.765" N	97° 52' 44.958" W

La clasificación actual del predio en su mayoría es bosque de encino con un 48.8079 % de la superficie total, de la misma forma un uso minero con un 51.1921% (cuadro II.4) y posterior a ello se presentan las condiciones del uso actual (figura II.5) que se encontraron dentro del predio y unas imágenes que lo representan.

Cuadro II.4. Clasificación actual del predio.

CLASIFICACIÓN	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFICIE (m^2)	%
Forestal	44.5755	445,755	48.8079
Mina	46.753	467,530	51.1921
TOTAL	**91.3285**	**913,285**	**100**

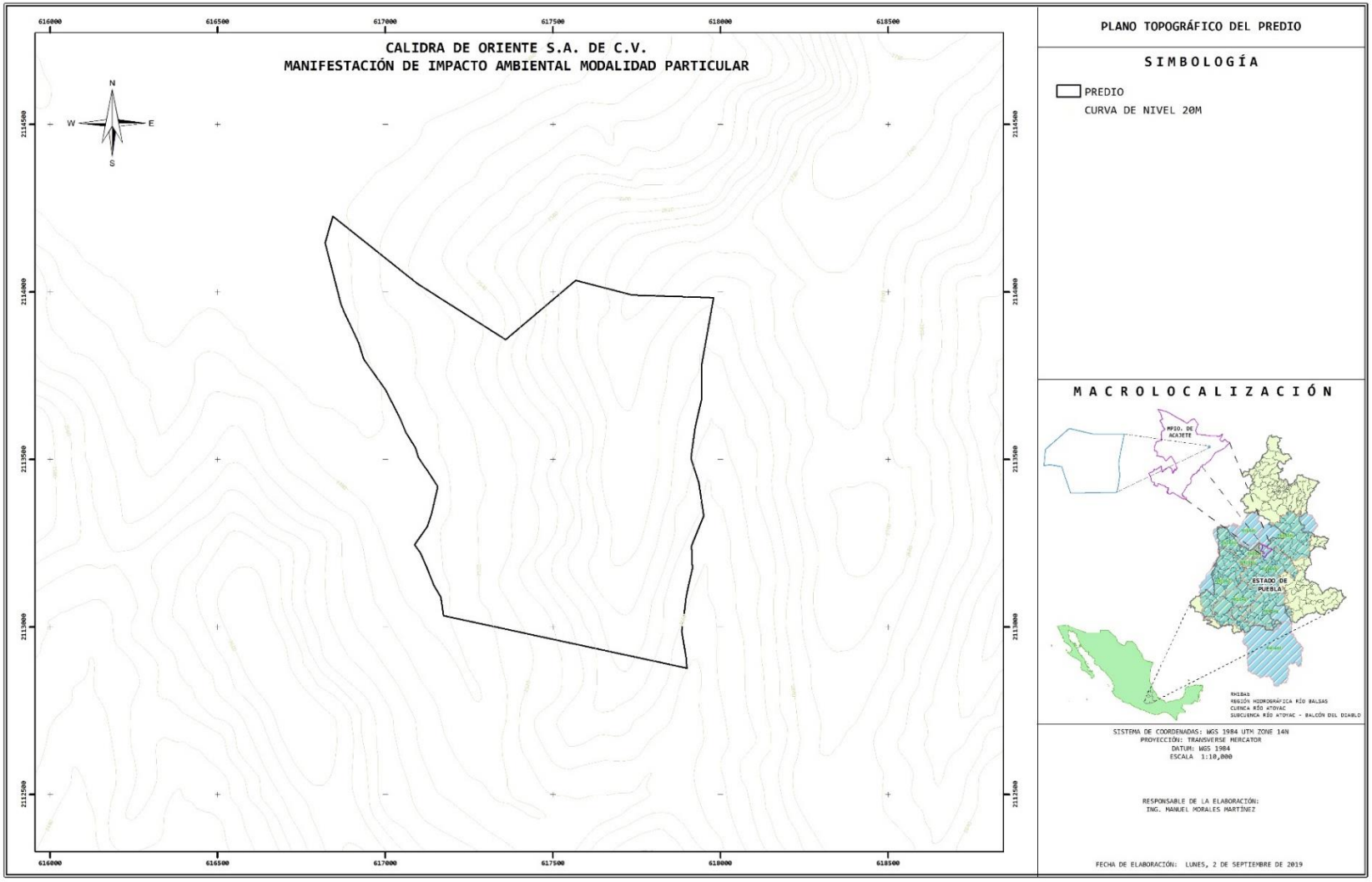
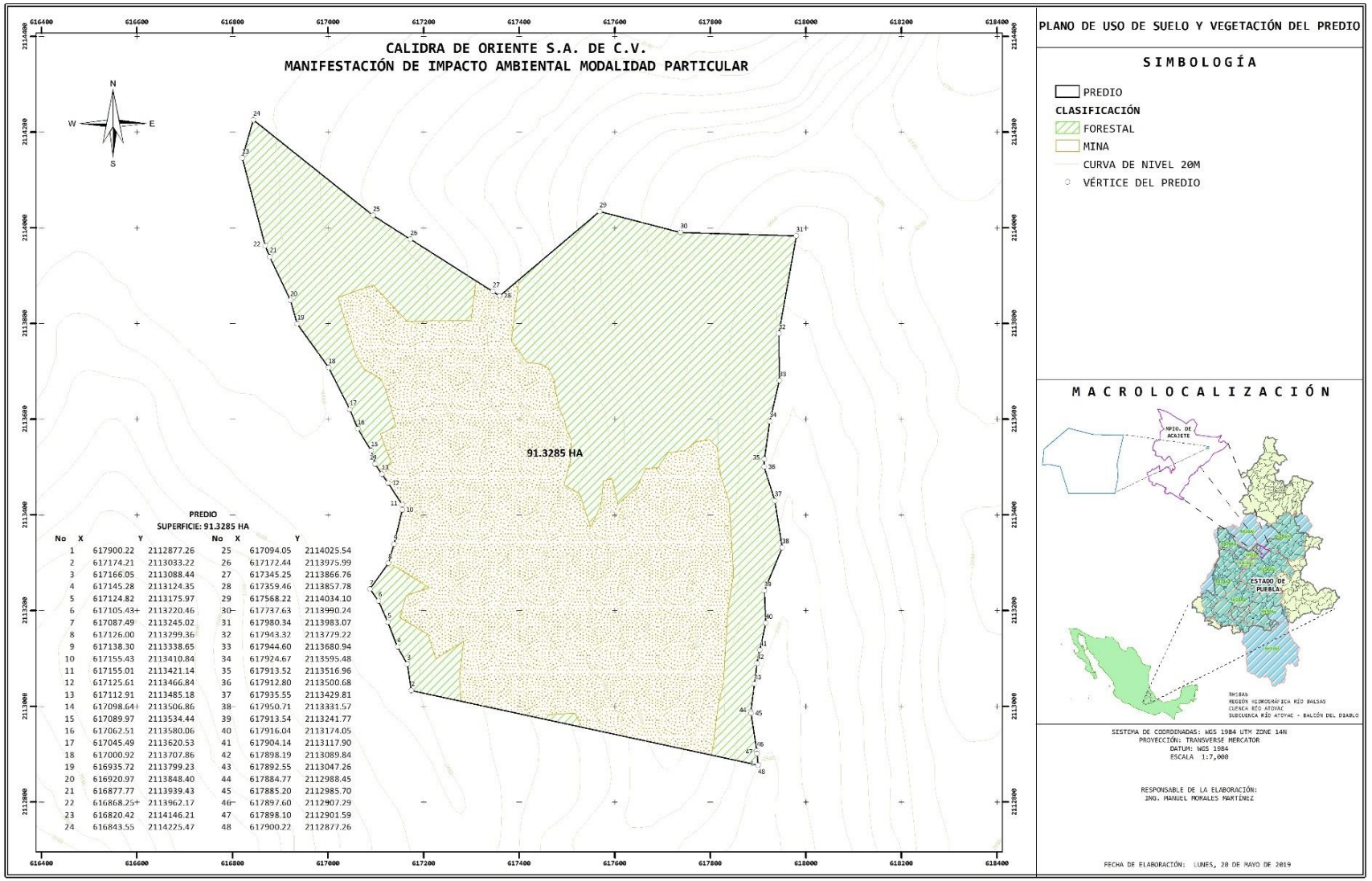


Figura II.4. Plano topográfico del predio.



No	X	Y	No	X	Y
1	617900.22	2112877.26	25	617094.05	2114025.54
2	617174.21	2113033.22	26	617172.44	2113975.99
3	617166.05	2113088.44	27	617345.25	2113866.76
4	617145.28	2113124.35	28	617359.46	2113857.78
5	617124.82	2113175.97	29	617568.22	2114034.10
6	617105.43	2113220.46	30	617737.63	2113990.24
7	617087.49	2113245.02	31	617980.34	2113983.07
8	617126.00	2113299.36	32	617943.32	2113779.22
9	617138.30	2113338.65	33	617944.60	2113680.94
10	617155.43	2113410.84	34	617924.67	2113595.48
11	617155.01	2113421.14	35	617913.52	2113516.96
12	617125.61	2113466.84	36	617912.80	2113500.68
13	617112.91	2113485.18	37	617935.55	2113429.81
14	617098.64	2113506.86	38	617950.71	2113331.57
15	617089.97	2113534.44	39	617913.54	2113241.77
16	617062.51	2113580.06	40	617916.04	2113174.05
17	617045.49	2113620.53	41	617904.14	2113117.90
18	617000.92	2113707.86	42	617898.19	2113089.84
19	616935.72	2113799.23	43	617892.55	2113047.26
20	616920.97	2113848.40	44	617884.77	2112988.45
21	616877.77	2113939.43	45	617885.20	2112985.70
22	616868.25	2113962.17	46	617897.60	2112907.29
23	616820.42	2114146.21	47	617898.10	2112901.59
24	616843.55	2114225.47	48	617900.22	2112877.26

Figura II.5. Mapa de clasificación actual del predio.

Forestal.– Mediante la visita de campo al predio se determinó que 44.5755 ha es vegetación forestas correspondiente a bosque de encino, en las cuales se encontraron especies de porte arbóreo, arbustivo y herbáceo, los de porte arbóreo son: *Arbutus xalapensis, Eysenhardtia polystachya, Juniperus deppeana, Mimosa aculeaticarpa, Nolina longifolia, Pinus pseudostrobus var. apulcensis, Quercus acutifolia, Quercus castanea, Quercus desertícola, Quercus dysophylla Quercus glabrescens, Quercus glaucoides Quercus microphylla, Rhus standleyi;* estrato arbustivo: *Amelanchier denticulata, Comarostaphylis polifolia, Iresine orientalis, Lamourouxia dasyantha, Loeselia mexicana, Perymenium discolor, Salvia tiliifolia, Verbesina hypoglauca, Viguiera dentata;* estrato herbáceo: *Aristida adscensionis, Dalea versicolor, Helianthemum glomeratum, Muhlenbergia distichophylla, Piptochaetium angustifolium,* y epífitas y/o cactáceas: *Agave applanata, Agave nussaviorum, Agave salmiana, Mammillaria haageana, Opuntia streptacantha, Tillandsia recurvata* y *Tillandsia macdougallii,* mismas que son características de este tipo de vegetación, a continuación se presenta una imagen de algunas de ellas.



Imagen II.1. Vista de la vegetación de bosque de encino presente en el predio.

Mina.- Dentro del predio existe un área destinada para la mina, la cual comprende una superficie de 46.753 ha, esta área comprende varios elementos, como los son: áreas de extracción de piedra caliza, área de producción (planta), área verde, caminos de acarreo (internos), y área de construcción (comedores, sanitarios, módulo de oficinas, sala audiovisual, caseta de vigilancia, estacionamientos, almacenes, etc…). A continuación se muestran algunas imágenes de estas áreas.



Imagen II.2. Área de producción.



Imagen II.3. Área de extracción.



Imagen II.4. Camino interno.

b) Superficie a afectar (m²)

Es importante mencionar que de los 913,285 m² que conforman el predio, únicamente **190,182 m² se someten a evaluación en materia de impacto ambiental por el cambio de uso del suelo**, ya que de acuerdo al tipo de vegetación que se presenta se clasifica como área forestal, cuya remoción de la vegetación implica la generación de impactos ambientales en algunos de los factores del medio ambiente. Se hace mención que, para fines de la presente manifestación, en lo sucesivo y en los demás capítulos de este documento, esta superficie se denominará **área del proyecto.**

A continuación, se presenta el porcentaje total a afectar dentro del predio respecto a la superficie del área del proyecto.

Cuadro II.5. Superficie a afectar.

CLASIFICACIÓN PREVIO AL PROYECTO			
Clasificación	**Superficie (Ha)**	**Superficie (m²)**	**%**
Forestal	44.5755	445,755	48.81
Mina	46.7531	467,531	51.19
TOTAL	**91.3286**	**913,286**	**100**
CLASIFICACIÓN CON EL PROYECTO			
Clasificación	**Superficie (Ha)**	**Superficie (m²)**	**%**
Forestal	25.5573	255,573	27.98
Mina	65.7713	657,713	72.02
TOTAL	**91.3286**	**913,286**	**100**

De la superficie forestal (bosque de encino 44.5756 hectáreas) del predio que se muestra en el cuadro anterior se desprende la correspondiente al cambio de uso de suelo en terrenos forestales (19.0182 ha).

De acuerdo a la carta de INEGI, Uso de Suelo y Vegetación escala 1: 250,000. Serie VI, en el área del proyecto el tipo de vegetación que predomina bosque de encino-pino (figura II.6.), pero de acuerdo a los muestreos realizados en campo el tipo de vegetación es **bosque de encino** (figura II.7.)

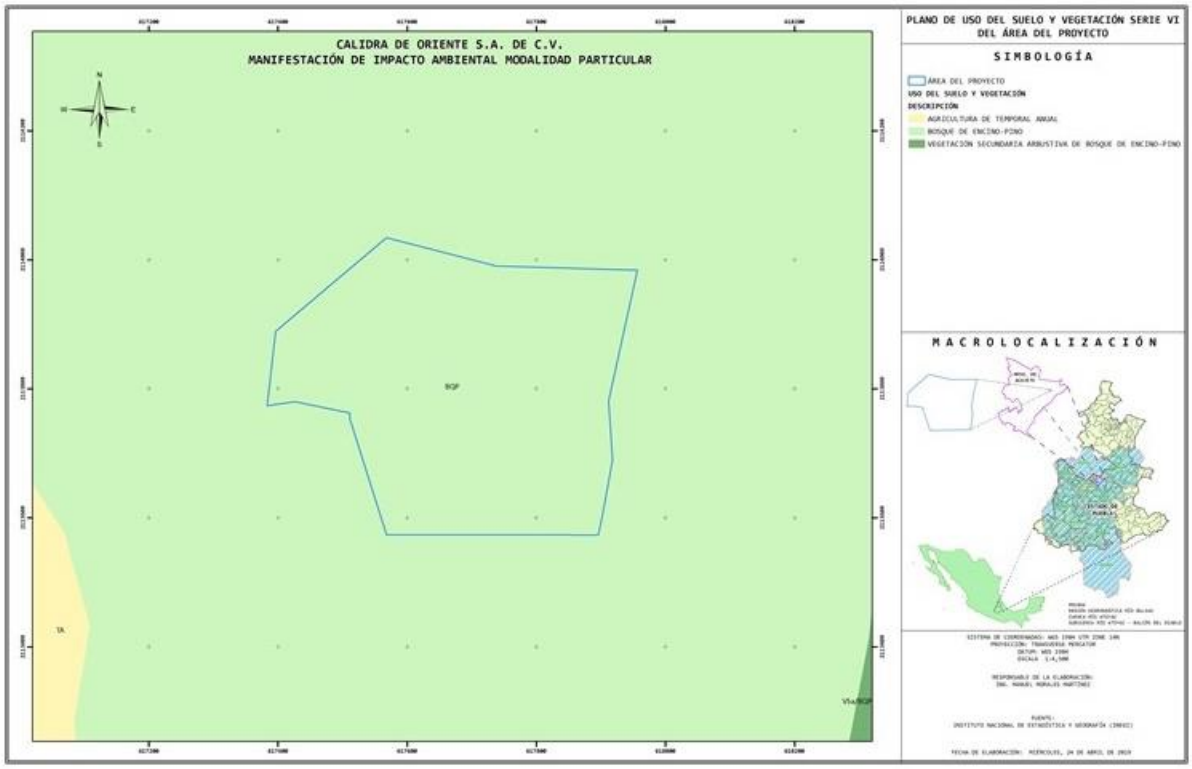


Figura II.6. Mapa de vegetación y uso de suelo- INEGI.

Retomando lo descrito en el párrafo anterior la clasificación de superficies del proyecto es la siguiente:

Cuadro II.6. Clasificación de superficie del área del proyecto.

Clasificación	Superficie (Ha)	Superficie %
Bosque de encino	19.0182	100

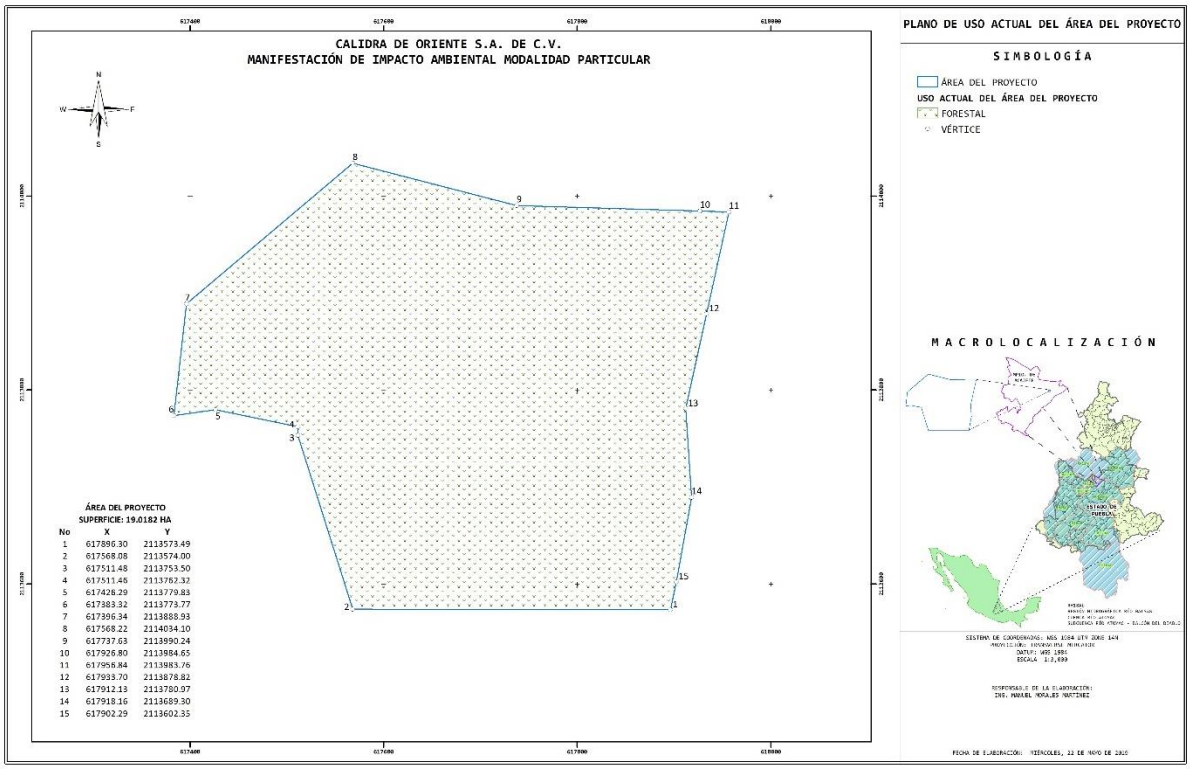


Figura II.7. Mapa de vegetación y uso de suelo- recorridos de campo.

A continuación, se presenta la caracterización del área del proyecto y de sus colindantes.

Caracterización del área del proyecto

El área del proyecto presenta las siguientes características bióticas y abióticas

Cuadro II.7. Condiciones abióticas y bióticas del área del proyecto.

ÁREA	FACTOR Y CARACTERÍSTICAS							
	Superficie (hectáreas)	**Tipo de clima**	**Viento**	**Fisiografía**	**Geología**	**Edafología**	**Hidrografía**	**Tipos de vegetación**
PROYECTO	19.0182	C(w2)(w)	Velocidad del viento: Zona A, clase bajo, velocidad de 100 a 130 km/hr.	Forma parte de la provincia Eje Neovolcánico y de la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac.	Ts (Igea) Ki(cz)	Th+To/2/L	RH18- Río Balsas, Cuenca Rio Atoyac	Bosque de encino
	Superficie total del área de cambio de uso de suelo.	C(w2 (w): Templado subhúmedo.			Ts (Igea). Clase ígnea extrusiva, tipo Ígnea extrusiva básica Ki(cz) Clase sedimentaria tipo caliza	Suelo predominante andosol húmico, con tipo de textura media.		Algunas de las especies arbóreas encontradas en el área del proyecto son: *Quercus dysophylla, Arbutus xalapensis, Verbesina hypoglauca, Comarostaphylis polifolia,* *Helianthemum glomeratum, Muhlenbergia distichophylla, Agave*

ÁREA	FACTOR Y CARACTERÍSTICAS							
	Superficie (hectáreas)	Tipo de clima	Viento	Fisiografía	Geología	Edafología	Hidrografía	Tipos de vegetación
								nussaviorum, Tillandsia recurvata, etc...

La descripción del medio abiótico y biótico se realizó conforme al conjunto de información cartográfica en formato SHP, obtenida del portal de INEGI y datos vectoriales escala 1:250 000 serie VI (Capa Unión) y a la Síntesis de Información Geográfica Estatal de Puebla, la información más detallada la encontramos en el capítulo IV de la presente MIA.

Caracterización de colindantes al área del proyecto

Cuadro II.8. Condiciones abióticas y bióticas de las áreas colindantes al proyecto.

ÁREA	FACTOR Y CARACTERÍSTICAS					
	Tipo de clima	Viento	Fisiografía	Geología	Edafología	Hidrografía
Zona agrícola Zona forestal Mina	C(w2)(w)	Velocidad del viento: Zona A, clase bajo, velocidad de 100 a 130 km/hr.	Forma parte de la provincia Eje Neovolcánico y de la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac.	Ki(cz), Q(Vc) y Ts(Igei)	Be+Bk+Vc/2, Be+Je+Hc/1 y Th+To/2/L	RH18-Río Balsas, Cuenca Rio Atoyac
	Templado subhúmedo.			Clase sedimentaria, tipo caliza, clase sedimentaria, tipo Volcanoclástico, clase Ígnea extrusiva, tipo Ígnea extrusiva básica.	Suelo predominante cambisol eútrico, con tipo de textura gruesa y suelo predominante andosol húmico. Con tipo de textura media.	

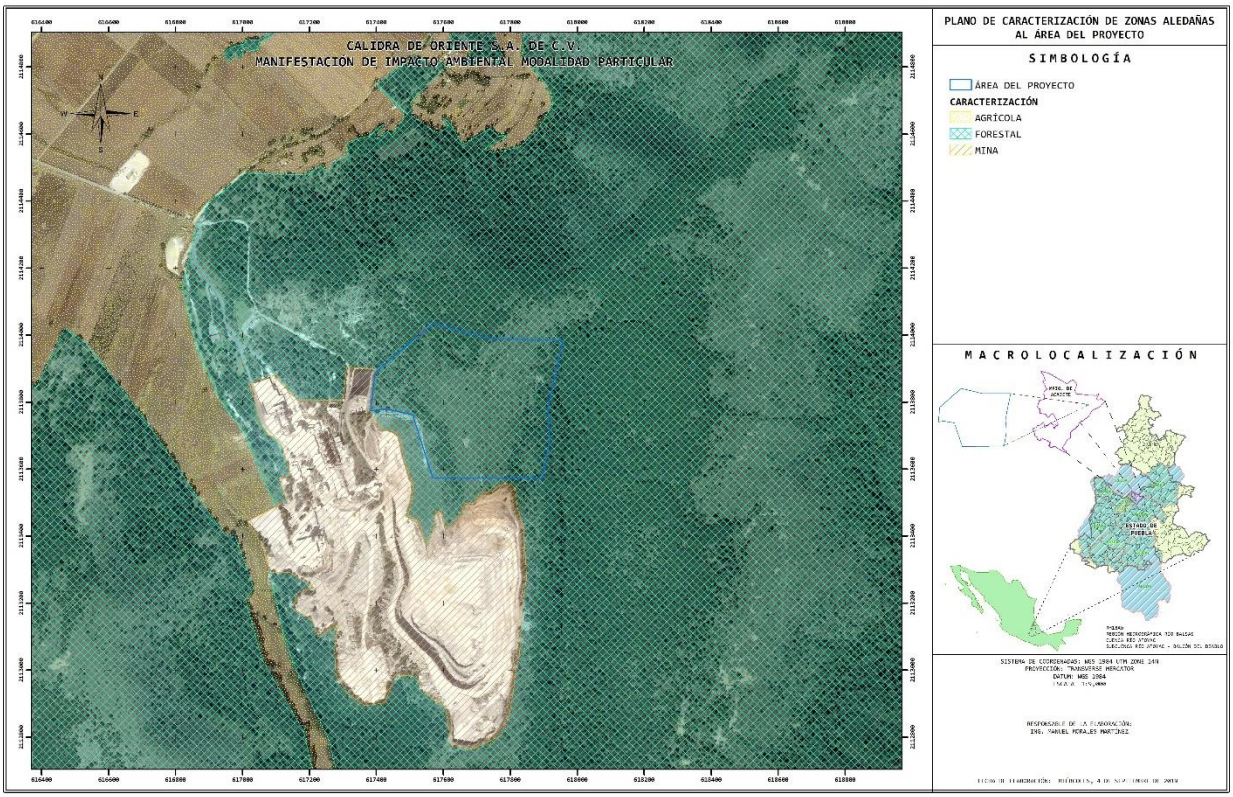


Figura II.8. Mapa de caracterización de zonas aledañas.

c) Superficie para obras permanentes

Durante el desarrollo del proyecto no se considera la instalación de alguna obra permanente, ya que el proyecto considera únicamente la extracción y aprovechamiento de piedra caliza para ser traslada al área de producción.

Puesto que ya existe una construcción cercana al área del proyecto misma que se ocupara como almacén de resguardo de herramienta e insumos que pudieran necesitarse.

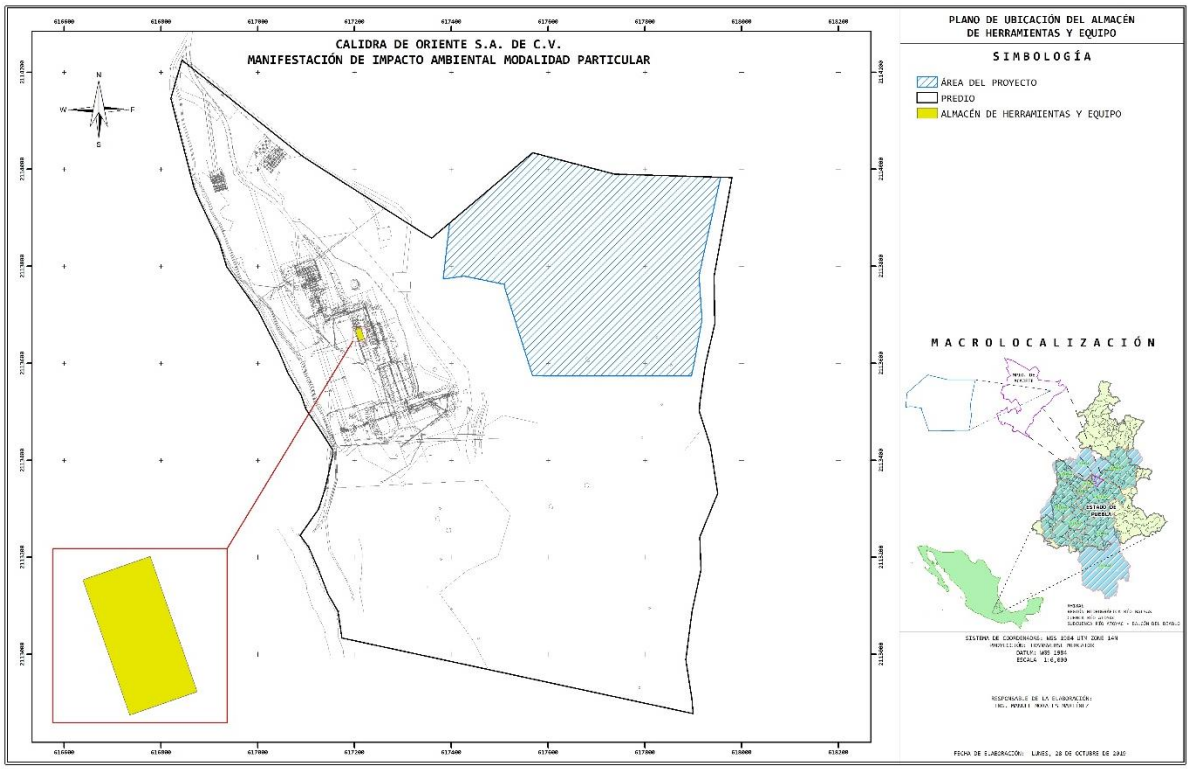


Figura II.9. Ubicación de almacén

d) Superficies del predio

Como se mencionó anteriormente, la superficie del proyecto comprende una superficie de 19.0182 hectáreas, mismos que se encuentran inmersos en el predio con una superficie total de 91.3285 hectáreas, posteriormente, se presenta el plano donde se ubica el área del proyecto dentro del predio.

Área de restauración / reforestación: Actualmente no se cuenta con una zona de reforestación específica, sin embargo, con el paso del tiempo se espera restaurar las zonas aprovechadas por el proyecto. En este punto es importante destacar que la empresa "*Calidra de Oriente S.A. de C.V.*" está comprometida por medio de un convenio de colaboración junto con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) para el sustento de fondos concurrentes del programa denominado "Apoyos para el desarrollo Forestal Sustentable 2019"; estos fondos tienen el objetivo de promover mecanismos locales de pago por servicios ambientales y por consiguiente la finalidad de restaurar y mantener con actividades de mantenimiento y reforestación una superficie de 500 hectáreas en los ejidos de Santa Isabel Tepetzala, Santa Maria Magdalena Tetela Morelos y Santa Cruz del Bosque.
Para compensar las actividades de la empresa promovente, se decidido que en este convenio los ejidos elegidos fueran los más cercanos.

Área de depósito de material inerte: consiste en colocar el suelo inerte en un área desprovista de vegetación con una superficie de 5.0570 hectáreas para su posterior utilización en la construcción de obras.

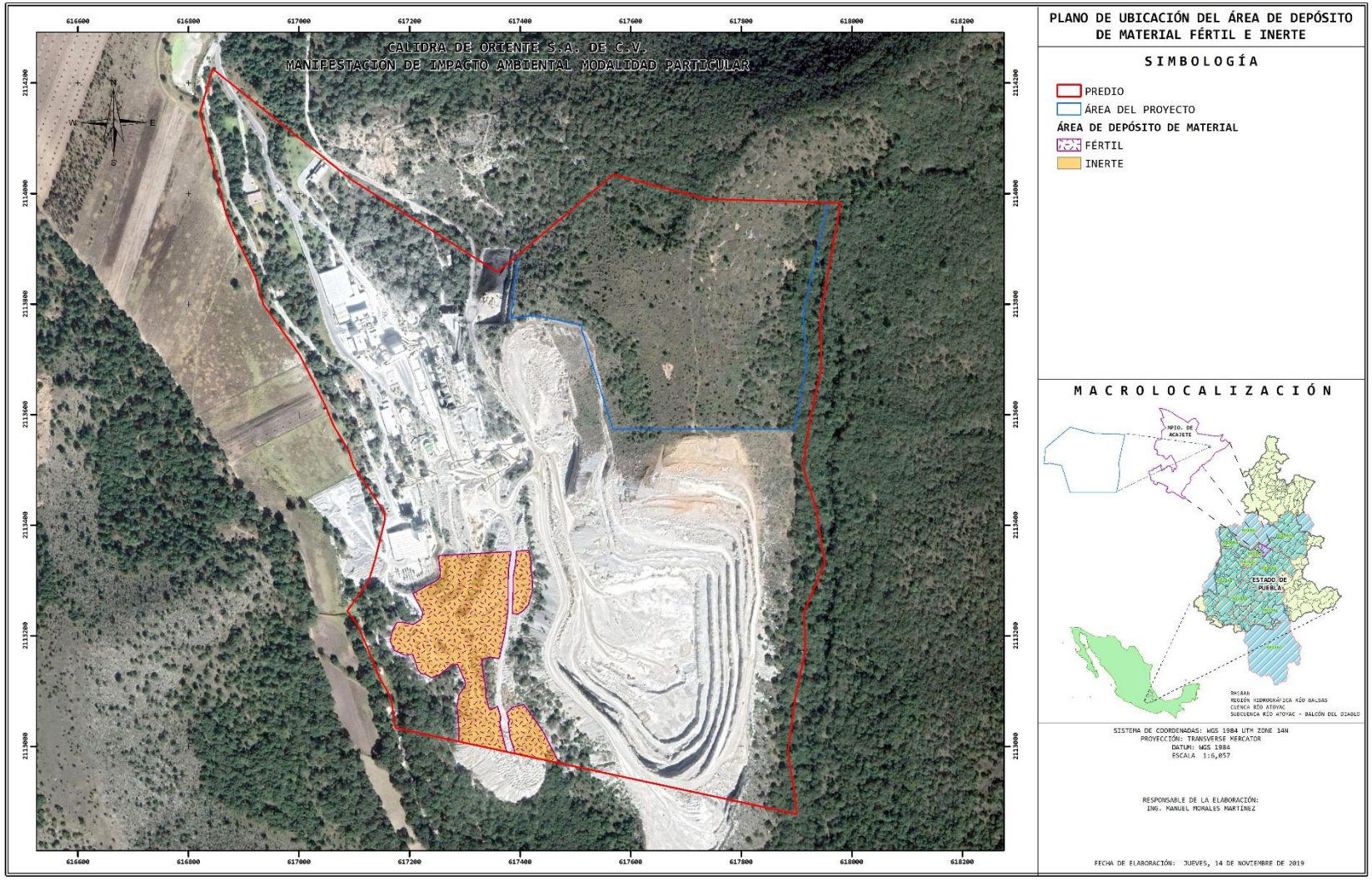


Figura II.10. Ubicación temporal del material fértil e inerte.

Área de depósito suelo fértil: consiste en colocar el suelo orgánico en un sitio adecuado para su posterior reincorporación en las actividades de restauración del área aprovechada, esto se llevara a cabo en una superficie de 5.0570 ha; dentro de una área previamente aprovechada y desprovista de vegetación.

II.1.4. Inversión requerida

La inversión requerida del proyecto se estima que es de [redacted], como se desglosa a continuación:

Cuadro II.9. Inversión económica estimada en la región por la ejecución del proyecto.

CONCEPTO	COSTO ANUAL	COSTO TOTAL
Gestión ambiental y restauración*		
Trámites de autorización		[redacted]
Elaboración de proyectos		
SUBTOTAL		
Actividades del proyecto		
Señalización / Delimitación		[redacted]
Derribo		
Extracción de materias primas		
Despalme		
SUBTOTAL		
Medidas de mitigación		
Transporte de material orgánico		[redacted]
Almacenamiento de material orgánico		
Contenedores para residuos solidos		
Humedecimiento de superficies		
Terrazas individuales		
Programa de rescate y reubicación de flora		
Programa de rescate y reubicación de fauna		
Programa de Rescate y Resguardo del M.O.		
SUBTOTAL		
TOTAL		

II.1.5. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El área donde se encuentra el proyecto no es en una zona urbana, sin embargo, se encuentra relativamente cerca de la comunidad de Santa Isabel Tepetzala y el municipio de Acajete.

Dentro del predio se cuenta con la disponibilidad de servicios públicos, como lo son, vías de acceso, servicio de agua potable, energía eléctrica, drenaje; sin embargo, no serán necesarios todos los servicios para el desarrollo del proyecto, ya que para el presente proyecto sólo se realizará la extracción y el aprovechamiento del material.

Cabe señalar que dentro del predio existen instalaciones por lo que se considera que se puede realizar el almacenaje de herramienta o material que sea utilizado durante el desarrollo de este proyecto.

Los servicios que serán necesarios durante el desarrollo del proyecto serán los siguientes:

Vías de acceso

Para la implementación del proyecto no es requerido de la apertura de nuevas vías de acceso, parte de los cortes de aprovechamiento serán acondicionados como caminos de transporte para el material extraído.

Dentro del predio ya se cuenta con un camino asfaltico existente, y varios caminos secundarios, estos estan hechos con el material propio de superficie que atraviesa y que cubre con la necesidad de acceso y desplazamiento dentro del predio y hacia el proyecto, los tramos del camino tendrán mantenimiento con el fin de impactar lo menos posible.

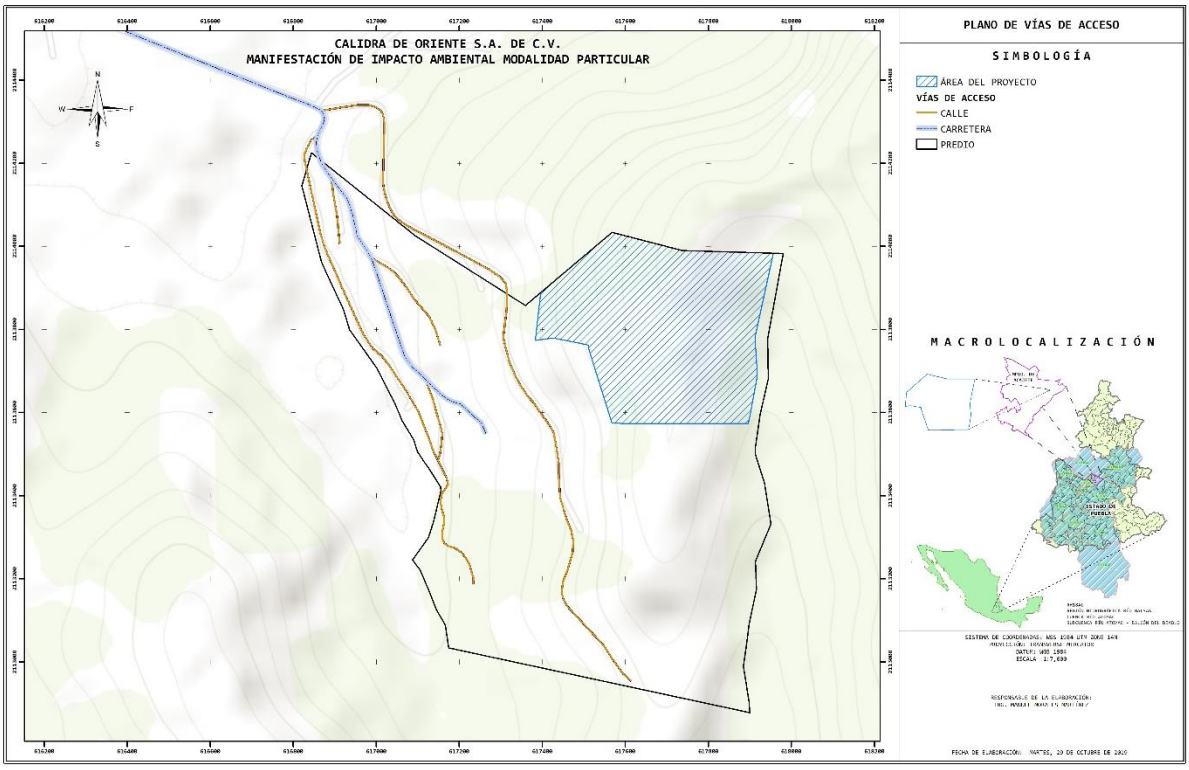


Figura II.11. Mapa de ubicación de las vías de acceso

Servicio de recolección de basura.

Se requerirá el uso del servicio de recolección de los centros de población cercanos al proyecto, para realizar la entrega de los residuos sólidos urbanos generados en el área del proyecto.

II.2. Características particulares del proyecto

El proyecto, corresponde al cambio de uso de suelo para la extracción de piedra caliza, el cual comprende principalmente la preparación del sitio enfocadas a las actividades previas a la extracción, en el siguiente cuadro se muestran las actividades que se realizarán durante el desarrollo del proyecto.

Cuadro II.10. Principales actividades desarrolladas en el proyecto.

ETAPA	ACTIVIDAD
Preparación del sitio	Señalización (Delimitación)
	Desmonte
	Extracción de materias primas

ETAPA	ACTIVIDAD
	Despalme
	Transporte de material orgánico

II.2.1. Programa de trabajo

El proyecto tendrá una vida útil de 10 años (120 meses) que corresponden a las actividades propias de cambio de uso de suelo (señalización, desmonte, extracción de materias primas. despalme y transporte del material orgánico).

El proyecto incluye medidas de mitigación, compensación y/o prevención, previas al cambio de uso de suelo como lo es el rescate de flora silvestre, ahuyentamiento de especies de fauna silvestre y el rescate de la misma.

Se contemplan también medidas de mitigación, compensación y/o prevención durante y posterior al cambio de uso de suelo como lo es la reubicación de flora silvestre y su mantenimiento, elaboración y mantenimiento de las obras de conservación de suelos (terrazas individuales) y la realización del Convenio CONAFOR-CALIDRA (Fondo concurrente/reforestación).

Derivado de lo mencionado anteriormente, se contempla posterior al proyecto, el mantenimiento en un plazo de 3 años la flora rescatada.

Cuadro II.11. Cronograma de actividades.

Actividad	Vida útil del proyecto en años																				Posterior al proyecto					
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención previas al cambio de uso de suelo																										
Rescate de flora silvestre																										
Ahuyentamiento y rescate de especies de fauna silvestre																										
Actividades del cambio de uso de suelo																										
Desmonte																										
Extracción de materias primas provenientes del desmonte																										
Despalme																										
Transporte y almacenamiento de material orgánico																										
Actividades del aprovechamiento																										
Extracción de la piedra caliza																										
Transporte de la piedra caliza																										
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención durante y posterior al cambio de uso de suelo																										
Reubicación de flora silvestre																										
Obras de conservación (terrazas individuales)																										
Mantenimiento de la flora rescatada y obras de conservación																										
Convenio CONAFOR-CALIDRA (Fondo concurrente/reforestación)																										

A continuación, se presenta la calendarización del desarrollo de la etapa de preparación del sitio en el área del proyecto.

Cuadro II.12. Actividades de preparación de sitio del área del proyecto.

Actividad	Actividades Año 1 al 9 de aprovechamiento (2020-2028)																							
	ene		feb.		mar.		abr.		may.		jun.		jul.		ago.		sep.		oct.		nov.		dic.	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Señalización (Delimitación del área)																								
Desmonte																								
Extracción de materias primas																								
Despalme																								
Actividad	**Actividades Año 10 de aprovechamiento**																							
	ene-29		feb-29		mar-29		abr-29		may-29		jun-29		jul-29		ago-29		sep-29		oct-29		nov-29		dic-29	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Señalización (Delimitación del área)																								
Desmonte																								
Extracción de materias primas																								
Despalme																								

En la etapa de **preparación del sitio**, en donde se desarrollan las actividades propias del cambio de uso de suelo (señalización (delimitación), desmonte, extracción de materias primas y despalme), se desarrollará de manera paulatina a partir de la autorización emitida por la SEMARNAT, este plazo estará distribuido en 10 años de intervención (**Año 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10**). A continuación, se presenta un plano con la superficie de cambio de uso de suelo por año de intervención y el cronograma de ejecución por año del proyecto:

Cuadro II.13. Actividades de cambio de uso de suelo (preparación del sitio).

Actividad	Año de intervención (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10)											
	Semestre 1						Semestre 2					
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Preparación del sitio												
Señalización												
Desmonte												
Extracción de materias primas												
Despalme												

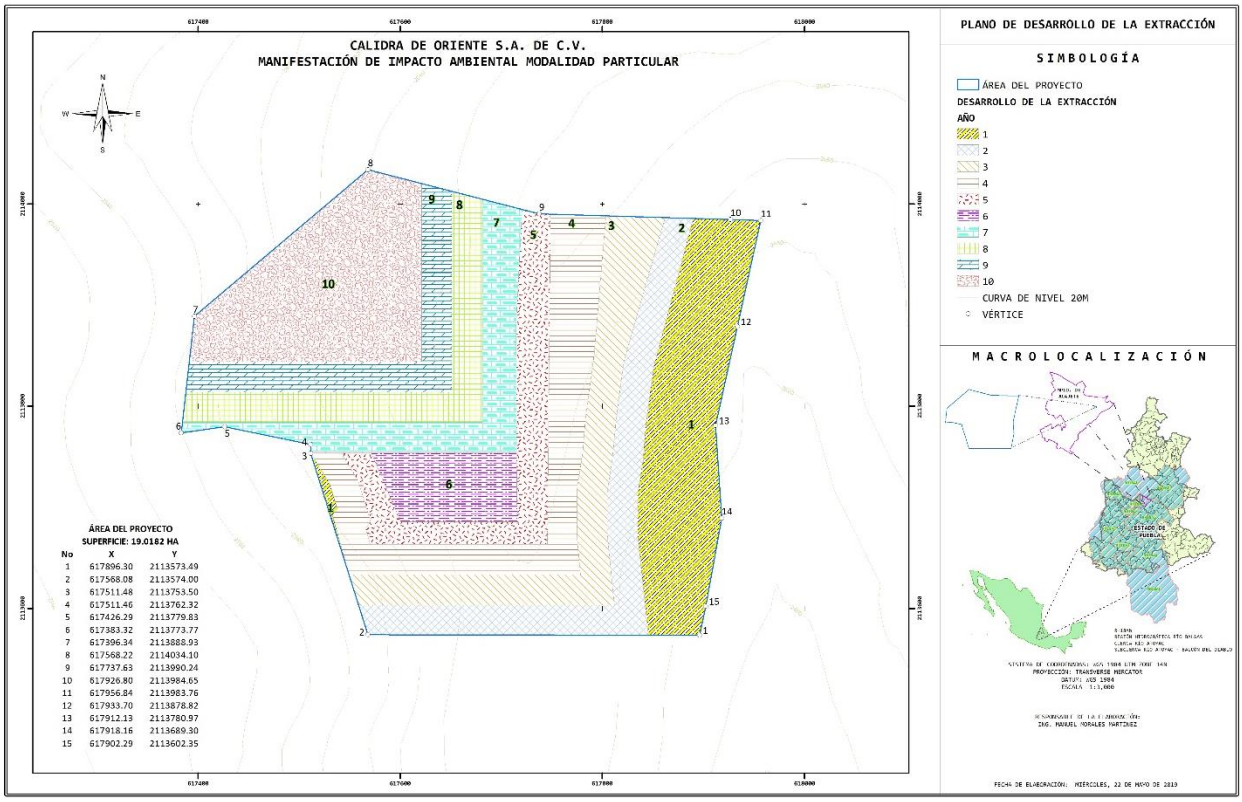


Figura II.12. Plano de desarrollo de extracción.

II.2.2. Representación gráfica local

El proyecto se ubica en el municipio de Acajete el cual se localiza en la parte Central del Estado de Puebla, específicamente se encuentra a 4.5 km (sobre carretera) de la comunidad de Santa Isabel Tepetzala y respecto a la región hidrológica, el área se encuentra inmersa en la Región Hidrológica Río Balsas (RH18) como se muestra a continuación en los planos.

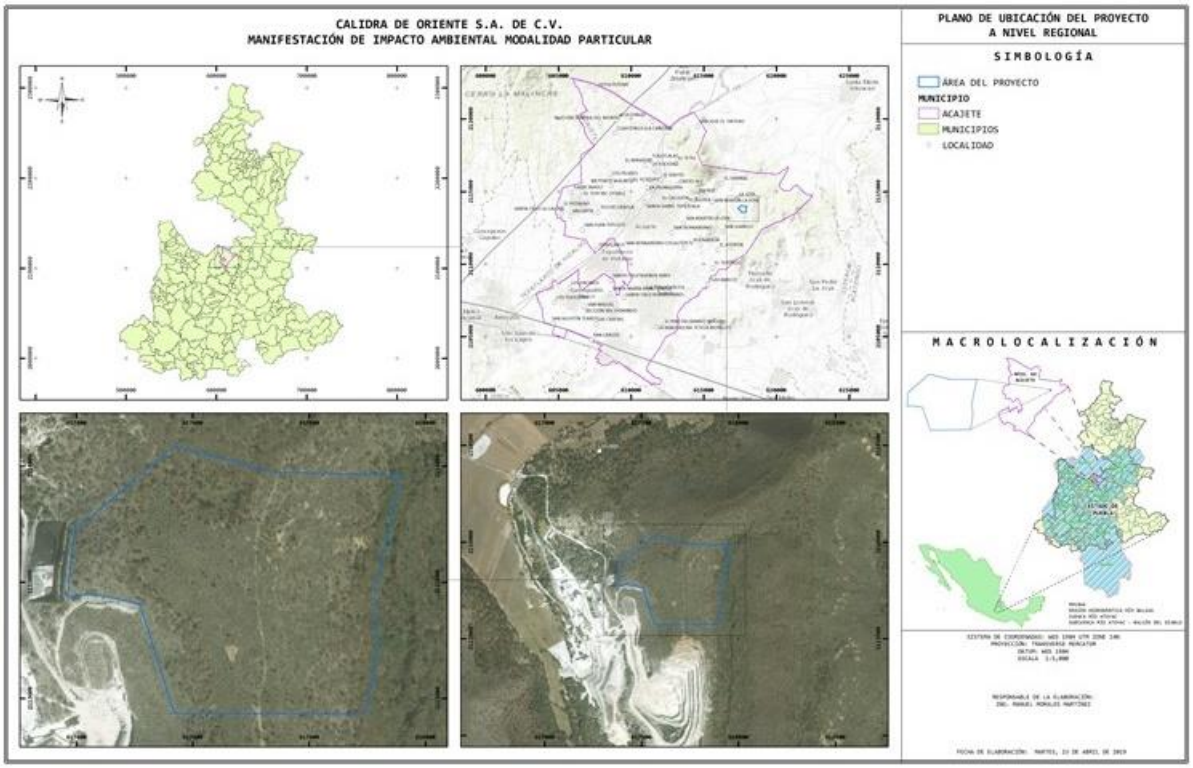


Figura II.13. Ubicación regional del área del proyecto.

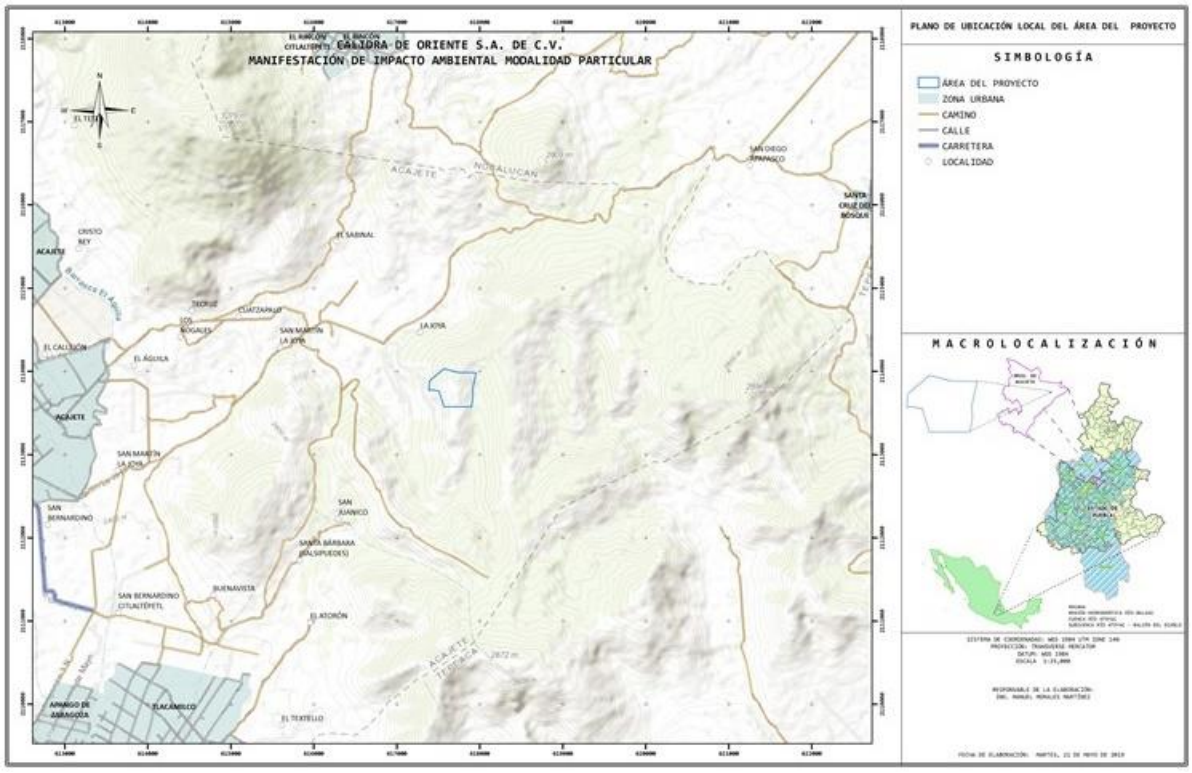


Figura II.14. Ubicación local del área del proyecto.

II.2.3. Etapa de preparación del sitio y construcción

En el presente apartado se describe de manera detallada las acciones y la forma de ejecución del cambio de uso de suelo por la remoción de la vegetación forestal (bosque de encino) en una superficie de 19.0182 hectáreas.

II.2.3.1 Etapa de preparación del sitio (cambio de uso de suelo)

La actividad principal de la preparación del sitio corresponde a la extracción de la vegetación forestal presente en la superficie en la que se llevará a cabo dicha actividad. En este apartado se menciona a detalle el procedimiento para realizar la extracción de la vegetación, por lo que algunas actividades pueden considerarse como previas al cambio de uso del suelo y no propiamente como parte operativa de este. La forma de ejecución y las actividades propias de esta etapa son las siguientes:

ACTIVIDADES PREVIAS AL CAMBIO DE USO DE SUELO COMO MEDIDAS DE MITIGACIÓN

- **Ahuyentamiento de especies de fauna silvestre**

El ahuyentamiento de fauna se concentra básicamente en generar condiciones de tipo ecológico que causen estrés ambiental y por consiguiente un desplazamiento de los animales que se encuentren en una zona que será intervenida para el proyecto. Este método, debe combinarse con el rescate y la reubicación de los individuos que se encuentren en el sitio.

- **Rescate y reubicación de fauna**

El rescate y reubicación de fauna silvestre consiste en una técnica auxiliar para el desplazamiento de especies, desde un sitio a intervenir (hábitat de origen, área de paso o percha) hacia un hábitat alterno, que cuente con las características biológicas del hábitat de origen, y que permita a las especies continuar con su dinámica poblacional y ciclo biológico.

La intervención de las áreas de cambio de uso de suelo, puede provocar la muerte directa de aquellos organismos que sean sorprendidos de manera imprevista. Esta situación causa migración y desaparición de un número significativo de especies de fauna silvestre, con repercusiones negativas para la estabilidad de los ecosistemas de la zona. Por lo tanto, es importante implementar una serie de trabajos de ahuyentamiento y rescate, orientados a minimizar los efectos sobre la fauna residente del área de influencia directa del proyecto. Dentro los anexos correspondientes al capítulo VIII, se puede encontrar el ANEXO 13. PROG. RESCATE_FAUNA, en el cual se detalla la metodología a emplear.

- **Rescate y reubicación de flora**

Se indica que previo a la ejecución del cambio se realizarán recorridos por las áreas de cambio de uso de suelo, con la finalidad de identificar la vegetación que se verá afectada y que pudiera ser rescatada, para ser posteriormente reubicarla en sitios de características ambientales similares a las de su origen. Especialmente se le dará importancia a la flora con estatus o endémica mencionada en los capítulos posteriores de este estudio.

Para realizar los trabajos de rescate y reubicación, se eligieron las especies que presentan condiciones para ser rescatadas/reubicadas con éxito, es decir, que sus dimensiones en cuanto a tamaño y sistema radicular permitan su manipulación causando los menores daños posibles.

Las especies consideradas a rescatar y reubicar son las siguientes:

Cuadro II.14. Número de individuos a rescatar y reubicar.

FORMA	ESPECIE	NO. DE INDIVIDUOS
Agavácea	*Agave applanata*	272
	Agave nussaviorum	840
	Agave salmiana	643
Cactácea	*Mammillaria haageana*	593
	Opuntia streptacantha	152
Epifita	*Tillandsia recurvata*	99
	Tillandsia macdougallii	272
TOTAL		**2,871**

Estas actividades se realizarán de acuerdo a las especificaciones mostradas en el programa que se muestra en los anexos del capítulo VIII / ANEXO 12. PROG. RESCATE_FLORA.

ACTIVIDADES DE CAMBIO DE USO DE SUELO

- **Señalización (delimitación)**

Se establecerá una brigada con equipo de medición (GPS) para delimitar el área autorizada y así posteriormente iniciar con las demás actividades correspondientes al cambio de uso de suelo, reduciendo impactos fuera de estas áreas o fuera del predio.



Imagen II.5. Ejemplo de señalización y delimitación de áreas autorizadas.

- **Desmonte**

El objetivo principal de esta actividad es el corte, derribo y extracción del arbolado y arbustos.

Este proceso se llevará a cabo de manera paulatina, según la programación de superficies de la ejecución del proyecto. El inicio de estas actividades está en función de la autorización.

∞ *Derribo:*

El derribo del arbolado será direccional para evitar la afectación de individuos que se encuentren en las áreas aledañas al cambio de uso de suelo. Para esta actividad se utilizará una motosierra, así como herramientas auxiliares (para vegetación delgada y suave) de corte, como machetes y hechas. El procedimiento consiste en realizar dos cortes en forma de "uso" en el lado hacia el que se quiere que caiga el árbol, y un tercer corte del lado contrario para derribar definitivamente el tronco. En caso de árboles de poco diámetro (menos de 10 cm) o arbustos se hace un solo corte en la base de éstos.



Imagen II.6. Forma típica de realizar el derribo y troceo de arbolado.



Imagen II.7. Tipo de maquinaria empleada en el desmonte.

- **Extracción de materias primas**

Consiste en la extracción de la vegetación forestal resultante del derribo. A continuación, se presenta el volumen a extraer en el área del proyecto.



Imagen II.8. Ejemplo de la extracción de materias primas.

∞ *Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo del área del proyecto:*

En la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable publicada en el Diario Oficial de la Federación el 05 de junio del 2018, en su artículo 7, fracción XXXVII define a las materias primas como: "*Los productos de los aprovechamientos forestales que no han sufrido procesos de transformación".*

El tipo de vegetación del área del proyecto corresponde a bosque de encino.

La cubicación de un árbol en pie, es decir, el cálculo de la madera que almacena, es una operación estadística que depende de varios factores. Con el objetivo de obtener información precisa para cuantificar las existencias de los recursos forestales maderables en la zona requerida para el proyecto, resulta imprescindible la aplicación de un inventario.

∞ *Metodología empleada para la estimación de volumen:*

Para obtener la estimación de los volúmenes a remover por la implementación del proyecto se procedió de la siguiente manera:

1. Delimitación, en la carta topográfica y la ortofoto, de la poligonal del área para tener bien definidos sus límites y tener una primera idea de la cantidad de vegetación presente dentro del área.
2. Recorrido en campo por el perímetro de la superficie propuesta, para identificar la cobertura vegetal que sería afectada por el área del proyecto.
3. Muestreo mediante sitios. Para el área del proyecto se establecieron 10 sitios circulares de 500 m^2 con un de radio de 12.61 metros para el estrato arbóreo dentro del polígono establecido para el proyecto, que representan una intensidad de muestreo de 2.63%, para una superficie de 19.0182 hectáreas. Dentro del sitio de 500 m^2, se estableció un sub-sitio de 100 m^2 para el estrato arbustivo, con un radio de 5.64 metros donde se mide y registra la frecuencia de cada especie. Lo anterior, tomando en cuenta la forma de vida de los arbustos; planta perenne, con el tallo lignificado, el cual se ramifica a partir de la base, generalmente de 3 metros de altura[2]. También dentro del sitio de 500 m^2, se establecieron sitios de 1m^2 de acuerdo con el Inventario Nacional Forestal[3], donde se midieron y consignaron las plantas herbáceas.
4. Medición de las variables dasométricas necesarias para la estimación de las existencias volumétricas dentro del área (diámetro, altura, Nº de individuos) por especie, así como información ecológica del área (pendiente, tipo de suelo, msnm, especies de flora, cobertura del sotobosque, y otras).
5. Determinación de los volúmenes mediante la utilización de las tablas de volumen definidas por el inventario estatal forestal.
6. En cada caso se agregó un porcentaje (considerando 20% para *Pinus* y *Nolina* y 30% para *Juniperus*, *Quercus* y otras ojosas) al volumen obtenido de la tabla de volumen para compensar la presencia de las ramas.

[2] Pérez Rodríguez Patricia M. Determinación botánica (Con énfasis en familias de árboles), Universidad Autónoma Chapingo km 38.5 carretera México-Texcoco C.P. 56230 Texcoco Estado de México, 2013, p.47.
[3] Comisión Nacional Forestal, Manual y procedimientos para el muestreo de campo 2011, Inventario Nacional Forestal y de Suelos.

Diseño de muestreo

Cada sistema de muestreo se usa para obtener estimaciones de ciertas propiedades de la población objeto de estudio, y será tanto más adecuado cuanto mejores sean las estimaciones que proporcione. Las estimaciones individuales pueden ser, por casualidad, muy aproximadas o diferir considerablemente del verdadero valor, dando una prueba deficiente de los méritos del sistema. La mejor manera de juzgar un sistema de muestreo consiste en observar la distribución de frecuencias de las estimaciones que se obtienen por muestreos repetidos. Un buen sistema proporciona estimaciones cuya distribución de frecuencias posee una pequeña variancia y su valor medio está muy próximo al valor verdadero. La diferencia entre la estimación media y el valor verdadero se denomina "sesgo". El término «sesgo» se usa también refiriéndose al proceso por el cual se producen las diferencias (FAO, 2001).

Para el sistema de muestreo florístico, se determinó utilizar la metodología del modelo de **muestreo al azar,** dicho modelo hace énfasis en que cada punto de territorio tiene la misma probabilidad de ser muestreado, sin estar condicionada por puntos anteriores. A continuación, se describe el modelo que se utilizó para tomar la información en campo.

MUESTREO AL AZAR

El concepto básico de todo muestreo es el de la muestra al azar. Una muestra de objetos de una población se llama al azar cuando todos los miembros de la población tienen igual oportunidad de aparecer en la muestra. Es muy importante insistir en que esto es igualmente válido para todos los miembros de la población, tanto para los raros como para los típicos.

Las ventajas que tiene este procedimiento de muestreo son las siguientes:

- Sencillo y de fácil comprensión.
- Cálculo rápido de medias y varianzas.

Por otra parte, las desventajas de este procedimiento de muestreo son:

- Requiere que se posea de antemano un listado completo de toda la población.
- Si trabajamos con muestras pequeñas, es posible que no representen a la población adecuadamente.

Garantiza que todos los individuos que componen la población tienen la misma oportunidad de ser incluidos en la muestra. Esta significa que la probabilidad de selección de un sujeto a estudio "x" es independiente de la probabilidad que tienen el resto de los sujetos que integran forman parte de la población[1].

Forma y tamaño de los sitios.

Para obtener la información del área del proyecto, se implementó la siguiente manera:

Por medio de sistemas de información geográfica, se delimitaron las áreas forestales que para el proyecto, para posteriormente realizar el levantamiento de datos en campo.

La información se levantó por tipo de estrato, el sitio mayor incluye dos sub-sitios, siendo de la siguiente manera:

a) **Estrato arbóreo:** Los individuos se midieron en sitios con un radio de 12.61 m (500 m^2)
b) **Estrato arbustivo:** Los individuos se midieron en sitios con un radio de 5.64 m (100 m^2)

c) Estrato herbáceo: Los individuos se midieron en sitios cuadrados de 1 x 1 m (1m^2)

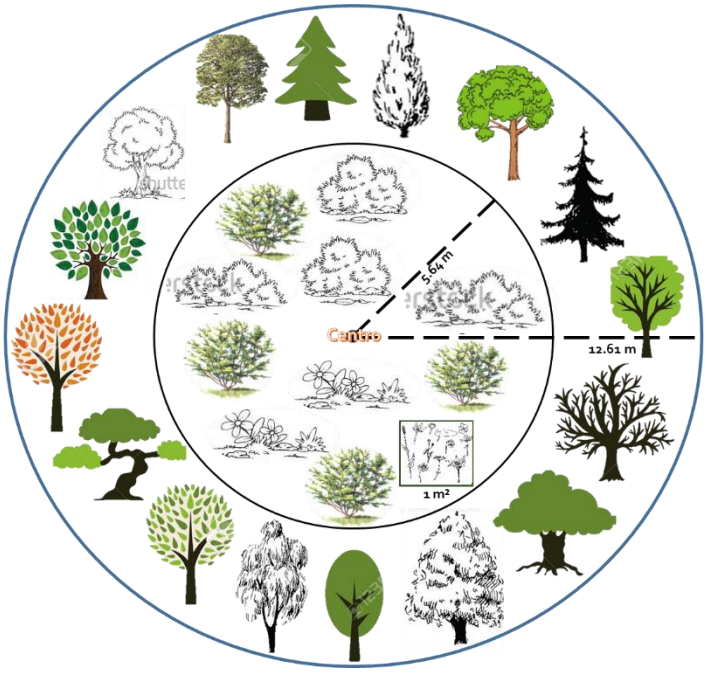


Figura II.15. Ejemplo de muestreo para el estrato arbóreo.

Tamaño de muestra

Para determinar el tamaño de muestra se realizó un pre-muestreo del área para calcular el número correcto de sitios por levantar en la superficie del proyecto.

La determinación del número de parcelas o puntos de muestreo es la base del diseño de la metodología del muestreo, si bien es sabido que entre más sean los puntos a emplear es mejor, debido a que el porcentaje de error en el muestreo disminuye, generalmente existen limitaciones financieras y de tiempo, por lo que biólogos y ecólogos recurren a diversos métodos como auxiliadores en la determinación del número adecuado de muestras, para que el muestreo sea estadísticamente representativo y que los datos tengan una distribución normal (Bautista, *et al.,* 2011[2]; Mostacedo y Fredericksen, 2000[3]).

Los criterios que generalmente se utilizan para determinar el tamaño de la muestra son la relación entre la superficie a muestrear y la superficie total, y la homogeneidad espacial de la variable o población a estudiarse. En este sentido, el número de muestreos aumenta cuando las variables de estudio son heterogéneas. Ante esta situación, los ecólogos utilizan ciertas herramientas para mantener la representatividad y confiabilidad estadística (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Con la finalidad de determinar si el muestreo realizado en el área del proyecto fue suficiente y estadísticamente representativo, se empleó el siguiente modelo matemático, mismo que fue propuesto por Mostacedo y Fredericksen en el Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal.

$$n = \frac{t^2\, CV^2}{E^2 + \frac{t^2\, CV^2}{N}}$$

Donde:

n = Número de unidades muéstrales estadísticamente representativas.
E = Error con el que se quiere obtener los valores (en ecología vegetal generalmente es del 20% (Mostacedo y Fredericksen, 2000).
t = Valor que se obtiene de las tablas "t de Student", con 95 % de probabilidad y dos colas
N = Total de unidades muéstrales en toda la población.
CV = Coeficiente de variación, que deriva de:

$$CV = \frac{s * 100}{\bar{x}}$$

Donde:

S = Desviación estándar
$\bar{x}$ **=** Promedio

Determinación del tamaño de muestra

Cuadro II.15. Determinación del tamaño de muestra.

Tipo de vegetación	PM	Número de especies registradas
Bosque de encino	1	13
	2	15
	3	16
	4	8
	5	12
	6	12
	7	12
	8	12
	9	10
	10	16
Promedio (x̄)		13
Muestras (n)		10
Desviación estándar (S)		2.5473
Coeficiente de variación (CV)		20.2169
95% de probabilidad t=		2.2622
E=		20
N=		380
Total de sitios 95% (n=)		**5**

De acuerdo con la superficie total del área del proyecto en terrenos forestales para el tipo de vegetación de bosque de encino (19.0182 hectáreas), el número total de unidades muéstrales en toda la población es de 380, considerando que cada unidad maestral tuvo una superficie de 500 m².

Cuadro II.16. Datos utilizados para obtener el tamaño de muestra.

Superficie de AP		Tamaño de la muestra	Total de unidades muéstrales en toda la población
Ha	m²	m²	N
19.0182	190,182	500	380

Sustituyendo los valores obtenidos, en el modelo matemático empleado, se tiene que:

$$n = \frac{t^2\, CV^2}{E^2 + \frac{t^2\, CV^2}{N}}$$

Donde:

$$n = \frac{2.2622^{\,2} * 20.2169^2}{20^2 + \frac{2.2622^2 * 20.2169^2}{380}} = 5$$

De acuerdo con el resultado del modelo matemático empleado, con ***cinco unidades muéstrales*** es suficiente para determinar que el muestreo es estadísticamente representativo.

Con el propósito de llevar a cabo un análisis del estado actual del área del proyecto se realizó 10 puntos de muestreo. El tamaño de muestra estimado con base al pre-muestreo realizado, es menor a la cantidad de sitios tomados en campo, por lo tanto, el pre-muestreo es suficiente para el uso de información y se asegura confiabilidad en los datos tomados en el área donde se llevará a cabo el proyecto.

De forma adicional y, con la finalidad de corroborar que el muestreo realizado fue suficiente, se optó por construir la curva de acumulación de especies a partir de los resultados obtenidos que se encuentra más detallada en el capítulo IV de la presente manifestación.

Se anexa la memoria de cálculo del tamaño de muestra del área del proyecto (ANEXO 16 MEMORIAS CÁLCULO, CAPITULO II, ANEXO II.A. TAMAÑO_MUESTRA).

Intensidad de muestreo

Con fundamento en el artículo 37 fracción III, inciso f, del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en la metodología del inventario forestal para cumplir con una confiabilidad mínima del 95% y un error de muestreo máximo del 10%, para el tipo de vegetación de bosque encino se levantaron 10 sitios en una superficie de 19.0182 ha, las cuales presentaron características homogéneas en cuanto a la estructura de la población. Aunado a lo anterior significa una intensidad de muestreo de 2.63 % a nivel proyecto.

Estimación del volumen

Fórmulas y modelos empleados

Una vez organizada la información, se procedió a realizar los cálculos de promedios de cada una de las variables dasométricas levantadas en el inventario, lo cual se hizo por especie para no mezclar información.

A continuación, se describen las fórmulas matemáticas y los métodos usados para obtener los promedios de cada una de las variables.

Al realizar el muestreo mediante sitios, se hace necesaria la extrapolación de la información a la hectárea para después poder expandirlo a la superficie total. La fórmula utilizada para expandir la información a la hectárea es la siguiente:

$$Fe=\frac{1}{A}=\frac{10000}{a}$$

Donde:

Fe: Es el factor de expansión a hectárea.
1: Corresponde a 1 hectárea, la cual se convierte a m^2 para poder aplicar la formula.
a: Es el área de la unidad muestral expresada en metros cuadrados (m^2).

En este caso los sitios se realizaron de 500 m^2 por lo que:

$$Fe=\frac{10,000}{500}=20$$

Entonces 20 es nuestro factor de expansión a la hectárea, es el factor de expansión se utilizará para los datos obtenidos con los sitios.

Área basal

El área basal es una medida que sirve para estimar el volumen de especies arbóreas. Por definición, el área basal es la superficie de una sección transversal tomada a 1.3 m de altura en un fuste, o sea a la altura del diámetro normal, se denomina "área basal". A la suma de las áreas basales de los árboles en una hectárea se le llama área basal total y es expresada en **m^2/ha.**

Para obtener el área basal por hectárea, primero calculamos el área basal individual mediante la siguiente formula:

$$AB=\frac{\pi}{4} * Dn^2$$

Donde:

AB = Área basal individual
Dn = Diámetro normal en metros a 1.30 m.

Ahora se procede a calcular el AB/Ha

$$\text{Área basal por hectárea}=(AB*Fe) * F /n$$

Dónde:

AB = Área basal individual.
Fe= Factor de expansión a hectárea.
F = Frecuencia
n = Número de sitios de levantados

$$\text{Altura promedio (m)} = (\Sigma H)/n$$

Donde:

H = Altura individual por especie.
n = Número de individuos muestreados por especie.

Diámetro promedio (cm) = $(\Sigma Dn)/n$

Dónde:

Dn = Diámetro individual por especie
n = Número de individuos muestreados por especie.

Las formulas antes descritas son las que se utilizan para determinar volúmenes de especies arbóreas en el Manual para la Elaboración de Estudios Dasométricos en Bosques, publicado por la extinta SARH.

Existencias volumétricas reales

Para la obtención del volumen total árbol se utiliza la siguiente formula:

$$V.T.A\ m^3 = VFm^3 + VRm^3$$

Donde:

V.T.A m³ = Volumen total árbol m³ (100% del volumen)
VFm³ = Volumen fustal m³
VRm³ = Volumen de ramaje m³

Para la estimación de los volúmenes fustales de las especies maderables se utilizaron los modelos de volumen del inventario forestal del estado de Puebla, publicado en el año 1984, documento en el cual se encuentran los modelos para las 5 zonas que comprende el estado.

Los modelos que se presentan en el Inventario Estatal Forestal, utilizadas para el proyecto son las siguientes:

Modelos matemáticos utilizados para la obtención del volumen fustal.

- *Juniperus*
  Vol=EXP(-10.13480453+(1.96960849*LN(DN))+(1.0164316*LN(HT)))
- *Quercus*
  Vol=EXP(-9.69246238+(1.92883177*LN(DN)+0.90538711*LN(HT)))
- *Pinus pseudostrobus*
  Vol=EXP(-9.63495649+(1.86670523*LN(DN))+(0.99551381*LN(HT)))
- Nolina
  Vol= ((DN/100)*(DN/100))*0.7854*HT

Dónde:

Ln = Logaritmo natural
DN = Diámetro normal
HT = Altura total.

Una vez obtenido el volumen fustal, se procede a obtener el volumen de ramaje de acuerdo con el porcentaje que le corresponde, para lo cual se emplea la siguiente formula.

$$\mathrm{VRm}^3 = \frac{\%\ de\ VR * VFm^3}{\%\ de\ VF}$$

Cuadro II.17. Porcentaje de volumen fustal y de ramaje por especies.

Especie	% de volumen fustal	% de volumen de ramaje	% de volumen total árbol
Arbutus xalapensis	70	30	100
Juniperus deppeana	70	30	100
Nolina longifolia	80	20	100
Pinus pseudostrobus var. apulcensis	80	20	100
Quercus acutifolia	70	30	100
Quercus castanea	70	30	100
Quercus deserticola	70	30	100
Quercus glabrescens	70	30	100
Quercus glaucoides	70	30	100

A continuación, se presentan los resultados de la estimación del volumen total de las especies maderables.

Cuadro II.18. Volumen total del área del proyecto por especie.

SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. ÁRBOLES TOTALES	ÁREA BASAL / HA	D.N. (cm)	ALT. (m)	VOL/HA (M3 V.T.A.)	VOL TOTAL (M3 V. T. A.)
19.0182	*Arbutus xalapensis*	Madroño	2	38	0.0760	22	6	0.3514	6.68
	Juniperus deppeana	Tascate	50	951	2.2847	23	4	8.0315	152.74
	Nolina longifolia	Borracho	138	2,625	4.5236	20	3	15.5523	295.78
	Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	6	114	0.0298	7	3	0.0899	1.71
	Quercus acutifolia	Aguatle	6	114	0.1384	17	5	0.5747	10.93
	Quercus castanea	Encino capulincillo	54	1,027	0.8908	15	4	2.7578	52.45
	Quercus deserticola	Encino blanco	38	723	0.6852	14	5	3.3654	64.00
	Quercus glabrescens	Encino	14	266	0.0592	6	2	0.1274	2.42
	Quercus glaucoides	Encino prieto	46	875	0.7656	14	5	3.5125	66.80
	TOTAL GENERAL		**354**	**6732**	**9.4534**	**138.47**	**37.40**	**34.3629**	**653.52**

Volumen por año de intervención

Cuadro II.19. Volumen por año de intervención del área del proyecto.

AÑO DE INTERVENCIÓN	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. INDIVIDUOS TOTALES	ÁREA BASAL (m2 / HA)	D.N. (cm)	ALT. (m)	VOL/HA (M3 V.T.A.)	VOL TOTAL (M3 V. T. A.)
1	2.9866	*Arbutus xalapensis*	Madroño	2	6	0.0760	22	6	0.3514	1.05
		Juniperus deppeana	Táscate	50	149	2.2847	23	4	8.0315	23.99
		Nolina longifolia	Borracho	138	412	4.5236	20	3	15.5523	46.45
		Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	6	18	0.0298	7	3	0.0899	0.27
		Quercus acutifolia	Aguatle	6	18	0.1384	17	5	0.5747	1.72
		Quercus castanea	Encino capulincillo	54	161	0.8908	15	4	2.7578	8.24
		Quercus deserticola	Encino blanco	38	113	0.6852	14	5	3.3654	10.05
		Quercus glabrescens	Encino	14	42	0.0592	6	2	0.1274	0.38
		Quercus glaucoides	Encino prieto	46	137	0.7656	14	5	3.5125	10.49
		TOTAL		**354**	**1057**	**9.4534**	**138.47**	**37.40**	**34.3629**	**102.63**
2	1.9805	*Arbutus xalapensis*	Madroño	2	4	0.0760	22	6	0.3514	0.70
		Juniperus deppeana	Tascate	50	99	2.2847	23	4	8.0315	15.91
		Nolina longifolia	Borracho	138	273	4.5236	20	3	15.5523	30.80
		Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	6	12	0.0298	7	3	0.0899	0.18
		Quercus acutifolia	Aguatle	6	12	0.1384	17	5	0.5747	1.14
		Quercus castanea	Encino capulincillo	54	107	0.8908	15	4	2.7578	5.46
		Quercus deserticola	Encino blanco	38	75	0.6852	14	5	3.3654	6.67
		Quercus glabrescens	Encino	14	28	0.0592	6	2	0.1274	0.25
		Quercus glaucoides	Encino prieto	46	91	0.7656	14	5	3.5125	6.96
		TOTAL		**354**	**701**	**9.4534**	**138.47**	**37.40**	**34.3629**	**68.06**
3	2.0416	*Arbutus xalapensis*	Madroño	2	4	0.0760	22	6	0.3514	0.72
		Juniperus deppeana	Táscate	50	102	2.2847	23	4	8.0315	16.40

AÑO DE INTERVENCIÓN	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. INDIVIDUOS TOTALES	ÁREA BASAL (m2 / HA)	D.N. (cm)	ALT. (m)	VOL/HA (M3 V.T.A.)	VOL TOTAL (M3 V. T. A.)
		Nolina longifolia	Borracho	138	282	4.5236	20	3	15.5523	31.75
		Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	6	12	0.0298	7	3	0.0899	0.18
		Quercus acutifolia	Aguatle	6	12	0.1384	17	5	0.5747	1.17
		Quercus castanea	Encino capulincillo	54	110	0.8908	15	4	2.7578	5.63
		Quercus deserticola	Encino blanco	38	78	0.6852	14	5	3.3654	6.87
		Quercus glabrescens	Encino	14	29	0.0592	6	2	0.1274	0.26
		Quercus glaucoides	Encino prieto	46	94	0.7656	14	5	3.5125	7.17
		TOTAL		**354**	**723**	**9.4534**	**138.47**	**37.40**	**34.3629**	**70.16**
4	2.2996	*Arbutus xalapensis*	Madroño	2	5	0.0760	22	6	0.3514	0.81
		Juniperus deppeana	Táscate	50	115	2.2847	23	4	8.0315	18.47
		Nolina longifolia	Borracho	138	317	4.5236	20	3	15.5523	35.76
		Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	6	14	0.0298	7	3	0.0899	0.21
		Quercus acutifolia	Aguatle	6	14	0.1384	17	5	0.5747	1.32
		Quercus castanea	Encino capulincillo	54	124	0.8908	15	4	2.7578	6.34
		Quercus deserticola	Encino blanco	38	87	0.6852	14	5	3.3654	7.74
		Quercus glabrescens	Encino	14	32	0.0592	6	2	0.1274	0.29
		Quercus glaucoides	Encino prieto	46	106	0.7656	14	5	3.5125	8.08
		TOTAL		**354**	**814**	**9.4534**	**138.47**	**37.40**	**34.3629**	**79.02**
5	1.5382	*Arbutus xalapensis*	Madroño	2	3	0.0760	22	6	0.3514	0.54
		Juniperus deppeana	Táscate	50	77	2.2847	23	4	8.0315	12.35
		Nolina longifolia	Borracho	138	212	4.5236	20	3	15.5523	23.92
		Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	6	9	0.0298	7	3	0.0899	0.14
		Quercus acutifolia	Aguatle	6	9	0.1384	17	5	0.5747	0.88
		Quercus castanea	Encino capulincillo	54	83	0.8908	15	4	2.7578	4.24
		Quercus deserticola	Encino blanco	38	58	0.6852	14	5	3.3654	5.18

AÑO DE INTERVENCIÓN	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. INDIVIDUOS TOTALES	ÁREA BASAL (m2 / HA)	D.N. (cm)	ALT. (m)	VOL/HA (M3 V.T.A.)	VOL TOTAL (M3 V. T. A.)
		Quercus glabrescens	Encino	14	22	0.0592	6	2	0.1274	0.20
		Quercus glaucoides	Encino prieto	46	71	0.7656	14	5	3.5125	5.40
		TOTAL		**354**	**545**	**9.4534**	**138.47**	**37.40**	**34.3629**	**52.86**
6	0.8843	*Arbutus xalapensis*	Madroño	2	2	0.0760	22	6	0.3514	0.31
		Juniperus deppeana	Táscate	50	44	2.2847	23	4	8.0315	7.10
		Nolina longifolia	Borracho	138	122	4.5236	20	3	15.5523	13.75
		Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	6	5	0.0298	7	3	0.0899	0.08
		Quercus acutifolia	Aguatle	6	5	0.1384	17	5	0.5747	0.51
		Quercus castanea	Encino capulincillo	54	48	0.8908	15	4	2.7578	2.44
		Quercus deserticola	Encino blanco	38	34	0.6852	14	5	3.3654	2.98
		Quercus glabrescens	Encino	14	12	0.0592	6	2	0.1274	0.11
		Quercus glaucoides	Encino prieto	46	41	0.7656	14	5	3.5125	3.11
		TOTAL		**354**	**313**	**9.4534**	**138.47**	**37.40**	**34.3629**	**30.39**
7	1.5148	*Arbutus xalapensis*	Madroño	2	3	0.0760	22	6	0.3514	0.53
		Juniperus deppeana	Táscate	50	76	2.2847	23	4	8.0315	12.17
		Nolina longifolia	Borracho	138	209	4.5236	20	3	15.5523	23.56
		Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	6	9	0.0298	7	3	0.0899	0.14
		Quercus acutifolia	Aguatle	6	9	0.1384	17	5	0.5747	0.87
		Quercus castanea	Encino capulincillo	54	82	0.8908	15	4	2.7578	4.18
		Quercus deserticola	Encino blanco	38	58	0.6852	14	5	3.3654	5.10
		Quercus glabrescens	Encino	14	21	0.0592	6	2	0.1274	0.19
		Quercus glaucoides	Encino prieto	46	70	0.7656	14	5	3.5125	5.32
		TOTAL		**354**	**536**	**9.4534**	**138.47**	**37.40**	**34.3629**	**52.05**
8	1.4692	*Arbutus xalapensis*	Madroño	2	3	0.0760	22	6	0.3514	0.52
		Juniperus deppeana	Táscate	50	73	2.2847	23	4	8.0315	11.80

AÑO DE INTERVENCIÓN	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. INDIVIDUOS TOTALES	ÁREA BASAL (m2 / HA)	D.N. (cm)	ALT. (m)	VOL/HA (M3 V.T.A.)	VOL TOTAL (M3 V. T. A.)
		Nolina longifolia	Borracho	138	203	4.5236	20	3	15.5523	22.85
		Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	6	9	0.0298	7	3	0.0899	0.13
		Quercus acutifolia	Aguatle	6	9	0.1384	17	5	0.5747	0.84
		Quercus castanea	Encino capulincillo	54	79	0.8908	15	4	2.7578	4.05
		Quercus deserticola	Encino blanco	38	56	0.6852	14	5	3.3654	4.94
		Quercus glabrescens	Encino	14	21	0.0592	6	2	0.1274	0.19
		Quercus glaucoides	Encino prieto	46	68	0.7656	14	5	3.5125	5.16
		TOTAL		**354**	**520**	**9.4534**	**138.47**	**37.40**	**34.3629**	**50.49**
9	1.3023	*Arbutus xalapensis*	Madroño	2	3	0.0760	22	6	0.3514	0.46
		Juniperus deppeana	Táscate	50	65	2.2847	23	4	8.0315	10.46
		Nolina longifolia	Borracho	138	180	4.5236	20	3	15.5523	20.25
		Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	6	8	0.0298	7	3	0.0899	0.12
		Quercus acutifolia	Aguatle	6	8	0.1384	17	5	0.5747	0.75
		Quercus castanea	Encino capulincillo	54	70	0.8908	15	4	2.7578	3.59
		Quercus deserticola	Encino blanco	38	49	0.6852	14	5	3.3654	4.38
		Quercus glabrescens	Encino	14	18	0.0592	6	2	0.1274	0.17
		Quercus glaucoides	Encino prieto	46	60	0.7656	14	5	3.5125	4.57
		TOTAL		**354**	**461**	**9.4534**	**138.47**	**37.40**	**34.3629**	**44.75**
10	1.4242	*Arbutus xalapensis*	Madroño	2	3	0.0760	22	6	0.3514	0.50
		Juniperus deppeana	Táscate	50	71	2.2847	23	4	8.0315	11.44
		Nolina longifolia	Borracho	138	197	4.5236	20	3	15.5523	22.15
		Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	6	9	0.0298	7	3	0.0899	0.13
		Quercus acutifolia	Aguatle	6	9	0.1384	17	5	0.5747	0.82
		Quercus castanea	Encino capulincillo	54	77	0.8908	15	4	2.7578	3.93
		Quercus deserticola	Encino blanco	38	54	0.6852	14	5	3.3654	4.79

AÑO DE INTERVENCIÓN	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. INDIVIDUOS TOTALES	ÁREA BASAL (m2 / HA)	D.N. (cm)	ALT. (m)	VOL/HA (M3 V.T.A.)	VOL TOTAL (M3 V. T. A.)
		Quercus glabrescens	Encino	14	20	0.0592	6	2	0.1274	0.18
		Quercus glaucoides	Encino prieto	46	66	0.7656	14	5	3.5125	5.00
		TOTAL		**354**	**504**	**9.4534**	**138.47**	**37.40**	**34.3629**	**48.94**
11	1.5769	*Arbutus xalapensis*	Madroño	2	3	0.0760	22	6	0.3514	0.55
		Juniperus deppeana	Táscate	50	79	2.2847	23	4	8.0315	12.66
		Nolina longifolia	Borracho	138	218	4.5236	20	3	15.5523	24.52
		Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	6	9	0.0298	7	3	0.0899	0.14
		Quercus acutifolia	Aguatle	6	9	0.1384	17	5	0.5747	0.91
		Quercus castanea	Encino capulincillo	54	85	0.8908	15	4	2.7578	4.35
		Quercus deserticola	Encino blanco	38	60	0.6852	14	5	3.3654	5.31
		Quercus glabrescens	Encino	14	22	0.0592	6	2	0.1274	0.20
		Quercus glaucoides	Encino prieto	46	73	0.7656	14	5	3.5125	5.54
		TOTAL		**354**	**558**	**9.4534**	**138.47**	**37.40**	**34.3629**	**54.19**

Nota: Se anexa cálculo de volumen ANEXO 16. MEMORIAS CÁLCULO, CAPÍTULO II, ANEXO II.B. CÁLCULO_ VOLUMEN).

RECURSOS FORESTALES NO MADERABLES

ESTRATO ARBÓREO

En el siguiente cuadro, se muestran los renuevos del estrato arbóreo encontrados en el proyecto, los cuales aún no presentan las características necesarias para su cubicación.

Cuadro II.20. Renuevos por especie.

NÚMERO DE IND. DE RENUEVOS A EXTRAER EN EI ÁREA DEL PROYECTO				
SUPERFICIE (HA)	**NOMBRE CIENTÍFICO**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**NO. INDIVIDUOS TOTALES**
19.0182	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	14	266
	Juniperus deppeana	Táscate	42	799
	Mimosa aculeaticarpa	Espino	26	494
	Nolina longifolia	Borracho	82	1,559
	Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	16	304
	Quercus acutifolia	Aguatle	2	38
	Quercus castanea	Encino capulincillo	2	38
	Quercus deserticola	Encino blanco	4	76
	Quercus dysophylla	Encino laurelillo	214	4,070
	Quercus glabrescens	Encino	2	38
	Quercus glaucoides	Encino prieto	38	723
	Quercus microphylla	Encino enano	498	9,471
	Rhus standleyi	Vara negra	16	304
TOTAL GENERAL			**956**	**18,181**

Renuevos por año de intervención

Cuadro II.21. Renuevos por año de intervención.

AÑO DE INTERVENCIÓN	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. ÁRBOLES TOTALES
1	2.9866	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	14	42
		Juniperus deppeana	Táscate	42	125
		Mimosa aculeaticarpa	Espino	26	78
		Nolina longifolia	Borracho	82	245
		Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	16	48
		Quercus acutifolia	Aguatle	2	6
		Quercus castanea	Encino capulincillo	2	6
		Quercus deserticola	Encino blanco	4	12
		Quercus dysophylla	Encino laurelillo	214	639
		Quercus glabrescens	Encino	2	6
		Quercus glaucoides	Encino prieto	38	113

AÑO DE INTERVENCIÓN	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. ÁRBOLES TOTALES
		Quercus microphylla	Encino enano	498	1,487
		Rhus standleyi	Vara negra	16	48
		TOTAL		**956**	**2,855**
2	1.9805	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	14	28
		Juniperus deppeana	Táscate	42	83
		Mimosa aculeaticarpa	Espino	26	51
		Nolina longifolia	Borracho	82	162
		Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	16	32
		Quercus acutifolia	Aguatle	2	4
		Quercus castanea	Encino capulincillo	2	4
		Quercus deserticola	Encino blanco	4	8
		Quercus dysophylla	Encino laurelillo	214	424
		Quercus glabrescens	Encino	2	4
		Quercus glaucoides	Encino prieto	38	75
		Quercus microphylla	Encino enano	498	986
		Rhus standleyi	Vara negra	16	32
		TOTAL		**956**	**1,893**
3	2.0416	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	14	29
		Juniperus deppeana	Táscate	42	86
		Mimosa aculeaticarpa	Espino	26	53
		Nolina longifolia	Borracho	82	167
		Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	16	33
		Quercus acutifolia	Aguatle	2	4
		Quercus castanea	Encino capulincillo	2	4
		Quercus deserticola	Encino blanco	4	8
		Quercus dysophylla	Encino laurelillo	214	437
		Quercus glabrescens	Encino	2	4
		Quercus glaucoides	Encino prieto	38	78
		Quercus microphylla	Encino enano	498	1,017
		Rhus standleyi	Vara negra	16	33
		TOTAL		**956**	**1,952**
4	2.2996	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	14	32
		Juniperus deppeana	Táscate	42	97
		Mimosa aculeaticarpa	Espino	26	60
		Nolina longifolia	Borracho	82	189
		Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	16	37

AÑO DE INTERVENCIÓN	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. ÁRBOLES TOTALES
		Quercus acutifolia	Aguatle	2	5
		Quercus castanea	Encino capulincillo	2	5
		Quercus deserticola	Encino blanco	4	9
		Quercus dysophylla	Encino laurelillo	214	492
		Quercus glabrescens	Encino	2	5
		Quercus glaucoides	Encino prieto	38	87
		Quercus microphylla	Encino enano	498	1,145
		Rhus standleyi	Vara negra	16	37
		TOTAL		**956**	**2,198**
5	1.5382	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	14	22
		Juniperus deppeana	Táscate	42	65
		Mimosa aculeaticarpa	Espino	26	40
		Nolina longifolia	Borracho	82	126
		Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	16	25
		Quercus acutifolia	Aguatle	2	3
		Quercus castanea	Encino capulincillo	2	3
		Quercus deserticola	Encino blanco	4	6
		Quercus dysophylla	Encino laurelillo	214	329
		Quercus glabrescens	Encino	2	3
		Quercus glaucoides	Encino prieto	38	58
		Quercus microphylla	Encino enano	498	766
		Rhus standleyi	Vara negra	16	25
		TOTAL		**956**	**1,471**
6	0.8843	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	14	12
		Juniperus deppeana	Táscate	42	37
		Mimosa aculeaticarpa	Espino	26	23
		Nolina longifolia	Borracho	82	73
		Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	16	14
		Quercus acutifolia	Aguatle	2	2
		Quercus castanea	Encino capulincillo	2	2
		Quercus deserticola	Encino blanco	4	4
		Quercus dysophylla	Encino laurelillo	214	189
		Quercus glabrescens	Encino	2	2
		Quercus glaucoides	Encino prieto	38	34
		Quercus microphylla	Encino enano	498	440

AÑO DE INTERVENCIÓN	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. ÁRBOLES TOTALES
		Rhus standleyi	Vara negra	16	14
		TOTAL		**956**	**845**
7	1.5148	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	14	21
		Juniperus deppeana	Táscate	42	64
		Mimosa aculeaticarpa	Espino	26	39
		Nolina longifolia	Borracho	82	124
		Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	16	24
		Quercus acutifolia	Aguatle	2	3
		Quercus castanea	Encino capulincillo	2	3
		Quercus deserticola	Encino blanco	4	6
		Quercus dysophylla	Encino laurelillo	214	324
		Quercus glabrescens	Encino	2	3
		Quercus glaucoides	Encino prieto	38	58
		Quercus microphylla	Encino enano	498	754
		Rhus standleyi	Vara negra	16	24
		TOTAL		**956**	**1,448**
8	1.4692	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	14	21
		Juniperus deppeana	Táscate	42	62
		Mimosa aculeaticarpa	Espino	26	38
		Nolina longifolia	Borracho	82	120
		Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	16	24
		Quercus acutifolia	Aguatle	2	3
		Quercus castanea	Encino capulincillo	2	3
		Quercus deserticola	Encino blanco	4	6
		Quercus dysophylla	Encino laurelillo	214	314
		Quercus glabrescens	Encino	2	3
		Quercus glaucoides	Encino prieto	38	56
		Quercus microphylla	Encino enano	498	732
		Rhus standleyi	Vara negra	16	24
		TOTAL		**956**	**1,405**
9	1.3023	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	14	18
		Juniperus deppeana	Táscate	42	55
		Mimosa aculeaticarpa	Espino	26	34
		Nolina longifolia	Borracho	82	107
		Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	16	21
		Quercus acutifolia	Aguatle	2	3

AÑO DE INTERVENCIÓN	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. ÁRBOLES TOTALES
		Quercus castanea	Encino capulincillo	2	3
		Quercus deserticola	Encino blanco	4	5
		Quercus dysophylla	Encino laurelillo	214	279
		Quercus glabrescens	Encino	2	3
		Quercus glaucoides	Encino prieto	38	49
		Quercus microphylla	Encino enano	498	649
		Rhus standleyi	Vara negra	16	21
		TOTAL		**956**	**1,245**
10	1.4242	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	14	20
		Juniperus deppeana	Táscate	42	60
		Mimosa aculeaticarpa	Espino	26	37
		Nolina longifolia	Borracho	82	117
		Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	16	23
		Quercus acutifolia	Aguatle	2	3
		Quercus castanea	Encino capulincillo	2	3
		Quercus deserticola	Encino blanco	4	6
		Quercus dysophylla	Encino laurelillo	214	305
		Quercus glabrescens	Encino	2	3
		Quercus glaucoides	Encino prieto	38	54
		Quercus microphylla	Encino enano	498	709
		Rhus standleyi	Vara negra	16	23
		TOTAL		**956**	**1,362**
11	1.5769	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	14	22
		Juniperus deppeana	Táscate	42	66
		Mimosa aculeaticarpa	Espino	26	41
		Nolina longifolia	Borracho	82	129
		Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	16	25
		Quercus acutifolia	Aguatle	2	3
		Quercus castanea	Encino capulincillo	2	3
		Quercus deserticola	Encino blanco	4	6
		Quercus dysophylla	Encino laurelillo	214	337
		Quercus glabrescens	Encino	2	3
		Quercus glaucoides	Encino prieto	38	60
		Quercus microphylla	Encino enano	498	785
		Rhus standleyi	Vara negra	16	25

AÑO DE INTERVENCIÓN	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. ÁRBOLES TOTALES
		TOTAL		956	1,508

ESTRATO ARBUSTIVO

Cuadro II.22. Número de individuos por especies del estrato arbustivo por hectárea y total.

ARBUSTOS A EXTRAER EN EI ÁREA DEL PROYECTO				
SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. INDIVIDUOS TOTALES
19.0182	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	560	10,650
	Comarostaphylis polifolia	Manzanillo	10	190
	Iresine orientalis	Iresine	40	761
	Lamourouxia dasyantha	Campanita	230	4,374
	Loeselia mexicana	Espinosilla	70	1,331
	Perymenium discolor	Tepepoca	170	3,233
	Salvia tiliifolia	Chía cimarrona	70	1,331
	Verbesina hypoglauca	Verbesina	1130	21,491
	Viguiera dentata	Chimalacate	50	951
TOTAL GENERAL			2330	44,312

Arbustos por año de intervención

Cuadro II.23. Número de individuos por especies del estrato arbustivo por año de intervención.

AÑO DE INTERVENCIÓN	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. INDIVIDUOS TOTALES
1	2.9866	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	560.00	1,672
		Comarostaphylis polifolia	Manzanillo	10.00	30
		Iresine orientalis	Iresine	40.00	119
		Lamourouxia dasyantha	Campanita	230.00	687
		Loeselia mexicana	Espinosilla	70.00	209
		Perymenium discolor	Tepepoca	170.00	508
		Salvia tiliifolia	Chía cimarrona	70.00	209
		Verbesina hypoglauca	Verbesina	1,130.00	3,375
		Viguiera dentata	Chimalacate	50.00	149
		TOTAL		2,330.00	6,959
2	1.9805	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	560.00	1,109
		Comarostaphylis polifolia	Manzanillo	10.00	20
		Iresine orientalis	Iresine	40.00	79

AÑO DE INTERVENCIÓN	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. INDIVIDUOS TOTALES
		Lamourouxia dasyantha	Campanita	230.00	456
		Loeselia mexicana	Espinosilla	70.00	139
		Perymenium discolor	Tepepoca	170.00	337
		Salvia tiliifolia	Chía cimarrona	70.00	139
		Verbesina hypoglauca	Verbesina	1,130.00	2,238
		Viguiera dentata	Chimalacate	50.00	99
		TOTAL		**2,330.00**	**4,615**
3	2.0416	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	560.00	1,143
		Comarostaphylis polifolia	Manzanillo	10.00	20
		Iresine orientalis	Iresine	40.00	82
		Lamourouxia dasyantha	Campanita	230.00	470
		Loeselia mexicana	Espinosilla	70.00	143
		Perymenium discolor	Tepepoca	170.00	347
		Salvia tiliifolia	Chía cimarrona	70.00	143
		Verbesina hypoglauca	Verbesina	1,130.00	2,307
		Viguiera dentata	Chimalacate	50.00	102
		TOTAL		**2,330.00**	**4,757**
4	2.2996	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	560.00	1,288
		Comarostaphylis polifolia	Manzanillo	10.00	23
		Iresine orientalis	Iresine	40.00	92
		Lamourouxia dasyantha	Campanita	230.00	529
		Loeselia mexicana	Espinosilla	70.00	161
		Perymenium discolor	Tepepoca	170.00	391
		Salvia tiliifolia	Chía cimarrona	70.00	161
		Verbesina hypoglauca	Verbesina	1,130.00	2,599
		Viguiera dentata	Chimalacate	50.00	115
		TOTAL		**2,330.00**	**5,358**
5	1.5382	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	560.00	861
		Comarostaphylis polifolia	Manzanillo	10.00	15
		Iresine orientalis	Iresine	40.00	62
		Lamourouxia dasyantha	Campanita	230.00	354
		Loeselia mexicana	Espinosilla	70.00	108
		Perymenium discolor	Tepepoca	170.00	261
		Salvia tiliifolia	Chía cimarrona	70.00	108

AÑO DE INTERVENCIÓN	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. INDIVIDUOS TOTALES
		Verbesina hypoglauca	Verbesina	1,130.00	1,738
		Viguiera dentata	Chimalacate	50.00	77
		TOTAL		**2,330.00**	**3,584**
6	0.8843	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	560.00	495
		Comarostaphylis polifolia	Manzanillo	10.00	9
		Iresine orientalis	Iresine	40.00	35
		Lamourouxia dasyantha	Campanita	230.00	203
		Loeselia mexicana	Espinosilla	70.00	62
		Perymenium discolor	Tepepoca	170.00	150
		Salvia tiliifolia	Chía cimarrona	70.00	62
		Verbesina hypoglauca	Verbesina	1,130.00	999
		Viguiera dentata	Chimalacate	50.00	44
		TOTAL		**2,330.00**	**2,060**
7	1.5148	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	560.00	848
		Comarostaphylis polifolia	Manzanillo	10.00	15
		Iresine orientalis	Iresine	40.00	61
		Lamourouxia dasyantha	Campanita	230.00	348
		Loeselia mexicana	Espinosilla	70.00	106
		Perymenium discolor	Tepepoca	170.00	258
		Salvia tiliifolia	Chía cimarrona	70.00	106
		Verbesina hypoglauca	Verbesina	1,130.00	1,712
		Viguiera dentata	Chimalacate	50.00	76
		TOTAL		**2,330.00**	**3,529**
8	1.4692	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	560.00	823
		Comarostaphylis polifolia	Manzanillo	10.00	15
		Iresine orientalis	Iresine	40.00	59
		Lamourouxia dasyantha	Campanita	230.00	338
		Loeselia mexicana	Espinosilla	70.00	103
		Perymenium discolor	Tepepoca	170.00	250
		Salvia tiliifolia	Chía cimarrona	70.00	103
		Verbesina hypoglauca	Verbesina	1,130.00	1,660
		Viguiera dentata	Chimalacate	50.00	73
		TOTAL		**2,330.00**	**3,423**
9	1.3023	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	560.00	729

AÑO DE INTERVENCIÓN	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. INDIVIDUOS TOTALES
		Comarostaphylis polifolia	Manzanillo	10.00	13
		Iresine orientalis	Iresine	40.00	52
		Lamourouxia dasyantha	Campanita	230.00	300
		Loeselia mexicana	Espinosilla	70.00	91
		Perymenium discolor	Tepepoca	170.00	221
		Salvia tiliifolia	Chía cimarrona	70.00	91
		Verbesina hypoglauca	Verbesina	1,130.00	1,472
		Viguiera dentata	Chimalacate	50.00	65
		TOTAL		**2,330.00**	**3,034**
10	1.4242	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	560.00	798
		Comarostaphylis polifolia	Manzanillo	10.00	14
		Iresine orientalis	Iresine	40.00	57
		Lamourouxia dasyantha	Campanita	230.00	328
		Loeselia mexicana	Espinosilla	70.00	100
		Perymenium discolor	Tepepoca	170.00	242
		Salvia tiliifolia	Chía cimarrona	70.00	100
		Verbesina hypoglauca	Verbesina	1,130.00	1,609
		Viguiera dentata	Chimalacate	50.00	71
		TOTAL		**2,330.00**	**3,318**
11	1.5769	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	560.00	883
		Comarostaphylis polifolia	Manzanillo	10.00	16
		Iresine orientalis	Iresine	40.00	63
		Lamourouxia dasyantha	Campanita	230.00	363
		Loeselia mexicana	Espinosilla	70.00	110
		Perymenium discolor	Tepepoca	170.00	268
		Salvia tiliifolia	Chía cimarrona	70.00	110
		Verbesina hypoglauca	Verbesina	1,130.00	1,782
		Viguiera dentata	Chimalacate	50.00	79
		TOTAL		**2,330.00**	**3,674**

ESTRATO HERBÁCEO

Cuadro II.24. Número de individuos por especies del estrato herbáceo por hectárea y total.

HIERBAS A EXTRAER EN El ÁREA DEL PROYECTO				
SUPERFICIE (HA)	**NOMBRE CIENTÍFICO**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**NO. INDIVIDUOS TOTALES**
19.0182	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	37,000	703,673
	Castilleja tenuiflora	Hierba de cáncer	2,000	38,036
	Dalea versicolor	Dalea	17,000	323,309
	Helianthemum glomeratum	Gobernadora	161,000	3,061,930
	Muhlenbergia distichophylla	Liendrilla cola de zorra	10,000	190,182
	Piptochaetium angustifolium	Flechilla de hoja angosta	51,000	969,928
TOTAL GENERAL			**278,000**	**5,287,060**

Hierbas por año de intervención

Cuadro II.25. Número de individuos por especies del estrato herbáceo por año de intervención.

AÑO DE INTERVENCIÓN	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. INDIVIDUOS TOTALES
1	2.9866	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	37,000	110,504
		Castilleja tenuiflora	Hierba de cáncer	2,000	5,973
		Dalea versicolor	Dalea	17,000	50,772
		Helianthemum glomeratum	Gobernadora	161,000	480,843
		Muhlenbergia distichophylla	Liendrilla cola de zorra	10,000	29,866
		Piptochaetium angustifolium	Flechilla de hoja angosta	51,000	152,317
		TOTAL GENERAL		**278,000**	**830,275**
2	1.9805	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	37,000	73,279
		Castilleja tenuiflora	Hierba de cáncer	2,000	3,961
		Dalea versicolor	Dalea	17,000	33,669
		Helianthemum glomeratum	Gobernadora	161,000	318,861
		Muhlenbergia distichophylla	Liendrilla cola de zorra	10,000	19,805
		Piptochaetium angustifolium	Flechilla de hoja angosta	51,000	101,006
		TOTAL GENERAL		**278,000**	**550,579**
3	2.0416	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	37,000	75,539
		Castilleja tenuiflora	Hierba de cáncer	2,000	4,083
		Dalea versicolor	Dalea	17,000	34,707
		Helianthemum glomeratum	Gobernadora	161,000	328,698
		Muhlenbergia distichophylla	Liendrilla cola de zorra	10,000	20,416
		Piptochaetium angustifolium	Flechilla de hoja angosta	51,000	104,122
		TOTAL GENERAL		**278,000**	**567,565**
4	2.2996	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	37,000	85,085

AÑO DE INTERVENCIÓN	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. INDIVIDUOS TOTALES
		Castilleja tenuiflora	Hierba de cáncer	2,000	4,599
		Dalea versicolor	Dalea	17,000	39,093
		Helianthemum glomeratum	Gobernadora	161,000	370,236
		Muhlenbergia distichophylla	Liendrilla cola de zorra	10,000	22,996
		Piptochaetium angustifolium	Flechilla de hoja angosta	51,000	117,280
		TOTAL GENERAL		**278,000**	**639,289**
5	1.5382	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	37,000	56,913
		Castilleja tenuiflora	Hierba de cáncer	2,000	3,076
		Dalea versicolor	Dalea	17,000	26,149
		Helianthemum glomeratum	Gobernadora	161,000	247,650
		Muhlenbergia distichophylla	Liendrilla cola de zorra	10,000	15,382
		Piptochaetium angustifolium	Flechilla de hoja angosta	51,000	78,448
		TOTAL GENERAL		**278,000**	**427,620**
6	0.8843	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	37,000	32,719
		Castilleja tenuiflora	Hierba de cáncer	2,000	1,769
		Dalea versicolor	Dalea	17,000	15,033
		Helianthemum glomeratum	Gobernadora	161,000	142,372
		Muhlenbergia distichophylla	Liendrilla cola de zorra	10,000	8,843
		Piptochaetium angustifolium	Flechilla de hoja angosta	51,000	45,099
		TOTAL GENERAL		**278,000**	**245,835**
7	1.5148	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	37,000	56,048
		Castilleja tenuiflora	Hierba de cáncer	2,000	3,030
		Dalea versicolor	Dalea	17,000	25,752
		Helianthemum glomeratum	Gobernadora	161,000	243,883
		Muhlenbergia distichophylla	Liendrilla cola de zorra	10,000	15,148
		Piptochaetium angustifolium	Flechilla de hoja angosta	51,000	77,255
		TOTAL GENERAL		**278,000**	**421,114**
8	1.4692	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	37,000	54,360
		Castilleja tenuiflora	Hierba de cáncer	2,000	2,938
		Dalea versicolor	Dalea	17,000	24,976
		Helianthemum glomeratum	Gobernadora	161,000	236,541
		Muhlenbergia distichophylla	Liendrilla cola de zorra	10,000	14,692
		Piptochaetium angustifolium	Flechilla de hoja angosta	51,000	74,929
		TOTAL GENERAL		**278,000**	**408,438**
9	1.3023	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	37,000	48,185
		Castilleja tenuiflora	Hierba de cáncer	2,000	2,605
		Dalea versicolor	Dalea	17,000	22,139
		Helianthemum glomeratum	Gobernadora	161,000	209,670

AÑO DE INTERVENCIÓN	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. INDIVIDUOS TOTALES
		Muhlenbergia distichophylla	Liendrilla cola de zorra	10,000	13,023
		Piptochaetium angustifolium	Flechilla de hoja angosta	51,000	66,417
		TOTAL GENERAL		**278,000**	**362,039**
10	1.4242	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	37,000	52,695
		Castilleja tenuiflora	Hierba de cáncer	2,000	2,848
		Dalea versicolor	Dalea	17,000	24,211
		Helianthemum glomeratum	Gobernadora	161,000	229,296
		Muhlenbergia distichophylla	Liendrilla cola de zorra	10,000	14,242
		Piptochaetium angustifolium	Flechilla de hoja angosta	51,000	72,634
		TOTAL GENERAL		**278,000**	**395,928**
11	1.5769	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	37,000	58,345
		Castilleja tenuiflora	Hierba de cáncer	2,000	3,154
		Dalea versicolor	Dalea	17,000	26,807
		Helianthemum glomeratum	Gobernadora	161,000	253,881
		Muhlenbergia distichophylla	Liendrilla cola de zorra	10,000	15,769
		Piptochaetium angustifolium	Flechilla de hoja angosta	51,000	80,422
		TOTAL GENERAL		**278,000**	**438,378**

ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS

Cuadro II.26. Número de individuos por especies del estrato epífitas y/o cactáceas por hectárea y total.

EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS A EXTRAER EN EI ÁREA DEL PROYECTO				
SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. INDIVIDUOS TOTALES
19.0182	*Agave applanata*	Maguey espadilla	22	418
	Agave nussaviorum	Maguey	68	1,293
	Agave salmiana	Maguey pulquero	52	989
	Mammillaria haageana	Caca de burro	48	913
	Opuntia streptacantha	Nopal cardón	8	152
	Tillandsia recurvata	Gallito	16	304
	Tillandsia macdougallii	Magueyito	44	837
TOTAL GENERAL			**258**	**4,907**

Epífitas y/o cactáceas por año de intervención

Cuadro II.27. Número de individuos por especies del estrato epífitas y/o cactáceas por año de intervención.

AÑO DE INTERVENCIÓN	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. INDIVIDUOS TOTALES
1	2.9866	*Agave applanata*	Maguey espadilla	22	66

AÑO DE INTERVENCIÓN	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. INDIVIDUOS TOTALES
		Agave nussaviorum	Maguey	68	203
		Agave salmiana	Maguey pulquero	52	155
		Mammillaria haageana	Caca de burro	48	143
		Opuntia streptacantha	Nopal cardón	8	24
		Tillandsia recurvata	Gallito	16	48
		Tillandsia macdougallii	Magueyito	44	131
		TOTAL GENERAL		**258**	**771**
2	1.9805	*Agave applanata*	Maguey espadilla	22	44
		Agave nussaviorum	Maguey	68	135
		Agave salmiana	Maguey pulquero	52	103
		Mammillaria haageana	Caca de burro	48	95
		Opuntia streptacantha	Nopal cardón	8	16
		Tillandsia recurvata	Gallito	16	32
		Tillandsia macdougallii	Magueyito	44	87
		TOTAL GENERAL		**258**	**511**
3	2.0416	*Agave applanata*	Maguey espadilla	22	45
		Agave nussaviorum	Maguey	68	139
		Agave salmiana	Maguey pulquero	52	106
		Mammillaria haageana	Caca de burro	48	98
		Opuntia streptacantha	Nopal cardón	8	16
		Tillandsia recurvata	Gallito	16	33
		Tillandsia macdougallii	Magueyito	44	90
		TOTAL GENERAL		**258**	**527**
4	2.2996	*Agave applanata*	Maguey espadilla	22	51
		Agave nussaviorum	Maguey	68	156
		Agave salmiana	Maguey pulquero	52	120
		Mammillaria haageana	Caca de burro	48	110
		Opuntia streptacantha	Nopal cardón	8	18
		Tillandsia recurvata	Gallito	16	37
		Tillandsia macdougallii	Magueyito	44	101
		TOTAL GENERAL		**258**	**593**
5	1.5382	*Agave applanata*	Maguey espadilla	22	34
		Agave nussaviorum	Maguey	68	105
		Agave salmiana	Maguey pulquero	52	80
		Mammillaria haageana	Caca de burro	48	74
		Opuntia streptacantha	Nopal cardón	8	12
		Tillandsia recurvata	Gallito	16	25
		Tillandsia macdougallii	Magueyito	44	68

AÑO DE INTERVENCIÓN	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. INDIVIDUOS TOTALES
		TOTAL GENERAL		**258**	**397**
6	0.8843	*Agave applanata*	Maguey espadilla	22	19
		Agave nussaviorum	Maguey	68	60
		Agave salmiana	Maguey pulquero	52	46
		Mammillaria haageana	Caca de burro	48	42
		Opuntia streptacantha	Nopal cardón	8	7
		Tillandsia recurvata	Gallito	16	14
		Tillandsia macdougallii	Magueyito	44	39
		TOTAL GENERAL		**258**	**228**
7	1.5148	*Agave applanata*	Maguey espadilla	22	33
		Agave nussaviorum	Maguey	68	103
		Agave salmiana	Maguey pulquero	52	79
		Mammillaria haageana	Caca de burro	48	73
		Opuntia streptacantha	Nopal cardón	8	12
		Tillandsia recurvata	Gallito	16	24
		Tillandsia macdougallii	Magueyito	44	67
		TOTAL GENERAL		**258**	**391**
8	1.4692	*Agave applanata*	Maguey espadilla	22	32
		Agave nussaviorum	Maguey	68	100
		Agave salmiana	Maguey pulquero	52	76
		Mammillaria haageana	Caca de burro	48	71
		Opuntia streptacantha	Nopal cardón	8	12
		Tillandsia recurvata	Gallito	16	24
		Tillandsia macdougallii	Magueyito	44	65
		TOTAL GENERAL		**258**	**379**
9	1.3023	*Agave applanata*	Maguey espadilla	22	29
		Agave nussaviorum	Maguey	68	89
		Agave salmiana	Maguey pulquero	52	68
		Mammillaria haageana	Caca de burro	48	63
		Opuntia streptacantha	Nopal cardón	8	10
		Tillandsia recurvata	Gallito	16	21
		Tillandsia macdougallii	Magueyito	44	57
		TOTAL GENERAL		**258**	**336**
10	1.4242	*Agave applanata*	Maguey espadilla	22	31
		Agave nussaviorum	Maguey	68	97
		Agave salmiana	Maguey pulquero	52	74
		Mammillaria haageana	Caca de burro	48	68
		Opuntia streptacantha	Nopal cardón	8	11

AÑO DE INTERVENCIÓN	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. INDIVIDUOS TOTALES
		Tillandsia recurvata	Gallito	16	23
		Tillandsia macdougallii	Magueyito	44	63
		TOTAL GENERAL		**258**	**367**
11	1.5769	*Agave applanata*	Maguey espadilla	22	35
		Agave nussaviorum	Maguey	68	107
		Agave salmiana	Maguey pulquero	52	82
		Mammillaria haageana	Caca de burro	48	76
		Opuntia streptacantha	Nopal cardón	8	13
		Tillandsia recurvata	Gallito	16	25
		Tillandsia macdougallii	Magueyito	44	69
		TOTAL GENERAL		**258**	**407**

- **Despalme**

La finalidad de esta actividad es extraer la vegetación herbácea existente sobre el área del proyecto, lo anterior con la finalidad de dejar el suelo desprovisto de obstáculos para la etapa de remoción del suelo y subsuelo.

Para esta actividad se usarán equipos pesados que permitan realizar el movimiento de suelos, los que típicamente podrían ser:

- Bulldozer, CAT D6, D7 o similar.
- Motoniveladora.
- Excavadora tipo CAT 320 y/o 330 o similar.
- Camión Volcador de 12 m3.
- Cargadora sobre neumáticos CAT 950 o similar.



Imagen II.9. Ejemplo de la maquinaria para llevar a cabo el despalme.

Actividades posteriores al cambio de uso de suelo como medidas de mitigación

- **Transporte de material orgánico**

Los residuos producto del despalme (material fértil e inerte), se cargarán y transportarán al área de depósito lo más pronto posible. Se realizará simultáneamente a la etapa despalme, el cual, se colocará con una Cargadora sobre neumáticos CAT 950 o similar y transportará en camiones volteo con capacidad de 6 a 13 m^3.

- **Almacenamiento de material orgánico**

El material fértil e inerte, serán dispuestos en el área de almacenamiento ubicada para tal fin, la cual cumple principalmente las siguientes características:

- Estar desprovista de vegetación.
- Superficie que no interfiera con las corrientes superficiales de agua o zonas de recarga de acuíferos.
- Con pendiente ligera.

A continuación, se muestra el transporte y la ubicación de este material.



Imagen II.10. Ejemplo del transporte de tierra fértil e inerte.

Material fértil o materia orgánica:

Para la estimación del material orgánico a remover se realizó tomando en cuenta el área base de la superficie propuesta para el cambio de uso de suelo (190,182 m^2) y la profundidad aproximada a la que se encuentra el suelo fértil (0.8 m). Tomando como base una figura geométrica rectangular se realiza una multiplicación para hallar el volumen promedio a obtener, cabe destacar que el volumen dependerá del relieve de cada sitio por lo que este puede variar.

V **=** *Área de la base * Altura (profundidad del suelo)*

Por lo que:

$$\boldsymbol{V} = 190{,}182\ m^2 * 0.8\ m$$

$$\boldsymbol{V} = 152{,}146\ m^3$$

Recordemos que debido a las características del tipo de suelo (Th+To/2/L, Andosol húmico) es un suelo rico en materia orgánica y sobresalen las texturas; arena, arena migajosa, migajón arenoso, migajón arcillo-arenoso, migajón, migajón limoso y migajón arcilloso, y de acuerdo al manual de protección, restauración y conservación de suelos forestales[4] se obtuvo una densidad aparente de 1.6 gramos/mililitro.

[4] Comisión Nacional Forestal, CONAFOR (2006). "Protección, restauración y conservación de suelos forestales", MANUAL DE OBRAS Y PRACTICAS, (pp. 202-204) CONAFOR. México.

Por lo que al multiplicar los metros cúbicos obtenidos por la densidad nos da como resultado las toneladas a obtener.

2,009.3 m^3 * 1.6 gr/ml

V = 243,433 Ton.

La disposición final del material resultante del despalme será para las áreas de restauración que anteriormente fueron aprovechadas.

Material inerte:

Para la estimación del material inerte a remover, se realizó el mismo procedimiento, pero en cuyo caso tomando una profundidad mayor, de 18 centímetros, por lo que el resultado es el siguiente:

V = Área de la base * Altura *(profundidad del suelo)*

Por lo que:

V= 190,182 $m^2 * 0.18\ m$

V = 34,233 m^3

Maquinaria a emplear:

Para remover el suelo fértil, se usarán equipos pesados que permitan realizar el movimiento del suelo, así mismo, conforme al cronograma presentado sujeto a evaluación se puede decir que la remoción del material orgánico se llevara a cabo en 10 partes paulatinamente (1 cada año) en un periodo de 10 años.

El mecanismo es: 1) Rescate de flora y fauna, 2) Desmonte, 3) Extracción de las materias primas forestales, 4) Despalme y remoción del material orgánico, 5) transporte del material orgánico al área destinada y 6) resguardo y mantenimiento.

El equipo y o maquinaria a emplear es la siguiente:

Cuadro II.28. Información de retroexcavadora 416E o excavadora CAT 320 o similar.

MAQUINARIA	CARACTERÍSTICAS	FUNCIÓN
Retroexcavadora 416 E (Cantidad 1)	**Puesto del operador** El nuevo y ergonómico estilo automotriz de la estación del operador mejora el entorno del operador. El angosto tablero delantero proporciona excelente visibilidad del cucharón delantero. **Tecnologías integradas** Proporciona fuerzas de excavación líderes en la industria. Su resistente diseño proporciona durabilidad en las aplicaciones más exigentes. Los bordes serrados del brazo ayudan a sujetar mejor los materiales en las aplicaciones de desmonte y demolición. **Productividad potente** La bomba de pistones de desplazamiento variable y las válvulas hidráulicas de flujo compartido detectan la demanda de trabajo y ajustan el flujo y la presión para proporcionar una mayor productividad. El sistema hidráulico con detección de carga entrega lo siguiente: Sistema hidráulico con menor temperatura, mejor eficiencia del combustible, operación más silenciosa, reducción del desgaste en los componentes. **Sistema de Control de Amortiguación** La opción de control de amortiguación mejora la retención de material en el cucharón cargador para una mayor productividad y un sitio de trabajo más limpio.	La retroexcavadora es una máquina especialmente equipada para el movimiento de tierras, en este caso se utilizara para el empuje de tierras hacia adelante o hacia un lado.

Cuadro II.29. Información de camión de volteo 7 o 14 m^3.

MAQUINARIA	CARACTERÍSTICAS	FUNCIÓN
Camión de volteo (Cantidad 2)	**Características:** Motor a diésel; Capacidad de 7 y 14 m^3, al ras construida de lámina, con nervaduras en el frente, piso y costados, con mecanismo de cierre de la puerta basculante y sistema hidráulico de levante; Dirección hidráulica; Lona para tapar caja; Neumáticos para terracería; cabina convencional y aerodinámica; luces traseras y delanteras con funcionamiento; camiones que cuenten con las verificaciones correspondientes.	Transportar tierra del predio, hacia el lugar de su depósito, se estima un promedio de 4 viajes por día de cada camión.

Nota: *Debido a que las actividades que de competencia para al cambio de uso de suelo son únicamente la señalización, desmonte, extracción de materias primas y despalme, la evaluación de los impactos ambientales para la superficie del proyecto será durante estas actividades, teniendo su fin hasta este apartado.*

II.2.3.2 Etapa de construcción

En el proyecto no habrá obra civil; solamente se utilizara la infraestructura existente de acuerdo a lo señalado en el punto superficies para obra permanentes.

II.2.4. Etapa de operación y mantenimiento

El promovente contempla la extracción de piedra caliza: Esta actividad consiste en la extracción del material que cumpla con las características necesarias para su aprovechamiento. La extracción del

material será ejecutada a cielo abierto y la maquinaria para la excavación será adecuada para el tipo de material, además el equipo utilizado se encontrará en óptimas condiciones durante la operación.

La extracción se realizará bajo el método de aprovechamiento por canteras, ya que ha sido el más utilizado respecto al aprovechamiento de materiales a cielo abierto como lo son las explotaciones de materiales industriales, ornamentales y de materiales de construcción.

ES IMPORTANTE MENCIONAR QUE LAS ACTIVIDADES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PROYECTO SERÁN EVALUADAS EN SU OPORTUNIDAD POR LA AUTORIDAD ESTATAL CORRESPONDIENTE MEDIANTE LA PRESENTACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL APLICABLE.

II.2.5. Utilización de explosivos

Durante el desarrollo del proyecto se realizarán **voladuras a cielo abierto.**

Voladura a cielo abierto.

Para este tipo de voladura se toma en cuenta el material a extraer, las condiciones geológicas del entorno y la maquinaria a utilizar, ya que se ha de mover una gran cantidad de roca, teniendo en cuenta el nivel de producción de la cantera.

La voladura se diseña; valorando el diámetro, longitud, rectitud y estabilidad, más tarde se marca en el terreno y se perfora. De esa perforación se obtienen los barrenos (agujero relleno de pólvora u otra materia explosiva, en una roca o en una obra de fábrica, para volarla). En los barrenos se introducirán los explosivos, que unidos mediante diferentes accesorios, harán variar la iniciación igual que establecerá y controlara la detonación.

II.2.6. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera.

La realización del proyecto se divide en 4 actividades de la preparación del sitio en las cuales se tendrá generación de residuos sólidos y líquidos, además de la generación de emisiones atmosféricas.

Durante el desarrollo de las actividades del proyecto, no se generarán residuos peligrosos, señalando que no se almacenará ninguna sustancia peligrosa, ni se llevará a cabo algún mantenimiento de maquinaria dentro del área del proyecto, ya que las actividades de mantenimiento se efectuarán en centros especializados.

A continuación, se presenta la descripción del manejo y disposición de los residuos de acuerdo al tipo y a la actividad en la que serán generados.

Cuadro II.30. Residuos orgánicos.

ETAPA	ACTIVIDAD	TIPO DE RESIDUO	CARACTERÍSTICAS	ACCIONES PARA REDUCIR LOS IMPACTOS
Preparación del sitio - cambio de uso de suelo	1. Señalización (Delimitación)	Residuos orgánicos	Se generará del material vegetativo que no pueda ser comercializado y de los restos de alimentos de los trabajadores.	Los residuos provenientes de la vegetación, serán dispuestos en lugares asignados para tal fin dentro del predio, donde no impidan el desarrollo del proyecto y de igual manera no afecten la vegetación aledaña, posteriormente serán utilizados como materia orgánica o para la rehabilitación de zonas aledañas.

ETAPA	ACTIVIDAD	TIPO DE RESIDUO	CARACTERÍSTICAS	ACCIONES PARA REDUCIR LOS IMPACTOS
	2. Desmonte			Los residuos provenientes de alimentos se depositarán en contenedores específicos, los cuales, posteriormente serán entregados al servicio de recolección de la zona donde se encuentra ubicado el proyecto, mismos que dispondrán los residuos en sitios autorizados.
	3. Despalme			Los residuos de alimentos no serán almacenados por periodos largos, así se evitará su descomposición, la presencia de fauna nociva y el riesgo de salud de los trabajadores.
	4. Extracción de materias primas			El suelo fértil obtenido del despalme será almacenado en un área específica destinada para tal fin, desprovista de vegetación.

Cuadro II.31. Sólidos inorgánicos.

ETAPA	ACTIVIDAD	TIPO DE RESIDUO	CARACTERÍSTICAS	ACCIONES PARA REDUCIR LOS IMPACTOS
Preparación del sitio - cambio de uso de suelo	1. Señalización (Delimitación)	Sólidos inorgánicos	Se generará del material e insumos que utilicen los trabajadores.	El material inerte obtenido luego del despalme de la superficie del proyecto, será removido y almacenado en un área específica, para después ser reincorporado en las áreas de posterior restauración.
	2. Desmonte			Se realizará el almacenamiento de los residuos sólidos en contenedores y bolsas de plástico, ubicados estratégicamente.
	3. Despalme			Se evitará que los contenedores se saturen para evitar la dispersión de basura fuera de ellos.
	4. Extracción de materias primas			Los contenedores y bolsas serán entregados al servicio de recolección de la zona donde se localiza el proyecto de manera continua, los cuales colocarán los residuos en sitios autorizados.

Cuadro II.32. Residuos líquidos

ETAPA	ACTIVIDAD	TIPO DE RESIDUO	CARACTERÍSTICAS	ACCIONES PARA REDUCIR LOS IMPACTOS
Preparación del sitio - cambio de uso de suelo	1. Señalización (Delimitación)	Residuos líquidos	El desarrollo del proyecto requerirá de trabajadores durante un periodo aproximado de 132 meses, lo que implica la generación de aguas residuales sanitarias.	La renta de sanitarios portátiles donde se asegurará de que las descargas provenientes sean vertidos en sitios autorizados.
	2. Desmonte			Se contempla la utilización de baños ya existentes dentro del predio, y que cuentan con un mantenimiento constante.
	3. Despalme			La empresa se encargará de las acciones de limpieza para que los sanitarios se encuentren en condiciones adecuadas para su uso, a fin de evitar la propagación de enfermedades. Se encargará también de la recolección periódica y de la disposición final de los residuos en sitios autorizados.
	4. Extracción de materias primas			

Cuadro II.33. Emisiones a la atmósfera

ETAPA	ACTIVIDAD	TIPO DE RESIDUO	CARACTERÍSTICAS	ACCIONES PARA REDUCIR LOS IMPACTOS
Preparación del sitio - cambio de uso de suelo	1. Señalización (Delimitación) 2. Desmonte	Emisiones a la atmósfera	Se generarán emisiones por el uso de vehículos automotores y maquinaria pesada utilizados en la etapa	Para la minimización de las emisiones de los vehículos automotores, se utilizará equipo en perfectas condiciones de uso, así mismo durante el desarrollo del proyecto se llevará a cabo el servicio

ETAPA	ACTIVIDAD	TIPO DE RESIDUO	CARACTERÍSTICAS	ACCIONES PARA REDUCIR LOS IMPACTOS
	3. Despalme 4. Extracción de materias primas		de despalme, los cuales emiten gases de combustión (óxidos de nitrógeno y azufre, así como dióxido y monóxido de carbono e hidrocarburos no quemados).	y mantenimiento periódico a cada unidad, evitando así rebasar los límites permisibles de emisión de gases establecidos en la NOM-041-SEMARNAT-2006, la NOM-045-SEMARNAT-2006.



Figura II.16. Manejo de residuos.



Figura II.17. Manejo de residuos.

II.3 BIBLIOGRAFÍA

[1] Otzen T y Manterola C. 2017. Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. Sampling techniques on a population study. Int. J. Morphol Vol.: 35(1). 227-232 pp.

[2] Bautista-Zúñiga, Francisco; Palacio-Prieto, José-Luis; Delfín-González, Hugo; Paéz-Bistrain, Rosaura; Carmona-Jiménez, Estela; Delgado-Carranza, Ma. Del Carmen. 2011. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Segunda edición, UNAM.

[3] Mostacedo, Bonifacio y Fredericksen, Todd S. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en Ecología Vegetal. BOLFOR (Proyecto de manejo forestal sostenible). Santa Cruz, Bolivia.

CAPÍTULO III

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

ÍNDICE GENERAL

III VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO. 1
III.1 VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES. 1
III.1.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT). 1
III.1.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE PUEBLA 5
III.2 VINCULACIÓN CON ÁREAS NATURALES (ANP´S) Y ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL 6
III.2.1 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP´S) 6
III.2.2 ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL 7
III.3 VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES 10
III.3.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 10
III.3.2 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO PUEBLA 11
III.3.3 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO URBANO SOCIAL SUSTENTABLE DE PUEBLA 13
III.3.4 PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE ACAJETE 15
III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM'S) 16
III.5 OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR 18
III.5.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS 18
III.5.2 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA). . 19
III.5.3 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS) PUBLICADA EN EL DOF EL 05-06-2018. 20
III.5.4 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS) 22
III.5.5 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS 23
III.5.6 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL. 24
III.5.7 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE 24
III.5.8 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE. 24
III.5.9 CONVENIOS O TRATADOS INTERNACIONALES. 25

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro III.1. Descripción de la Unidad Ambiental que comprende el proyecto. 3
Cuadro III.2. Estrategias de las unidades ambientales en la que se ubica el proyecto. 4
Cuadro III.3. Ordenamientos en el Estado de Puebla. 5
Cuadro III.4. Vinculación del Proyecto con las estrategias del Plan a seguir por la administración actual en el Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024. 11
Cuadro III.5. Vinculación del Proyecto con las estrategias del Plan a seguir por la administración en el Plan Estatal de Desarrollo. 12
Cuadro III.6. Vinculación del Proyecto con las estrategias del Programa Regional de Desarrollo Angelópolis. 15

Cuadro III.7. Vinculación del proyecto con las estrategias del Plan Municipal de Desarrollo 2014 – 2018 de Acajete 16
Cuadro III.8. Vinculación del proyecto con Normas de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Secretaria del Trabajo aplicables al proyecto. 16
Cuadro III.9. Vinculación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos con el proyecto. 18
Cuadro III.10. Vinculación del proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. 19
Cuadro III.11. Vinculación del proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 20
Cuadro III.12. Vinculación del proyecto con la LGVS. 22
Cuadro III.13. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 23
Cuadro III.14. Vinculación del proyecto con el REIA. 24
Cuadro III.15. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). 24
Cuadro III.16. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. 24
Cuadro III.17. Estatus de las especies de flora enlistadas de acuerdo al convenio de CITES. 27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III.1. Ubicación del proyecto en la Región Ecológica 18.10 Y UAB 127 definidas en el POEGT (regional). 2
Figura III.2. Ubicación del Proyecto en la Región Ecológica 18.10 y UAB 127 definidas en el POEGT (local). 2
Figura III.3. Áreas naturales protegidas cercanas al proyecto. 7
Figura III.4. Regiones hidrológicas prioritarias cercanas al proyecto. 8
Figura III.5. Regiones Terrestres Prioritarias cercanas al área del proyecto. 9
Figura III.6. Ubicación de AICA´s cercanas al área del proyecto. 10
Figura III.7. Ubicación de los sitios Ramsar. 26
Figura III.8. Corredor biológico cercano al área del proyecto. 28

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

III.1 VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.

Es importante realizar la vinculación con las diferentes disposiciones ambientales para cumplir técnica y ambientalmente dentro de los mismos. Asimismo, el presente proyecto debe estar sujeto a los diferentes lineamientos de cada plan u ordenamiento con validez oficial, el cual se encuentre dentro de los límites permisibles de uso del suelo.

La finalidad de la vinculación, es establecer la congruencia del proyecto con las pautas y estrategias que se establecen en los diferentes instrumentos normativos y de planeación vigentes que aplican en el área sobre el cambio de uso de suelo, lo que permitirá definir la viabilidad jurídica y normativa en materia de impacto ambiental del proyecto.

III.1.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT).

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico (ROE). Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene como propósito vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal que deberán observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación (SEMARNAT, 2014). De acuerdo al ROE, el objeto del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando área de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial.

Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras cosas, 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) así como 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. En este sentido, el Ordenamiento Ecológico es una alternativa para la planeación de los asentamientos humanos, el desarrollo sustentable, las actividades productivas; así como del progreso de la sociedad, no perdiendo valor a la protección del ambiente.

El ordenamiento del territorio se considera como una política de Estado y un instrumento de planificación en donde se fijan estrategias dirigidas a las Unidades Ambientales Biofísicas (UAB`s). El presente proyecto ubicado en el municipio de Acajete, en el estado de Puebla, se encuentra establecido en la Unidad Ambiental Biofísica 127, región 18.1, denominada Sierras y Piedemontes de Veracruz y Puebla. Por lo anterior, se describen las características de la misma en el siguiente cuadro y se encuentra representada en las siguientes figuras.

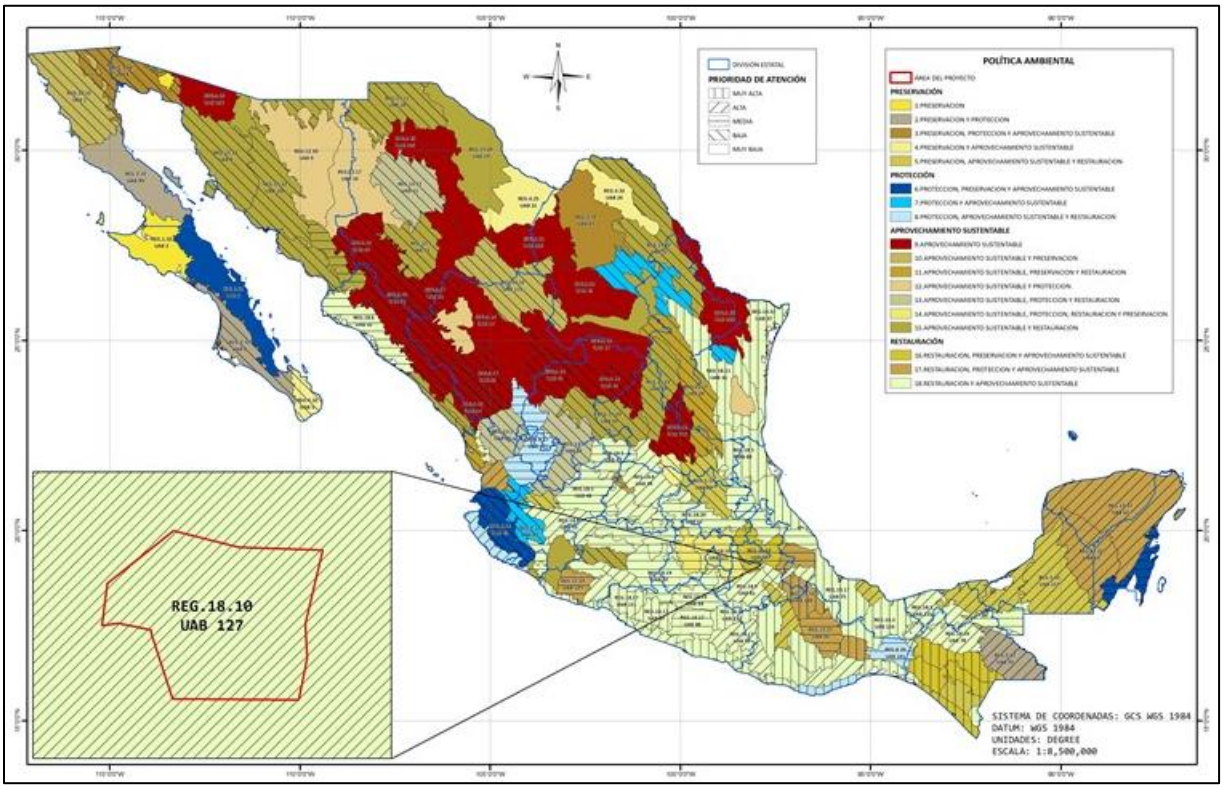


Figura III.1. Ubicación del proyecto en la Región Ecológica 18.10 Y UAB 127 definidas en el POEGT (regional).

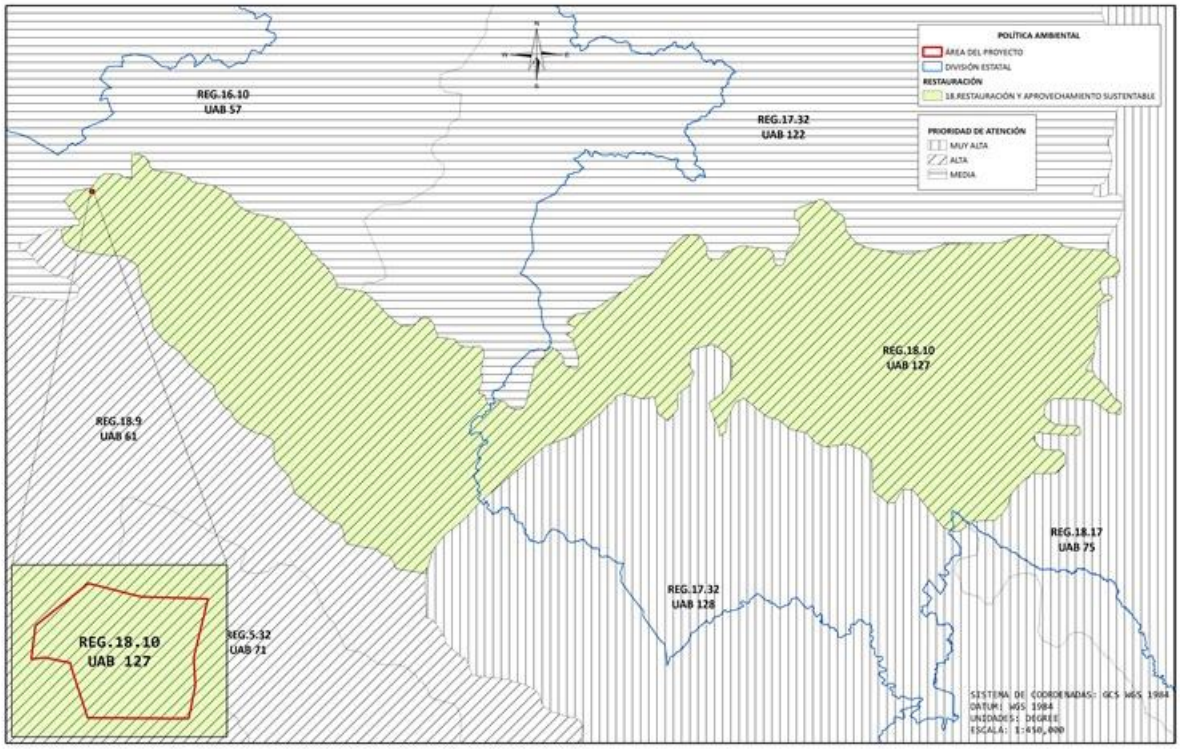


Figura III.2. Ubicación del Proyecto en la Región Ecológica 18.10 y UAB 127 definidas en el POEGT (local).

Cuadro III.1. Descripción de la Unidad Ambiental que comprende el proyecto.

REGIÓN ECOLÓGICA: 18.10					
Unidad Ambiental Biofísica que la compone: 127. Sierras y Piedemontes de Veracruz y Puebla					
Localización: Oriente del estado de Puebla					
Superficie en Km²: 4,252.67 Km²		**Población Total:** 1,181,118 habitantes		**Población Indígena:** Cuicatlán, Mazateca, Tehuacán y Zongolica	
Estado Actual del Medio Ambiente 2008:		**Inestable a Crítico. Conflicto Sectorial Bajo.** No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es alta, en particular por la urbanización. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Alta. Porcentaje de Cuerpos de agua: Sin información. Densidad de población (hab/km2): Alta. El uso de suelo es Agrícola y Otro tipo de vegetación. Déficit de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 57.6. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de carácter campesino. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.				
Escenario al 2033		Crítico			
Política Ambiental		**Restauración y Aprovechamiento Sustentable**			
UAB	**Reactores del desarrollo**	**Coadyuvantes del desarrollo**	**Asociados del desarrollo**	**Otros sectores de interés**	**Estrategias sectoriales**
127	Desarrollo Social-Forestal	Agricultura, industria, preservación de flora y fauna	Ganadería	Minería	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Estrategias. UAB 127	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
A) Preservación	1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 Bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. 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. 17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
A) Suelo urbano y vivienda	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.
B) Zonas de riesgo y prevención de contingencias.	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil. 26. Promover la reducción dela vulnerabilidad física.

REGIÓN ECOLÓGICA: 18.10	
C) Agua y saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región. 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y Regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.
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. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza. 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del ordenamiento territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil

Considerando las estrategias plasmadas en la unidad ambiental biofísica, se realiza a continuación la vinculación con el proyecto.

Cuadro III.2. Estrategias de las unidades ambientales en la que se ubica el proyecto.

U.A.B. 57			
Características del Grupo	**No**	**Estrategia** **Descripción**	**Vinculación con el proyecto**
Grupo I Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio			
Preservación	1	Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.	Para la realización del proyecto se removerán individuos para ello previa a la realización del cambio de uso de suelo se llevará a cabo el ahuyentamiento de especies de fauna, el rescate y reubicación de estas y el rescate y reubicación de flora, todo ello para la protección y conservación de los recursos naturales de la zona, para no poner en riesgo la biodiversidad de la misma.
	2	Recuperación de especies en riesgo.	Como ya se mencionó para la realización del proyecto se removerán especies de flora y fauna de las cuales en la NOM-059 no se encontró ninguna especie catalogada con algún estatus dentro de esta norma; y una parte de la política del promovente es respetar la biodiversidad. Sin embargo se propone un programa de rescate y reubicación de especies de flora silvestre y un programa de rescate y reubicación de especies de fauna silvestre, previo al cambio de uso de suelo. Con la implementación de estas técnicas se garantiza su cuidado y sobrevivencia con el fin de no comprometer la supervivencia de las especies y así mismo evitar una repercusión en sus patrones de distribución y comportamiento.
	3	Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	Para la realización del proyecto en la etapa de preparación del sitio se llevará a cabo la remoción de individuos, para ello previo al cambio de uso de suelo se realizará el ahuyentamiento de especies de fauna y se realizaran recorridos de campo en el área de estudio con la finalidad de identificar y conocer la flora y fauna

U.A.B. 57			
Características del Grupo	**No**	**Estrategia** **Descripción**	**Vinculación con el proyecto**
Grupo I Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio			
			existente en el lugar, así como aquellas que se llegasen a encontrar dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, para posteriormente ser rescatadas y reubicadas, esto con la implementación de un programa de rescate y reubicación.
Aprovechamiento sustentable	7	Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales	Como ya se mencionó anteriormente, en la preparación del sitio se realizará la remoción y extracción de individuos de especies de flora y fauna, se realizará específicamente sólo en el área del proyecto para no dañar a los ecosistemas, especies y recursos alternos. Para que no se pierdan las especies que serán removidas, se propone como medida previo al cambio de uso de suelo un programa de rescate y reubicación de especies de flora silvestre con el objetivo de conservar los recursos genético de las especies, de igual manera se propone un programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de especies de fauna de tal manera que las especies del proyecto permanezcan y se conserven en el área donde serán reubicadas.
Protección de los recursos naturales	12	Protección de los ecosistemas.	Al realizar la remoción se provocará una posible erosión del suelo, para proteger el ecosistema y mitigar esta erosión se considerarán medidas y obras que controlen, mitiguen y prevengan el daño al ecosistema las cuales se describen en el capítulo VI del presente proyecto, de igual manera sólo se removerá la vegetación que se encuentra dentro del área del proyecto, sin afectar la que se encuentra a su alrededor.
Restauración.	14	Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	Con la realización del proyecto se provocará una erosión, la cual para contrarrestarla se desarrollará un programa reforestación con especies nativas, así como la realización de obras de conservación de suelo, las cuales se describen a mayor detalle en el capítulo VI.

III.1.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE PUEBLA

Existen cuatro diferentes categorías de programas de ordenamiento ecológico: **general, marino, regional y local**. La formulación y expedición de los mismos, recaen en la federación, en las entidades federativas y en los municipios, respectivamente.

Para el estado de Puebla existe un Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET) del Estado de Puebla (Bitácora ambiental), pero no se encuentra publicado en el periódico oficial del estado, por lo que éste **NO tiene validez oficial y NO es de observancia obligatoria**, sin embargo, el proyecto respecto a los criterios y estrategias aplicables que contiene este instrumento no encuentra ninguna incompatibilidad para llevarse a cabo.

En el estado de Puebla existen 2 ordenamientos ecológicos del territorio mismos que a continuación se muestran.

Cuadro III.3. Ordenamientos en el Estado de Puebla.

Estado	Ordenamiento	Fecha de Decreto	Documento/Ligas (2)	Cambio climático (1)
Puebla	Municipio de Cuézala del Progreso	P.O. 3/Dic/2010	Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del municipio de Cuézalan del Progreso	

Estado	Ordenamiento	Fecha de Decreto	Documento/Ligas (2)	Cambio climático (1)
Puebla	Volcán Popocatépetl y su zona de influencia del Estado de Puebla	P.O. 28/Ene/2005	Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región del Volcán Popocatépetl y su zona de influencia en el Estado de Puebla: (El decreto completo consta de 567 páginas)	

Fuente: SEMARNAT.

En el municipio de Acajete **no cuenta** con un Programa de Ordenamiento Ecológico.

III.2 VINCULACIÓN CON ÁREAS NATURALES (ANP´S) Y ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP´s) constituyen el instrumento fundamental en la conservación de la biodiversidad de los bienes y servicios ecológicos. Representan la posibilidad de reconciliar la integridad de los ecosistemas que no reconocen fronteras político administrativas.

Son las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas, además están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley.

III.2.1 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP´S)

En consideración al presente apartado, se realizó la revisión cartográfica y bibliográfica de aquellas Áreas Naturales Protegidas (ANP) de carácter federal y estatal en los cuales se pudiera encontrar el proyecto; en consecuencia, se identificó que la superficie donde se efectuará el proyecto, no se encuentra dentro de ninguna Área Natural Protegida (ANP), por lo tanto, las actividades que conlleva el desarrollo del proyecto, no representa ningún inconveniente para su realización.

A nivel federal, se identificó que las áreas naturales protegidas más cercanas al proyecto son las siguientes: **Tehuacán Cuicatlán** que se encuentra a 32.66 km, **La Montaña Malinche o Matlalcuéyatl** ubicada a 7.6 km; mismas que se representan en la siguiente figura.

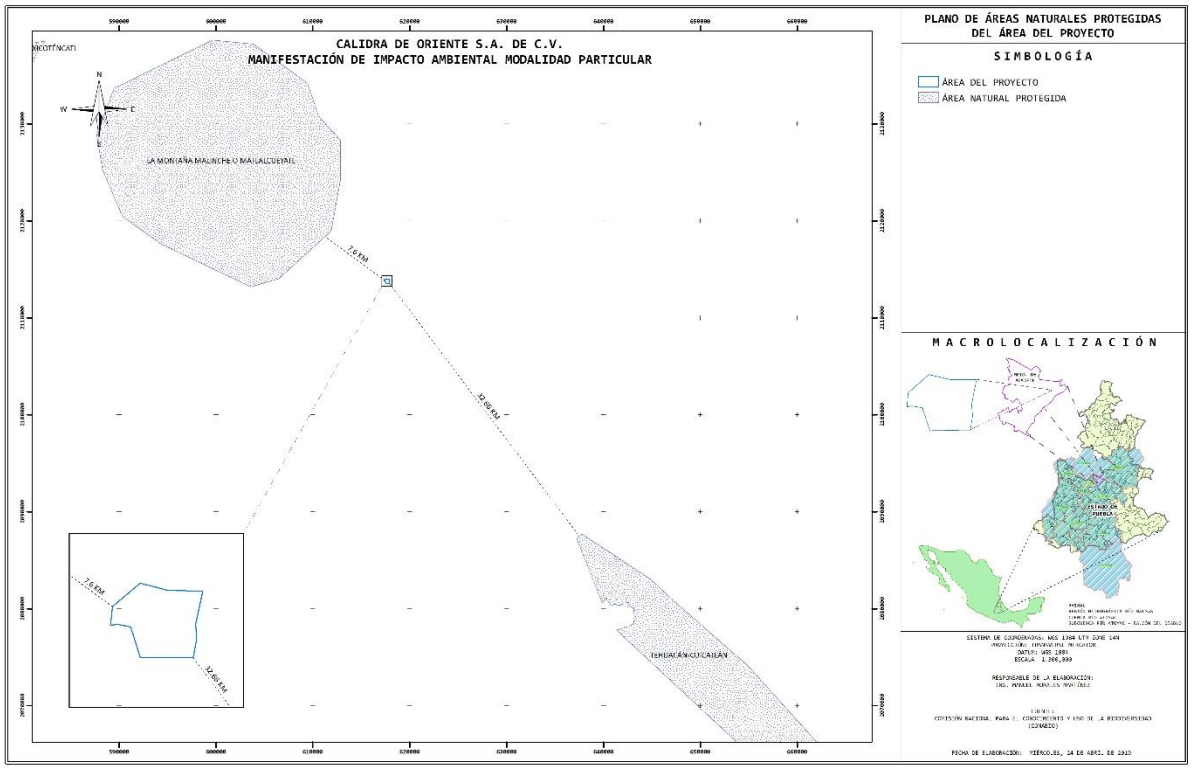


Figura III.3. Áreas naturales protegidas cercanas al proyecto.

III.2.2 ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL

A) Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

Las RHP´s son áreas que se caracterizan por su biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las mismas, en las que se establece un marco de referencia que puede ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de la investigación, conservación, uso y manejo sostenido.

Con base en la ubicación de las RHP determinadas por la CONABIO y el sitio en el cual se encuentra el área del proyecto se determinó que este se encuentra a 0.92 km de la RHP **Cuenca oriental**.

A continuación, se presenta la ubicación del área del proyecto con respecto a la RHP.

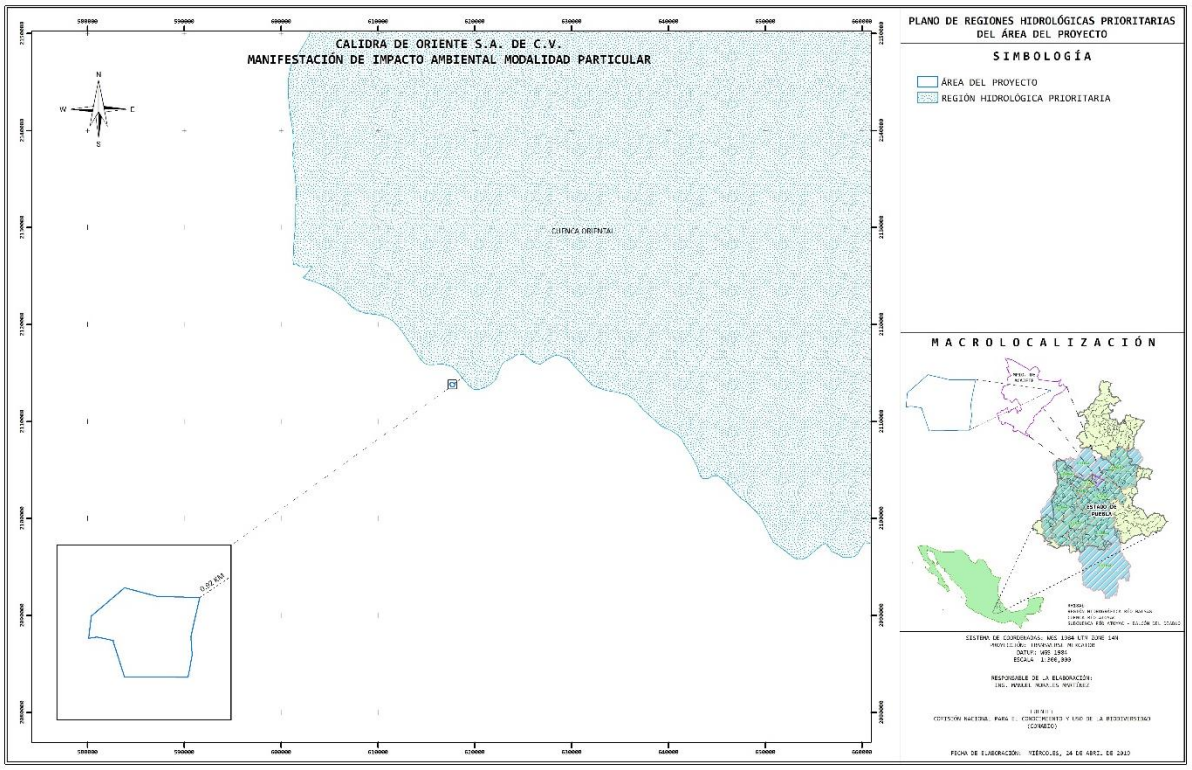


Figura III.4. Regiones hidrológicas prioritarias cercanas al proyecto.

B) Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

De acuerdo a CONABIO 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, una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación. Esto último implicó necesariamente considerar las tendencias de apropiación del espacio por parte de las actividades productivas de la sociedad a través del análisis del uso del suelo.

Debe tenerse en cuenta que las regiones identificadas por los expertos tienen por sí mismas la calidad de prioritarias, ya que representan la propuesta de la comunidad académica nacional sobre regiones del país que por sus atributos biológicos deben ser consideradas bajo algún esquema de conservación y de uso sustentable, por lo mismo, se pretende sugerir acciones en el corto y mediano plazo, las cuales no necesariamente estarán encaminadas a decretarlas bajo alguna categoría de área natural protegida.

El área del proyecto no se encuentra dentro de alguna región terrestre prioritaria. Las más cercanas son: **Valle de Tehuacán-Cuicatlán** a 32.66 km y **La Malinche** a 8.14 km, como se muestran en la figura siguiente.

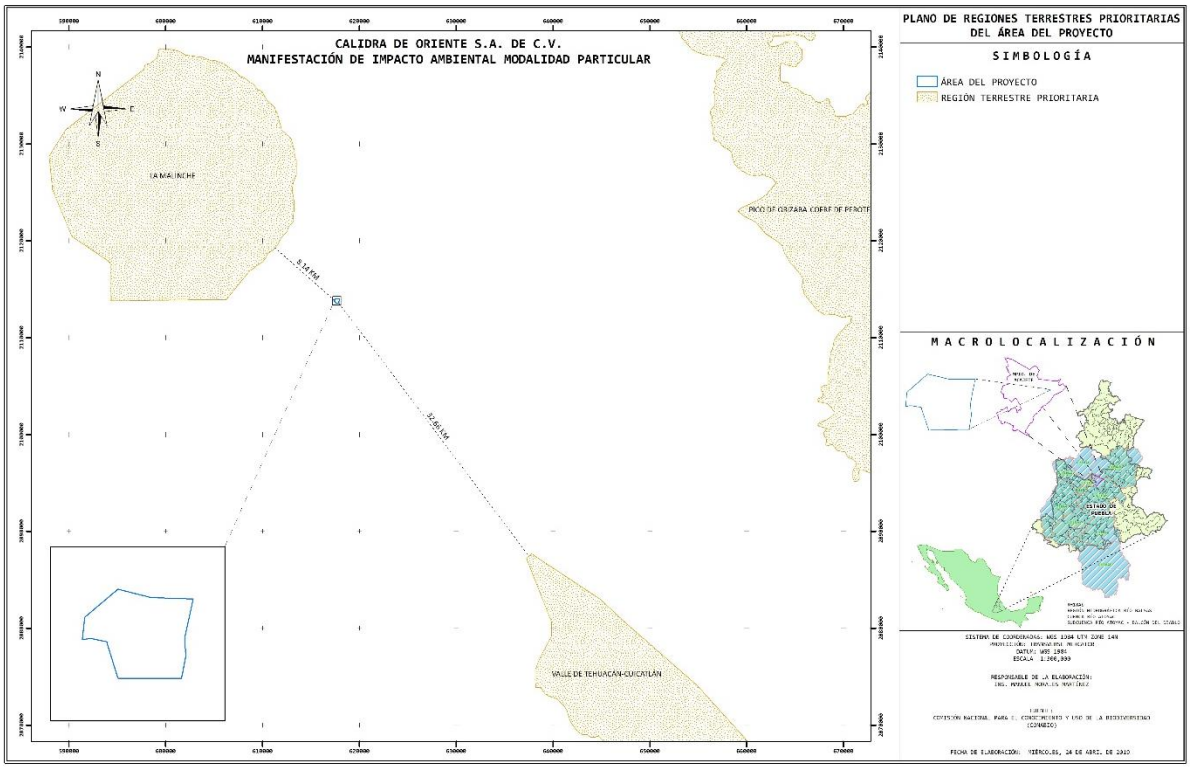


Figura III.5. Regiones Terrestres Prioritarias cercanas al área del proyecto.

C) Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs´).

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

El área del proyecto no se encuentra dentro de ninguna área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). Las más cercanas son: **La Malinche** a 5.61 km, **Presa de Valsequillo** a 27.51 km y **Valle de Tehuacan - Cuicatlan** a 32.62 km, mismas que se muestran en la siguiente figura.

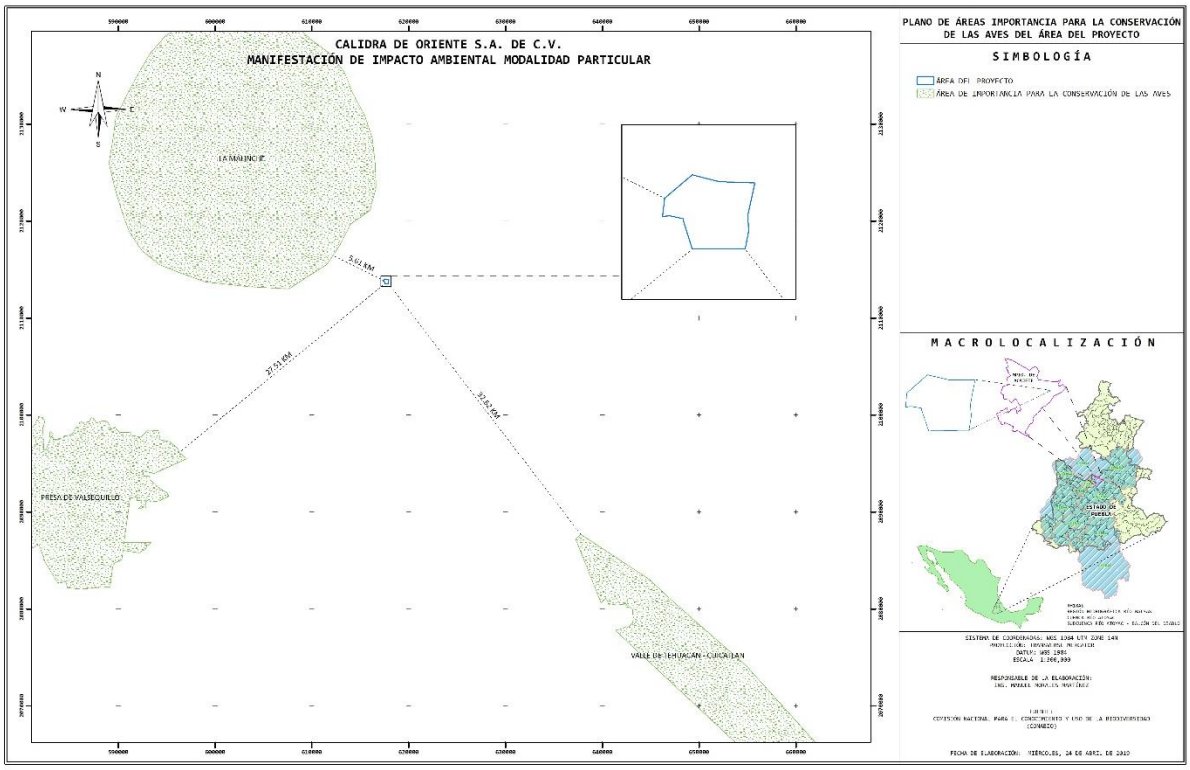


Figura III.6. Ubicación de AICA´s cercanas al área del proyecto.

III.3 VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES

III.3.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO

En cumplimiento a las disposiciones contenidas en los artículos 26°, inciso A, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y 5o y 20 de la Ley de Planeación, el Ejecutivo Federal elaboró el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 a través de un amplio procedimiento de participación y consulta popular.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024 es el documento en el que el Gobierno de México articula los objetivos y estrategias para atender los problemas prioritarios e impulsar el desarrollo nacional.

Objetivo general: Trasformar la vida pública del país para lograr un desarrollo incluyente.

Tal transformación requiere la articulación de políticas públicas integrales que se complementen y fortalezcan, y que en su conjunto construyan soluciones de fondo que atiendan la raíz de los problemas que enfrenta el país. El documento está estructurado por tres ejes generales que permiten agrupar los problemas públicos identificados a través del Sistema Nacional de Planeación Democrática en tres temáticas:

- Eje general 1: Justicia y Estado de derecho.
- Eje general 2: Bienestar.
- Eje general 3: Desarrollo económico.

Asimismo, se detectaron tres temas comunes a los problemas públicos que fueron identificados, y se definieron tres ejes transversales:

- Eje transversal 1: Igualdad de género, no discriminación e inclusión.
- Eje transversal 2: Combate a la corrupción y mejora de la gestión pública.
- Eje transversal 3: Territorio y desarrollo sostenible.

Cuadro III.4. Vinculación del Proyecto con las estrategias del Plan a seguir por la administración actual en el Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024.

Eje general	Objetivo	Estrategias	Vinculación con el proyecto
Bienestar: Garantizar el ejercicio efectivo de los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales, con énfasis en la reducción de brechas de desigualdad y condiciones de vulnerabilidad y discriminación en poblaciones y territorios.	**2.5.** Garantizar el derecho a un medio ambiente sano con enfoque de sostenibilidad de los ecosistemas, la biodiversidad, el patrimonio y los paisajes bioculturales.	**2.5.1** Conservar y proteger los ecosistemas terrestres y acuáticos, así como la biodiversidad para garantizar la provisión y calidad de sus servicios ambientales. **2.5.2** Aprovechar sosteniblemente los recursos naturales y la biodiversidad con base en una planeación y gestión económica comunitaria con enfoque territorial, de paisajes bioculturales y cuencas. **2.5.3** Restaurar ecosistemas y recuperar especies prioritarias con base en el mejor conocimiento científico y tradicional disponible.	Recordando que para la realización del proyecto en la etapa de preparación del sitio se llevará a cabo la remoción de individuos de flora exclusivamente en el área propuesta, cuidando la no afectación a áreas aledañas. Con el fin de conservar la biodiversidad existente en el área, se realizará el rescate y reubicación de especies de flora y de fauna silvestre; de igual manera se llevará a cabo convenios con la CONAFOR para realizar una reforestación similar al área del proyecto, de ser posible se buscara un área cercana al mismo para contemplar especies similares a las extraídas (nativas); de igual manera, se realizará la rehabilitación del área mediante un programa de rehabilitación, con especies que se encuentran en el área del proyecto, con el fin de obtener un área similar a la original. Para la conservación y protección de las especies de fauna, se implementará un programa de ahuyentamiento, de presentarse el caso de encontrarse fauna en el área del proyecto, esta será rescatada y reubicada.

III.3.2 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO PUEBLA

En cumplimiento a lo dispuesto por el artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo, y una justa distribución del ingreso y la riqueza, que permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos y grupos sociales, el estado de Puebla y sus municipios, a través del Plan Estatal de Desarrollo, velara por la estabilidad de las finanzas para generar mejores condiciones para el desarrollo económico, social, político y cultural de la entidad.

El Plan Estatal de Desarrollo es presentado y aprobado dentro de los 120 días del actual periodo Constitucional, en cumplimiento a lo dispuesto por la Ley de Planeación para el Desarrollo del Estado de Puebla. Se trata de un documento responsable que tiene un diagnóstico profundo de las necesidades del Estado, el cual está enriquecido con la iniciativa de la población y que, a su vez, lo hace plural e incluyente, mediante la intervención en los Foros de Participación Ciudadana que para tal efecto se implementaron en las siete regiones de la entidad: Sierra Norte, Sierra Nororiental, Valle de Serdán, Angelópolis, Valle de Atlixco y Matamoros, Mixteca, Tehuacán y Sierra Negra. Los Foros de Participación Ciudadana y la consulta

realizada a todos los sectores de la población, recogieron sus aspiraciones y demandas con el único objetivo de priorizar el mejoramiento de las condiciones de vida de todas y todos, a través de acciones claras, plasmadas en los objetivos proyectados en este importante ejercicio de planeación. En su elaboración, también se dio cumplimiento al mandato constitucional en beneficio de la ciudadanía, al otorgar mayores instrumentos de inclusión y participación en la vida política de nuestro Estado. Este es un Plan emitido en estricto cumplimiento a todos los ordenamientos jurídicos aplicables, desde la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Puebla, la Ley de Planeación para el Desarrollo del Estado de Puebla; así como las diversas leyes en materia de presupuesto, contabilidad gubernamental y financiera.

Su vigencia no excederá del periodo constitucional que corresponde; no obstante, contiene consideraciones y proyecciones de mayor plazo, que abren la posibilidad a que el siguiente Gobierno, pueda continuar con las líneas de acción que se proponen, o bien, las replanteen para modificarlas o adicionar lo conducente.

Su contenido, es plural e incluyente y en estricto apego a la ley, estructurado por cinco ejes estratégicos, cada uno con un objetivo y planteamiento general; así como, estrategias puntuales.

Eje 1. Seguridad y gobernanza para vivir en paz.

Eje 2. Innovación, competitividad y empleo.

Eje 3. Bienestar social, equidad e inclusión.

Eje 4. Infraestructura, movilidad, y desarrollo sostenible y sustentable.

Eje 5. Gobierno de calidad y abierto al servicio de todos.

Asimismo, contiene cuatro Estrategias Transversales:

1. Igualdad de género y grupos en situación de vulnerabilidad.
2. Estado de derecho y cultura de la legalidad.
3. Honestidad y transparencia
4. Sostenibilidad y sustentabilidad

Cuadro III.5. Vinculación del Proyecto con las estrategias del Plan a seguir por la administración en el Plan Estatal de Desarrollo.

Eje general	Programa	Estrategia	Vinculación con el proyecto
4. Infraestructura, movilidad y desarrollo sostenible y sustentable.	22. Aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. **Objetivo:** Aprovechar, conservar y proteger los ecosistemas mediante el uso sustentable de los recursos naturales.	Diseñar un modelo de gestión del medio ambiente que favorezca el aprovechamiento racional y sustentable de los recursos naturales. **4.** Fomentar en coordinación con el Gobierno Federal y los municipios, la creación y conservación de las áreas verdes. **5.** Fortalecer el desarrollo de capacidades locales para el manejo, aprovechamiento y conservación de los recursos naturales. **6.** Implementar, en coordinación con los ayuntamientos, programas	Como ya se mencionó anteriormente, con la implementación del proyecto se removerá vegetación, por lo que previo a las actividades de remoción se contempla el *Rescate y Reubicación de Especies de Flora Silvestre* con el cual se pretende proteger y conservar especies de flora nativa mediante técnicas apropiadas para garantizar su permanencia y general condiciones similares a las del área del proyecto. Lo anterior generará que la densidad forestal del predio no se reduzca ya que las plantas viables del despalme se rescatarán y sembrarán en las áreas de conservación, previniendo con ello la disminución de la densidad forestal y la posible erosión del suelo. Se propone la implementación de un Programa de rehabilitación del área aprovechada, el cual

Eje general	Programa	Estrategia	Vinculación con el proyecto
		de reforestación de áreas verdes y espacios públicos. **10.** Propiciar la conciencia ciudadana para reducir los desechos y transformarlos mediante la reutilización, reciclaje y compostaje. **23.** Impulsar el diseño y aplicación de instrumentos económicos para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad de los servicios ambientales. **33.** Implementar acciones que mitiguen las causas y efectos del cambio climático en las regiones.	contempla el establecimiento de especies nativas previamente existentes en el área del proyecto. Otro aspecto a considerar durante la implementación del proyecto es la generación de residuos sólidos, los cuales para su manejo se realizará una clasificación de contenedores para el depósito y almacenamiento de estos, evitando una mala disposición, para posteriormente ser entregados al servicio de recolección de basura de los centros de población cercanos y ser reciclados y reutilizados.

III.3.3 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO URBANO SOCIAL SUSTENTABLE DE PUEBLA

El Plan Estatal de Desarrollo Urbano Social Sustentable (PEDUSS) corresponde a la instrumentación administrativa del eje estratégico de desarrollo regional que el Plan Estatal de desarrollo 1999-2005 contempla en su instrumentación impulsar el desarrollo de Puebla.

El PEDUSS más reciente y publicado es validado el 12 de enero del 2018, el cual plantea las condiciones necesarias para mejorar la calidad de vida de la población urbana y rural de los centros de población, en un marco deseable de integración regional equilibrado, mediante la planeación del Desarrollo Urbano Sustentable, el ordenamiento territorial, el impulso al desarrollo económico y la disminución de las desigualdades sociales. Como resultado del análisis las de zonas homogéneas, se identificaron 22 Subsistemas Urbanos Sustentables, agrupados en 9 Sistemas Urbanos Ambientales Sustentables, que para efectos del desarrollo urbano serán el territorio que permitirá la determinación de la nueva estructura territorial a partir de centros de población estratégicos y centros de población de apoyo mismos que, articularan a los 217 municipios del Estado.

El presente proyecto ubicado en el municipio de Acajete, en el estado de Puebla, se encuentra en el Sistema Urbano Ambiental Sustentable (SUAS) Angelópolis.

SUAS- Angelópolis.

Los principales centros de población del SUAS Angelópolis, son Puebla, Atlixco, San Pedro Cholula, San Andrés Cholula, Huejotzingo y San Martín Texmelucan, los cuales en conjunto presentan procesos de expansión y conurbación urbana, teniendo como factor negativo que estos procesos urbanos se realizan sobre suelos hoy, con agricultura de temporal y en menor medida de riego.

El SUAS Angelópolis, se integra por los Subsistemas Urbano Sustentables – (SUBUS) de San Martín Texmelucan, Atlixco y Puebla; este último; donde su característica principal se expresa en conurbaciones físicas, extendidas hacia el norte, oriente y poniente de la Ciudad de Puebla; en una relación urbana amplia expresada en un continuo a lo largo de una línea de contacto, activado por las ventajas de accesibilidad que ofreció la zona desde los años sesenta; la autopista a México y las carreteras perpendiculares entre Puebla

y Tlaxcala, cuyas vialidades tejen los entramados urbanos o suburbanos, propiciaron la diversidad industrial y los servicios complementarios.

El Subsistemas Urbano Sustentable – (SUBUS) en el que se encuentra el proyecto es el **SUBUS Puebla.**

El SUBUS Puebla, ocupa una superficie de 1,874,000 hectáreas que representan 5.47% de la extensión territorial del Estado. Esta porción territorial es la zona más dinámica en cuanto al crecimiento económico e incremento demográfico por contar con 90% de la infraestructura económica de la entidad y aporta la mayor parte de PIB estatal derivado de estas actividades, y es la principal empleadora de mano de obra calificada y no calificada;

III.3.3.1 PROGRAMA REGIONAL DE DESARROLLO ANGELÓPOLIS (ACTUALIZACIÓN).

El Programa Regional de Desarrollo Angelópolis propone la subregionalización con el objeto de fortalecer la planeación y coordinación de esfuerzos entre actores gubernamentales, privados y otros de la sociedad, para que en un territorio específico se reconozcan sus problemas y se aprovechen sus capacidades o potencialidades; de tal manera que se generen y consoliden oportunidades de desarrollo en ese mismo territorio; de acuerdo a los siguientes criterios:

a) Hacer prevalecer las regiones socioeconómicas definidas oficialmente para el Estado de Puebla;
b) Mantener a un municipio en sus límites geográficos dentro de una sola subregión (esto es, un municipio no puede pertenecer a más de una subregión);
c) Tomar en cuenta la homogeneidad e integración geográfica y recursos naturales de un territorio;
d) Ponderar las variables sociales, culturales y económicas que dan identidad a un territorio;
e) Tomar en cuenta las vocaciones territoriales o del suelo; y
f) Considerar a la problemática y al potencial productivo que sean comunes y distintivos dentro de un territorio.

La Región Angelópolis es heterogénea con una zona claramente metropolitana alrededor de la Ciudad de Puebla, una zona eminentemente rural al oeste, pero dominada en su desarrollo por la ciudad de San Martín Texmelucan y una zona de transición entre la vida urbana y la rural hacia el oriente de la región. Por ello, se ha propuesto dividirla en tres subregiones: 1) Puebla, 2) San Martín Texmelucan, y 3) Tepeaca – Tecali de Herrera.

El Programa Regional de Desarrollo Angelópolis, parte de la adecuación y actualización de los contenidos del Plan Estatal de Desarrollo así como sus Programas Regionales de Desarrollo. El Gobierno del Estado de Puebla contribuye al establecimiento de bases para armonizar los instrumentos de planeación y perfeccionar los mecanismos de coordinación con las instancias de gobierno federal y municipal a fin de lograr el cumplimiento de los objetivos de desarrollo y superar las desigualdades entre regiones.

La vinculación a las políticas estatales para el desarrollo regional tiene sustento en el análisis de diversos aspectos de la región Sur-Sureste del país donde se encuentra ubicado R. Angelópolis y que impactan a las acciones propuestas para impulsar su competitividad a nivel nacional.

Cuadro III.6. Vinculación del Proyecto con las estrategias del Programa Regional de Desarrollo Angelópolis.

Eje general	Estrategia	Objetivos	Vinculación con el proyecto
1. Más Empleo y Mayor Inversión	1. 6 Responsabilidad para preservar los recursos naturales	**Objetivo 1.** Impulsar el desarrollo urbano y rural sustentable. **Objetivo 2.** Impulsar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales del estado. **Objetivo 3.** Atender y mitigar los factores que afectan al medio ambiente como el cambio climático y la contaminación ambiental en el estado.	Acajete, es uno de los diversos municipios propenso a una expansión urbana por lo que lo hace más susceptible a la carencia de empleo, recursos y servicios. Uno de los principales objetivos del proyecto es fomentar el desarrollo urbano con el aprovechamiento de los recursos naturales de manera amigable con el medio ambiente y al mismo tiempo generar empleos. Para evitar una afectación considerable, el proyecto protegerá y conservará especies de flora nativa mediante técnicas apropiadas para garantizar su permanencia y general condiciones similares a las del área del proyecto. Se propone un Programa de rehabilitación del área aprovechada, el cual contempla el establecimiento de especies nativas previamente existentes en el área del proyecto. Para evitar la contaminación se realizará una clasificación de contenedores para el depósito y almacenamiento de residuos, evitando una mala disposición, para posteriormente ser entregados al servicio de recolección de basura de los centros de población cercanos y ser reciclados y reutilizados.

III.3.4 PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE ACAJETE

El plan de desarrollo municipal (PMD) actualizado de Acajete Puebla aún no se encuentra publicado en el diario oficial de la federación. Por ello se presenta la vinculación con el último plan de desarrollo correspondiente al periodo 2014 – 2018.

El PMD, se constituye en la referencia principal de las diversas necesidades e inquietudes manifestadas por diversos actores sociales y organizaciones civiles, grupos organizados y población en general, cuyo principal interés ha sido buscar en este gobierno la respuesta a sus demandas. Conceptualizamos el Plan de Desarrollo Municipal, como el conjunto de decisiones explícitas, racionales y coherentes que determinan la asignación de recursos públicos para alcanzar ciertos objetivos en el corto y mediano plazo.

Para conocer las necesidades principales de la población de Acajete, se implementaron ventanillas de entrega, buzones en la Presidencia Municipal y Juntas auxiliares, a fin de recabar las sugerencias y opiniones de la población; así mismo, se utilizó como base el Comité de Planeación Municipal que agregan los líderes comunitarios, quienes comunican las necesidades de la población.

Autodiagnóstico desde lo local:

Como parte del diagnóstico se realizaron fichas de trabajo, a fin de incluir los temas de agenda desde lo local teniendo como grandes ejes:

- Desarrollo Institucional para un buen gobierno.
- Desarrollo económico sostenible.

- Desarrollo ambiental sustentable.
- Desarrollo social incluyente.

Cuadro III.7. Vinculación del proyecto con las estrategias del Plan Municipal de Desarrollo 2014 – 2018 de Acajete

Eje general	Estrategia	Vinculación con el proyecto
3. Desarrollo ambiental sustentable.	**1.** Promotor del cuidado del aire. **2.** Responsable de su basura y otros residuos. **3.** Promotor del cuidado de su imagen. **4.** Promotor de sus recursos naturales. **5.** Promotor del territorio ordenado. **6.** Promotor del cuidado del agua. **7.** Promotor del cuidado del suelo. **8.** Promotor de la educación ambiental.	La implementación del proyecto busca tener el trato más amigable posible con el medio ambiente que lo rodea, por lo que se propone lo siguiente. Respetar los límites permisibles de generación de partículas permitidos por la normatividad vigente, respetar los horarios de trabajo, realizar previo a las actividades del proyecto el mantenimiento de la maquinaria a emplear. Se establecerán contenedores clasificados por colores para el tipo de residuo generado. Se mantendrá limpio las áreas de trabajo. De manera mitigatoria y compensatoria, se implementara el rescate y reubicación de especies de flora y fauna silvestre, con el cual se pretende proteger y conservar parte de la biodiversidad existente y que posee un alto valor ecológico y cultural. Se propone la rehabilitación del área aprovechada, el cual contempla el establecimiento de especies nativas previamente existentes en el área del proyecto; así mismo, convenios con la comisión nacional forestal (CONAFOR) para reforestar una superficie similar o mayor a la del proyecto.

III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM'S)

Las Normas Oficiales Mexicanas son las regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, conforme a las finalidades establecidas en el artículo 40 de Ley Federal sobre Metrología y Normalización (1992), que establecen las reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistemas, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, mercado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación.

Las NOM's son un instrumento de gran utilidad, para llevar a cabo la realización de proyectos en cumplimiento de la legislación ambiental para que estas se tornen en obras de sustentabilidad ambiental, ya que establecen requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, metas, límites y parámetros permisibles en varios rubros (suelo, agua y aire). En esta sección, se realiza el presente análisis de concordancia a efecto de disponer de todos los elementos jurídicos aplicables para el desarrollo del proyecto.

Cuadro III.8. Vinculación del proyecto con Normas de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Secretaria del Trabajo aplicables al proyecto.

VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON NOM'S SEMARNAT		
NORMA OFICIAL MEXICANA	**ESPECIFICACIONES DE LA NOM**	**VINCULACIÓN CON EL PROYECTO**
AIRE		
NOM-041-SEMARNAT-2015. Que establece los límites máximos	Es de observancia obligatoria para el propietario de los vehículos automotores que	Se dará cumplimiento a los límites máximos permisibles establecidos por esta norma, en lo

VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON NOM'S SEMARNAT		
permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	circulan en el país, que usan gasolina como combustible, así como para los responsables de los Centros de Verificación, y en su caso unidades de Verificación, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kilogramos, motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y minera.	referente a emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible en cualquiera de las etapas del proyecto que pertenezcan a la empresa, se realizará el mantenimiento de la maquinaria y vehículos con el fin de evitar el incremento de emisión de gases.
NOM-045-SEMARNAT-2017. Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que influyan diésel como combustible.	Su cumplimiento es obligatorio para los propietarios de vehículos automotores en circulación que usan diésel, unidades de verificación y autoridades competentes. Se excluyen de la aplicación de la presente Norma, la maquinaria equipada con motores a diésel empleada en las actividades agrícolas, de construcción y de minería.	Se vigilará y dará cumplimiento a lo establecido en esta NOM durante cada una de las etapas del proyecto, cuando el uso de estos vehículos sea requerido por la empresa, principalmente en la realización del cambio de uso de suelo.
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.	Se aplica a vehículos automotores de acuerdo a su peso bruto vehicular, y motocicletas y triciclos motorizados que circulan por las vías de comunicación terrestre, exceptuando los tractores para uso agrícola, trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción y los que transitan por riel.	Por lo general todos los vehículos dispondrán de un escape, regulando la emisión de ruidos incluido en la Norma, en caso de averiarse éste, se solicitará al conductor; su reparación a la brevedad para evitar ruidos que molesten a la fauna o a los mismos trabajadores del proyecto, el mantenimiento de vehículos se realizará fuera del área del proyecto.
NOM-081-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Se aplica en la pequeña, mediana y gran industria, comercios establecidos, servicios públicos o privados y actividades en la vía pública.	
FLORA Y FAUNA		
NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna-Características de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.	Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por la Norma.	Previo al desarrollo del proyecto se realizará la identificación de las especies de flora y fauna que se encuentran en el sitio del proyecto, así como la categoría de riesgo en la cual se encuentran. Se llevará a cabo un programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna de especies susceptibles a rescate, así como de aquellas que se encuentran dentro de alguna categoría en caso de encontrarse, puesto que durante el muestreo no se encontraron especien enlistadas en la NOM.

De acuerdo con el análisis de concordancia con los planes de desarrollo y ordenamiento, así como las disposiciones jurídicas aplicables al presente proyecto, no se encontraron incompatibilidades ni contraposiciones para el desarrollo del mismo, la ejecución del proyecto estará apegado a las leyes, reglamentos y normas con el fin de evitar y reducir los impactos al ambiente. Una vez que se realizó la vinculación del proyecto con las diferentes disposiciones jurídicas, normativas y de regulación de uso de suelo, se establece que el proyecto es viable y que no se encuentra ninguna condición restrictiva para llevarse a cabo, estableciendo que las actividades se sujetarán a los límites permisibles.

III.5 OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR

III.5.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

Es la Carta Magna de la Nación, a partir de la cual se derivan las diversas regulaciones jurídicas, establece los principios básicos en los que se debe de orientar el desarrollo de la nación, en este sentido, el análisis de concordancia del proyecto con la Constitución Política permite identificar si en éste se observan los lineamientos que orientan el sentir de la nación.

Los fines del proyecto nacional contenidos en esta Constitución determinarán los objetivos de la planeación. La planeación será democrática, mediante la participación de los diversos sectores sociales recogerá las aspiraciones y demandas de la sociedad para incorporarlas al plan y los programas de desarrollo. Habrá un Plan Nacional de Desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la Administración Pública Federal.

La ley facultará al Ejecutivo para que establezca los procedimientos de participación y consulta popular en el sistema nacional de planeación democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del plan y los programas de desarrollo. Asimismo, determinará los órganos responsables del proceso de planeación y las bases para que el Ejecutivo Federal coordine mediante convenios con los gobiernos de las entidades federativas e induzca y concierte con los particulares las acciones a realizar para su elaboración y ejecución.

Cuadro III.9. Vinculación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos con el proyecto.

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS		
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**	**VINCULACIÓN CON EL PROYECTO**
Artículo 4	El varón y la mujer son iguales ante la ley. Esta protegerá la organización y el desarrollo de la familia. 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.	El proyecto se desarrollará a través de una visión de aprovechamiento sustentable, en la que se aprovecharán los recursos naturales a través de la preservación y restauración. Tanto las medidas propuestas para la mitigación de los impactos que puede causar el proyecto sobre algunos de los elementos del ambiente, presentadas en la presente manifestación, están encaminadas a garantizar la protección del ambiente y cumplir, en la medida de lo posible, con este precepto constitucional. Capítulo VI de la presente manifestación, como la integración del Programa de Vigilancia Ambiental detallado en el Capítulo VI.
Artículo 25	El Estado velará por la estabilidad de las finanzas públicas y del sistema financiero para coadyuvar a generar condiciones favorables para el crecimiento económico y el empleo. El Plan Nacional de Desarrollo y los planes estatales y municipales deberán observar dicho principio. Bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.	El presente proyecto se realizará acorde a lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo y planes de desarrollo estatal y municipal. La ejecución del proyecto se llevará a cabo a través del uso sustentable de los recursos naturales y se considera un incremento en la productividad minera de la región.
Articulo 123	Toda persona tiene derecho al trabajo digno y socialmente útil; al efecto, se promoverán la creación de empleos y la organización social de trabajo, conforme a la ley.	Durante la realización del proyecto se crearán empleos de forma directa e indirecta para cubrir las necesidades

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS		
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**	**VINCULACIÓN CON EL PROYECTO**
		que presenta el desarrollo del mismo, los empleados serán personas de los lugares cercanos.

III.5.2 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA).

La LGEEPA es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que se refiere a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable. Las disposiciones de esta ley que se vinculan con el proyecto son las que se describen a continuación.

Cuadro III.10. Vinculación del proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE		
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**	**VINCULACIÓN**
Artículo 5	Son facultad de la federación X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes;	El proyecto cumple con este artículo al desarrollar los estudios conducentes para la integración de la MIA Particular en un proyecto integral (incorporando en este estudio todas las partes que componen el proyecto) y someter éste a evaluación ante la autoridad ambiental competente para realizar el cambio de uso de suelo en una superficie de 19.0182 ha.
Artículo 28	La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: **VII.** Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.	Dentro del área del proyecto se encuentra vegetación forestal perteneciente a bosque de encino, que será afectada por la realización del proyecto en una superficie de 19.0182 ha, por ende, se requiere la autorización del cambio de uso de suelo (Fracción VII). Debido a que para la realización del proyecto se requiere de la autorización en materia de impacto ambiental para realizar cambio de uso de suelo en terrenos forestales para la extracción de piedra caliza, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular.
Artículo 121	No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.	El proyecto contempla el arrendamiento de un sanitario portátil durante el proyecto, por lo que el contratista se hará cargo de la disposición de las aguas residuales en los sitios adecuados, cuidando de no realizar las descargas en cuerpos o corrientes de agua-

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE		
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**	**VINCULACIÓN**
Artículo 134	Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios: II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos, III. Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficiente.	Durante el proyecto se espera la generación de residuos, para evitar que los diversos residuos generados contaminen el área, se realizará una clasificación de contenedores para el depósito y almacenamiento de estos, evitando principalmente una mala disposición de los residuos sólidos.

III.5.3 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS) PUBLICADA EN EL DOF EL 05-06-2018.

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios.

Cuadro III.11. Vinculación del proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE		
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**	**VINCULACIÓN**
Artículo 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 de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales; **LXXI. Terreno forestal**: Es el que está cubierto por vegetación forestal y produce bienes y servicios forestales. No se considerará terreno forestal, para efectos de esta Ley, el que se localice dentro de los límites de los centros de población, en términos de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, con excepción de las áreas naturales protegidas. **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;	En el área del proyecto se determinó con presencia de vegetación forestal, correspondiente a bosque de encino, se encontró vegetación característica de este tipo de vegetación como lo es: *Quercus dysophylla, Arbutus xalapensis, Verbesina hypoglauca, Comarostaphylis polifolia, Helianthemum glomeratum, Muhlenbergia distichophylla, Agave nussaviorum, Tillandsia recurvata*, etc…
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. En las autorizaciones de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, la autoridad deberá dar respuesta	El proyecto requiere el cambio de uso del suelo en terrenos forestales en una superficie de 19.0182 hectáreas, motivo por lo que se tendrá que contar con dicha autorización ante la Secretaría. Asimismo, como parte de las medidas preventivas y de mitigación se establecerá un programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna

LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE		
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**	**VINCULACIÓN**
	debidamente fundada y motivada a las propuestas y observaciones planteadas por los miembros del Consejo Estatal Forestal. No se podrá otorgar autorización de cambio de uso del suelo en terreno incendiado sin que hayan pasado 20 años y que se acredite fehacientemente a la Secretaría que el ecosistema se ha regenerado totalmente, mediante los mecanismos que para tal efecto se establezcan en el reglamento correspondiente. Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat. Dichas autorizaciones deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.	para reducir los impactos generados sobre el área del proyecto.
Artículo 155	Son infracciones a lo establecido en esta Ley: I. Realizar en terrenos forestales o preferentemente forestales cualquier tipo de obras o actividades distintas a las actividades forestales inherentes a su uso, en contravención de esta Ley, su Reglamento o de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables; VII. Cambiar el uso de suelo de los terrenos forestales, sin contar con la autorización correspondiente.	El objetivo de este documento es precisamente la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental por el cambio de uso del suelo, en una superficie de 19.0182 ha motivo por el cual se presenta la Manifestación de impacto ambiental, modalidad particular.

III.5.4 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS)

La presente Ley es de orden público y de interés social, reglamentario del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por la ley forestal y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo.

Cuadro III.12. Vinculación del proyecto con la LGVS.

LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS)			
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**		**VINCULACIÓN DEL PROYECTO**
Título I Disposiciones Preliminares			**VINCULACIÓN**
Artículo 1	La presente Ley es de orden público y de interés social, reglamentario del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción. El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por las leyes forestales y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo.		El artículo 1 es aplicable desde el momento en que se proyectan las primeras acciones para obtener información de la zona en la cual se ejecutará el proyecto. Ya que la planeación y elaboración de la manifestación, considera de antemano que el nivel de afectación del factor flora y el factor fauna será el mínimo posible. Por ello, se ejecuta un programa de rescate y reubicación de flora y fauna para especies que no se encuentran en categoría de riesgo y en caso de encontrar especies con alguna categoría serán rescatadas y reubicadas, con ello compensa y minimiza los efectos negativos ocasionados por la ejecución del proyecto.
Título II Política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat			**VINCULACIÓN**
Artículo 5	El objetivo de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, es su conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del país.	**Fracción I.** La conservación de la diversidad genética, así como la protección, restauración y manejo integral de los hábitats naturales, como factores principales para la conservación y recuperación de las especies silvestres.	Las especies de flora y fauna silvestres presentes en el área del proyecto serán reubicadas, hacia hábitats alternos cuyas condiciones ambientales sean similares a las del hábitat de procedencia, asegurando la integridad de las especies y restableciendo la dinámica poblacional de las mismas.
		Fracción II. Las medidas preventivas para el mantenimiento de las condiciones que propician la evolución, viabilidad y continuidad de los ecosistemas, hábitats y poblaciones en sus entornos naturales. En ningún caso la falta de certeza científica se podrá argumentar como justificación para postergar la adopción de medidas eficaces para la conservación y manejo integral de la vida silvestre y su hábitat.	El proyecto contempla en todo momento medidas eficaces para la conservación los recursos naturales presentes en el área del proyecto. Además, se realizó un muestreo de flora y fauna en áreas fuera de la influencia del área del proyecto, de tal manera que se demuestra la presencia de las especies de dicha área en sitios alternos y fuera del área de influencia del proyecto. Demostrando así, que el área del proyecto corresponde a una mínima porción de ecosistema. Y que las especies presentes son comunes en la zona.

LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS)			
			Por lo tanto la continuidad del ecosistema se podrá restaurar al momento de la reubicación de especies.
Título V Disposiciones comunes para la conservación y el Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre **Capítulo I** Disposiciones Preliminares			**VINCULACIÓN**
Artículo 19	Las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat.		El desarrollo del presente proyecto se contempla llevar a cabo la intervención a los recursos naturales por ende se apegará al presente artículo buscando que la realización sea a través del aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Para ello se establecerán mecanismos que garanticen la preservación de la vida silvestre. (Se implementarán programas de rescate y reubicación de especies de flora y fauna) con el fin de reducir los efectos que el proyecto pueda ocasionar sobre la vida silvestre.

III.5.5 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS

Esta ley se decretó el 8 de Octubre de 2003 y entró en vigor el 6 de enero de 2004, sus disposiciones son de orden público e interés social y su objeto consiste en garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado, así como propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos (RP), de los residuos sólidos urbanos (RSU) y de los de manejo especial (RME); además de prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. Con motivo de lo anteriormente expuesto es que esta ley es reglamentaria de la Carta Magna, en relación a las disposiciones referentes a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos en el territorio nacional.

Cuadro III.13. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

ARTÍCULOS	ESPECIFICACIONES	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
Art. 1	La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.	Durante el proyecto se generarán residuos sólidos, para los cuales se realizará una clasificación de contenedores para el depósito y almacenamiento de estos, evitando principalmente una mala disposición de estos.
Art. 18	Los residuos sólidos urbanos podrán sub clasificarse 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.	Como ya se mencionó anteriormente, durante el proyecto se generarán residuos sólidos, los cuales serán depositados en contenedores clasificados y almacenados para su disposición final.

III.5.6 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.

El presente 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 del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental.

Cuadro III.14. Vinculación del proyecto con el REIA.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.		
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**	**VINCULACIÓN**
Artículo 5	Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental. **O)** CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS: II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más del veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas.	El proyecto requiere el cambio de uso del suelo de áreas forestales en una superficie de 19.0182 hectáreas, por lo que se somete a evaluación la presente manifestación de impacto ambiental. La comunidad vegetal en el sitio corresponde vegetación de bosque de encino.

III.5.7 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

Cuadro III.15. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).

ARTÍCULO	ESPECIFICACIONES	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
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.	Como se menciona en el artículo 7 de la LGDFS se identificó el área del proyecto como bosque de encino, esta fracción del artículo nos sirve para definir el tipo de vegetación a afectar por la realización del proyecto. Lo que le aplica de esta definición es la predominancia de especies leñosas y que tiene una cobertura de copa mayor al 10% de la superficie en la que se encuentran.

III.5.8 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE.

Cuadro III.16. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE		
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**	**VINCULACIÓN DEL PROYECTO**
Título Primero Disposiciones Generales		**VINCULACIÓN**
Capítulo Único		

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE		
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**	**VINCULACIÓN DEL PROYECTO**
Artículo 1	El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Vida Silvestre.	Tiene por objeto reglamentar a la LGVS, para verificar que se cumpla con el adecuado manejo de la flora y fauna, evitando el mayor daño posible a las especies que se encuentran dentro del área del proyecto, por lo tanto, se debe tomar en cuenta para determinar las medidas necesarias para reducir daños.

III.5.9 CONVENIOS O TRATADOS INTERNACIONALES.

Dentro de este apartado se identificaron los convenios o tratados internacionales que pudieran, de alguna manera, aplicar específicamente al área de desarrollo del proyecto.

III.5.9.1 Sitio Ramsar.

La denominación de “sitios Ramsar” se otorga a los humedales que fueron incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional, también conocida como la Lista de Ramsar, la cual deriva del Tratado Internacional respectivo.

Los sitios Ramsar son designados por que cumplen con los criterios para la identificación de Humedales de importancia internacional. El primer criterio se refiere a los sitios que contienen tipos de humedales representativos, raros o únicos, y los otros ocho abarcan los sitios de importancia internacional para la conservación de la diversidad biológica.

En la actualidad, México tiene identificada una superficie de 8,643,581.516 ha[1], distribuida en 142 sitios catalogados en la Lista de Ramsar.

En la consulta que se realizó en el portal de la Comisión Nacional de la Biodiversidad (CONABIO) se identificó que en el área donde se pretende ubicar el proyecto no se localiza ningún sitio RAMSAR. El más próximo está ubicado a 27.5 km del proyecto, denominado Presa Manuel Ávila Camacho (Presa Valsequillo) y 56.3 km del proyecto, el denominado Presa de Atlangatepec, a continuación se muestra la ubicación.

[1] Sitios RAMSAR en México consultado en: http://ramsar.conanp.gob.mx/sitios.php

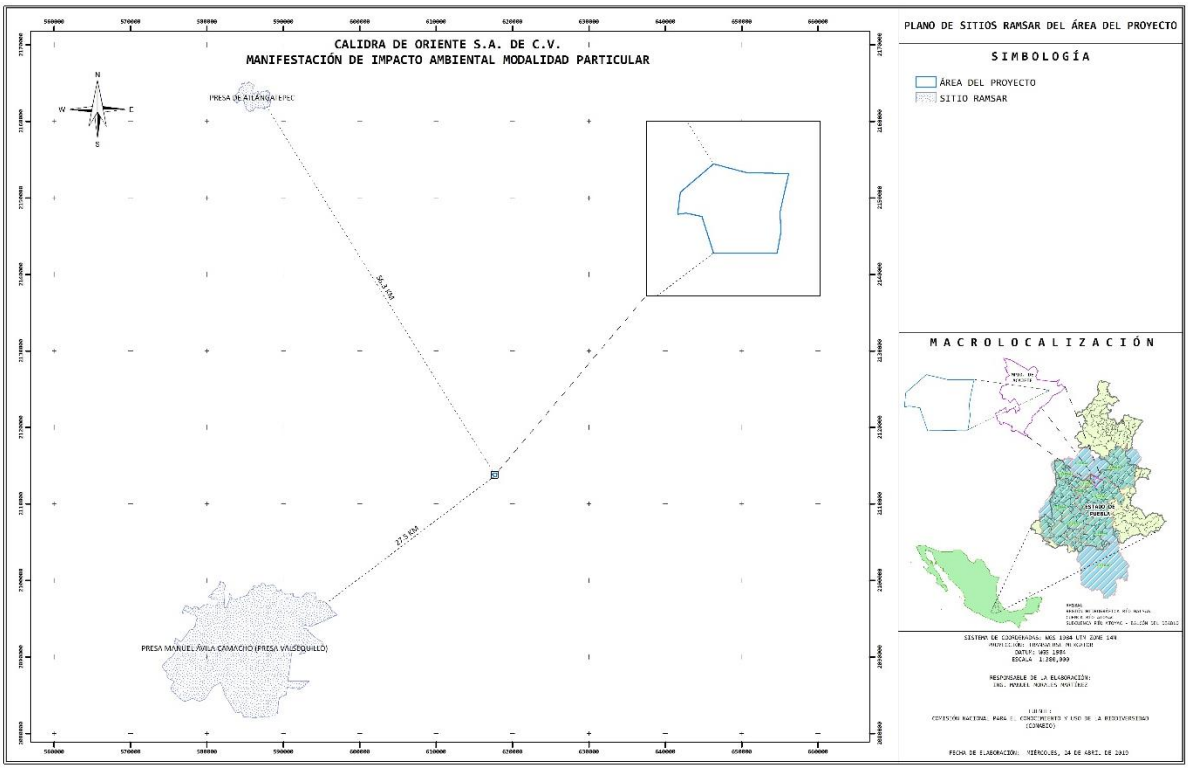


Figura III.7. Ubicación de los sitios Ramsar.

III.5.9.2 ESTATUS DE ESPECIES FLORÍSTICAS DE ACUERDO A CITES

CITES es la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, es un acuerdo internacional entre gobiernos. Su objetivo es garantizar que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no amenace su supervivencia.

Las especies cubiertas por la CITES se enumeran en tres apéndices, de acuerdo con el grado de protección que necesitan. Los apéndices I, II y III de la Convención son listas de especies con diferentes niveles o tipos de protección contra la sobreexplotación:

- **El Apéndice I** enumera las especies que están en mayor peligro de extinción entre los animales y plantas incluidos en la CITES y prohíbe el comercio internacional de especímenes de estas especies, excepto cuando el propósito de la importación no es comercial, por ejemplo, para investigación científica. En estos casos excepcionales, el comercio puede tener lugar siempre que esté autorizado para otorgar tanto un permiso de importación como un permiso de exportación.
- **El Apéndice II** enumera especies que no están necesariamente ahora en peligro de extinción pero que pueden serlo a menos que el comercio esté estrechamente controlado. El comercio internacional de especímenes de especies del Apéndice II puede ser autorizado mediante la concesión de un permiso de exportación o certificado de reexportación. No es necesario un permiso de importación para estas especies bajo la CITES.
- **El Apéndice III** es una lista de especies incluidas a solicitud de una parte que ya regula el comercio de la especie y que necesita la cooperación de otros países para prevenir la explotación insostenible o ilegal. El comercio internacional de especímenes de las especies

enumeradas en este Apéndice solo se permite con la presentación de los permisos o certificados correspondientes.

A continuación se presenta el estatus de las especies de acuerdo con la normatividad internacional conforme en la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora Silvestre, en sus siglas CITES; registradas en bosque de encino en el AP, cabe mencionar que para la fauna silvestre no se registró ninguna especie en estatus dentro de CITES.

Cuadro III.17. Estatus de las especies de flora enlistadas de acuerdo al convenio de CITES.

EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS				
FAMILIA	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**ESTATUS CITES**
Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria haageana*	Caca de burro	**II**
Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	**II**

Para la protección y supervivencia de estas especies que se encuentran en un apéndice dentro del CITES se realizará el rescate y reubicación a sitios similares al área del proyecto.

III.5.9.3 CORREDORES BIOLÓGICOS

Actualmente, La Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo define a un corredor biológico como “un espacio geográfico delimitado que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitat, naturales o modificados, y asegura el mantenimiento de la diversidad biológica y los procesos ecológicos y evolutivos”.

Dentro de los corredores biológicos Mesoamericanos se encuentran los siguientes:

1. Corredor Calakmul- Bala´an K´aax
2. Corredor Costa Norte de Yucatán
3. Corredor Selva Maya Zoque
4. Corredor Sian Ka´an- Bala´an K´aax
5. Corredor Sierra Madre del Sur
6. Humedales costeros- Sierra de Huimanguillo
7. Oaxaca
8. Pantanos de Centla- Cañón de Usumacinta
9. Sierra de Tabasco

Sin embargo, como se muestra en la figura siguiente, el área del proyecto no se encuentra dentro de ningún corredor biológico, el más cercano es el de Oaxaca ubicado a 131.43 km.

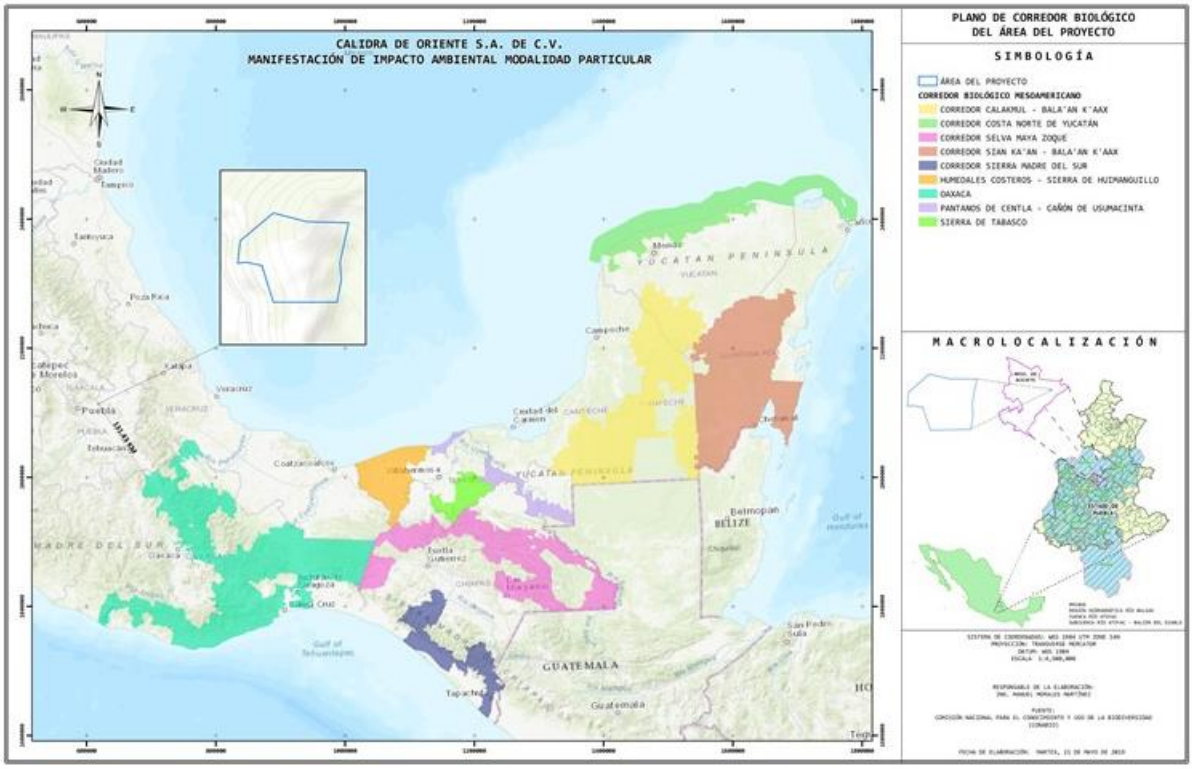


Figura III.8. Corredor biológico cercano al área del proyecto.

Nota: Se anexa cartografía del documento en el **ANEXO 14. ANEXO CARTOGRÁFICO, CAPÍTULO III.**

CAPÍTULO IV

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

ÍNDICE DE GENERAL

IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. 1
IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. 1
IV.2 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA). 2
IV.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTA 4
IV.3.1 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL. 4
IV.3.1.1 MEDIO ABIÓTICO 5
IV.3.1.1.1 CLIMA 5
IV.3.1.1.2 FENÓMENOS CLIMATOLÓGICOS 10
IV.3.1.1.3 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA 23
IV.3.1.1.4 EDAFOLOGÍA 49
IV.3.1.1.5 HIDROLOGÍA 53
IV.3.1.1.5.1 SUPERFICIAL 53
IV.3.1.1.5.2 SUBTERRÁNEA 60
IV.3.1.2 MEDIO BIÓTICO 66
IV.3.1.2.1 SISTEMA AMBIENTAL (SA) 67
IV.3.1.2.1.1 ESTADO DE CONSERVACIÓN EN LA SUPERFICIE DEL SA 83
IV.3.1.2.1.2 METODOLOGÍA QUE SE EMPLEÓ EN LA TOMA DE DATOS PARA LA FLORA 84
IV.3.1.2.1.3 COMPOSICIÓN DE POBLACIONES Y COMUNIDADES 99
IV.3.1.2.1.4 ANÁLISIS DE LA RIQUEZA FLORÍSTICA. 101
IV.3.1.2.1.5 DIVERSIDAD FLORÍSTICA 122
IV.3.1.2.1.6 BIODIVERSIDAD 152
IV.3.1.2.1.7 ECOSISTEMAS 170
IV.3.1.2.1.8 ECOSISTEMAS AMBIENTALMENTE SENSIBLES 176
IV.3.1.2.2 ÁREA DE INFLUENCIA (AI) 184
IV.3.1.2.2.1 ESTADO DE CONSERVACIÓN EN LA SUPERFICIE DEL AI 193
IV.3.1.2.2.2 METODOLOGÍA QUE SE EMPLEÓ EN LA TOMA DE DATOS PARA LA FLORA 194
IV.3.1.2.2.3 COMPOSICIÓN DE POBLACIONES Y COMUNIDADES 204
IV.3.1.2.2.4 ANÁLISIS DE LA RIQUEZA FLORÍSTICA. 206
IV.3.1.2.2.5 DIVERSIDAD FLORÍSTICA 217
IV.3.1.2.2.6 BIODIVERSIDAD 233
IV.3.1.2.2.7 ECOSISTEMAS 243
IV.3.1.2.2.8 ECOSISTEMAS AMBIENTALMENTE SENSIBLES 246

IV.3.1.2.3 ÁREA DEL PROYECTO (AP) 246
IV.3.1.2.3.1 ESTADO DE CONSERVACIÓN EN LA SUPERFICIE DEL AP 253
IV.3.1.2.3.2 METODOLOGÍA QUE SE EMPLEÓ EN LA TOMA DE DATOS PARA LA FLORA 254
IV.3.1.2.3.3 COMPOSICIÓN DE POBLACIONES Y COMUNIDADES 263
IV.3.1.2.3.4 ANÁLISIS DE LA RIQUEZA FLORÍSTICA. 265
IV.3.1.2.3.5 DIVERSIDAD FLORÍSTICA 283
IV.3.1.2.3.6 BIODIVERSIDAD 302
IV.3.1.2.3.7 ECOSISTEMAS 316
IV.3.1.2.3.8 ECOSISTEMAS AMBIENTALMENTE SENSIBLES 319
IV.3.1.2.4 FAUNA 319
IV.3.1.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO 405
IV.3.1.4 PAISAJE 409
IV.3.1.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 418
IV.4 BIBLOGRAFÍA 430

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV.1. Área de influencia del proyecto. 2
Figura IV.2. Criterios empleados para la determinación del sistema ambiental. 3
Figura IV.3. Sistema ambiental. 4
Figura IV.4. Clima presente en el sistema ambiental. 6
Figura IV.5. Representación gráfica de la temperatura de la estación Acajete. 7
Figura IV.6. Representación gráfica de la temperatura de la estación Zitlaltepec. 8
Figura IV.7. Representación gráfica de la precipitación de la estación Acajete. 9
Figura IV.8. Representación gráfica de la precipitación de la estación Zitlaltepec. 9
Figura IV.9. Clima del área de influencia y área del proyecto. 10
Figura IV.10. Grado de riesgo de ciclones tropicales dentro del SA. 11
Figura IV.11. Grado de riesgo de ciclones tropicales en el AI. 12
Figura IV.12. Grado de riesgo de ciclones tropicales en el AP. 13
Figura IV.13. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del SA. 14
Figura IV.14 . Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del AI. 15
Figura IV.15 . Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del AP. 15
Figura IV.16. Grado de riesgo de granizo dentro del SA. 16
Figura IV.17. Grado de riesgo de granizo dentro del AI. 17
Figura IV.18. Grado de riesgo de granizo dentro del AP. 18
Figura IV.19. Grado de riesgo por sequía en el SA. 19
Figura IV.20. Grado de riesgo de por sequía en el AI. 20
Figura IV.21. Grado de riesgo de por sequía en el AP. 20
Figura IV.22. Mapa de vientos presentes en SA. 21
Figura IV.23. Mapa de vientos presentes en AI. 22
Figura IV.24. Mapa de vientos presentes en AP. 22
Figura IV.25. Mapa de topoformas del sistema ambiental. 23

Figura IV.26. Provincias fisiográficas de la República Mexicana. 25
Figura IV.27. Provincia en el sistema ambiental..... 27
Figura IV.28. Subprovincia fisiográfica del sistema ambiental. 28
Figura IV.29. Topoformas del área de influencia y área del proyecto. 29
Figura IV.30. Provincias del AI y AP..... 30
Figura IV.31. Subprovincia del AI y AP. 30
Figura IV.32. Pendientes en el sistema ambiental. 31
Figura IV.33. Pendientes en el área de influencia y área del proyecto..... 32
Figura IV.34. Fracturas del SA. 33
Figura IV.35. Fallas y fracturas dentro del AI. 34
Figura IV.36. Fallas y fracturas dentro del AP. 34
Figura IV.37. Exposiciones del SA. 35
Figura IV.38. Exposiciones del AI y AP. 37
Figura IV.39. Características geológicas del sistema ambiental. 38
Figura IV.40. Características geológicas del AI y AP. 39
Figura IV.41. Elevaciones en el SA. 40
Figura IV.42. Elevaciones en el AI y AP. 41
Figura IV.43. Elevaciones en el AI y AP. 41
Figura IV.44. Región potencial de deslizamientos de laderas del SA. 42
Figura IV.45. Región potencial de deslizamientos de laderas del AI. 43
Figura IV.46. Región potencial de deslizamientos de laderas del AP. 43
Figura IV.47. Sismicidad del SA. 44
Figura IV.48. Sismicidad del AI. 45
Figura IV.49. Sismicidad del AP. 45
Figura IV.50. Riesgo por inundación dentro del SA. 46
Figura IV.51. Riesgo por inundación dentro del AI y AP. 47
Figura IV.52. Volcanes activo cercanos al SA. 48
Figura IV.53. Volcanes activos, cercanos al AI y AP. 49
Figura IV.54. Tipo de suelo en el sistema ambiental. 50
Figura IV.55. Tipo de suelo en el área de influencia y área del proyecto. 51
Figura IV.56. Sistema ambiental dentro de la región hidrográfica. 54
Figura IV.57. Sistema ambiental dentro de la cuenca. 55
Figura IV.58. Sistema ambiental dentro de la subcuenca. 55
Figura IV.59. Hidrología del sistema ambiental. 56
Figura IV.60. Ubicación del área de influencia en la región hidrográfica. 57
Figura IV.61. Ubicación del área del proyecto en la región hidrográfica. 57
Figura IV.62. Ubicación del área de influencia en la cuenca. 58
Figura IV.63. Ubicación del área del proyecto en la cuenca. 58
Figura IV.64. Ubicación del área de influencia en la subcuenca. 59
Figura IV.65. Ubicación del área del proyecto en la subcuenca. 59
Figura IV.66. Hidrología presente en el AI y AP 60
Figura IV.67. Hidrología subterránea del SA. 63
Figura IV.68. Hidrología subterránea del AI y AP. 64
Figura IV.69. Vegetación y uso de suelo en México, 2007. 67
Figura IV.70. Mapa de ubicación del SA en la carta de tipos de vegetación de la zona (Serie III)..... 71
Figura IV.71. Mapa de ubicación del SA en la carta de tipos de vegetación de la zona (Serie VI). 72
Figura IV.72. Reforestación acumulada por entidad federativa, 1993-2004..... 73

Figura IV.73. Mapa de ubicación del SA. 80
Figura IV.74. Área de influencia de los sitios en el SA para bosque de encino (Figura 1). 82
Figura IV.75. Área de influencia de los sitios en el SA para bosque de encino (Figura 2). 82
Figura IV.76. Diagrama Ombrotérmico de la estación meteorológica 29026 (Zitlaltepec). 90
Figura IV.77. Diagrama Ombrotérmico de la estación meteorológica 21136 (Acajete). 91
Figura IV.78. Sitios de muestreo del estrato arbóreo para BE en el área del SA. 95
Figura IV.79. Sitios de muestreo para el estrato arbustivo para BE en el área del SA. 96
Figura IV.80. Sitios de muestreo para el estrato herbáceo para BE en el área del SA. 97
Figura IV.81. Sitios de muestreo para el estrato epífitas y/o cactáceas para BE en el área del SA. 98
Figura IV.82. Distribución nativa de las especies en cada uno de los estratos de flora para BE en el área del SA.. 110
Figura IV.83. Distribución endémica de las especies en cada uno de los estratos de flora para BE en el área del SA. 111
Figura IV.84. Distribución exótica de las especies en cada uno de los estratos de flora para BE en el área del SA.112
Figura IV.85. Distribución sin información de las especies en cada uno de los estratos de flora para BE en el área del SA. 113
Figura IV.86. Mapa de distribución de especies del estrato arbustivo para BE. 121
Figura IV.87. Dendrograma de similitud del estrato arbóreo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia para BE en el área del SA. 144
Figura IV.88. Dendrograma de similitud del estrato arbustivo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia para BE en el área del SA. 146
Figura IV.89. Dendrograma de similitud del estrato herbáceo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia para BE en el área del SA. 148
Figura IV.90. Dendrograma de similitud del estrato epífitas y/o cactáceas construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia para BE en el área del SA. 150
Figura IV.91. AICA'S cercanas al SA. 162
Figura IV.92. ANP'S cercanas al SA. 163
Figura IV.93. Corredores biológicos cercanos al SA. 164
Figura IV.94. Mapa de ubicación del SA dentro de la Ecorregión 13.4.2.2. 165
Figura IV.95. Ecorregiones marinas de América del Norte cercanas al SA. 166
Figura IV.96. Mapa de ubicación del SA dentro de la RHP. 167
Figura IV.97. RTP'S cercanas al SA. 168
Figura IV.98. Sitios Ramsar cercanas al SA. 169
Figura IV.99. Mapa de ubicación del SA año 2007. 174
Figura IV.100. Mapa de ubicación del SA (2017). 175
Figura IV.101. Mapa de ubicación del AI en la carta de tipos de vegetación de la zona (Serie III). 186
Figura IV.102. Mapa de ubicación del AI en la carta de tipos de vegetación de la zona (Serie VI). 187
Figura IV.103. Mapa de ubicación del AI. 192
Figura IV.104. Diagrama Ombrotérmico de la estación meteorológica 21136 (Acajete). 196
Figura IV.105. Sitios de muestreo para el estrato arbóreo de bosque de encino para el AI. 200
Figura IV.106. Sitios de muestreo para el estrato arbustivo de bosque de encino para el AI. 201
Figura IV.107. Sitios de muestreo para el estrato herbáceo de bosque de encino para el AI. 202
Figura IV.108. Sitios de muestreo para el estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AI. 203
Figura IV.109. Distribución en el estrato arbóreo de bosque de encino para el AI. 211
Figura IV.110. Distribución en el estrato arbustivo de bosque de encino para el AI. 211
Figura IV.111. Distribución en el estrato herbáceo de bosque de encino para el AI. 212
Figura IV.112. Distribución en el estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AI. 212

Figura IV.113. Mapa de distribución de especies del estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AI. 216
Figura IV.114. Dendrograma de similitud del estrato arbóreo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia de bosque de encino para el AI. 229
Figura IV.115. Dendrograma de similitud del estrato arbustivo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia de bosque de encino para el AI. 230
Figura IV.116. Dendrograma de similitud del estrato herbáceo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia de bosque de encino para el AI. 231
Figura IV.117. Dendrograma de similitud del estrato epífitas y/o cactáceas construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia de bosque de encino para el AI. 232
Figura IV.118. AICA'S cercanas al AI. 235
Figura IV.119. ANP'S cercanas al AI. 236
Figura IV.120. Corredores biológicos cercanos al AI. 237
Figura IV.121. Mapa de ubicación del AI dentro de la Ecorregión 13.4.2.2. 238
Figura IV.122. Ecorregiones marinas de América del Norte cercanas al AI. 239
Figura IV.123. RHP's cercanas al AI. 240
Figura IV.124. RTP'S cercanas al AI. 241
Figura IV.125. Sitios Ramsar cercanas al AI. 242
Figura IV.126. Mapa de ubicación del AI en el año 2007. 244
Figura IV.127. Mapa de ubicación del AI (2018). 245
Figura IV.128. Mapa de ubicación del AP en la carta de tipos de vegetación de la zona (Serie III). 247
Figura IV.129. Mapa de ubicación del AP en la carta de tipos de vegetación de la zona (Serie VI). 248
Figura IV.130. Mapa de ubicación del AP. 252
Figura IV.131. Diagrama Ombrotérmico de la estación meteorológica 21136 (Acajete). 256
Figura IV.132. Sitios de muestreo para el estrato arbóreo de bosque de encino para el AP. 259
Figura IV.133. Sitios de muestreo para el estrato arbustivo de bosque de encino para el AP. 260
Figura IV.134. Sitios de muestreo para el estrato herbáceo de bosque de encino para el AP. 261
Figura IV.135. Sitios de muestreo para el estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AP. 262
Figura IV.136. Distribución en el estrato arbóreo de bosque de encino para el AP. 269
Figura IV.137. Distribución en el estrato arbustivo de bosque de encino para el AP. 270
Figura IV.138. Distribución en el estrato herbáceo de bosque de encino para el AP. 270
Figura IV.139. Distribución en el estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AP. 271
Figura IV.140. Mapa de distribución de especies del estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AP. 275
Figura IV.141. Dendrograma de similitud del estrato arbóreo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia de bosque de encino para el AP. 295
Figura IV.142. Dendrograma de similitud del estrato arbustivo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia de bosque de encino para el AP. 296
Figura IV.143. Dendrograma de similitud del estrato herbáceo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia de bosque de encino para el AP. 297
Figura IV.144. Dendrograma de similitud del estrato epífitas y/o cactáceas construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia de bosque de encino para el AP. 298
Figura IV.145. Comparativo de la diversidad beta de flora en la vegetación correspondiente a bosque de encino en las unidades de análisis (AP, AI y SA). 299
Figura IV.146. Comparativo de la diversidad gamma de flora en la vegetación correspondiente a bosque de encino en tres unidades de análisis (SA, AI y AP). 301
Figura IV.147. Comparativo de la riqueza especifica existente en el SA, AI y AP. 304

Figura IV.148. Comparativo del índice de Shannon – Wienner en el SA, AI y AP. 306
Figura IV.149. Comparativo del índice de Simpson en el sistema SA, AI y AP..... 307
Figura IV.150. AICA'S cercanas al AP. 308
Figura IV.151. ANP'S cercanas al AP. 309
Figura IV.152. Corredores biológicos cercanos al AP. 310
Figura IV.153. Mapa de ubicación del AP dentro de la Ecorregión 13.4.2.2. 311
Figura IV.154. Ecorregiones marinas de América del Norte cercanas al AP. 312
Figura IV.155. RHP's cercanas al AP. 313
Figura IV.156. RTP'S cercanas al AP. 314
Figura IV.157. Sitios Ramsar cercanas al AP. 315
Figura IV.158. Mapa de ubicación del AP en el año 2007. 317
Figura IV.159. Mapa de ubicación del AP en el año de 2018. 318
Figura IV.160. Rutas de vuelo de aves migratorias de América del Norte en relación al área del proyecto, al área de influencia y al sistema ambiental. 321
Figura IV.161. Plano de corredores biológicos pertenecientes al CBMM con respecto al área del proyecto, al área de influencia y al sistema ambiental. 322
Figura IV.162. Áreas de conservación de especies con respecto al área del proyecto, al área de influencia y al sistema ambiental. 323
Figura IV.163. Hábitats disponibles de fauna silvestre con respecto al área del proyecto, al área de influencia y al sistema ambiental. 324
Figura IV.164. Ubicación de los puntos de conteo y transectos establecidos en el área del proyecto. 333
Figura IV.165. Ubicación de los puntos de conteo y transectos establecidos en el área de influencia. 334
Figura IV.166. Ubicación de los puntos de conteo y transectos establecidos en el sistema ambiental. 334
Figura IV.167. Condiciones ambientales en el área del proyecto. 335
Figura IV.168. Condiciones ambientales en el área de influencia. 337
Figura IV.169. Condiciones ambientales en el sistema ambiental. 338
Figura IV.170. Distribución de las especies de avifauna registradas en cada uno de los puntos de conteo en el área del proyecto. 341
Figura IV.171. Curva de acumulación de especies de avifauna con un modelo potencial y logarítmico. 342
Figura IV.172. Mastofauna registrada en los dos transectos establecidos en el área del proyecto. 347
Figura IV.173. Herpetofauna en cada uno de los transectos establecidos en el área del proyecto. 351
Figura IV.174. Distribución de las especies de avifauna registradas en cada uno de los puntos de conteo en el área de influencia. 356
Figura IV.175. Curva de acumulación de especies de avifauna con un modelo potencial y logarítmico. 357
Figura IV.176. Distribución de las especies de mastofauna registradas en cada uno de los transectos en el área de influencia. 363
Figura IV.177. Curva de acumulación de especies de mastofauna con un modelo potencial y logarítmico. 364
Figura IV.178. Herpetofauna en cada uno de los transectos establecidos en el área de influencia. 367
Figura IV.179. Distribución de las especies de avifauna registradas en cada uno de los puntos de conteo en el sistema ambiental. 374
Figura IV.180. Curva de acumulación de especies de avifauna con un modelo potencial y logarítmico. 376
Figura IV.181. Distribución de las especies de mastofauna registradas en cada uno de los transectos del sistema ambiental. 383
Figura IV.182. Curva de acumulación de especies de mastofauna con un modelo potencial y logarítmico. 384
Figura IV.183. Herpetofauna en cada uno de los transectos establecidos en el sistema ambiental. 388
Figura IV.184. Curva de acumulación de especies de herpetofauna con un modelo potencial y logarítmico. 389

Figura IV.185. Arriba: Distribución potencial y observaciones recientes de la especie *Phrynosoma orbiculare* en México. Abajo: Distribución potencial y observaciones recientes de la especie *Phrynosoma orbiculare* en la zona de estudio. Fuente: https://www.naturalista.mx/taxa/36307-Phrynosoma-orbiculare. 391
Figura IV.186. Comparativo de la riqueza específica de fauna silvestre. 394
Figura IV.187. Comparativo de las métricas de diversidad de fauna silvestre en tres unidades de análisis. 396
Figura IV.188. Comparativo de la diversidad beta de la avifauna en tres unidades de análisis (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental). 398
Figura IV.189. Comparativo de la diversidad beta de la mastofauna en tres unidades de análisis (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental). 399
Figura IV.190. Comparativo de la diversidad beta de la mastofauna en tres unidades de análisis (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental). 400
Figura IV.191. Comparativo de la diversidad gamma de la avifauna en tres unidades de análisis (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental). 401
Figura IV.192. Comparativo de la diversidad gamma de la mastofauna en tres unidades de análisis (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental). 402
Figura IV.193. Comparativo de la diversidad gamma de la herpetofauna en tres unidades de análisis (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental). 403
Figura IV.194. Ubicación del municipio de Acajete en el contexto estatal. 406
Figura IV.195. Distribución de la población con base en el sexo, 2010. 407

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro IV.1. Coordenadas del área de influencia. 1
Cuadro IV.2. Características bióticas y abióticas del área del proyecto. 4
Cuadro IV.3. Grupos y climas. 5
Cuadro IV.4. Climas C (templados húmedos). 6
Cuadro IV.5. Registro de la temperatura, estación meteorológica "Acajete". 7
Cuadro IV.6. Registro de la temperatura, estación meteorológica "Zitlaltepec". 8
Cuadro IV.7. Registro de la precipitación, estación meteorológica "Acajete". 8
Cuadro IV.8. Registro de la precipitación, estación meteorológica "Zitlaltepec". 9
Cuadro IV.9. Grado de riesgo de ciclones tropicales dentro del SA. 11
Cuadro IV.10. Grado de riesgo de ciclones tropicales dentro del AI y AP. 12
Cuadro IV.11. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del SA. 13
Cuadro IV.12. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del AI y AP. 14
Cuadro IV.13. Grado de riesgo de granizo dentro del SA. 16
Cuadro IV.14. Grado de riesgo de granizo dentro del SA. 17
Cuadro IV.15. Grado de riesgo por sequía dentro del SA. 18
Cuadro IV.16. Grado de riesgo por sequía dentro del AI y AP. 19
Cuadro IV.17. Información del viento en CENAPRED para el SA. 21
Cuadro IV.18. Información del viento en CENAPRED para el AI y AP. 21
Cuadro IV.19. Fisiografía del sistema ambiental. 23
Cuadro IV.20. Provincias fisiográficas de México. 25
Cuadro IV.21. Pendientes en el sistema ambiental. 31
Cuadro IV.22. Pendiente en el AI y AP. 32
Cuadro IV.23. Fallas y fracturas del SA. 33

Cuadro IV.24. Fallas y fracturas del AI y AP. 33
Cuadro IV.25. Exposiciones presentes en SA. 35
Cuadro IV.26. Exposiciones en el AI. 36
Cuadro IV.27. Exposiciones en el AP. 36
Cuadro IV.28. Elevaciones cercanas al SA. 39
Cuadro IV.29. Elevaciones cercanas al AI y AP. 40
Cuadro IV.30. Sismicidad del SA. 44
Cuadro IV.31. Sismicidad del AI y AP. 44
Cuadro IV.32. Volcanes cercanos al sistema ambiental. 47
Cuadro IV.33. Volcanes cercanos al AI y AP 48
Cuadro IV.34. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del sistema ambiental. 52
Cuadro IV.35. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del área de influencia. 52
Cuadro IV.36. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del área del proyecto sin remoción. 52
Cuadro IV.37. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del área del proyecto con remoción. 53
Cuadro IV.38. Acuífero Libres-Oriental 60
Cuadro IV.39. Acuífero Libres-Oriental 63
Cuadro IV.40. Balance hídrico en el sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto. 65
Cuadro IV.41. Comparativo entre la serie 3 y 6 de INEGI en uso de suelo y vegetación en el SA. 70
Cuadro IV.42. Tipo de vegetación y uso del SA (INEGI, Serie VI). 74
Cuadro IV.43. Especies dentro del SA para bosque de encino-pino. 74
Cuadro IV.44. Especies dentro del SA para bosque de encino. 75
Cuadro IV.45. Especies dentro del muestreo del SA para BE. 77
Cuadro IV.46. Superficie del área de influencia de los sitios de muestreo en el SA. 81
Cuadro IV.47. Datos climáticos de la estación meteorológica 29026 (Zitlaltepec). 89
Cuadro IV.48. Datos climáticos de la estación meteorológica 21136 (Acajete). 90
Cuadro IV.49. Coordenadas de muestreo del estrato arbóreo para BE en el área del SA. 91
Cuadro IV.50. Coordenadas de muestreo del estrato arbustivo para BE en el área del SA. 92
Cuadro IV.51. Coordenadas de muestreo del estrato herbáceo para BE en el área del SA. 92
Cuadro IV.52. Coordenadas de muestreo del estrato epífitas y/o cactáceas para BE en el área del SA. 94
Cuadro IV.53. Representatividad estadística del para BE en el área del SA. 100
Cuadro IV.54. Datos utilizados para el tamaño de muestra del BE en el área del SA. 100
Cuadro IV.55. Listado de las especies de flora (riqueza) registradas para los diferentes estratos para BE en el área del SA. 102
Cuadro IV.56. Individuos por hectárea y totales de las especies de flora para los diferentes estratos para BE en el área del SA. 104
Cuadro IV.57. Distribución (endemismo) de las especies de flora registradas para los diferentes estratos para BE en el área del SA. 107
Cuadro IV.58. Estatus de las especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010 registradas de los diferentes estratos para BE en el área del SA. 114
Cuadro IV.59. Estatus de las especies de flora conforme en CITES registradas de los diferentes estratos para BE en el área del SA. 117
Cuadro IV.60. Especies de flora en conforme en CITES registradas en el estrato epífitas y/o cactáceas para BE en el área del SA. 120
Cuadro IV.61. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato arbóreo para BE en el área del SA. 124
Cuadro IV.62. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato arbustivo para BE en el área del SA. 125
Cuadro IV.63. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato herbáceo para BE en el área del SA. 126

Cuadro IV.64. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato epífitas y/o cactáceas para BE en el área del SA. 126
Cuadro IV.65. Individuos totales por estratos de la flora para BE en el área del SA. 129
Cuadro IV.66. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo para BE en el área del SA. 132
Cuadro IV.67. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo para BE en el área del SA. 134
Cuadro IV.68. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo para BE en el área del SA. 135
Cuadro IV.69. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato epífitas y/o cactáceas para BE en el área del SA. 135
Cuadro IV.70. Índice de valor de importancia del estrato arbóreo para BE en el área del SA. 139
Cuadro IV.71. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo para BE en el área del SA. 140
Cuadro IV.72. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo para BE en el área del SA. 141
Cuadro IV.73. Índice de valor de importancia del estrato epífitas y/o cactáceas para BE en el área del SA. 141
Cuadro IV.74. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato arbóreo para BE en el área del SA. 144
Cuadro IV.75. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato arbustivo para BE en el área del SA. 146
Cuadro IV.76. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato herbáceo para BE en el área del SA. 148
Cuadro IV.77. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato epífitas y/o cactáceas para BE en el área del SA. 150
Cuadro IV.78. Comparativo entre la serie 3 y 6 de INEGI en uso de suelo y vegetación en el AI. 185
Cuadro IV.79. Tipo de vegetación y uso del AI (INEGI, Serie VI). 188
Cuadro IV.80. Especies para bosque de encino-pino. 189
Cuadro IV.81. Especies para bosque de encino. 190
Cuadro IV.82. Datos climáticos de la estación meteorológica 21136 (Acajete). 196
Cuadro IV.83. Coordenadas de muestreo del estrato arbóreo de bosque de encino para el AI. 197
Cuadro IV.84. Coordenadas de muestreo del estrato arbustivo de bosque de encino para el AI. 197
Cuadro IV.85. Coordenadas de muestreo del estrato herbáceo de bosque de encino para el AI. 197
Cuadro IV.86. Coordenadas de muestreo del estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AI. 198
Cuadro IV.87. Representatividad estadística del muestreo de bosque de encino para el AI. 205
Cuadro IV.88. Datos utilizados para el tamaño de muestra de bosque de encino para el AI. 205
Cuadro IV.89. Listado de las especies de flora registradas para los diferentes estratos de bosque de encino para el AI. 206
Cuadro IV.90. Individuos por hectárea y totales de las especies de flora de los estratos de bosque de encino para el AI. 207
Cuadro IV.91. Endemismo de especies de flora registradas para los diferentes estratos de bosque de encino para el AI. 209
Cuadro IV.92. Estatus de las especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010 para los diferentes estratos de bosque de encino para el AI. 213
Cuadro IV.93. Estatus de las especies de flora conforme en CITES para los diferentes estratos de bosque de encino para el AI. 214
Cuadro IV.94. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato arbóreo de bosque de encino para el AI. 217
Cuadro IV.95. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato arbustivo de bosque de encino para el AI. 218
Cuadro IV.96. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato herbáceo de bosque de encino para el AI. 218
Cuadro IV.97. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AI. 219
Cuadro IV.98. Individuos totales por estratos de bosque de encino para el AI. 220

Cuadro IV.99. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo de bosque de encino para el AI. 222
Cuadro IV.100. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo de bosque de encino para el AI. 222
Cuadro IV.101. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo de bosque de encino para el AI. 223
Cuadro IV.102. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AI..... 223
Cuadro IV.103. Índice de valor de importancia del estrato arbóreo de bosque de encino para el AI. 225
Cuadro IV.104. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo de bosque de encino para el AI. 225
Cuadro IV.105. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo de bosque de encino para el AI. 226
Cuadro IV.106. Índice de valor de importancia del estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AI. . 227
Cuadro IV.107. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato arbóreo de bosque de encino para el AI. 229
Cuadro IV.108. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato arbustivo de bosque de encino para el AI. 230
Cuadro IV.109. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato herbáceo de bosque de encino para el AI. 231
Cuadro IV.110. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AI. 232
Cuadro IV.111. Comparativo entre la serie 3 y 6 de INEGI en uso de suelo y vegetación en el AP. 246
Cuadro IV.112. Tipo de vegetación y uso del AP (INEGI, Serie VI). 249
Cuadro IV.113.Tipo de vegetación en el área del proyecto (AP). 249
Cuadro IV.114. Especies para bosque de encino. 250
Cuadro IV.115. Datos climáticos de la estación meteorológica 21136 (Acajete). 256
Cuadro IV.116. Coordenadas de muestreo del estrato arbóreo de bosque de encino para el AP. 257
Cuadro IV.117. Coordenadas de muestreo del estrato arbustivo de bosque de encino para el AP. 257
Cuadro IV.118. Coordenadas de muestreo del estrato herbáceo de bosque de encino para el AP. 257
Cuadro IV.119. Coordenadas de muestreo del estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AP. 258
Cuadro IV.120. Representatividad estadística del muestreo de bosque de encino para el AP. 263
Cuadro IV.121. Datos utilizados para el tamaño de muestra de bosque de encino para el AP. 264
Cuadro IV.122. Listado de las especies de flora registradas para los diferentes estratos de bosque de encino para el AP..... 265
Cuadro IV.123. Individuos por hectárea y totales de las especies de flora de los estratos de bosque de encino para el AP..... 266
Cuadro IV.124. Endemismo de especies de flora registradas para los diferentes estratos de bosque de encino para el AP..... 268
Cuadro IV.125. Estatus de las especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010 para los diferentes estratos de bosque de encino para el AP. 271
Cuadro IV.126. Estatus de las especies de flora conforme en CITES para los diferentes estratos de bosque de encino para el AP..... 272
Cuadro IV.127. Número de individuos por especies presentes en cada sitio de muestreo del AP (sitio 1). 276
Cuadro IV.128. Número de individuos por especies presentes en cada sitio de muestreo del AP (sitio 2). 276
Cuadro IV.129. Número de individuos por especies presentes en cada sitio de muestreo del AP (sitio 3). 277
Cuadro IV.130. Número de individuos por especies presentes en cada sitio de muestreo del AP (sitio 4). 278
Cuadro IV.131. Número de individuos por especies presentes en cada sitio de muestreo del AP (sitio 5). 279
Cuadro IV.132. Número de individuos por especies presentes en cada sitio de muestreo del AP (sitio 6). 279
Cuadro IV.133. Número de individuos por especies presentes en cada sitio de muestreo del AP (sitio 7). 280
Cuadro IV.134. Número de individuos por especies presentes en cada sitio de muestreo del AP (sitio 8). 281
Cuadro IV.135. Número de individuos por especies presentes en cada sitio de muestreo del AP (sitio 9). 282

Cuadro IV.136. Número de individuos por especies presentes en cada sitio de muestreo del AP (sitio 10). 282
Cuadro IV.137. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato arbóreo de bosque de encino para el AP.284
Cuadro IV.138. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato arbustivo de bosque de encino para el AP. 285
Cuadro IV.139. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato herbáceo de bosque de encino para el AP. 285
Cuadro IV.140. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AP..... 285
Cuadro IV.141. Individuos totales por estrato de bosque de encino para el AP..... 286
Cuadro IV.142. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo de bosque de encino para el AP..... 288
Cuadro IV.143. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo de bosque de encino para el AP. 288
Cuadro IV.144. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo de bosque de encino para el AP. 289
Cuadro IV.145. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AP. 289
Cuadro IV.146. Índice de valor de importancia del estrato arbóreo de bosque de encino para el AP..... 291
Cuadro IV.147. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo de bosque de encino para el AP. 291
Cuadro IV.148. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo de bosque de encino para el AP. 292
Cuadro IV.149. Índice de valor de importancia del estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AP. 292
Cuadro IV.150. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato arbóreo de bosque de encino para el AP. 295
Cuadro IV.151. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato arbustivo de bosque de encino para el AP. 296
Cuadro IV.152. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato herbáceo de bosque de encino para el AP. 297
Cuadro IV.153. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AP. 298
Cuadro IV.154. Riqueza específica de flora en el SA, AI y AP en bosque de encino. 304
Cuadro IV.155. Índice de Shannon – Wienner de flora en SA, AI y AP en bosque de encino por estrato. 305
Cuadro IV.156. Índice de Simpson de flora en SA, AI y AP en bosque de encino por estrato. 305
Cuadro IV.157. Listado potencial de especies de avifauna de acuerdo a CONABIO para el SA. LC (Preocupación menor). 324
Cuadro IV.158. Listado potencial de especies de mastofauna de acuerdo a CONABIO para el SA. LC (Preocupación menor), NT (Casi amenazada). 326
Cuadro IV.159. Listado potencial de especies de herpetofauna de acuerdo a CONABIO para el SA. LC (Preocupación menor). 326
Cuadro IV.160. Coordenadas UTM y descripción de las condiciones ambientales de los puntos de conteo establecidos en el área del proyecto. 335
Cuadro IV.161. Coordenadas UTM y descripción de las condiciones ambientales de los transectos establecidos en el área del proyecto. 335
Cuadro IV.162. Coordenadas UTM y descripción de las condiciones ambientales de los puntos de conteo establecidos en el área de influencia. 336
Cuadro IV.163. Coordenadas UTM y descripción de las condiciones ambientales de los transectos establecidos en el área de influencia. 336
Cuadro IV.164. Coordenadas UTM y descripción de las condiciones ambientales de los puntos de conteo establecidos en el sistema ambiental. 337
Cuadro IV.165. Coordenadas UTM y descripción de las condiciones ambientales de los transectos establecidos en el sistema ambiental..... 338

Cuadro IV.166. Listado de especies de avifauna en el área del proyecto. SC (Sin Categoría), R (Residente), T (Transitoria), MI (Migratoria de Invierno), MV (Migratoria de verano), EN (Endémico), NE (No Endémico), SE (Semiendémico), G (Granívoro), I (Insectívoro), F (Frugívoro). 339
Cuadro IV.167. Matriz de abundancia y riqueza específica de las especies de avifauna en el área del proyecto. ... 340
Cuadro IV.168. Riqueza específica de la avifauna registrada en el área proyecto. 341
Cuadro IV.169. Especies acumuladas de avifauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos. 341
Cuadro IV.170. Riqueza específica de avifauna de acuerdo al modelo potencial. 342
Cuadro IV.171. Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna registrada en el área del proyecto. 342
Cuadro IV.172. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de avifauna registradas en el área del proyecto. 343
Cuadro IV.173. Índice de diversidad verdadera de la avifauna presente en el área del proyecto. 344
Cuadro IV.174. Cálculo de la densidad de individuos de mastofauna de las especies rastreadas en el área del proyecto. 345
Cuadro IV.175. Listado de especies de mastofauna en el área del proyecto. SC (Sin categoría). 346
Cuadro IV.176 Matriz de abundancia y riqueza específica de las especies de mastofauna en el área del proyecto. 347
Cuadro IV.177. Riqueza específica de la mastofauna en el área del proyecto. 348
Cuadro IV.178. Índice de Simpson modificado por Pielou para la mastofauna registrada en el área del proyecto. . 348
Cuadro IV.179. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de mastofauna registradas en el área del proyecto. 348
Cuadro IV.180. Índice de diversidad verdadera de la mastofauna presente en el área del proyecto. 349
Cuadro IV.181. Listado de especies de herpetofauna registradas en el área del proyecto. SC (Sin categoría). 350
Cuadro IV.182. Matriz de abundancia de la herpetofauna registrada en el área del proyecto. 351
Cuadro IV.183. Riqueza específica de la herpetofauna registrada en el área del proyecto. 352
Cuadro IV.184. Índice de Simpson modificado por Pielou para la herpetofauna registrada en el área del proyecto. 352
Cuadro IV.185. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de herpetofauna registradas en el área del proyecto. 352
Cuadro IV.186. Índice de diversidad verdadera de la herpetofauna presente en el área del proyecto. 353
Cuadro IV.187. Listado de especies de avifauna en el área de influencia. SC (Sin Categoría), R (Residente), T (Transitoria), MI (Migratoria de Invierno), MV (Migratoria de verano), EN (Endémico), NE (No Endémico), SE (Semiendémico), G (Granívoro), I (Insectívoro), F (Frugívoro). 354
Cuadro IV.188. Matriz de abundancia y riqueza específica de las especies de avifauna en el área de influencia. .. 355
Cuadro IV.189. Riqueza específica de la avifauna registrada en el área de influencia. 356
Cuadro IV.190. Especies acumuladas de avifauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos. 356
Cuadro IV.191. Riqueza específica de avifauna de acuerdo al modelo potencial. 357
Cuadro IV.192. Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna registrada en el área de influencia. 358
Cuadro IV.193. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de avifauna registradas en el área de influencia. 358
Cuadro IV.194. Índice de diversidad verdadera de la avifauna presente en el área de influencia. 359
Cuadro IV.195. Cálculo de la densidad de individuos de mastofauna de las especies rastreadas en el área de influencia. 360
Cuadro IV.196. Listado de especies de mastofauna en el área de influencia. SC (Sin categoría). 362
Cuadro IV.197. Matriz de abundancia y riqueza específica de las especies de mastofauna en el área de influencia. 362
Cuadro IV.198. Riqueza específica de la mastofauna en el área de influencia. 363
Cuadro IV.199. Especies acumuladas de mastofauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos. 363

Cuadro IV.200. Riqueza específica de mastofauna de acuerdo al modelo logarítmico. 364
Cuadro IV.201. Índice de Simpson modificado por Pielou para la mastofauna registrada en el área de influencia.. 364
Cuadro IV.202. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de mastofauna registradas en el área de influencia. 365
Cuadro IV.203. Índice de diversidad verdadera de la mastofauna presente en el área de influencia. 365
Cuadro IV.204. Listado de especies de herpetofauna registradas en el área de influencia. SC (Sin categoría). 366
Cuadro IV.205. Matriz de abundancia de la herpetofauna registrada en el área de influencia. 367
Cuadro IV.206. Riqueza específica de la herpetofauna registrada en el área de influencia. 368
Cuadro IV.207. Índice de Simpson modificado por Pielou para la herpetofauna registrada en el área de influencia. 368
Cuadro IV.208. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de herpetofauna registradas en el área de influencia. 368
Cuadro IV.209. Índice de diversidad verdadera de la herpetofauna presente en el área de influencia..... 369
Cuadro IV.210. Listado de especies de avifauna en el sistema ambiental. SC (Sin Categoría), R (Residente), T (Transitoria), MI (Migratoria de Invierno), MV (Migratoria de verano), EN (Endémico), NE (No Endémico), SE (Semiendémico), G (Granívoro), I (Insectívoro), F (Frugívoro). 370
Cuadro IV.211. Matriz de abundancia y riqueza específica de las especies de avifauna en el sistema ambiental... 372
Cuadro IV.212. Riqueza específica de la avifauna registrada en el sistema ambiental. 375
Cuadro IV.213. Especies acumuladas de avifauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos. 375
Cuadro IV.214. Riqueza específica de avifauna de acuerdo al modelo potencial. 376
Cuadro IV.215. Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna registrada en el sistema ambiental. 376
Cuadro IV.216. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de avifauna registradas en el sistema ambiental. 377
Cuadro IV.217. Índice de diversidad verdadera de la avifauna presente en el sistema ambiental..... 378
Cuadro IV.218. Cálculo de la densidad de individuos de mastofauna de las especies rastreadas en el sistema ambiental. 379
Cuadro IV.219. Listado de especies de mastofauna en el sistema ambiental. SC (Sin categoría). 381
Cuadro IV.220. Matriz de abundancia y riqueza específica de las especies de mastofauna en el sistema ambiental. 382
Cuadro IV.221. Riqueza específica de la mastofauna en el sistema ambiental. 383
Cuadro IV.222. Especies acumuladas de mastofauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos. 383
Cuadro IV.223. Riqueza específica de mastofauna de acuerdo al modelo potencial. 384
Cuadro IV.224. Índice de Simpson modificado por Pielou para la mastofauna registrada en el sistema ambiental. 384
Cuadro IV.225. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de mastofauna registradas en el sistema ambiental. 385
Cuadro IV.226. Índice de diversidad verdadera de la mastofauna presente en el sistema ambiental. 385
Cuadro IV.227. Listado de especies de herpetofauna registradas en el sistema ambiental. SC (Sin categoría)..... 386
Cuadro IV.228. Matriz de abundancia de la herpetofauna registrada en el sistema ambiental..... 387
Cuadro IV.229. Riqueza específica de la herpetofauna registrada en el sistema ambiental. 388
Cuadro IV.230. Especies acumuladas de herpetofauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos. 388
Cuadro IV.231. Riqueza específica de herpetofauna de acuerdo al modelo potencial. 389
Cuadro IV.232. Índice de Simpson modificado por Pielou para la herpetofauna registrada en el sistema ambiental. 389
Cuadro IV.233. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de herpetofauna registradas en el sistema ambiental. 390

Cuadro IV.234. Índice de diversidad verdadera de la herpetofauna presente en el sistema ambiental. 390
Cuadro IV.235. Especies de fauna silvestre enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. 391
Cuadro IV.236. Especies de aves canoras y de ornato con aprovechamiento autorizado por la SEMARNAT para el Estado de Puebla (SEMARNAT, 2019). 392
Cuadro IV.237. Comparativo de la riqueza específica de la fauna silvestre. 394
Cuadro IV.238. Comparativo de las métricas de diversidad para la fauna silvestre en tres unidades de análisis. 395
Cuadro IV.239. Datos demográficos del municipio de Acajete. 406
Cuadro IV.240. Distribución de la población 406
Cuadro IV.241. Índices e indicadores del municipio de Acajete. 407
Cuadro IV.242. Indicadores de participación económica. 408
Cuadro IV.243. Distribución de la población de 3 años y más, según condición de habla indígena y español, 2010. 408
Cuadro IV.244. Población de 15 años y más, analfabeta según sexo, 2010. 408
Cuadro IV.245. Población de 15 años y más, por nivel de escolaridad según sexo, 2010. 408
Cuadro IV.246. Derechohabiencia. 409
Cuadro IV.247. Número de unidades de salud, según tipo. 409
Cuadro IV.248. Factor de visibilidad y valor de los criterios. 413
Cuadro IV.249. Criterios de categorización del paisaje. 414
Cuadro IV.250. Criterios de valoración. 414
Cuadro IV.251. Calidad intrínseca del paisaje. 416
Cuadro IV.252. Factor de visibilidad 417
Cuadro IV.253. Índice de calidad del paisaje. 417
Cuadro IV.254. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental factor aire. 418
Cuadro IV.255. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental del suelo. 418
Cuadro IV.256. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental del agua. 419
Cuadro IV.257. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental de la flora y fauna. 419
Cuadro IV.258. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental socioeconómica. 419
Cuadro IV.259. Categorización de la calidad ambiental obtenida. 420
Cuadro IV.260. Determinación del índice de calidad ambiental del factor suelo. 420
Cuadro IV.261. Determinación del índice de calidad ambiental del factor agua. 421
Cuadro IV.262. Determinación del índice de calidad ambiental factor aire. 423
Cuadro IV.263. Determinación del índice de calidad ambiental del factor flora y fauna. 424
Cuadro IV.264. Determinación del índice de calidad ambiental del factor socioeconómico. 427
Cuadro IV.265. Resumen del índice de calidad ambiental. 428

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

IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.

El área de influencia se considera como el espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto.

Para la delimitación del área de influencia se determinó un buffer de 200 metros a la redonda del proyecto, distancia que se contempla pudiera ser el alcance máximo de los impactos generados por las obras o actividades a realizar, el área de influencia consta de una superficie de 66.9946 hectáreas.

La superficie del presente proyecto es de 19.0182 ha, correspondientes a un solo polígono. A partir de este polígono se consideraron los límites máximos de alcance de los impactos que se pudieran generar por la ejecución del proyecto, y con esto poder delimitar el área de influencia. Otro aspecto que se tomó en cuenta para determinar el área de influencia es el uso que se le está dando a la superficie que se encuentra alrededor de la zona del proyecto.

- ✓ *Uso de suelo*

Debido a que el polígono del proyecto se encuentra en un macizo forestal, el cual en una parte se encuentra una mina, se optó por utilizarlo como nuestra área de influencia, ya que en estas áreas no se considera una mayor afectación.

A continuación, se presentan las coordenadas UTM Datum WGS84 del área de influencia, la cual tiene una superficie de 66.9946 hectáreas.

Cuadro IV.1. Coordenadas del área de influencia.

No	X	Y	N	W
1	617183.32	2113773.77	19° 6' 49.076" N	97° 53' 9.295" W
2	617200.18	2113927.94	19° 6' 54.088" N	97° 53' 8.684" W
3	617211.56	2113965.46	19° 6' 55.306" N	97° 53' 8.287" W
4	617237.67	2114010.68	19° 6' 56.771" N	97° 53' 7.383" W
5	617446.47	2114192.77	19° 7' 2.651" N	97° 53' 0.198" W
6	617516.46	2114227.28	19° 7' 3.759" N	97° 52' 57.795" W
7	617594.33	2114232.39	19° 7' 3.909" N	97° 52' 55.129" W
8	617766.01	2114189.49	19° 7' 2.478" N	97° 52' 49.264" W
9	618008.6	2114176.94	19° 7' 2.019" N	97° 52' 40.964" W
10	618056.84	2114156.96	19° 7' 1.359" N	97° 52' 39.318" W
11	618098.26	2114125.18	19° 7' 0.317" N	97° 52' 37.907" W
12	618130.05	2114083.76	19° 6' 58.963" N	97° 52' 36.829" W
13	618150.03	2114035.52	19° 6' 57.390" N	97° 52' 36.156" W
14	618155.13	2113957.65	19° 6' 54.856" N	97° 52' 35.998" W
15	618113.56	2113765.7	19° 6' 48.620" N	97° 52' 37.463" W
16	618116.45	2113663.19	19° 6' 45.285" N	97° 52' 37.386" W
17	618085.68	2113509.2	19° 6' 40.282" N	97° 52' 38.473" W
18	618062.59	2113462.38	19° 6' 38.764" N	97° 52' 39.274" W

No	X	Y	N	W
19	618037.72	2113432.07	19° 6' 37.783" N	97° 52' 40.131" W
20	617996.3	2113400.28	19° 6' 36.758" N	97° 52' 41.556" W
21	617948.06	2113380.3	19° 6' 36.118" N	97° 52' 43.211" W
22	617896.3	2113373.49	19° 6' 35.907" N	97° 52' 44.984" W
23	617567.76	2113374	19° 6' 35.992" N	97° 52' 56.226" W
24	617516.31	2113380.81	19° 6' 36.225" N	97° 52' 57.985" W
25	617479.62	2113394.63	19° 6' 36.681" N	97° 52' 59.238" W
26	617436.21	2113423.63	19° 6' 37.634" N	97° 53' 0.717" W
27	617401.78	2113462.89	19° 6' 38.918" N	97° 53' 1.887" W
28	617357.93	2113575.39	19° 6' 42.587" N	97° 53' 3.363" W
29	617283.32	2113600.56	19° 6' 43.421" N	97° 53' 5.910" W
30	617224.65	2113652.01	19° 6' 45.107" N	97° 53' 7.907" W
31	617193.94	2113709.48	19° 6' 46.983" N	97° 53' 8.945" W

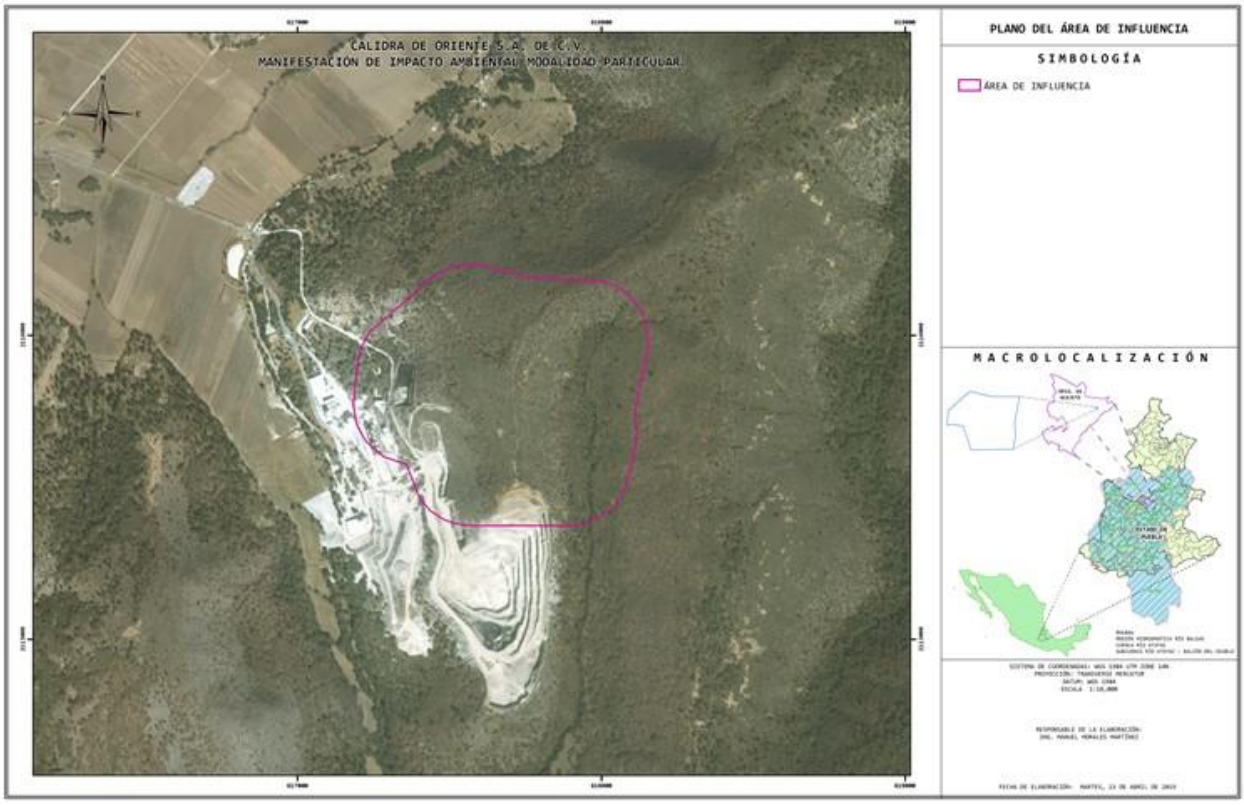


Figura IV.1. Área de influencia del proyecto.

IV.2 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA).

El sistema ambiental, representa un espacio territorial específico, con condiciones homogéneas relativas en el cual se pueda proyectar la evaluación del impacto ambiental.

Al tener definido el SA, es factible identificar y evaluar las interacciones e interdependencia que caracterizan la estructura y funcionamiento de uno o más ecosistemas y efectuar previsiones de los efectos de las interacciones entre el ambiente y el proyecto a realizar.

El sistema ambiental puede definirse como: el espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abiótico, biótico y socioeconómico de la región donde se pretende establecer el proyecto, el cual se encuentra formado por uno o un conjunto de ecosistemas y dentro del cual se aplicará un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales y de aprovechamiento.

La delimitación del sistema ambiental se realizó considerando lo siguiente:

*Parteaguas; e*s una línea divisora, que puede ser imaginaria o real, la cual señala una frontera, esta une los puntos máximos de altura entre dos laderas adyacentes, pero de exposiciones opuestas.

Barreras; referentes a caminos, carreteras, brechas, condiciones de uso de suelo, que establecen un límite de actuación de los impactos generados directamente por el proyecto.

En la siguiente figura se muestra la delimitación del sistema ambiental y posteriormente se muestra el sistema ambiental.

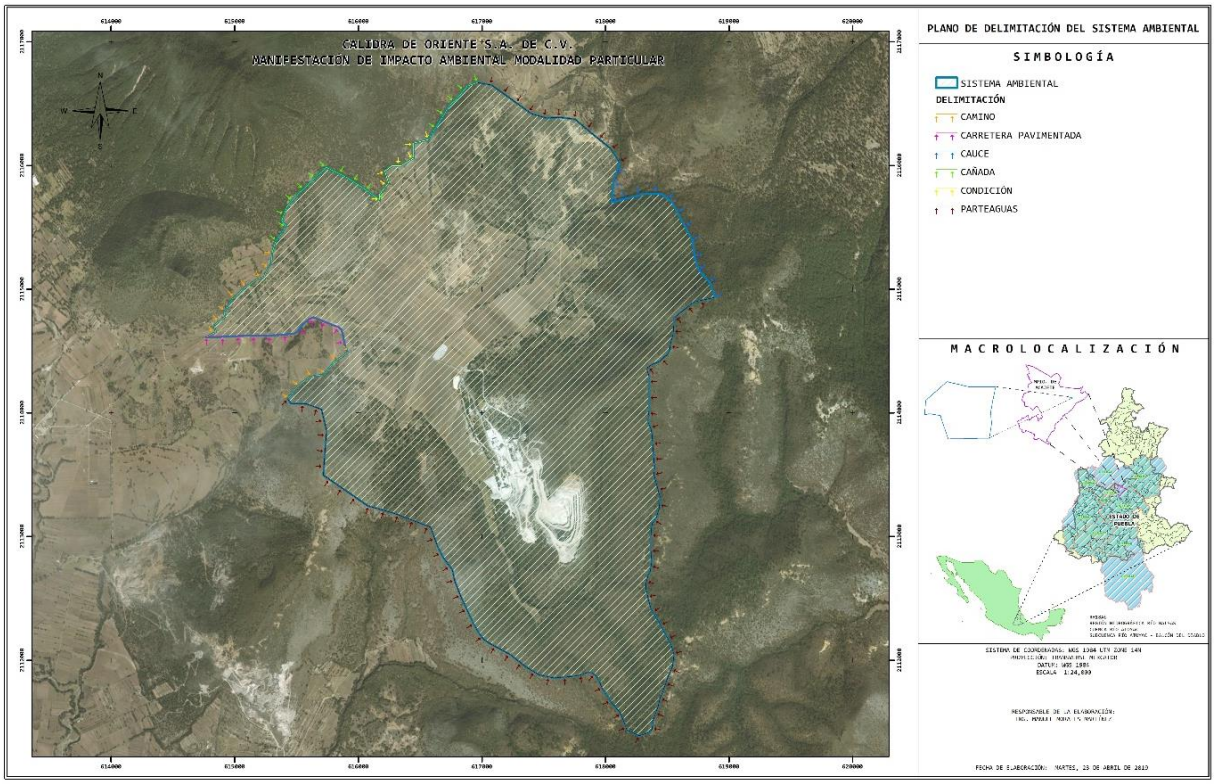


Figura IV.2. Criterios empleados para la determinación del sistema ambiental.

Nota: En el **ANEXO 6. COORDENADAS UTM DE SA,** se presentan las coordenadas UTM Datum WGS84 del sistema ambiental delimitado, el cual tiene una superficie de 1,112.2306 hectáreas.

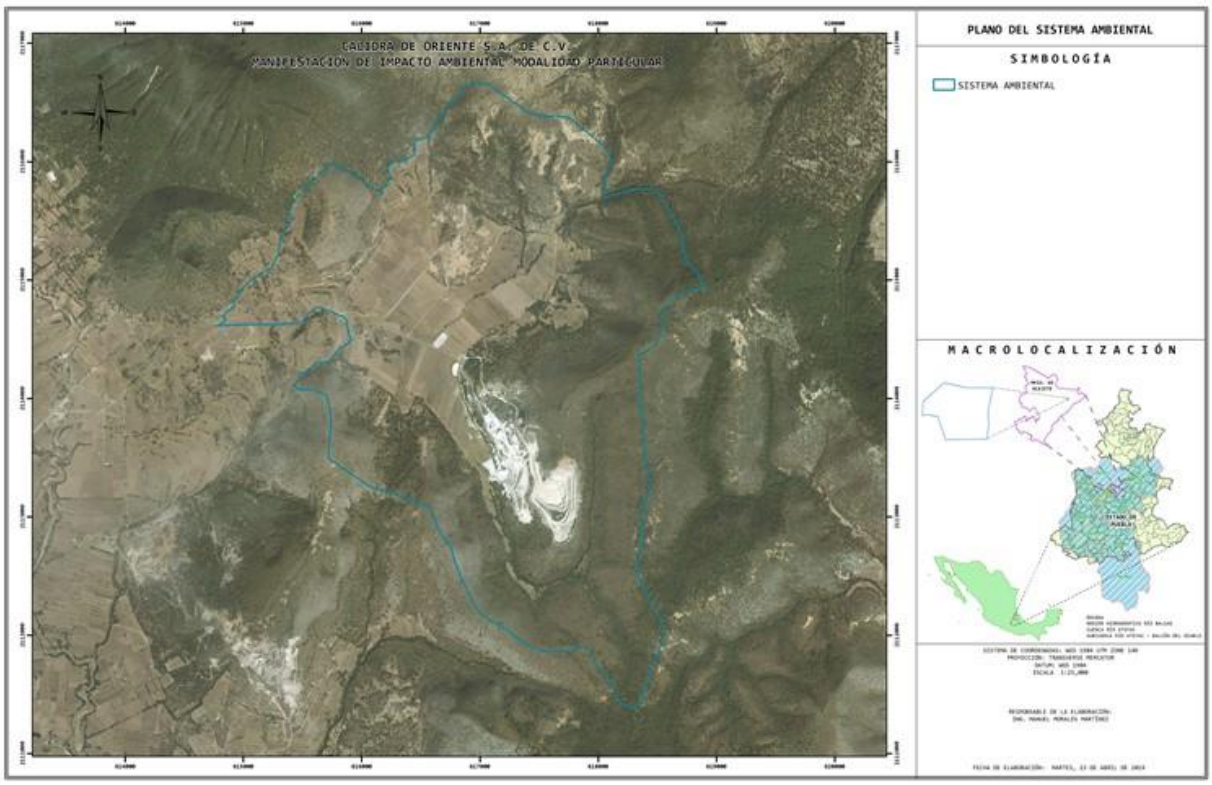


Figura IV.3. Sistema ambiental.

IV.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTA

IV.3.1 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL.

En puntos siguientes se describirá el análisis realizado a los aspectos bióticos, abióticos y sociales del sistema ambiental en su estado original, con el propósito de obtener una línea base que permita evidenciar las condiciones actuales.

Cabe mencionar, que el análisis se hace con la superficie total del sistema ambiental, el cual incluye el área de influencia y el área del proyecto, esto con el propósito de que el análisis contemple todos los aspectos.

El presente apartado se enfoca específicamente en la descripción y análisis de las condiciones abióticas y bióticas que acontecen directamente al área donde se establecerá el proyecto.

El área del proyecto presenta las siguientes características bióticas y abióticas.

Cuadro IV.2. Características bióticas y abióticas del área del proyecto.

ÁREA	FACTOR Y CARACTERÍSTICAS							
	Superficie (hectáreas)	Tipo de clima	Viento	Fisiografía	Geología	Edafología	Hidrografía	Tipos de vegetación
PROYECTO	19.0182	C(w2)(w)	Velocidad del viento:	Forma parte de la	Ts (Igea)	Th+To/2/L	RH18-Río Balsas	Bosque de encino

ÁREA	FACTOR Y CARACTERÍSTICAS							
	Superficie (hectáreas)	**Tipo de clima**	**Viento**	**Fisiografía**	**Geología**	**Edafología**	**Hidrografía**	**Tipos de vegetación**
	Superficie total del área de cambio de uso de suelo.	C(w2)(w): Templado subhúmedo.	Zona A, clase bajo, velocidad de 100 a 130 km/hr.	provincia Eje Neovolcánico y de la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac.	Ts(Igei) Clase ígnea extrusiva, tipo Ígnea extrusiva ácida Ki(cz) Clase sedimentaria. Tipo caliza.	Suelo predominante andosol húmico, con tipo de textura media.	Cuenca Río Atoyac	Algunas de las especies arbóreas encontradas en el área del proyecto son: *Quercus dysophylla, Arbutus xalapensis, Verbesina hypoglauca, Comarostaphylis polifolia, Helianthemum glomeratum, Muhlenbergia distichophylla, Agave nussaviorum, Tillandsia recurvata, etc...*

IV.3.1.1 MEDIO ABIÓTICO

IV.3.1.1.1 CLIMA

Una de las clasificaciones de climas que ha tenido mayor difusión es la que propuso el científico alemán Wladimir Kóppen, en 1936; mérito importante de dicha clasificación es que abarca a la diversidad climática mundial y define sus tipos de clima numéricamente, relacionándolos con los tipos de vegetación existentes en el planeta. Esta clasificación de alcances tan amplios, fue modificada en 1964 por la investigadora Enriqueta García, para que reflejara mejor las características climáticas propias de la República Mexicana.

En la actualidad, y con sus modificaciones correspondientes, es la que se emplea en los mapas de la DGG.

Esta clasificación está estructurada alrededor de los datos de temperatura y precipitación total mensual y anual. Considera la existencia de 5 grupos climáticos fundamentales:

Cuadro IV.3. Grupos y climas.

Grupo	Características
A	Climas cálidos húmedos
B	Climas secos
C	Climas templados húmedos
D	Clima frío boreal, de inviernos intensos
E	Climas muy fríos o polares, o de grandes alturas

Aunado a lo anterior, mediante el uso de la clasificación de Kóppen, tal como fue modificada por E. García, se obtienen las características del clima presente en el SA, AI Y AP, mismo que se presenta a continuación.

Dan información sobre el régimen térmico de un lugar, y también sobre su régimen de lluvias, en relación con su humedad.

Cuadro IV.4. Climas C (templados húmedos).

Grupo	Características	Clave	Clave (componentes)	Subdivisiones E. García		Subtipos	
C	Climas templados húmedos	C(w2)	C + (w2)	**C**	Templado (Temperatura media anual entre 12° y 18°C)	(w_2)	Los más húmedos de los subhúmedos con un cociente P7T (precipitación total anual en mm, sobre temperatura media anual °C) mayor de 55.0

Sistema ambiental

A continuación se presenta el clima presente en el sistema ambiental.

Templado, subhúmedo C (w2) (w).

Subhúmedo con lluvias en verano, y sequía en invierno, % de lluvia invernal entre 5 y 10.2. Temperatura del mes más frío entre -3° y 18°C. Los más húmedos de los subhúmedos con un cociente P7T (precipitación total anual en mm, sobre temperatura media anual °C) mayor de 55.0.

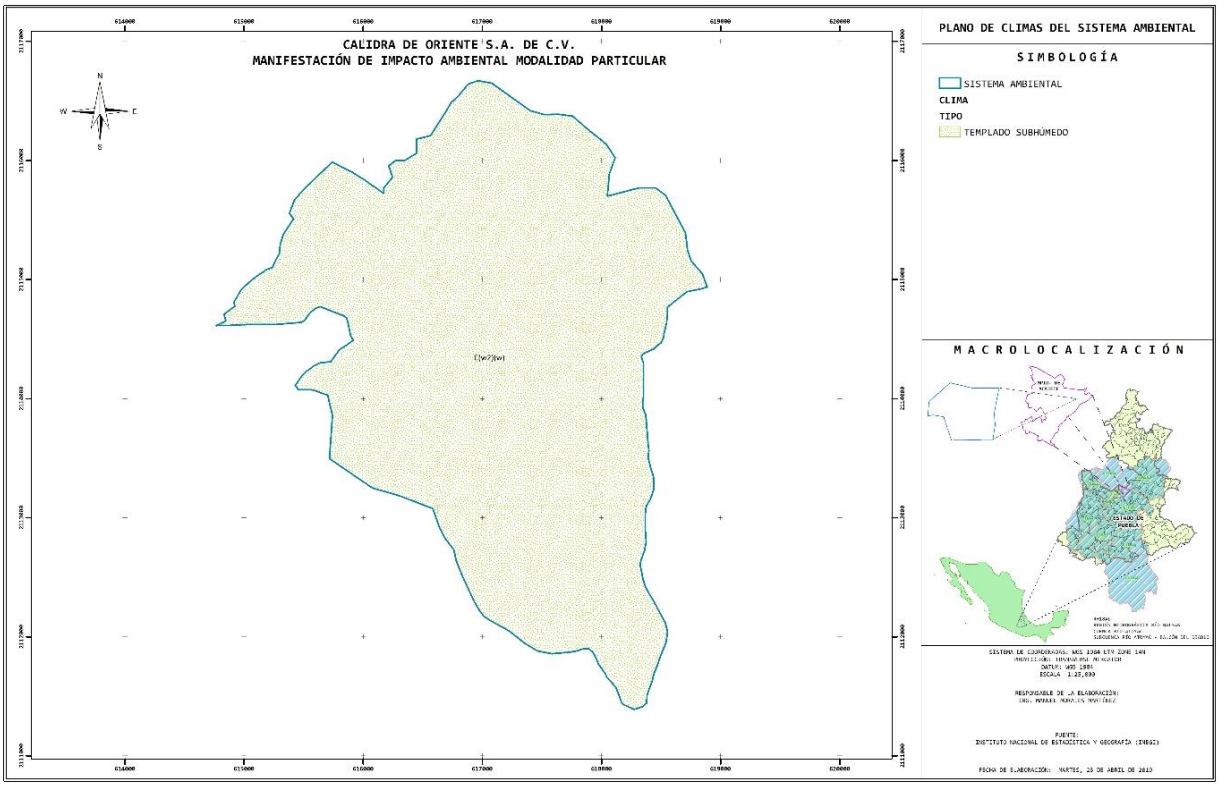


Figura IV.4. Clima presente en el sistema ambiental.

A continuación se presentan los datos de temperatura y precipitación reportados en la estación climatológica N° 21136 correspondiente a “Acajete” y de la estación N° 29026 correspondiente a “Zitlaltepec” ya que son la más cercana al SA, esto de acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional, en el cual se puede consultar la información climatológica nacional.

Temperatura

En los siguientes cuadros se muestran los datos obtenidos de las estaciones meteorológicas “Acajete” y “Zitlaltepec”, que van desde el año 1981 hasta el año 2010, esto de acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional.

Cuadro IV.5. Registro de la temperatura, estación meteorológica "Acajete".

Temperatura	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Max. Normal	21.8	22.6	25.6	25.9	25.3	23.6	23.1	23.3	22.8	23.3	22.7	21.7	23.5
Max. Mensual	24.1	25.6	32.5	28.9	29.5	26.8	26.2	26.5	26	26.4	25.4	24.1	
Max. Diaria	29.0	32.0	36.0	34.0	34.0	34.0	32.0	31.0	31.0	30.0	32.0	29.0	
Media	12.2	12.8	15	16	16.1	15.6	15	15.1	15.2	14.7	13.4	11.9	14.4
Min. Normal	2.6	3.0	4.4	6.0	6.9	7.6	6.9	6.8	7.6	6.2	4.0	2.0	5.3
Min. Mensual	-1.9	-0.2	2.1	2.4	3.8	5.1	4.5	4.4	6.1	1.6	-1.0	-4.5	
Min. Diaria	-7.0	-7.0	-5.0	0.0	0.0	0.8	1.0	0.0	1.0	-3.0	-6.0	-9.0	

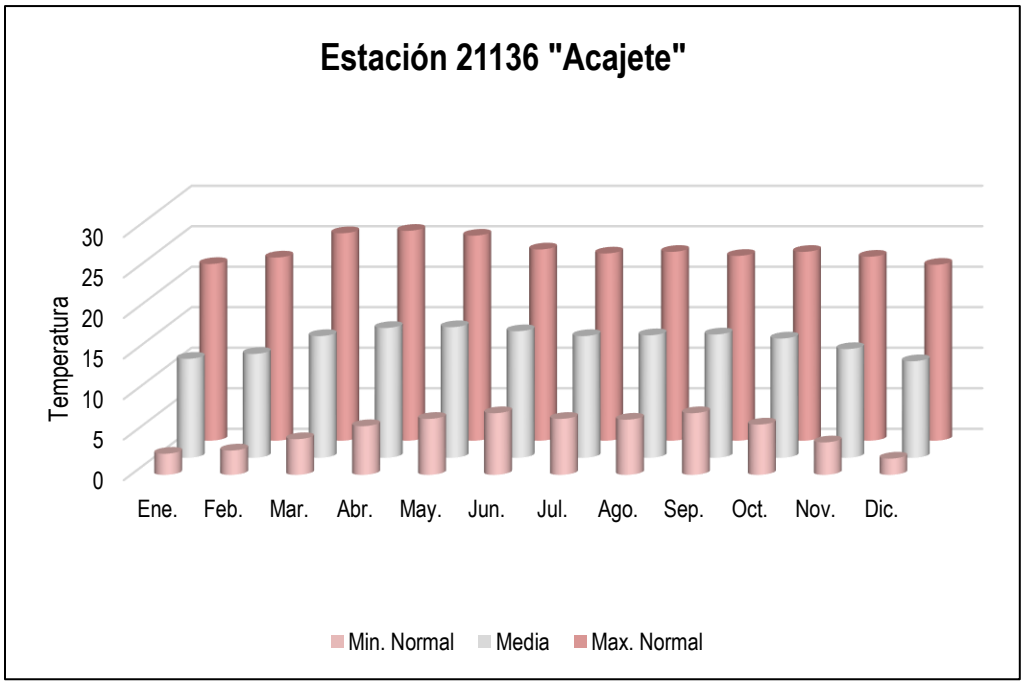


Figura IV.5. Representación gráfica de la temperatura de la estación Acajete.

Cuadro IV.6. Registro de la temperatura, estación meteorológica "Zitlaltepec".

Temperatura	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Max. Normal	19.9	21.7	23.7	25.0	24.6	23.4	22.6	22.6	21.9	21.9	21.3	20.4	22.4
Max. Mensual	21.5	23.9	25.8	28.3	29.8	27.7	24.3	24.7	24.0	23.0	23.2	22.0	
Max. Diaria	26.0	29.0	31.0	37.0	35.0	32.0	34.0	30.0	30.0	28.0	30.0	35.0	
Media	10.8	12.3	14.3	15.8	16.1	15.9	15	15	14.8	13.7	12.3	11.2	13.9
Min. Normal	1.7	2.9	4.8	6.7	7.5	8.4	7.3	7.3	7.7	5.5	3.4	2.1	5.4
Min. Mensual	-1.1	1.2	1.8	5.4	6.3	6.8	6	5.7	5.9	1.3	1.6	-1	
Min. Diaria	-9.0	-7.0	-6.0	-3.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	-5.0	-6.0	-10.0	

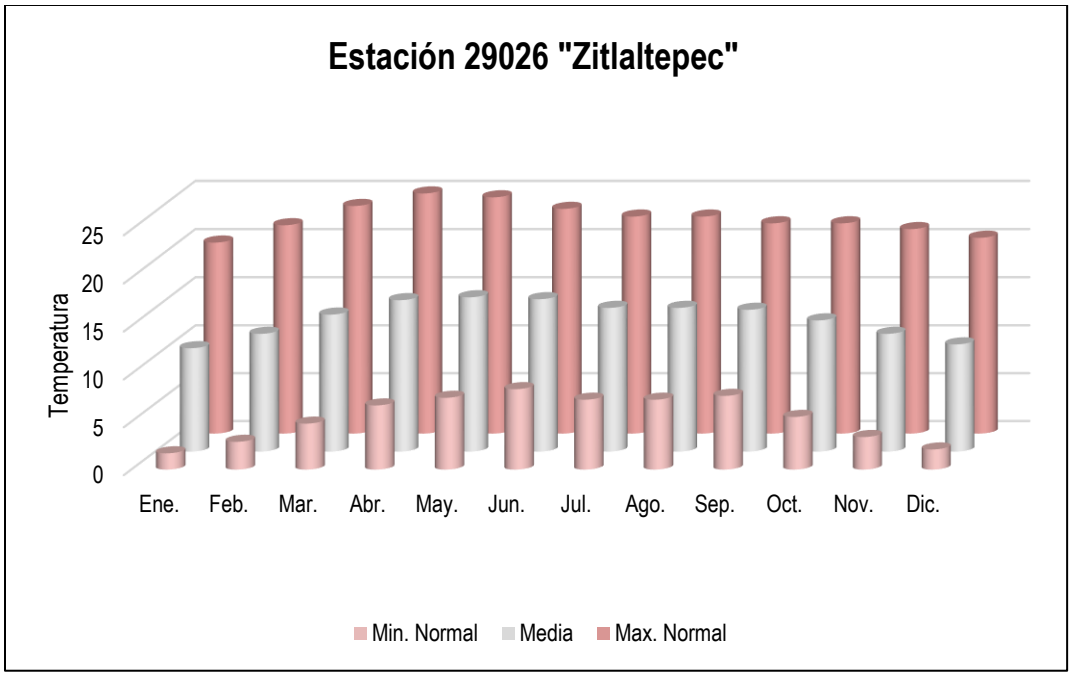


Figura IV.6. Representación gráfica de la temperatura de la estación Zitlaltepec.

Precipitación

Cuadro IV.7. Registro de la precipitación, estación meteorológica "Acajete".

Precipitación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Normal	12.5	17.0	11.1	36.9	108.4	159.4	107.4	121.7	124.8	45.6	8.4	1.8	755.1
Max. Mensual	76.3	71.9	56.0	120.0	380.0	281.0	316.0	300.0	195.0	139.6	49.5	9.0	
Max. Diaria	45.3	54.0	22.0	36.0	40.0	70.0	55.5	57.0	82.0	66.0	12.0	9.0	

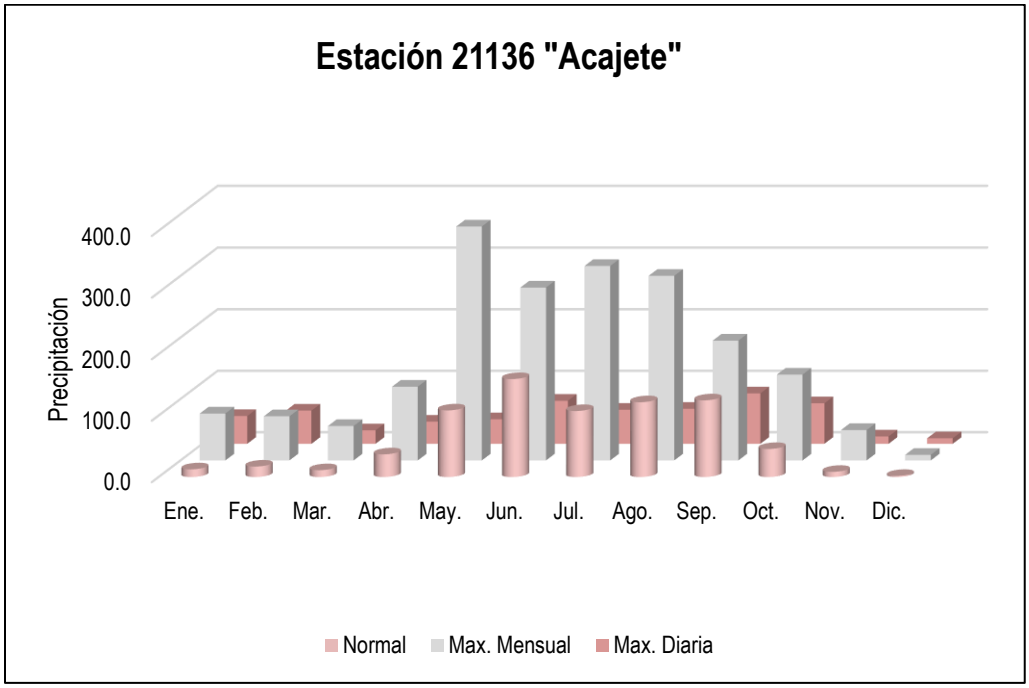


Figura IV.7. Representación gráfica de la precipitación de la estación Acajete.

Cuadro IV.8. Registro de la precipitación, estación meteorológica "Zitlaltepec".

Precipitación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Normal	17.6	15.6	22.0	51.8	103.0	151.7	102.0	116.7	99.3	63.1	16.5	7.4	766.7
Max. Mensual	88.5	107.5	71.0	128.0	196.0	291.7	239.5	193.6	387.5	239.5	76.5	38.5	
Max. Diaria	45.0	66.5	40.0	35.5	45.5	90.0	49.0	59.0	68.0	60.0	25.5	19.0	

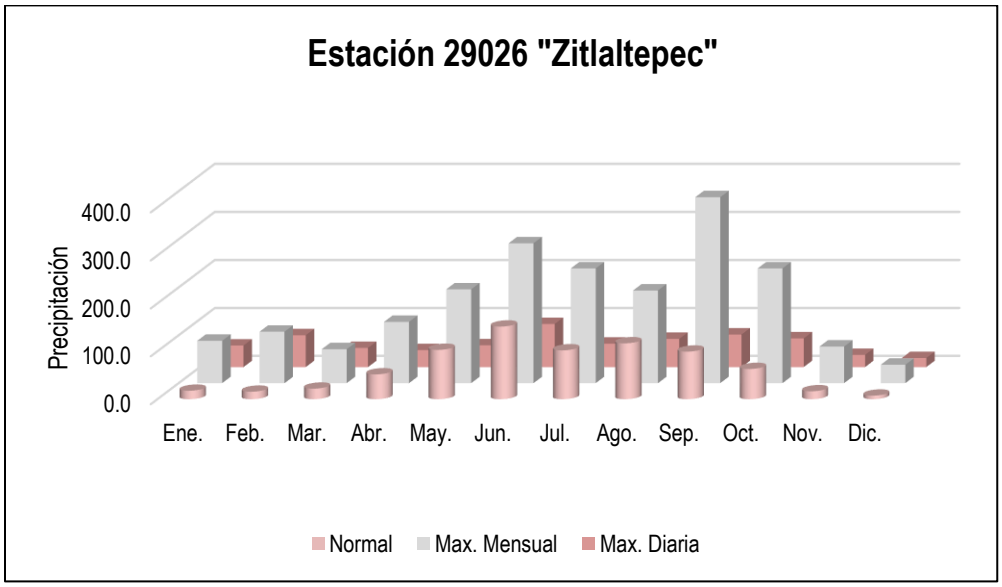


Figura IV.8. Representación gráfica de la precipitación de la estación Zitlaltepec.

Área de influencia y área del proyecto

Debido a que el área de influencia y el área del proyecto se encuentran dentro del sistema ambiental, estos corresponden al mismo tipo de clima, que es el templado subhúmedo, con lluvias en verano C (w2) (w), tal y como se muestra en la figura siguiente.

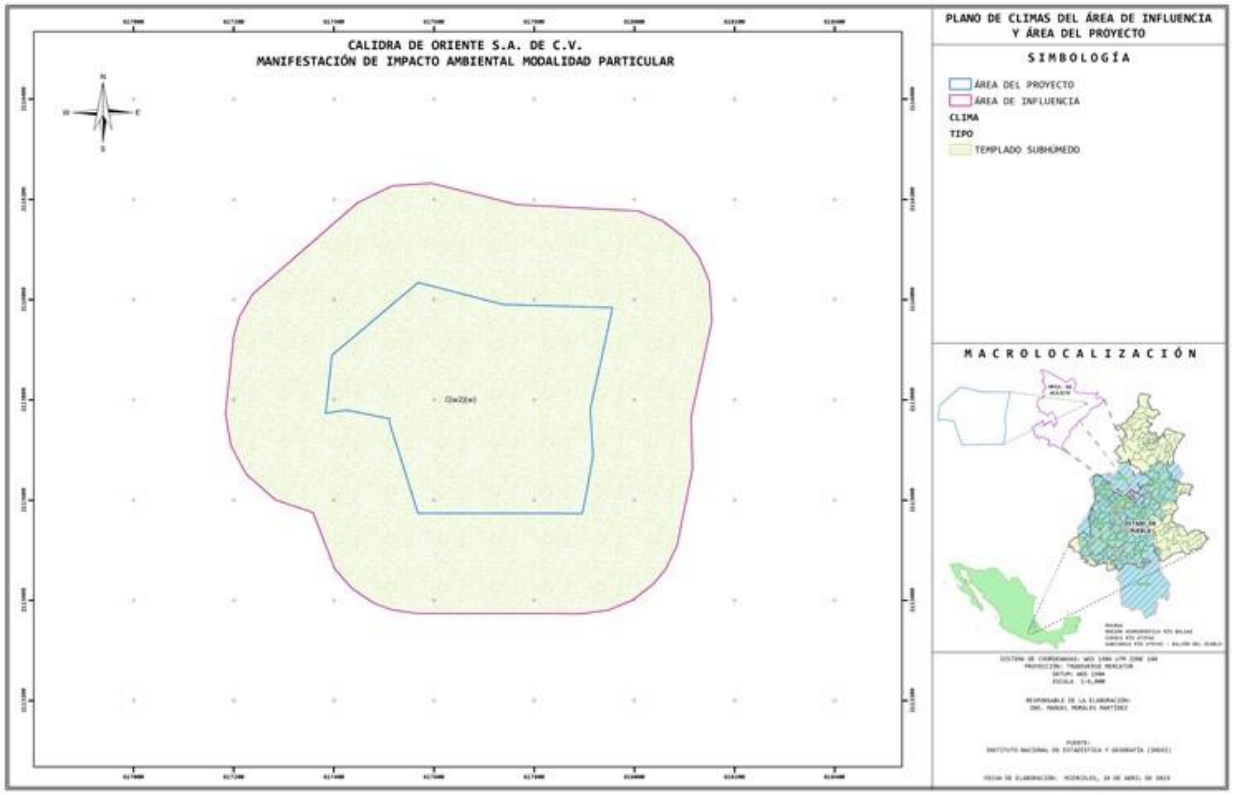


Figura IV.9. Clima del área de influencia y área del proyecto.

IV.3.1.1.2 FENÓMENOS CLIMATOLÓGICOS

En México, los fenómenos meteorológicos, también conocidos como fenómenos hidrometeorológicos, se encuentran definidos por la Ley General de Protección Civil[i], en su artículo 2, fracción XXIV 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, tornados y ondas cálidas y gélidas. Algunos de los cuales, pueden ser considerados como fenómenos meteorológicos extremos debido a su intensidad y a los importantes daños o perdidas económicas, ambientales y humanas que pueden ocasionar.

En ese sentido y de acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos interactivo, aportado por CENAPRED[ii]; el SA y área del proyecto presenta los siguientes datos:

Ciclones tropicales

Descrito a manera del Servicio Meteorológico Nacional un ciclón tropical “es un ciclón que no presenta frentes; se desarrolla sobre aguas tropicales y tiene una circulación, en superficie, organizada y definida en el sentido contrario a las manecillas del reloj.

Sistema ambiental

La ubicación geográfica del SA permite un grado muy bajo en presencia de ciclones tropicales esto por sus condiciones climatológicas, a continuación se muestra el cuadro de grado de riesgo de presentarse un fenómeno de este tipo dentro del SA.

Cuadro IV.9. Grado de riesgo de ciclones tropicales dentro del SA.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	SUPERFICIE (HA)
Acajete	Puebla	Muy bajo	1107.1998
Nopalucan	Puebla	Muy bajo	5.0308
TOTAL			**1,112.2306**

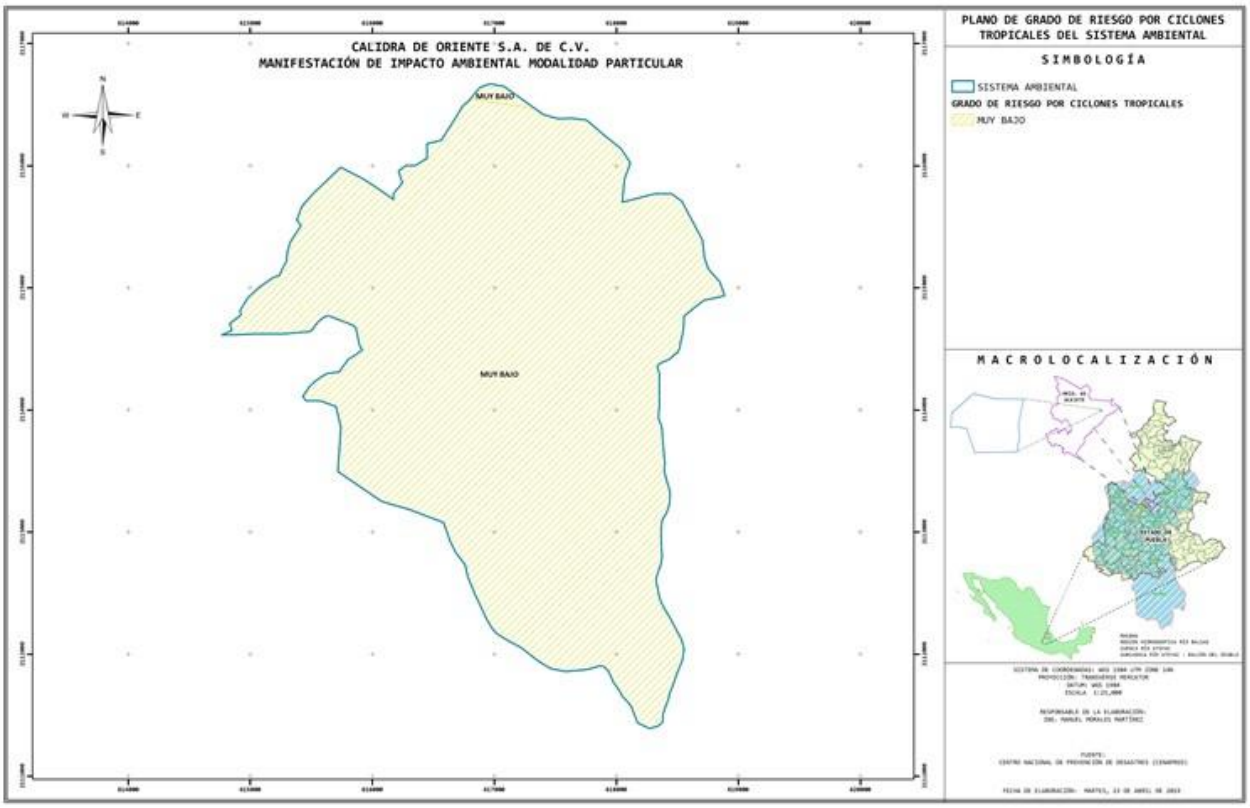


Figura IV.10. Grado de riesgo de ciclones tropicales dentro del SA.

Área de influencia y área del proyecto

Para el caso del área de influencia y área del proyecto de igual manera el grado de riesgo por ciclones tropicales es muy bajo como se puede observar en el siguiente cuadro y la figura siguiente.

Cuadro IV.10. Grado de riesgo de ciclones tropicales dentro del AI y AP.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	UNIDAD DE ANÁLISIS	SUPERFICIE (HA
Acajete	Puebla	Muy bajo	AI	66.9946
			AP	19.0182

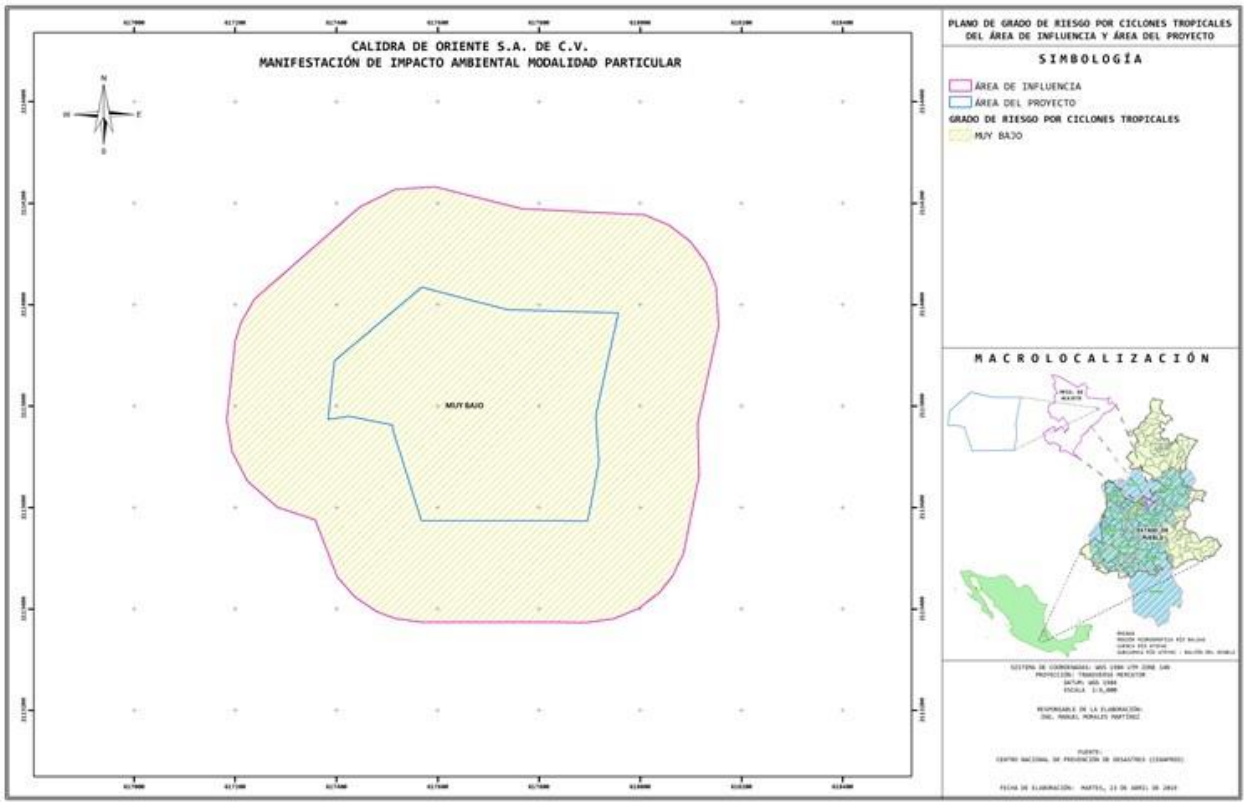


Figura IV.11. Grado de riesgo de ciclones tropicales en el AI.

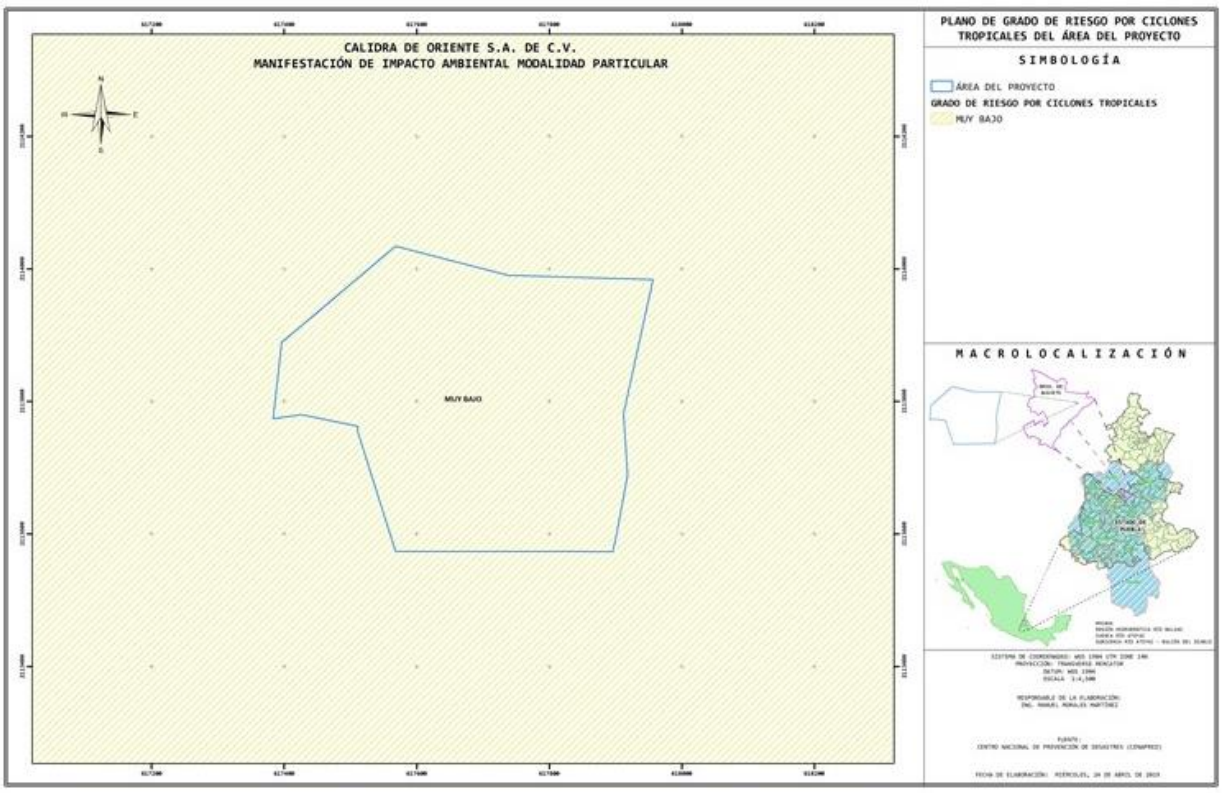


Figura IV.12. Grado de riesgo de ciclones tropicales en el AP.

Tormentas Eléctricas

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

Sistema ambiental

El SA presenta un grado medio en cuanto a la incidencia de tormentas eléctricas como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro IV.11. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del SA.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	SUPERFICIE (HA)
Acajete	Puebla	Medio	1107.1998
Nopalucan	Puebla	Medio	5.0308
TOTAL			**1,112.2306**

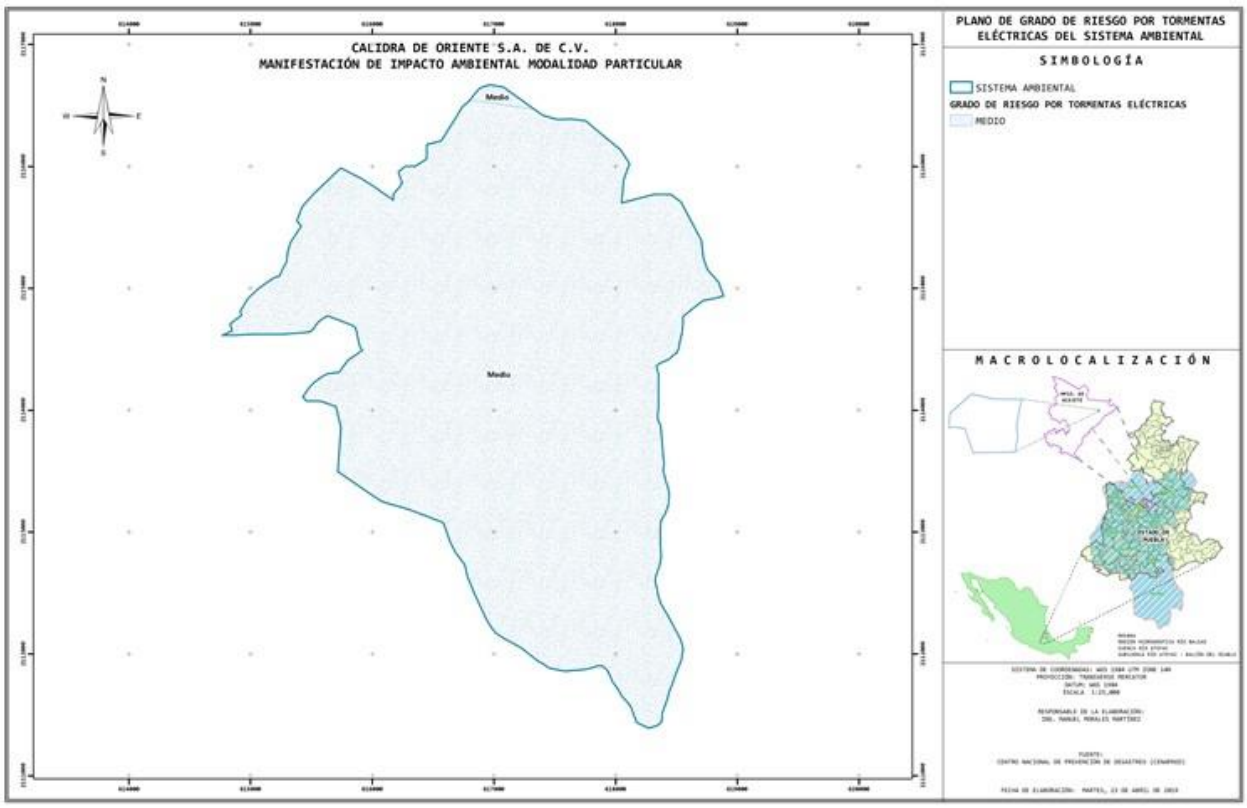


Figura IV.13. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del SA.

Área de influencia y área del proyecto

De igual manera en el área de influencia y el área del proyecto el riesgo por tormentas eléctricas es medio como se muestra en el siguiente cuadro y figura.

Cuadro IV.12. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del AI y AP.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	UNIDAD DE ANÁLISIS	SUPERFICIE (HA
Acajete	Puebla	Medio	AI	66.9946
			AP	19.0182

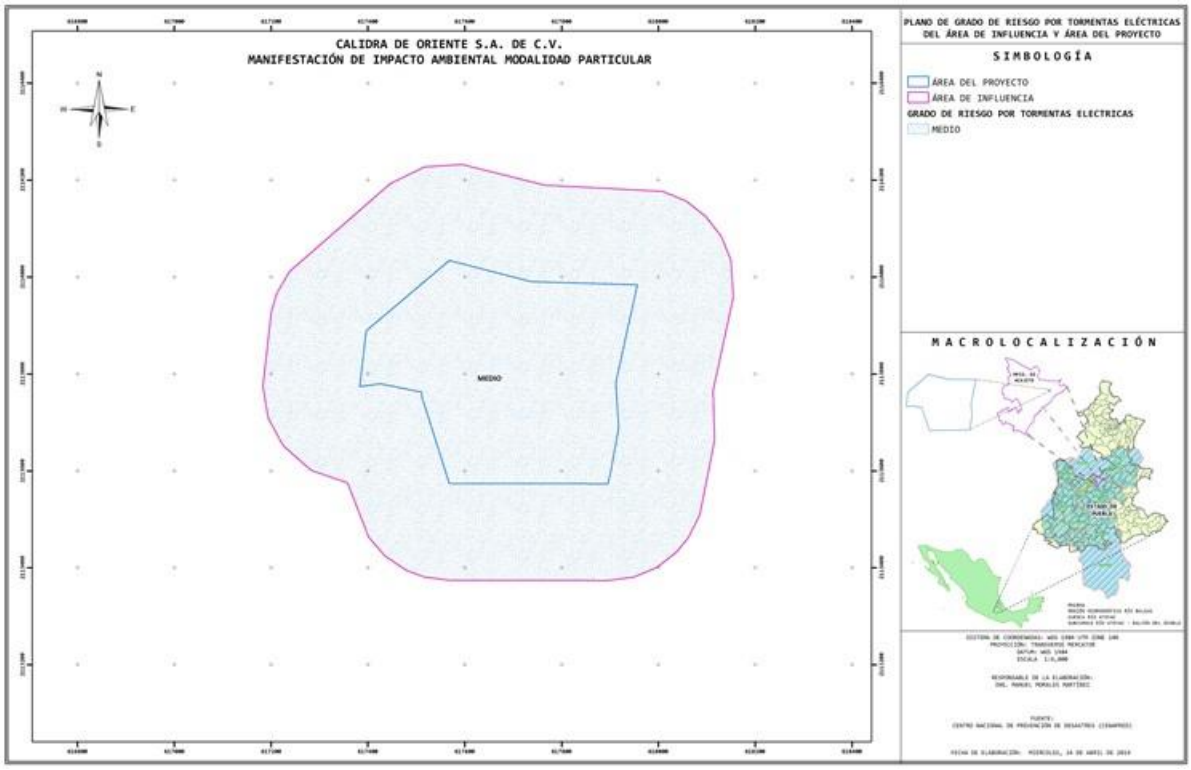


Figura IV.14 . Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del AI.

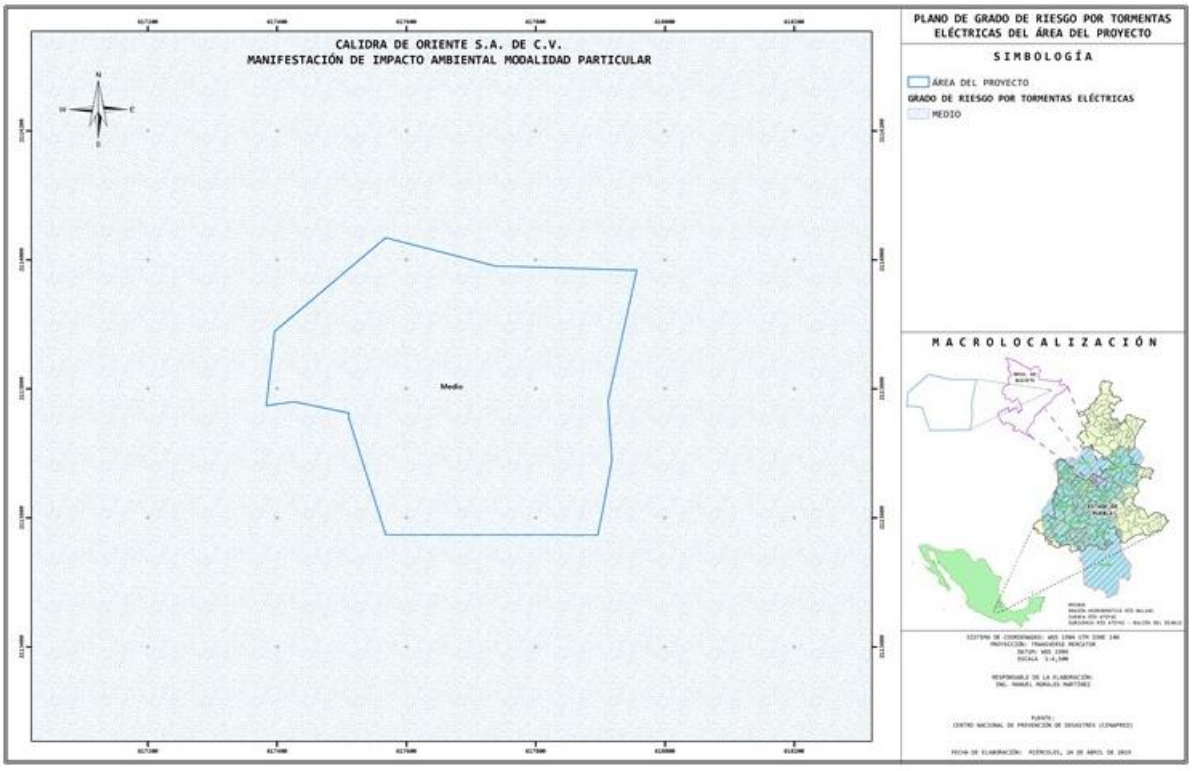


Figura IV.15 . Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del AP.

Granizo

Precipitación de glóbulos o trozos de hielo cuyo diámetro es del orden de 5 a mayor de 50 mm. Este fenómeno se observa durante fuertes tormentas convectivas en las cuales el desarrollo de los cumulonimbos es rápido.

Sistema ambiental

Dentro del SA encontramos un grado muy alto de riesgo por granizo.

Cuadro IV.13. Grado de riesgo de granizo dentro del SA.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	SUPERFICIE (HA)
Acajete	Puebla	Muy alto	1,107.1998
Nopalucan	Puebla	Muy alto	5.0308
TOTAL			**1,112.2306**

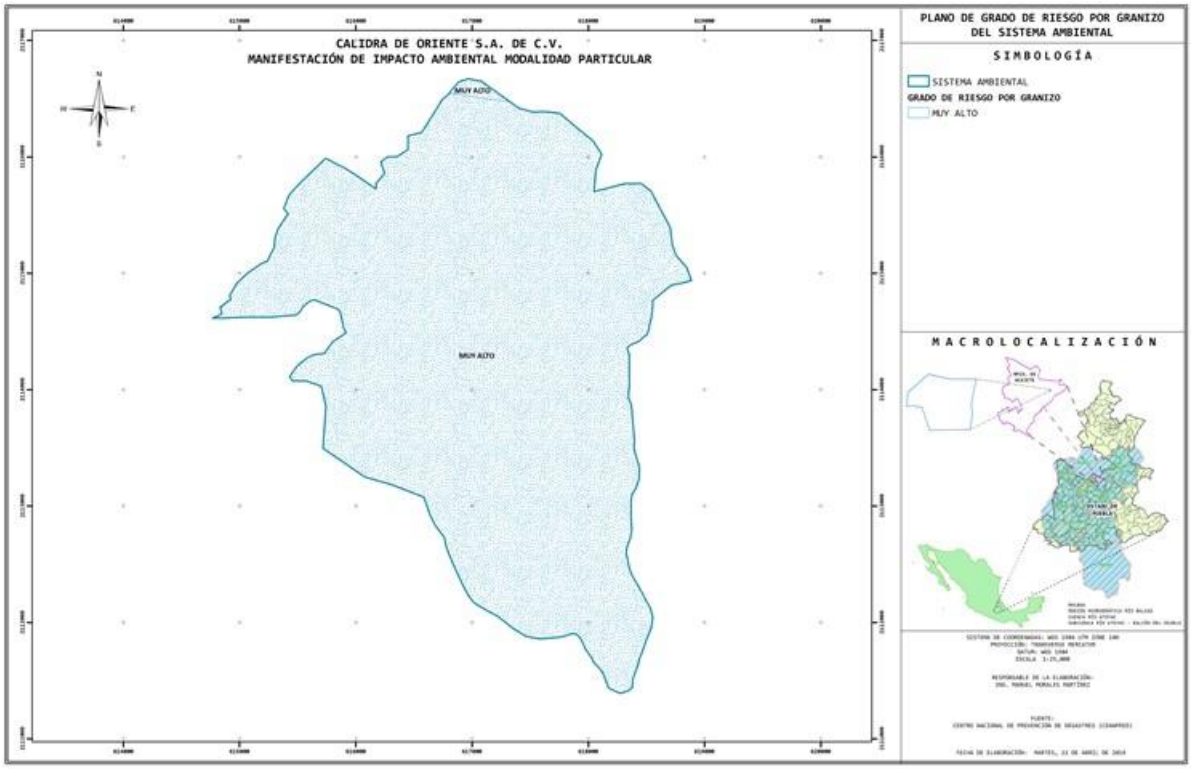


Figura IV.16. Grado de riesgo de granizo dentro del SA.

Área de influencia y área del proyecto

De igual manera en el área de influencia y área del proyecto presentan el riesgo por granizo muy alto, como se muestra a continuación.

Cuadro IV.14. Grado de riesgo de granizo dentro del SA.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	UNIDAD DE ANÁLISIS	SUPERFICIE (HA)
Acajete	Puebla	Muy alto	AI	66.9946
			AP	19.0182

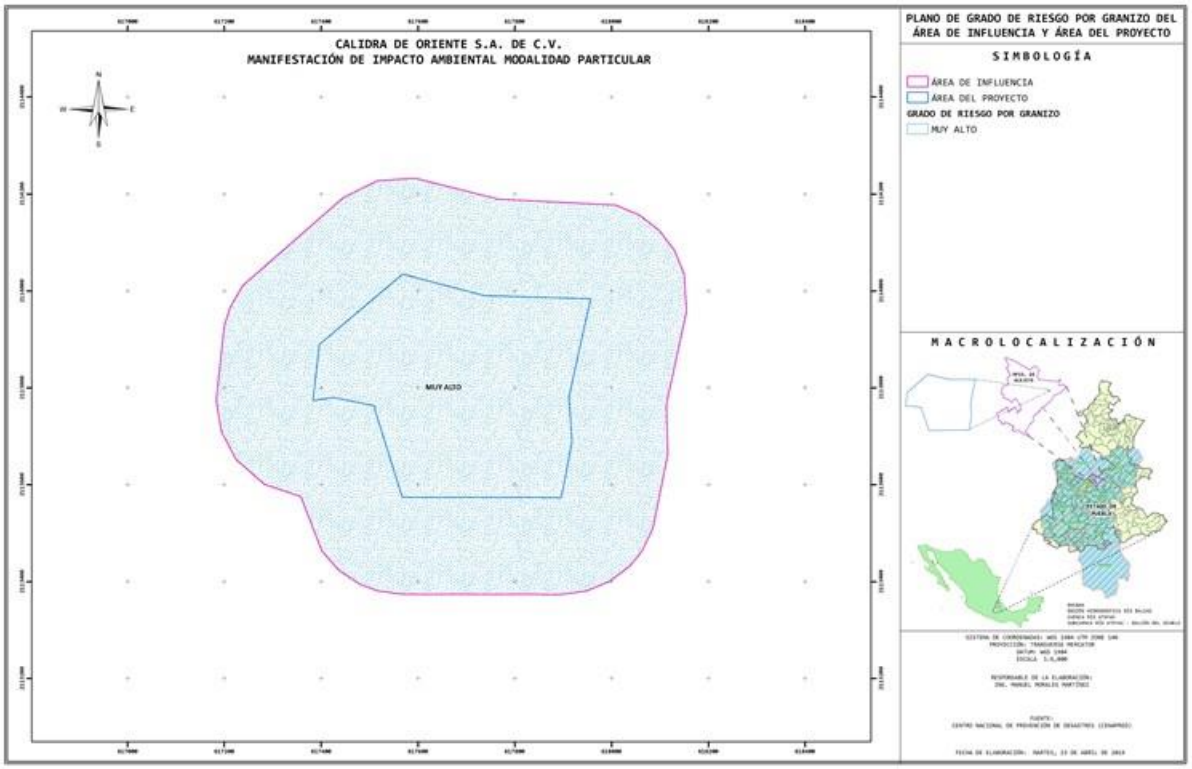


Figura IV.17. Grado de riesgo de granizo dentro del AI.

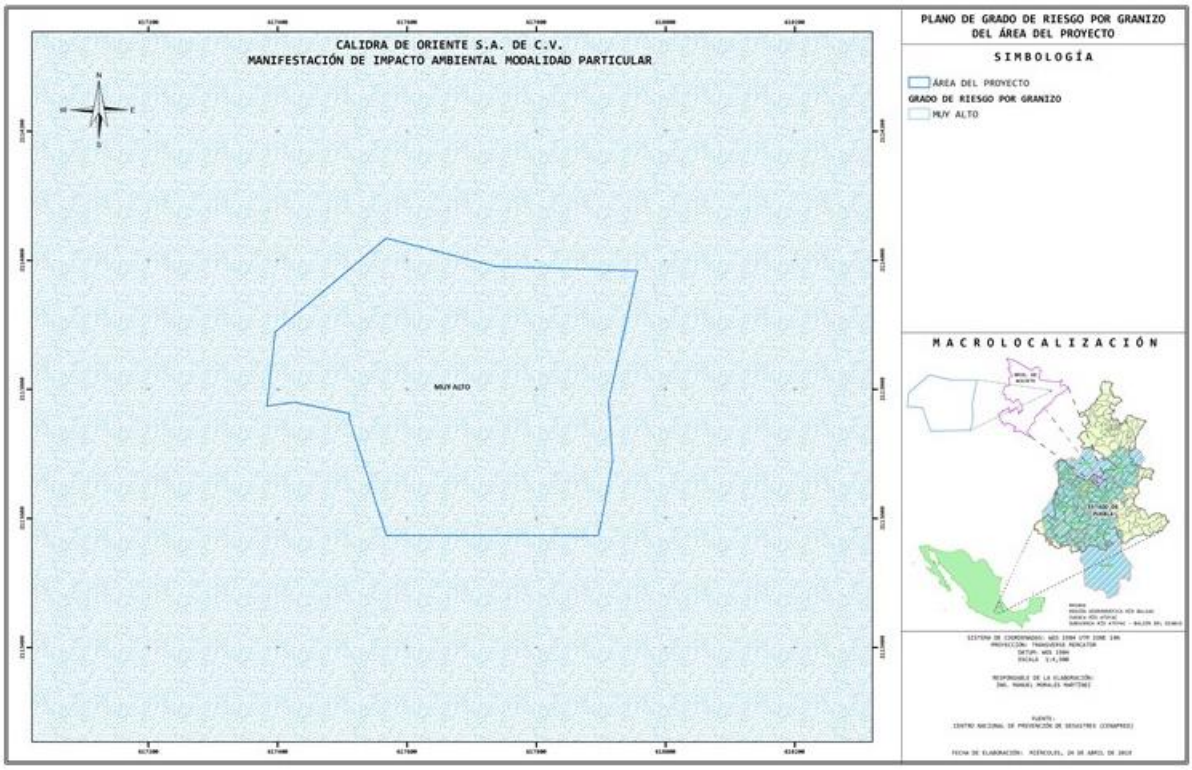


Figura IV.18. Grado de riesgo de granizo dentro del AP.

Sequía

La sequía es una situación climatológica anormal que se da por la falta de precipitación en una zona, durante un período de tiempo prolongado. Esta ausencia de lluvia presenta la condición de anómala cuando ocurre en el período normal de precipitaciones para una región bien determinada. Así, para declarar que existe sequía en una zona, debe tenerse primero un estudio de sus condiciones climatológicas.

Sistema ambiental

El grado de riesgo por sequía que corresponde al SA es medio y bajo como se muestra a continuación.

Cuadro IV.15. Grado de riesgo por sequía dentro del SA.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	SUPERFICIE (HA)
Acajete	Puebla	Medio	1,107.1998
Nopalucan	Puebla	Bajo	5.0308
TOTAL			**1,112.2306**

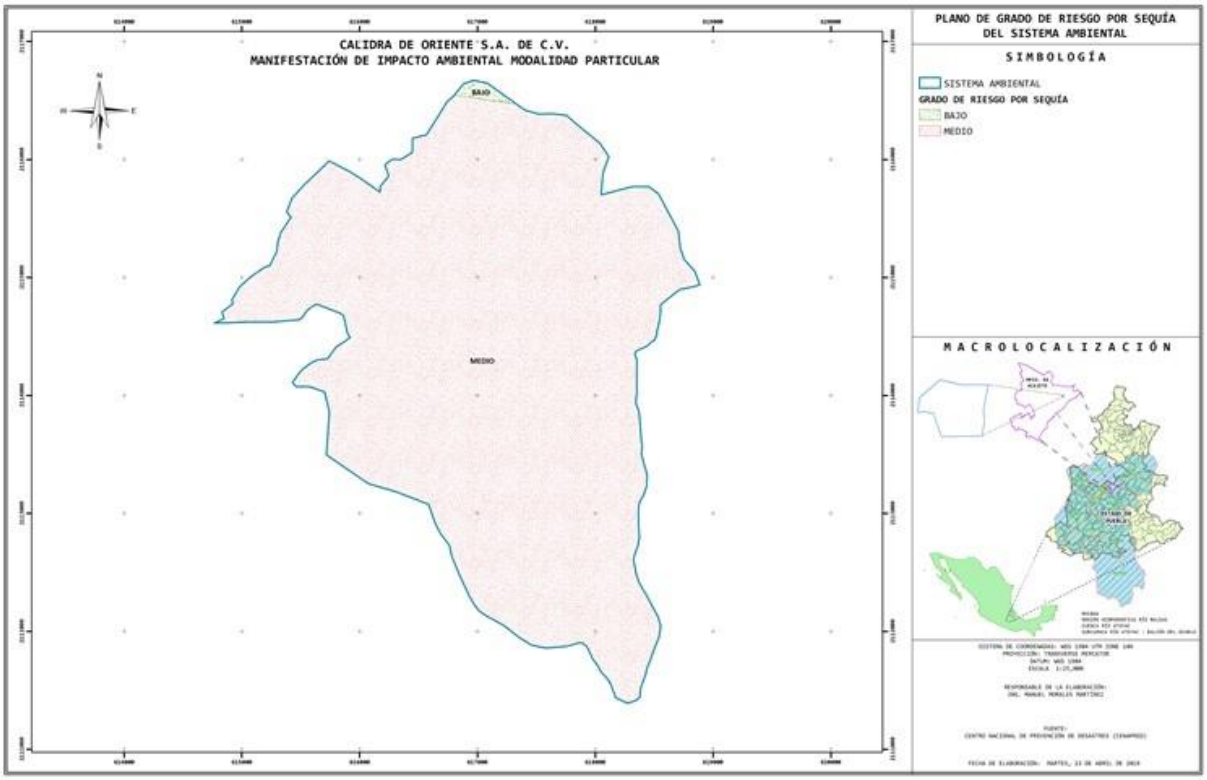


Figura IV.19. Grado de riesgo por sequía en el SA.

Área de influencia y área del proyecto

Para el área de influencia y área del proyecto, el grado de sequía es medio como se muestra a continuación.

Cuadro IV.16. Grado de riesgo por sequía dentro del AI y AP.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	UNIDAD DE ANÁLISIS	SUPERFICIE (HA)
Acajete	Puebla	Medio	AI	66.9946
			AP	19.0182

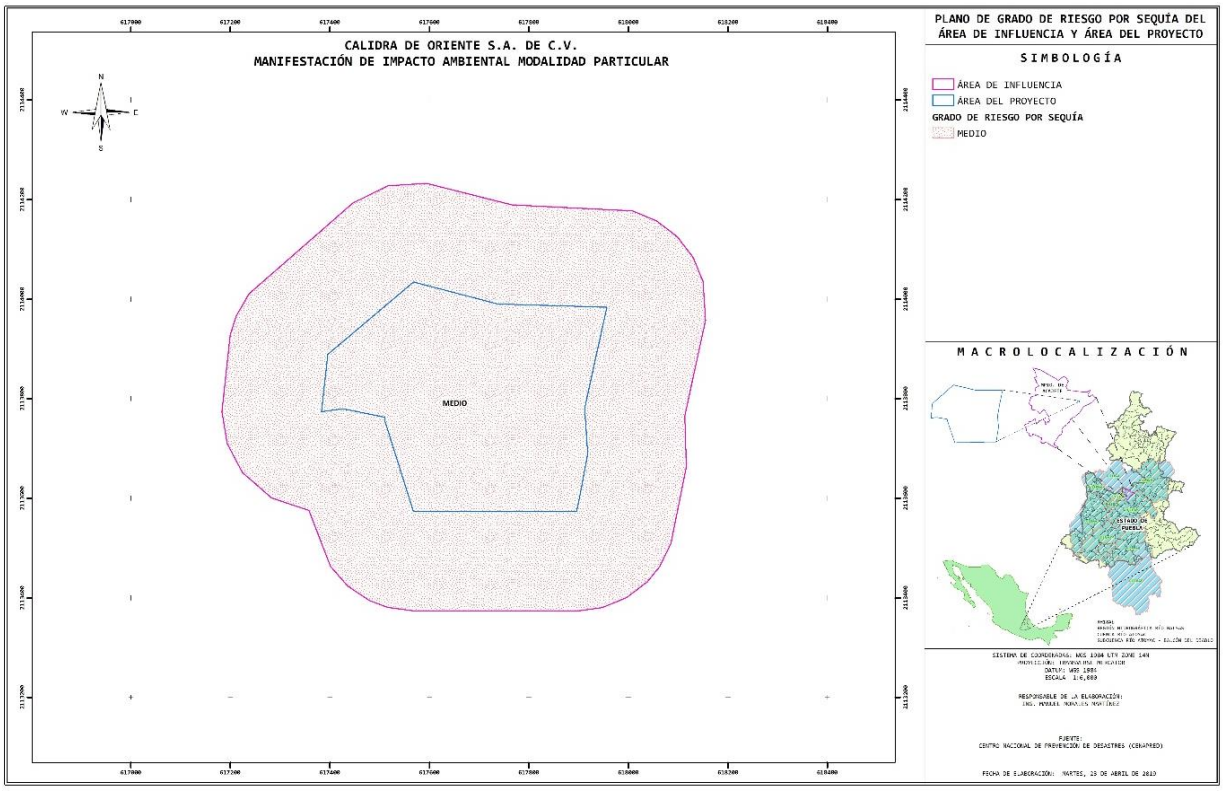


Figura IV.20. Grado de riesgo de por sequía en el AI.

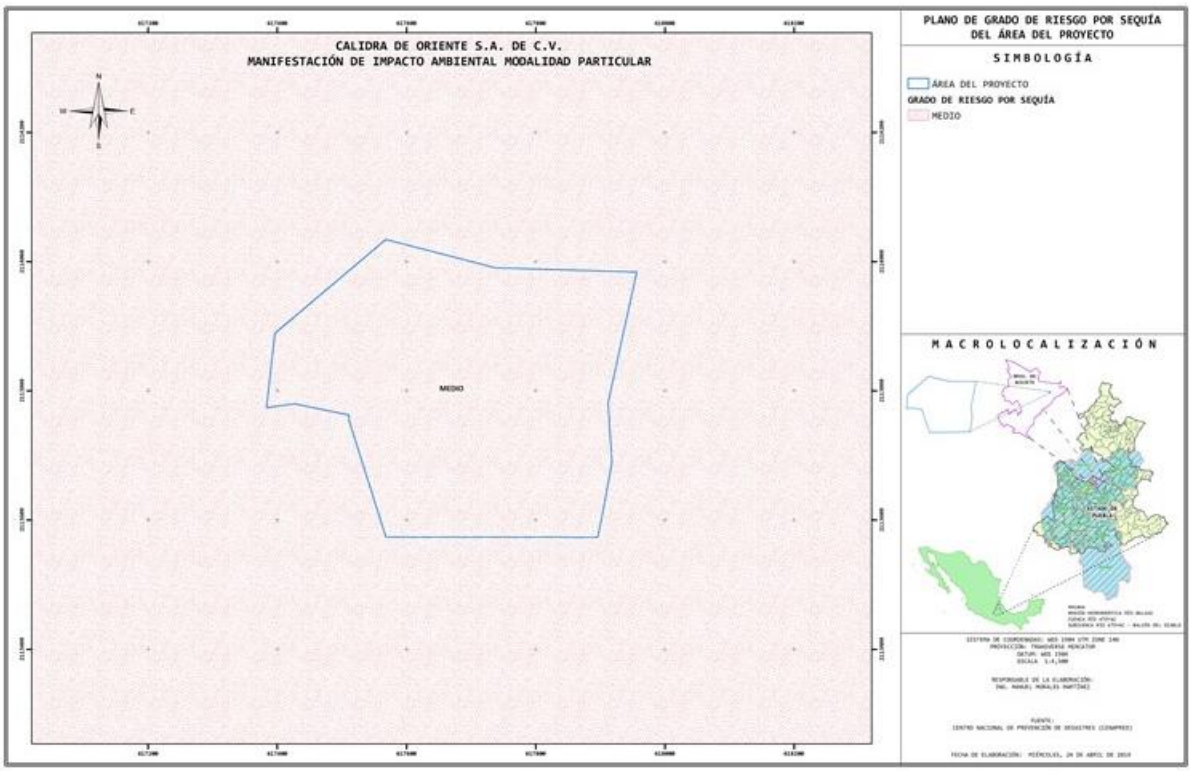


Figura IV.21. Grado de riesgo de por sequía en el AP.

Viento

Movimiento del aire de la atmósfera determinado, por su magnitud e intensidad, su dirección y sentido. La dirección y sentido se determina por medio de la veleta; la intensidad, por la velocidad del viento o por la presión que ejerce sobre una superficie normal.

Sistema ambiental

Para el sistema ambiental la velocidad del viento que se reporta es la siguiente.

Cuadro IV.17. Información del viento en CENAPRED para el SA.

ZONA	CLASE_PELI	VEL_KM_HR
A	bajo	100 a 130

A continuación, se presenta el mapa de viento.

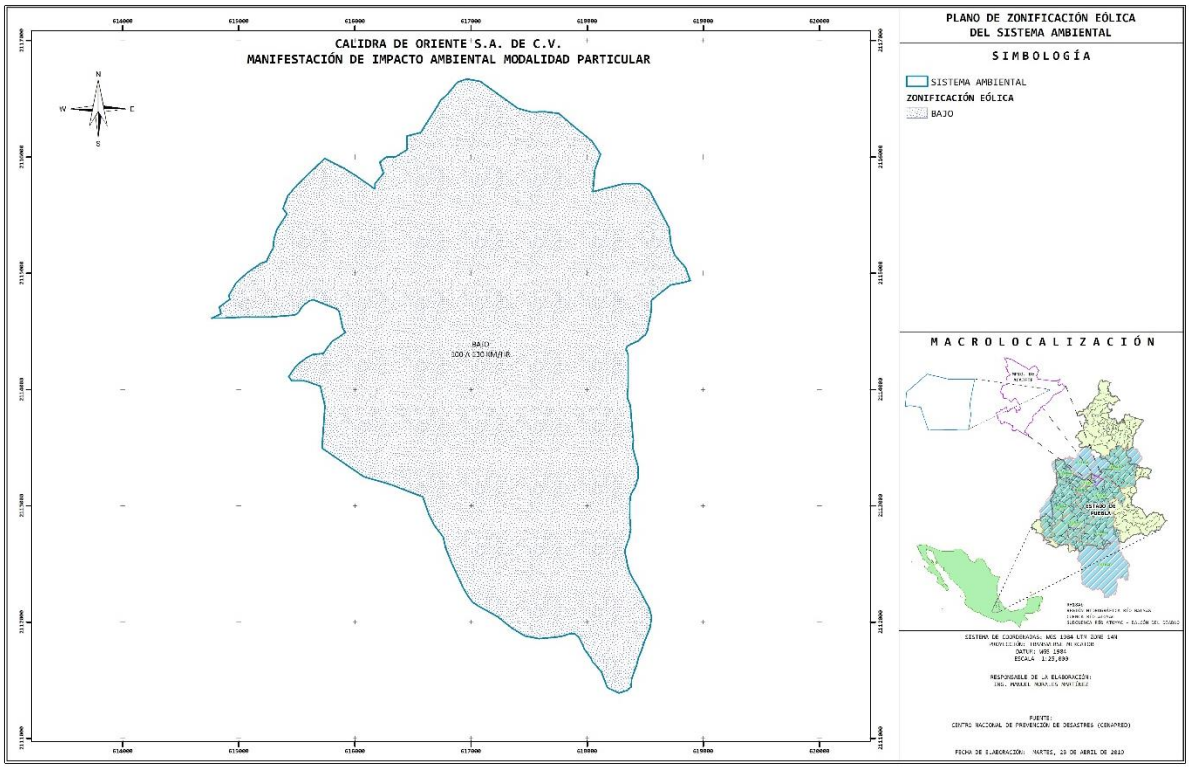


Figura IV.22. Mapa de vientos presentes en SA.

Área de influencia.

Para el AI y AP de igual manera la velocidad del viento que se reporta es la siguiente y posteriormente se muestra el mapa.

Cuadro IV.18. Información del viento en CENAPRED para el AI y AP.

ZONA	CLASE_PELI	VEL_KM_HR
A	bajo	100 a 130

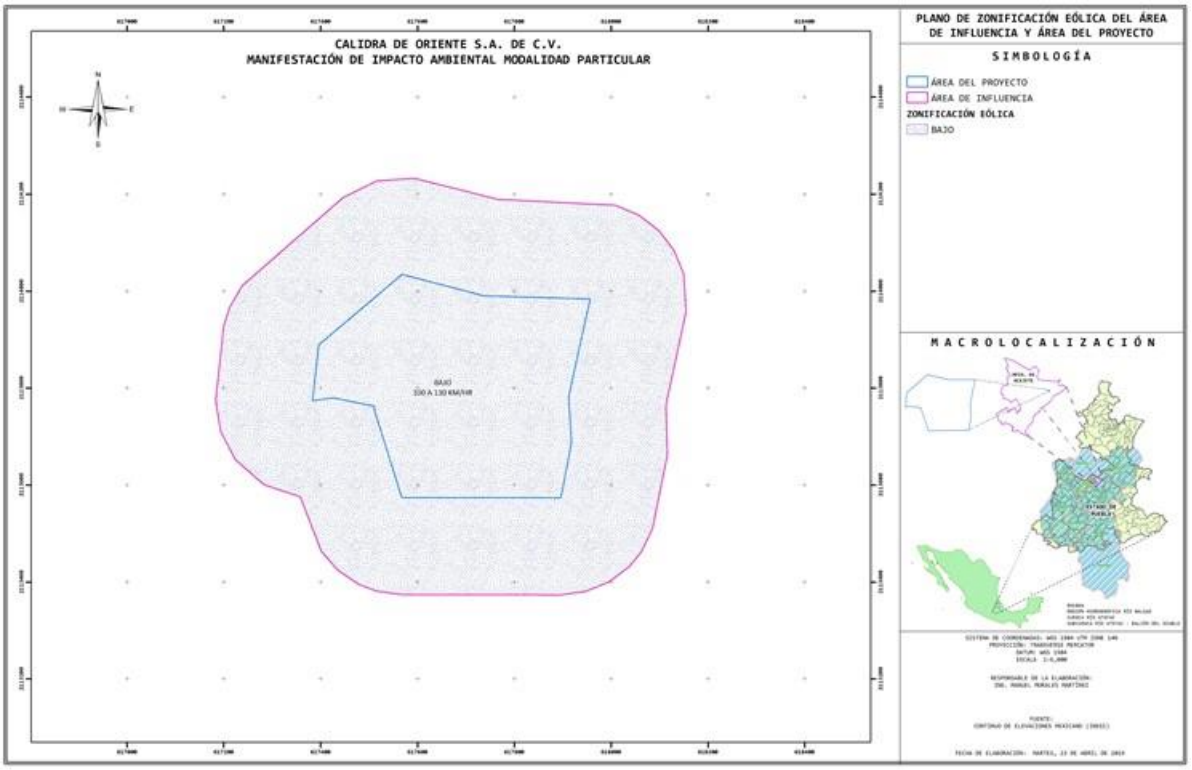


Figura IV.23. Mapa de vientos presentes en AI.

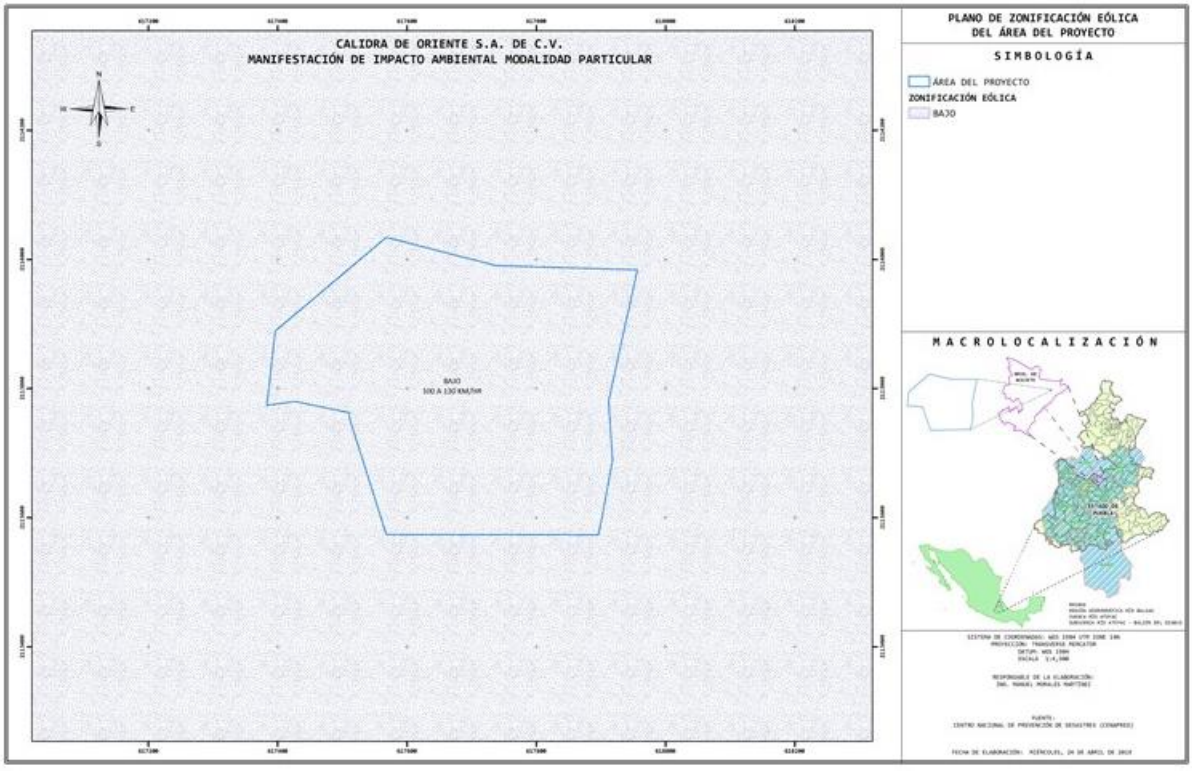


Figura IV.24. Mapa de vientos presentes en AP.

IV.3.1.1.3 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Fisiografía y relieve

Sistema ambiental

Dentro del sistema ambiental se presenta la topoforma que es la meseta, a continuación, se presenta.

Cuadro IV.19. Fisiografía del sistema ambiental.

CLAVE	ENTIDAD	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (HA)
300-0/02	Sistema de topoformas	Meseta	Meseta basáltica escalonada	1,112.2306

Meseta: Terreno elevado y llano de gran extensión[iii]

Meseta: Las mesetas son grandes extensiones de terreno llano que se encuentran a una gran elevación sobre el nivel del mar (+ de 400 m). Una meseta representa una **llanura elevada, ubicada a más de 500 metros sobre el nivel del mar** y que debido a su pronunciado relieve, recibe el nombre de altiplanicie. Este tipo de formación geológica se origina de dos maneras: como resultado de la erosión del terreno la cual actúa dejando el área aislada y elevada o por fuerzas tectónicas.

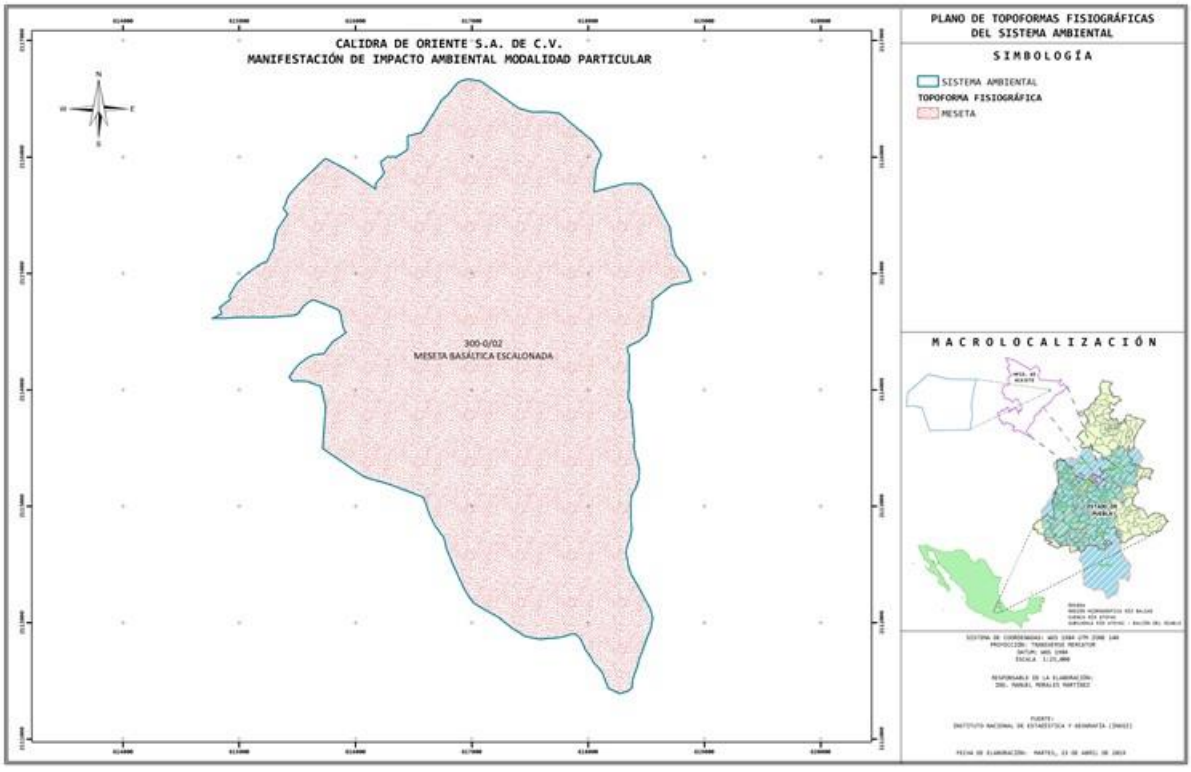


Figura IV.25. Mapa de topoformas del sistema ambiental.

Regiones o provincias fisiográficas de México.

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 Estadística, Geografía e Informática, con base en las condiciones antes mencionadas ha divido 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; en 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. Es importante señalar que estas provincias fisiográficas, se subdividen en 73 subprovincias 13 discontinuidades.

Las provincias que se encuentran en el territorio mexicano son las siguientes:



Figura IV.26. Provincias fisiográficas de la República Mexicana.

A continuación, se presentan las provincias reconocidas en el país.

Cuadro IV.20. Provincias fisiográficas de México.

Provincias fisiográficas de México
1. Península de la Baja California
2. Llanura Sonorense
3. Sierra Madre Occidental
4. Sierras y Llanuras del Norte
5. Sierra Madre Oriental
6. Grandes Llanuras de Norteamérica
7. Llanura Costera del Pacífico
8. Llanura Costera del Golfo Norte
9. Mesa del Centro
10. Sierra Volcánica Transversal o Eje Neovolcánico
11. Península de Yucatán
12. Sierra Madre del Sur
13. Llanura Costera del Golfo Sur
14. Sierra de Chiapas y Guatemala
15. Cordillera Centroamericana

A continuación se describe la provincia fisiográfica del sistema ambiental.

- **Provincia**

El SA se encuentra dentro de la provincia Eje Neovolcánico y Subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac.

Eje Neovolcánico.

Esta provincia ha sido descrita recientemente como una faja volcánica en la que se encuentran diversos aparatos y rocas volcánicas asociados a grandes fallas y fracturas, más que como un "eje" continuo de dichos materiales. Esta faja volcánica tiene unos 900 km de longitud, y entre 10 y 300 km de ancho aproximadamente; se extiende burdamente en dirección este-oeste casi de costa a costa del país, a la altura de los paralelos 19° y 20° de latitud norte. Abarca parte de los estados de Colima, Nayarit, Zacatecas, Aguascalientes, Michoacán de Ocampo, Guanajuato, Querétaro de Arteaga, México, Hidalgo, Tlaxcala (todo el estado), Puebla y Veracruz-Llave. 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 la Sierra Madre del Sur y la Llanura Costera del Golfo Sur; al oeste con el Océano Pacífico; y al este con el Golfo de México. Esta región se caracteriza por una serie de sierras, lomeríos y cuencas formadas por la acumulación de lavas, brechas y cenizas volcánicas, a lo largo de innumerables y sucesivos episodios volcánicos, iniciados desde el Terciario Superior y continuados hasta el presente. Este volcanismo ha sido asociado a la subducción de la placa de Cocos en la placa de Norteamérica. Dicho fenómeno debió iniciarse durante el período Plioceno.

La provincia está constituida por grandes sierras volcánicas, coladas lávicas, conos cineríticos dispersos o en enjambre, amplios escudovolcanes de basalto, depósitos de arenas y cenizas, etc. La actividad volcánica ha dado origen a un gran número de cuencas endorreicas con el consecuente desarrollo de lagos y planicies rodeadas de sierras, lo que le da al paisaje una apariencia muy característica. Algunos lagos importantes son: Chapala, Pátzcuaro, Texcoco y Totolcingo. Planicies como las de Zumpango, Chalco, el Valle de México y diversos llanos del Bajío Guanajuatense, fueron formadas por lechos de lagos antiguos. Algunos de los principales aparatos volcánicos que se localizan en esta provincia son: San Juan, Sangangüey, Volcán de Tequila, Ceboruco, Volcán de Colima, Popocatépetl, Iztaccíhuatl, Matlalcueye (Malinche), Atlítzin (cerro La Negra), Cofre de Perote y Citlaltépetl (Pico de Orizaba).

Dentro de Puebla se encuentran áreas que forman parte de tres subprovincias del Eje Neovolcánico: Lagos y Volcanes de Anáhuac, Chiconquiaco y Llanos y Sierras de Querétaro e Hidalgo; éstas en conjunto abarcan 38.26% del territorio estatal.

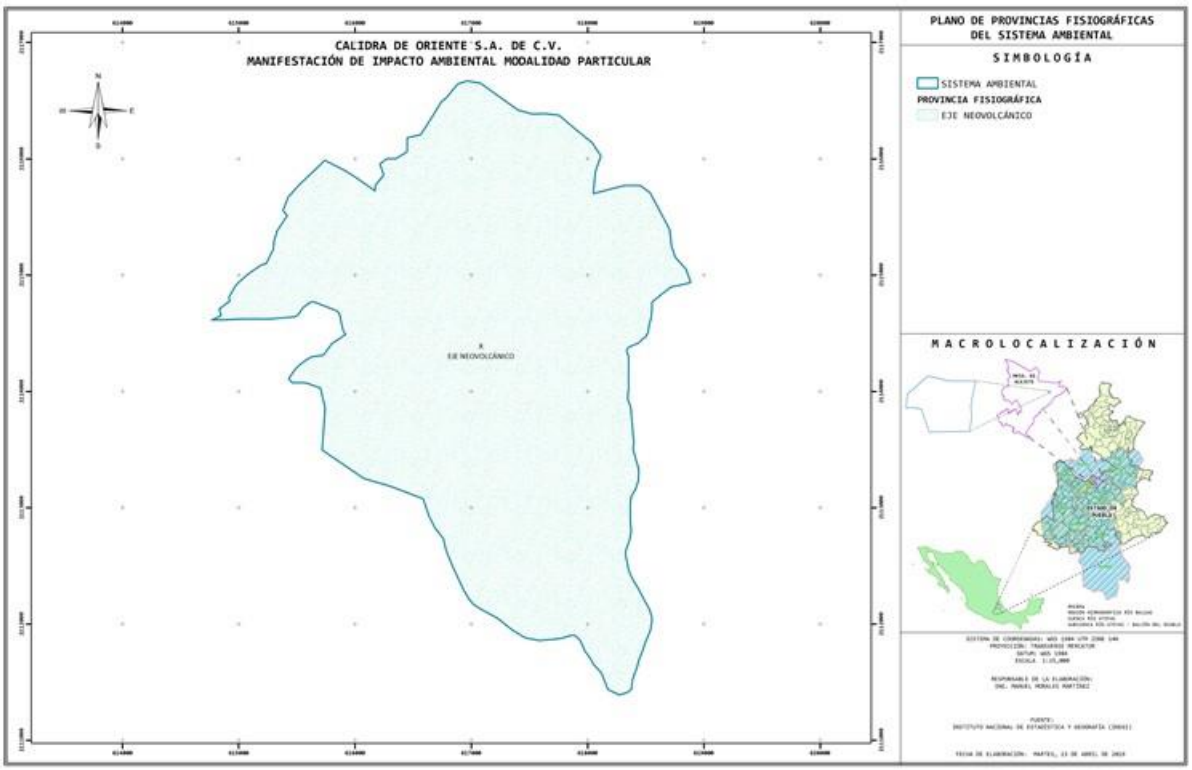


Figura IV.27. Provincia en el sistema ambiental.

Subprovincia

Lagos y volcanes de Anáhuac.

Es la más extensa de las catorce que integran al Eje Neovolcánico; en ella quedan comprendidas las ciudades de Puebla, Toluca, Pachuca, Tlaxcala, Cuernavaca y México. La subprovincia se extiende de poniente a oriente, desde unos 35 km al occidente de Toluca, México, hasta Quimixtlán, Puebla. Consta de sierras volcánicas o grandes aparatos individuales que alternan con amplias llanuras formadas, en su mayoría, por vasos lacustres. De oeste a este se encuentran en sucesión las cuencas de Toluca, México, Puebla y Oriental.

En el estado de Puebla esta subprovincia es la que abarca mayor superficie, ya que 35.93% de su territorio pertenece a ella. Limita al norte con las subprovincias Carso Huasteco, de la Sierra Madre Oriental, y Chiconquiaco, del Eje Neovolcánico; al este se prolonga hacia el estado de Veracruz-Llave; y al sur colinda con las subprovincias Sierras Orientales, Sur de Puebla, Sierras y Valles Guerrerenses y Llanuras Morelenses; todas éstas son integrantes de la provincia Sierra Madre del Sur. Ocupa casi toda la parte central de la entidad, desde la Sierra Nevada hasta el Pico de Orizaba; también el área de Izúcar de Matamoros y dos franjas que van desde Hueyapan y Ahuazotepec hasta la localidad de Oriental. Comprende 66 municipios completos.

En esta zona se localizan las tres mayores elevaciones del país: Citlaltépetl o Pico de Orizaba, que es compartido con el estado de Veracruz-Llave y cuya altitud es de 5 610 m; Popocatépetl, el cual tiene 5 500 msnm y pertenece a los estados de Puebla, México y Morelos; e Iztaccíhuatl, con una altitud de 5 220 m e integrante de los estados de Puebla y México; en las cumbres de estas elevaciones existen tres de los pocos pequeños glaciares de la región intertropical del mundo, además, entre las dos últimas, las cuales conforma a la Sierra Nevada, se localiza el Paso de Cortés, puerto orográfico relevante por su importancia histórica y su accesibilidad. También se encuentran: el Atlítzin o cerro La Negra, con 4 580 m; y el volcán Matlalcueye (La Malinche), con 4 420 msnm; todos estos aparatos volcánicos mencionados forman parte del sistema de topoformas denominado sierra volcánica con estratovolcanes o estratovolcanes aislados. Asimismo, quedan incluidas las cuencas de Puebla y Atlixco-Izúcar, que están interrumpidas y separadas por lomeríos suaves; y la de Oriental, que es compartida con el estado de Veracruz-Llave.

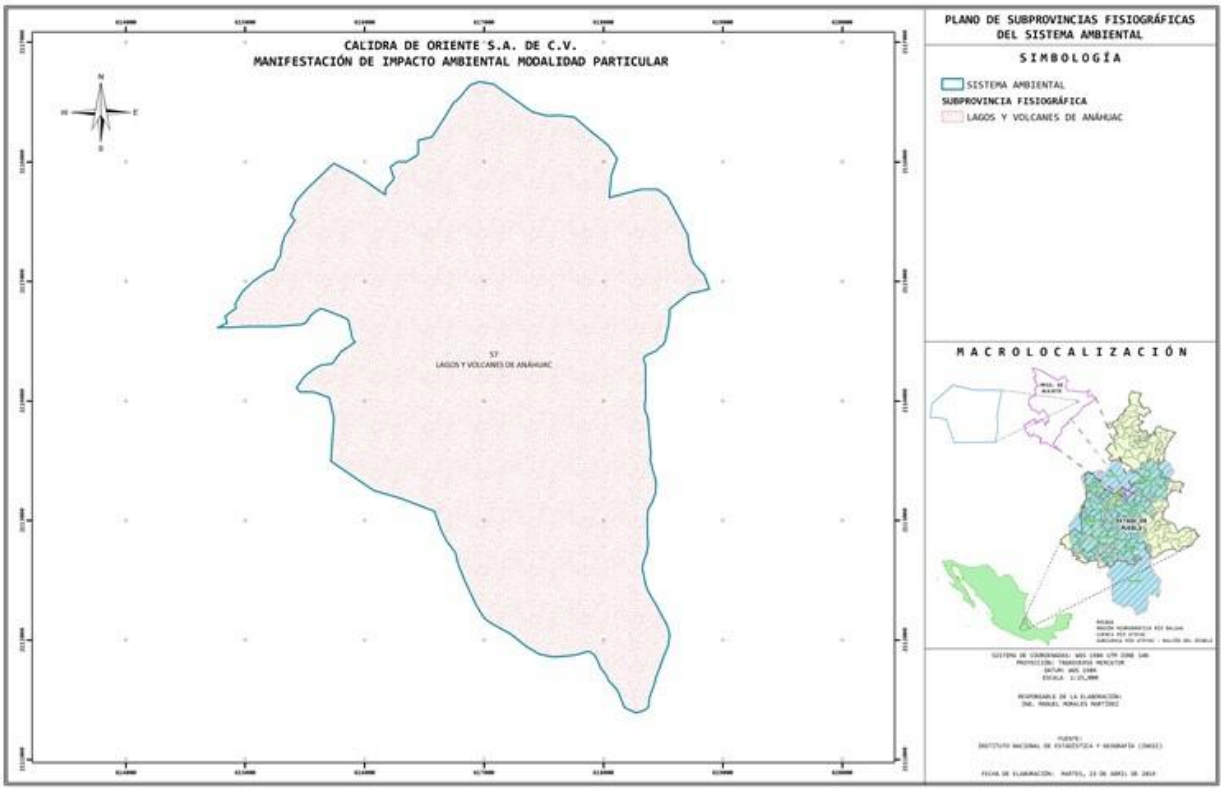


Figura IV.28. Subprovincia fisiográfica del sistema ambiental.

Área de influencia y área del proyecto

Dentro del área de influencia y área del proyecto de igual manera se presenta la topoforma que es la meseta, descrita anteriormente para el sistema ambiental.

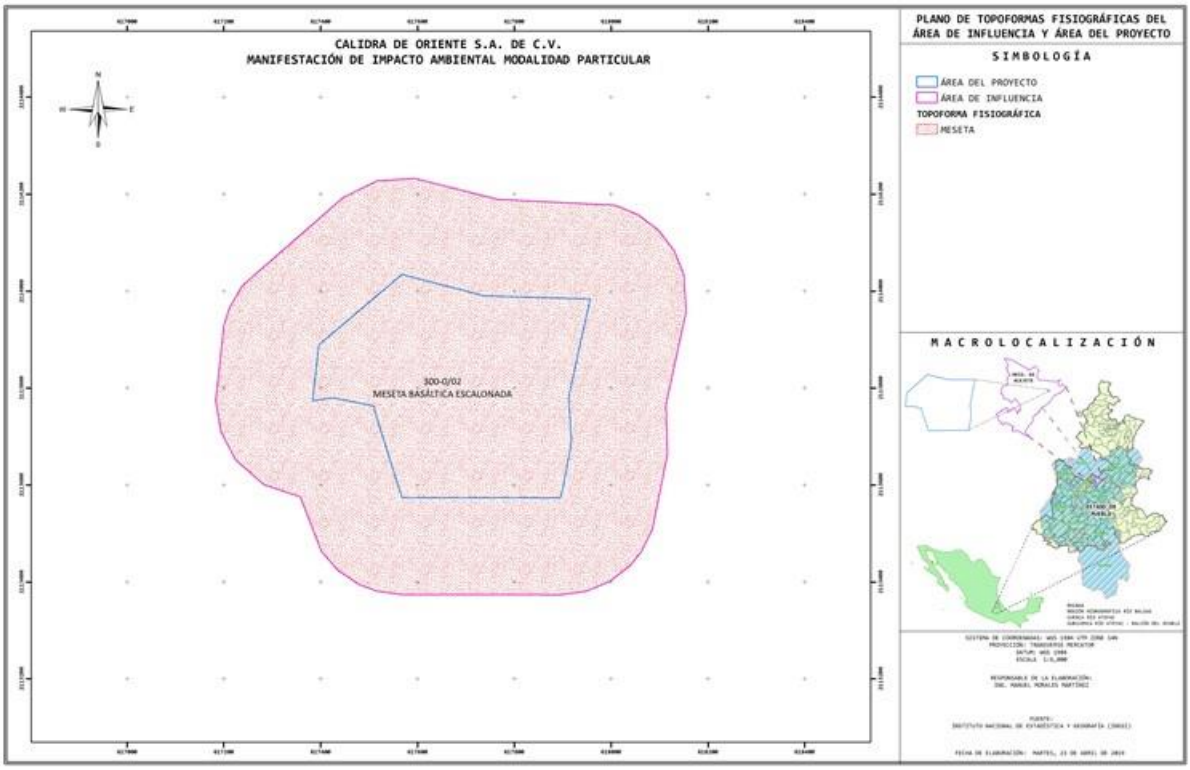


Figura IV.29. Topoformas del área de influencia y área del proyecto.

Provincias y subprovincias

Dentro de las provincias y subprovincias anteriormente descritos, se determina que tanto el área de influencia como el área del proyecto se encuentran dentro de la provincia Eje Neovolcánico y la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac como se muestra en las siguientes figuras.

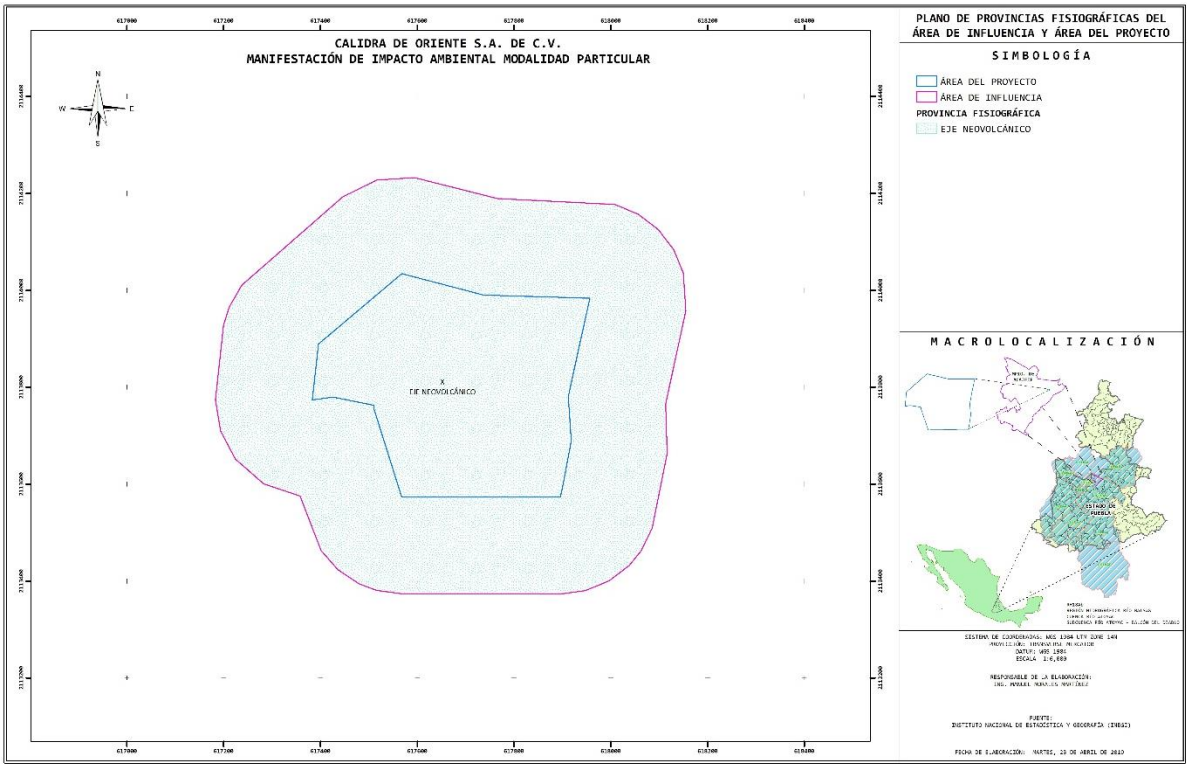


Figura IV.30. Provincias del AI y AP.

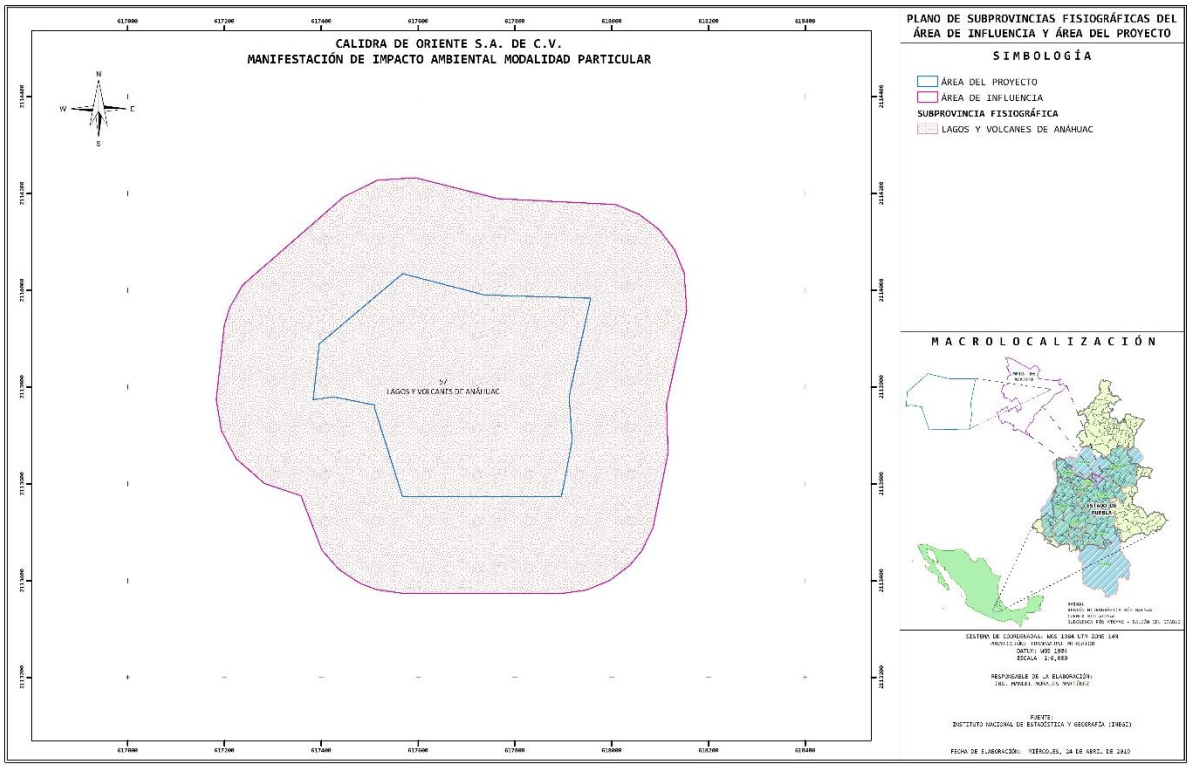


Figura IV.31. Subprovincia del AI y AP.

Pendiente media, topoformas y exposiciones del sistema ambiental

Sistema ambiental

Pendiente media

Con base en la cartografía INEGI se determinó el mapa de pendiente existente en el sistema ambiental, en la cual predomina el rango de pendientes de 8-30%, considerándose ésta como la pendiente media del área.

Cuadro IV.21. Pendientes en el sistema ambiental.

Rango (%)	Superficie (Ha)
0 - 8	216.7479
8-30	525.7745
> 30	369.7082
Total general	**1,112.2306**

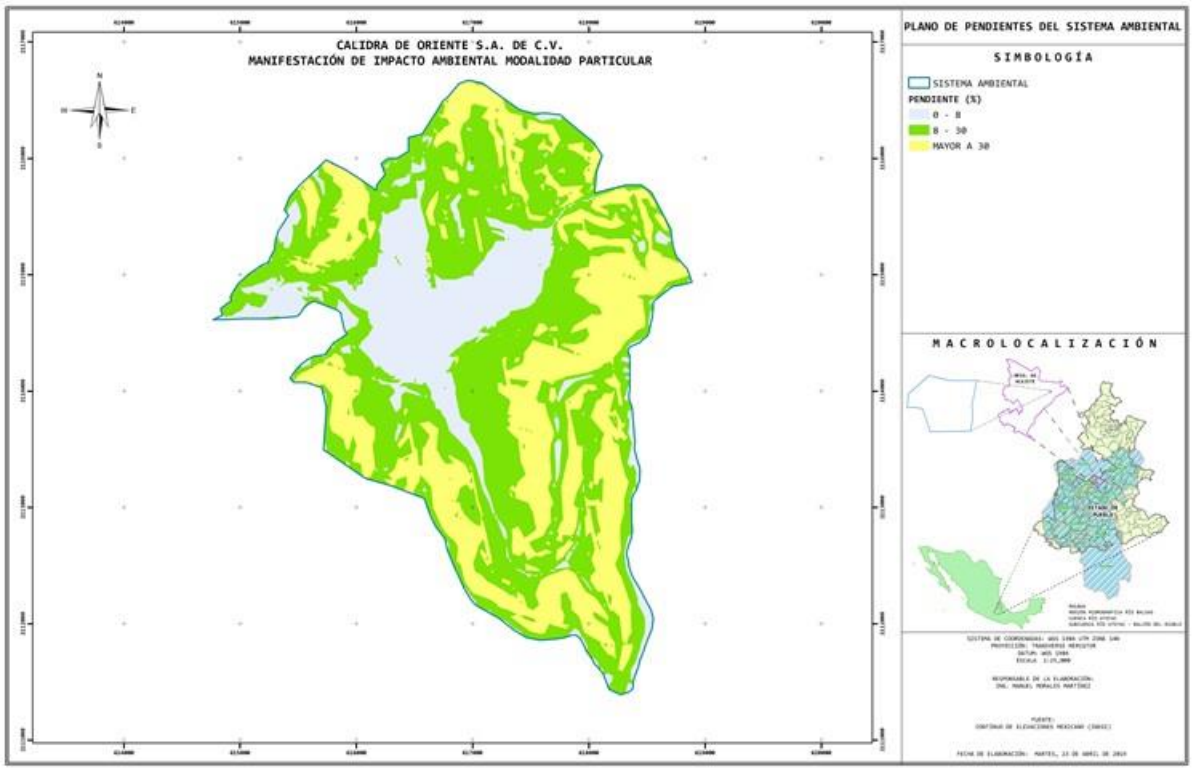


Figura IV.32. Pendientes en el sistema ambiental.

Área de influencia y área del proyecto

Pendiente media

De igual manera que en el SA, con base en la cartografía INEGI se determinó el mapa de pendiente existente en el área de influencia y área del proyecto, en las cuales predomina el rango de pendientes >30%, considerándose éstas como las pendientes medias del área, como se muestra en la siguiente figura.

Cuadro IV.22. Pendiente en el AI y AP.

Rango	Unidad de análisis	
	AI	AP
	Superficie (Ha)	Superficie (Ha)
0 – 8%	2.954	0.6913
8 – 30%	28.8565	8.1558
> 30%	**35.1841**	**10.1711**
Total	**66.9946**	**19.0182**

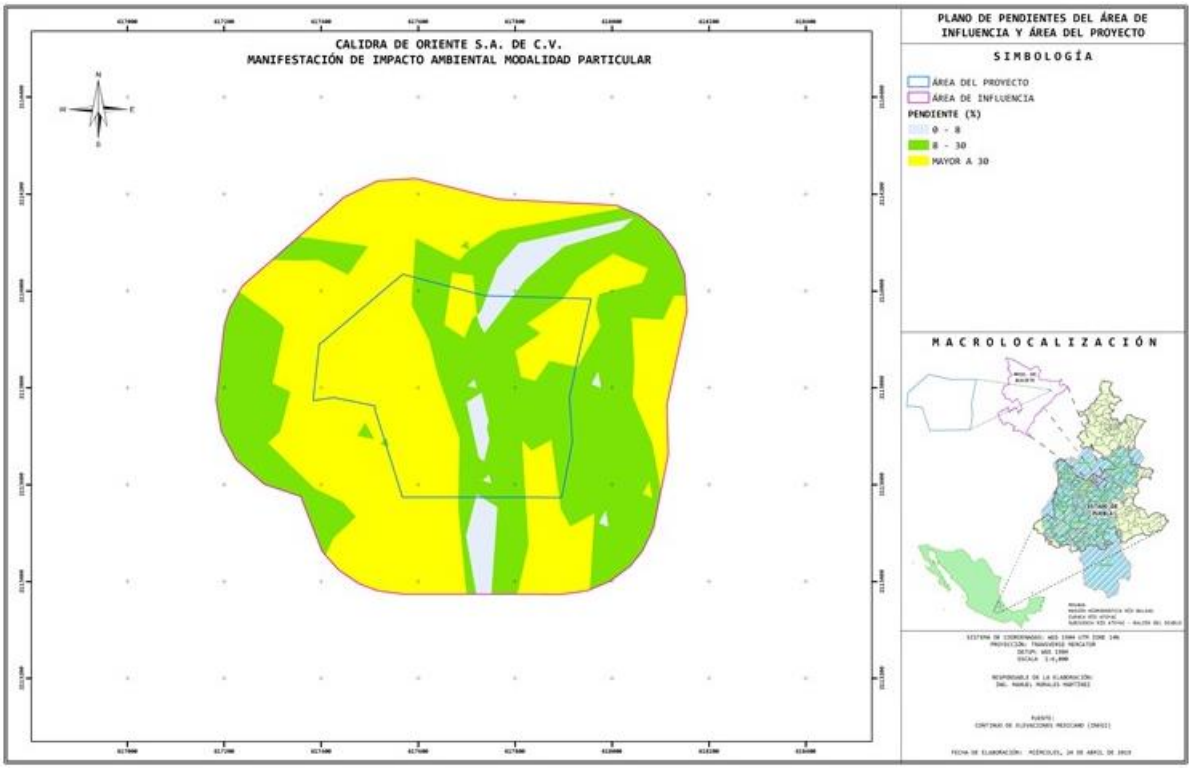


Figura IV.33. Pendientes en el área de influencia y área del proyecto.

Fallas y fracturas

La palabra fractura proviene del latín fracturas, que significa “quebrar” y se ha empleado para referirse a las superficies discretas que segmentan o dividen en bloques a rocas y minerales en la naturaleza; estas definen superficiales de baja cohesión.

Sistema ambiental

En el SA no se encuentra inmersa ninguna falla o fracturas, las más cercanas son en dirección: este-oeste, noreste-suroeste y norte-Sur, la distancia de la ubicación se presenta a continuación en el cuadro y figura siguiente.

Cuadro IV.23. Fallas y fracturas del SA.

ENTIDAD	DIRECCION	LONG (KM)
Fractura	Este-Oeste	36.11
Fractura	Noreste-Suroeste	39.98
Falla	Norte-Sur	49.14

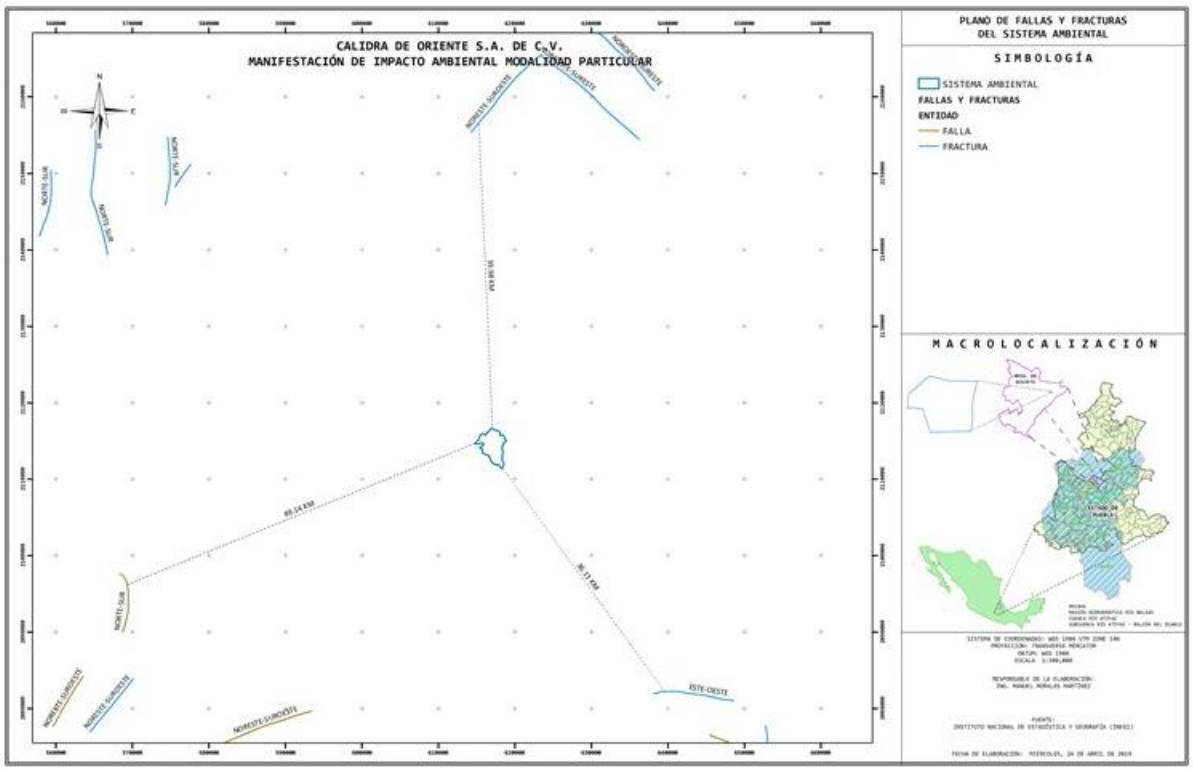


Figura IV.34. Fracturas del SA.

Área de influencia y área del proyecto

En el área de influencia y área del proyecto no se encuentra inmersa ninguna falla o fractura, las más cercanas son en dirección: este-oeste, noreste-suroeste y norte-sur, la distancia de la ubicación se presenta a continuación en el cuadro y figuras siguientes.

Cuadro IV.24. Fallas y fracturas del AI y AP.

ENTIDAD	DIRECCION	UNIDAD DE ANÁLISIS	
		AI (LONG KM)	AP (LONG KM)
FRACTURA	Este-Oeste	37.93	38.13
FRACTURA	Noreste-Suroeste	42.47	42.67
FALLA	Norte-Sur	51	51.21

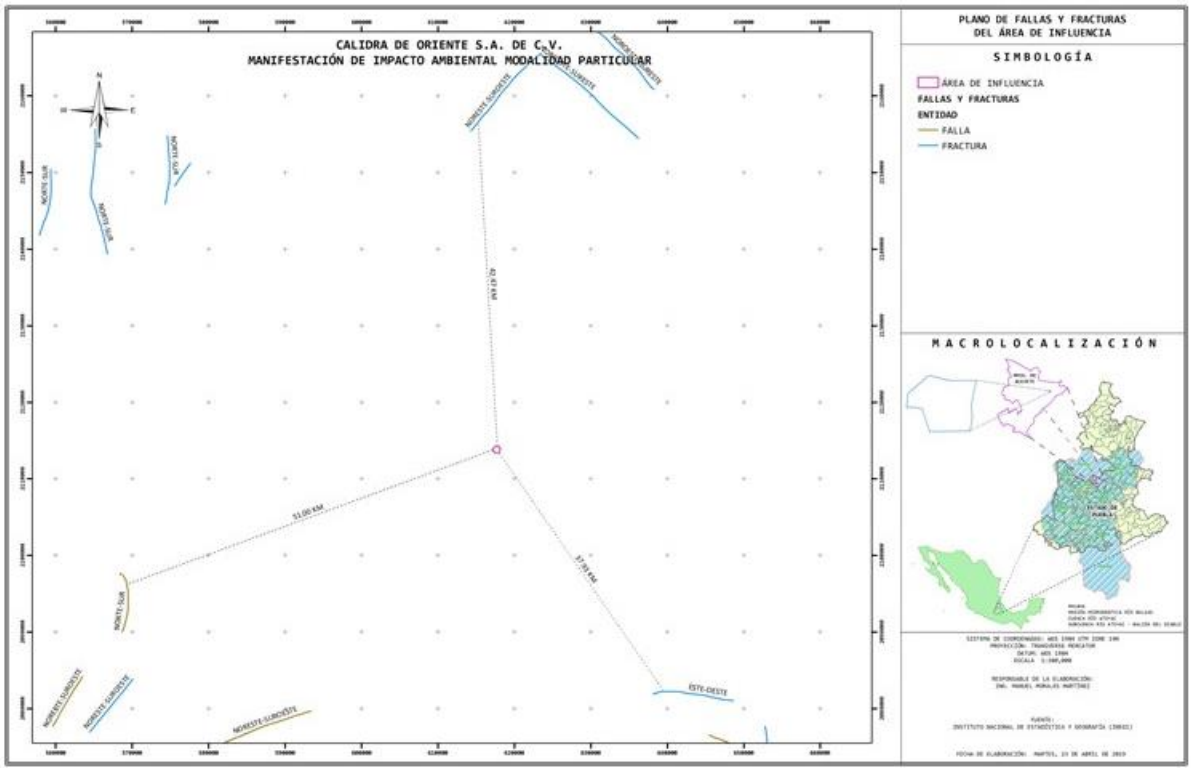


Figura IV.35. Fallas y fracturas dentro del AI.

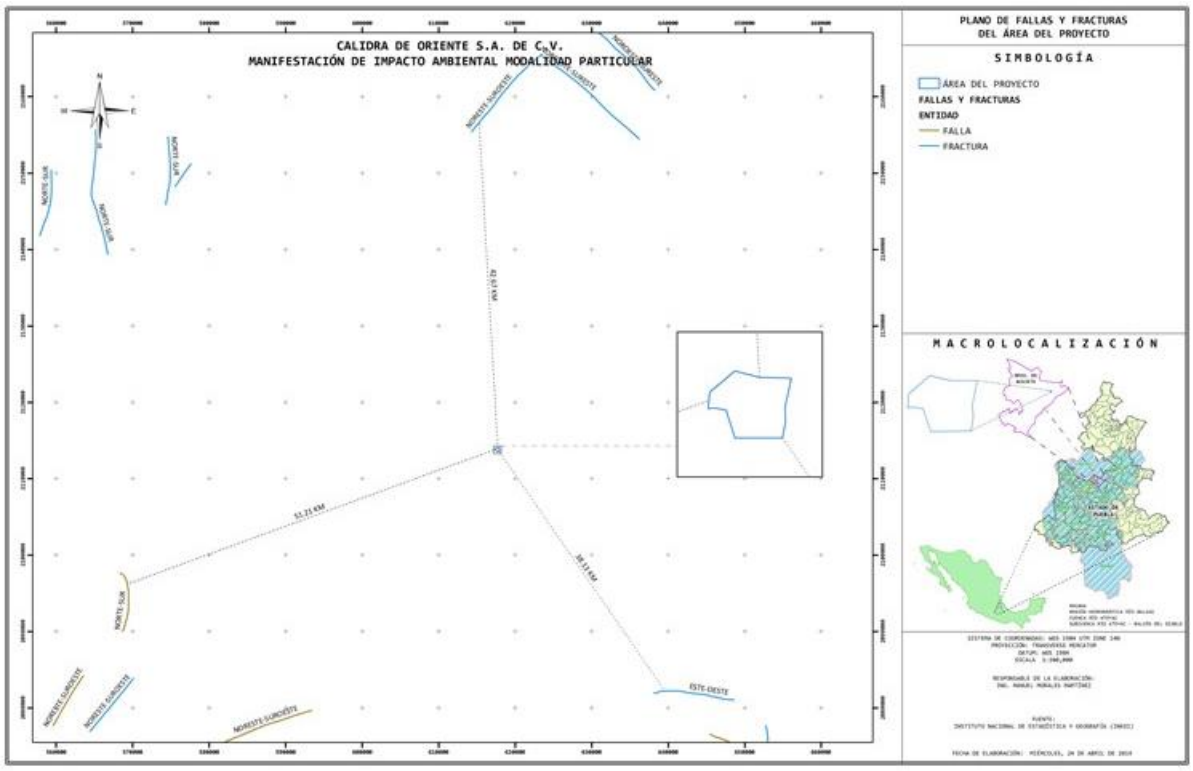


Figura IV.36. Fallas y fracturas dentro del AP.

Exposición

Sistema ambiental

De acuerdo con la superficie que ocupa cada tipo de exposición en el sistema ambiental, se puede concluir que la predominante en el sistema ambiental es la exposición oeste, dicha información se muestra en el siguiente cuadro y figura.

Cuadro IV.25. Exposiciones presentes en SA.

EXPOSICION	SUPERFICIE
PLANO	19.5359
NORTE	70.3576
NORESTE	144.2644
ESTE	95.3514
SURESTE	120.1806
SUR	115.0299
SUROESTE	172.5368
OESTE	**218.652**
NOROESTE	156.322
TOTAL	**1,112.2306**

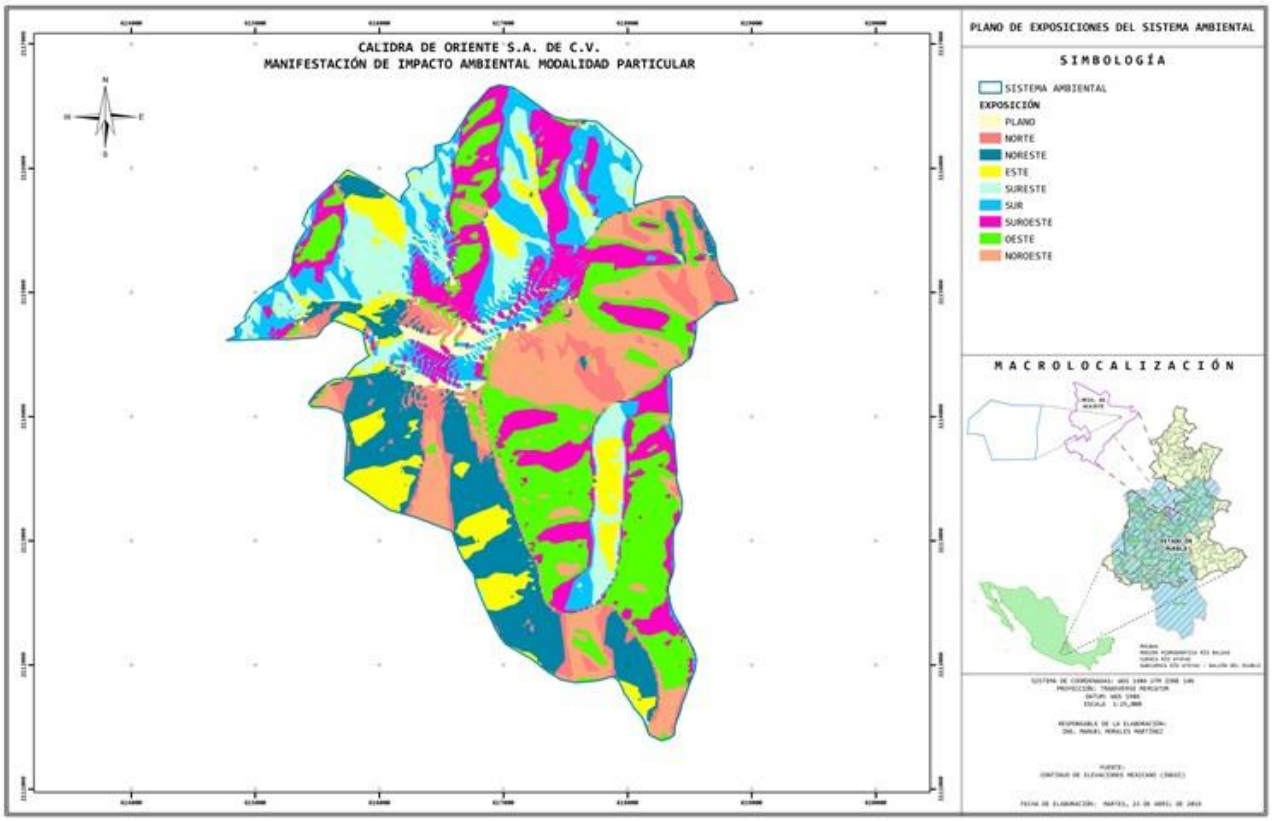


Figura IV.37. Exposiciones del SA.

Área de influencia y área del proyecto

De acuerdo con la superficie que ocupa cada tipo de exposición en el área de influencia y área del proyecto, se puede concluir que la predominante en ambas áreas es la exposición oeste, dicha información se muestra en los siguientes cuadros y figuras.

Cuadro IV.26. Exposiciones en el AI.

EXPOSICIÓN	SUPERFICIE
PLANO	0.0683
NORTE	1.4911
NORESTE	0.1457
ESTE	9.0159
SURESTE	7.7095
SUR	2.4966
SUROESTE	14.7102
OESTE	**25.269**
NOROESTE	6.0883
TOTAL	**66.9946**

Cuadro IV.27. Exposiciones en el AP.

EXPOSICION	SUPERFICIE
ESTE	3.8031
SURESTE	3.8858
SUR	0.3939
SUROESTE	3.1866
OESTE	**7.4811**
NOROESTE	0.2677
TOTAL	19.0182

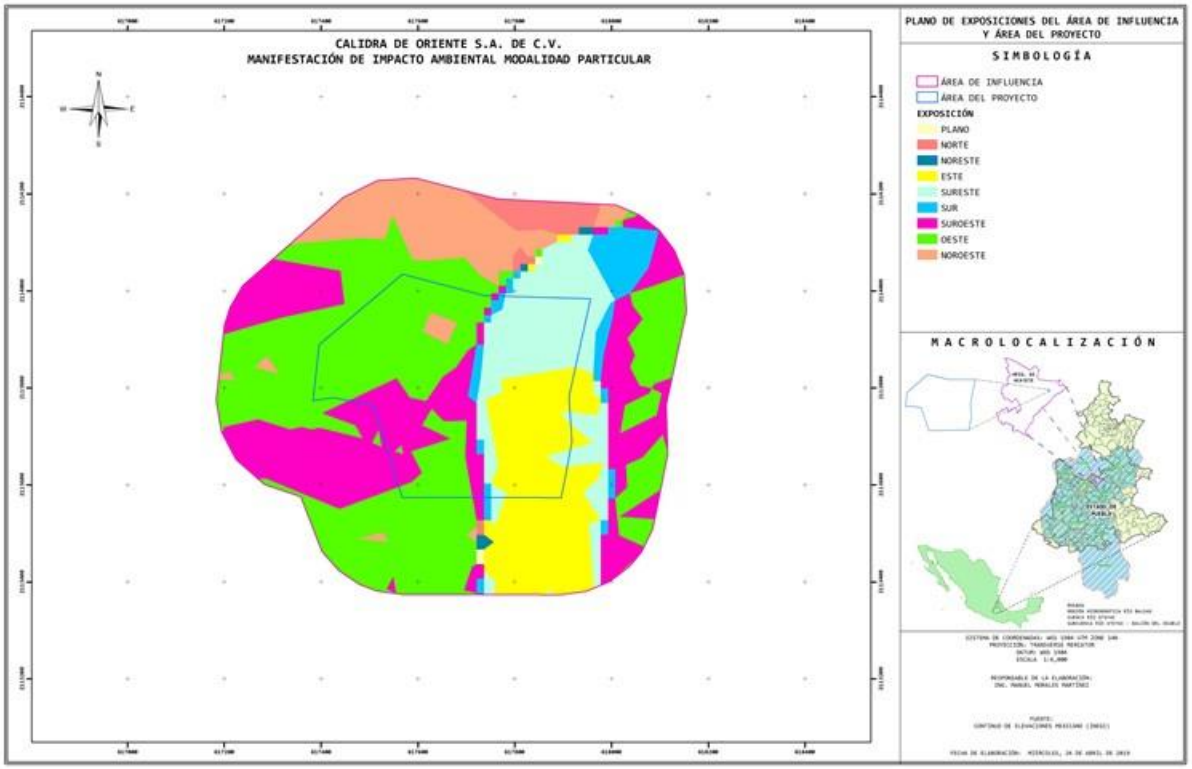


Figura IV.38. Exposiciones del AI y AP.

Geología

La naturaleza de la geología del territorio poblano es variada y bastante compleja, especialmente en su porción sur, donde se encuentran terrenos metamórficos con edades del Precámbrico, Paleozoico y Mesozoico, los cuales se hayan yuxtapuestos y limitados por grandes zonas de falla.

Las deformaciones compresionales de principios del Cenozoico se manifiestan en gran parte del territorio estatal, especialmente hacia la mitad oriental, con la formación de pliegues y cabalgaduras hacia el este.

Sistema ambiental

En el sistema ambiental se encuentra este tipo de geología:

Q(Vc): Era cenozoico, sistema cuaternario cuaternario, clase sedimentaria.

Ts(Igei): Era cenozoico, sistema neógeno, clase ígnea extrusiva básica.

Ki(cz): Mesozoico, sistema cretácico, clase sedimentaria

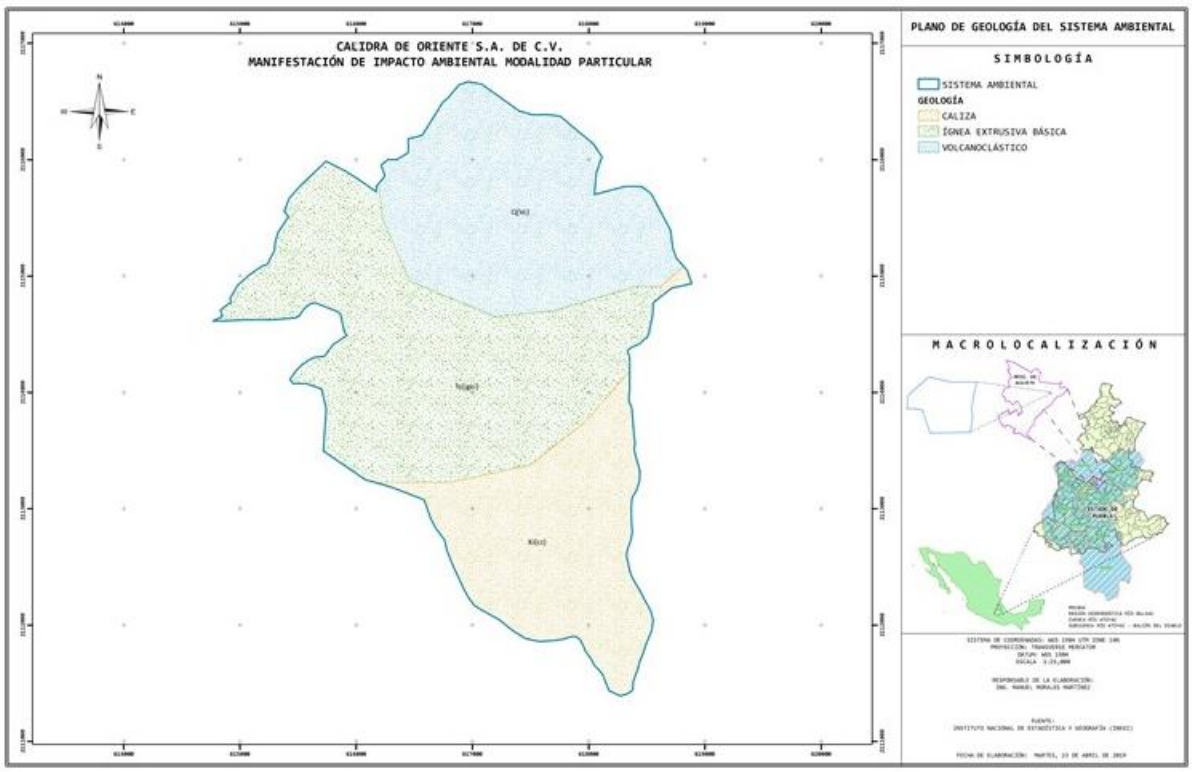


Figura IV.39. Características geológicas del sistema ambiental.

Área de influencia y área del proyecto

Al igual que el SA la geología presente en el área del proyecto y área de influencia es la Ts(Igei) y Ki(cz) como se menciona anteriormente y se muestran en la siguiente figura.

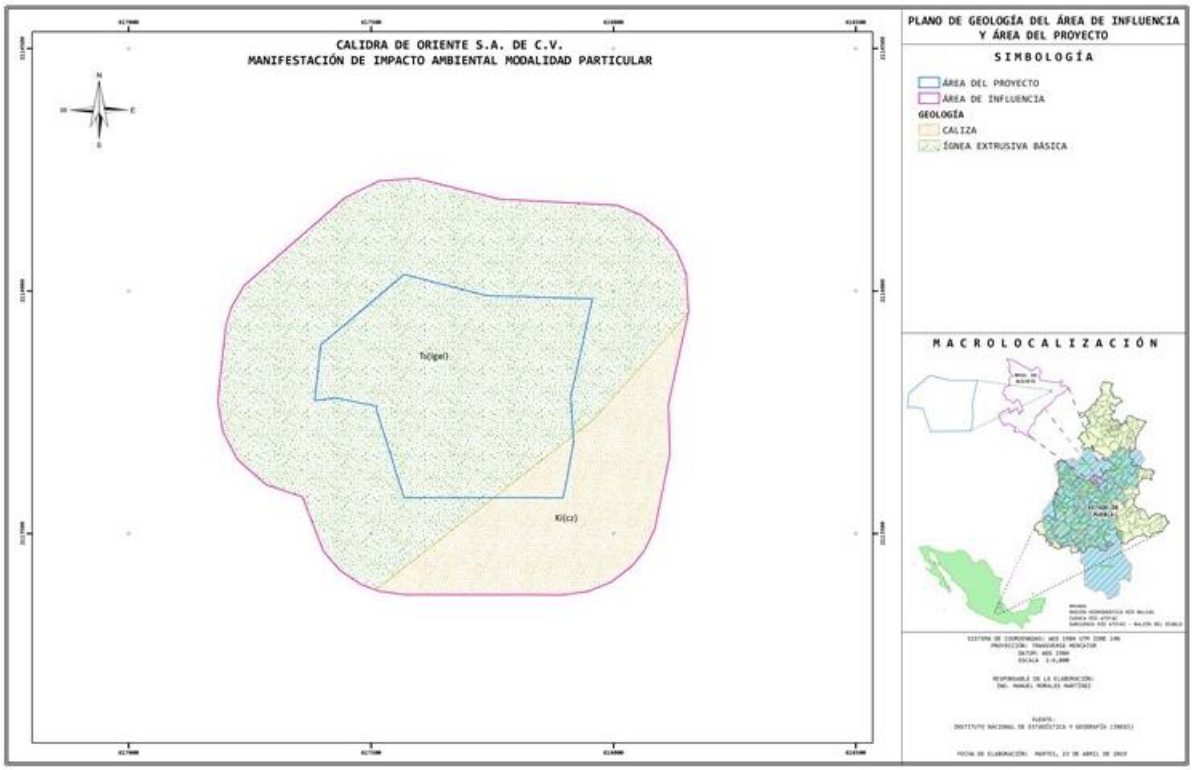


Figura IV.40. Características geológicas del AI y AP.

Principales elevaciones

El relieve está formado por todo aquello que sobresale de una superficie plana o que la modifica. El concepto suele emplearse para denominar a las elevaciones y las depresiones que se encuentran en nuestro planeta.

Sistema ambiental

A continuación, se presentan las elevaciones cercanas al SA y representadas en la figura siguiente

Cuadro IV.28. Elevaciones cercanas al SA.

ID	Nombre	Tipo	Distancia al SA (km)
1	Huilotepec	Cerro	0.68
2	Cerro el Pinal	Cerro	1.09
3	El Pachón	Cerro	0.84
4	Malinchilla	Cerro	2.85
5	Tlahuancochia	Cerro	0.83
6	Pardo	Cerro	1.55
7	Picacho	Cerro	0.95

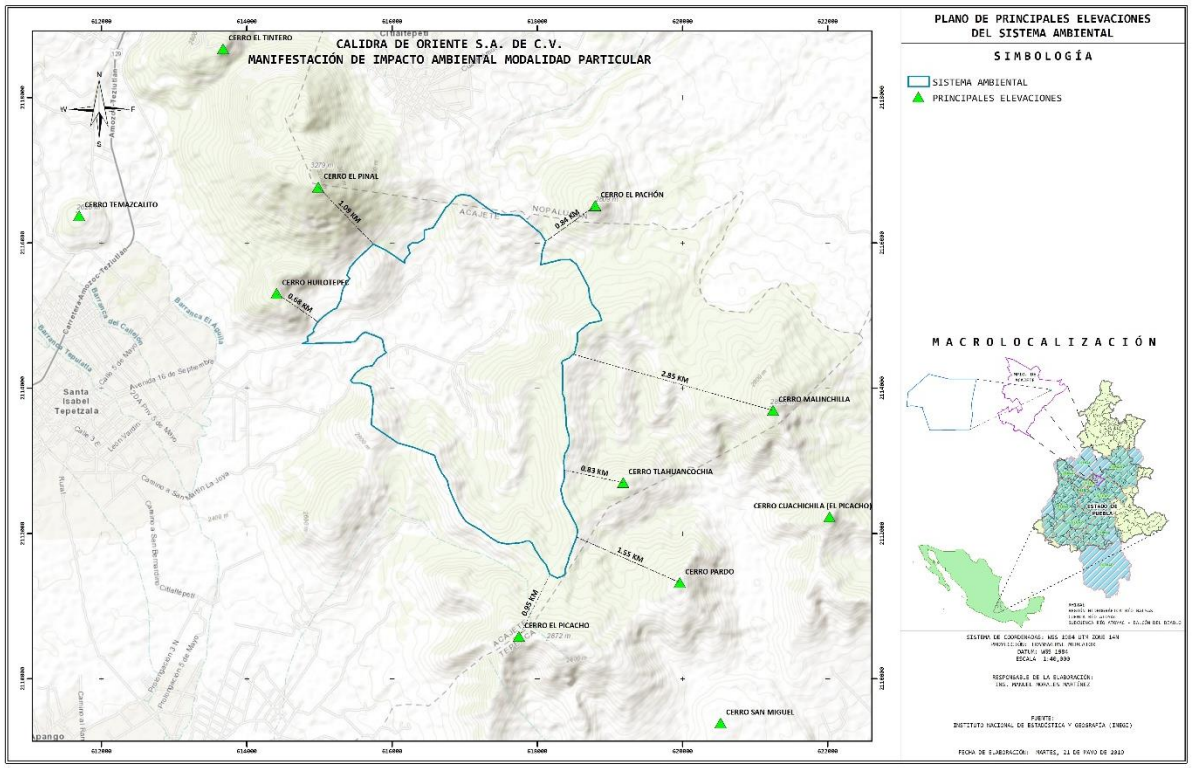


Figura IV.41. Elevaciones en el SA.

Área de influencia y área del proyecto

Dentro del área de influencia y el área del proyecto no se encuentra ninguna elevación, las más cercanas son:

Cuadro IV.29. Elevaciones cercanas al AI y AP.

CERRO	LONGITUD AI (KM)	LONGITUD AP (KM)
TLAHUANCOCHIA	1.36	1.56
MALINCHILLA	3.11	3.31
EL PACHÓN	2.47	2.67
EL PINAL	3.56	3.76
HUILOTEPEC	3.1	3.3
EL PICACHO	2.79	2.99

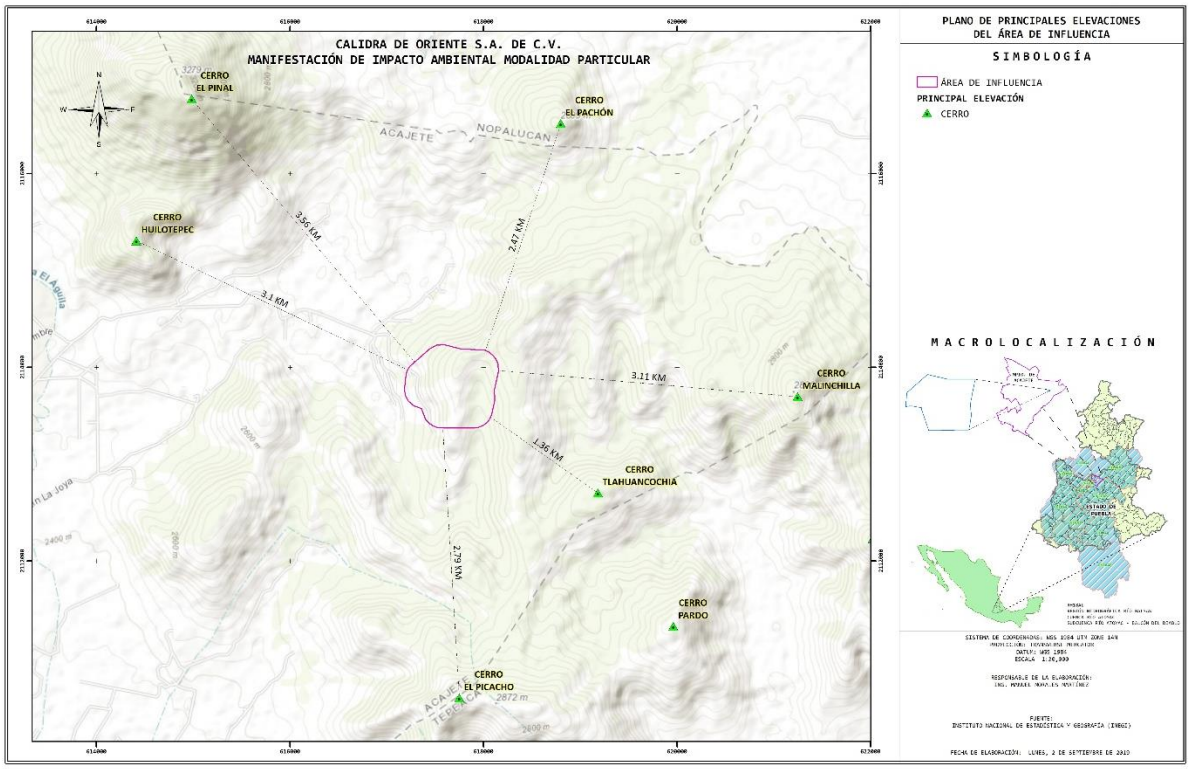


Figura IV.42. Elevaciones en el AI y AP.

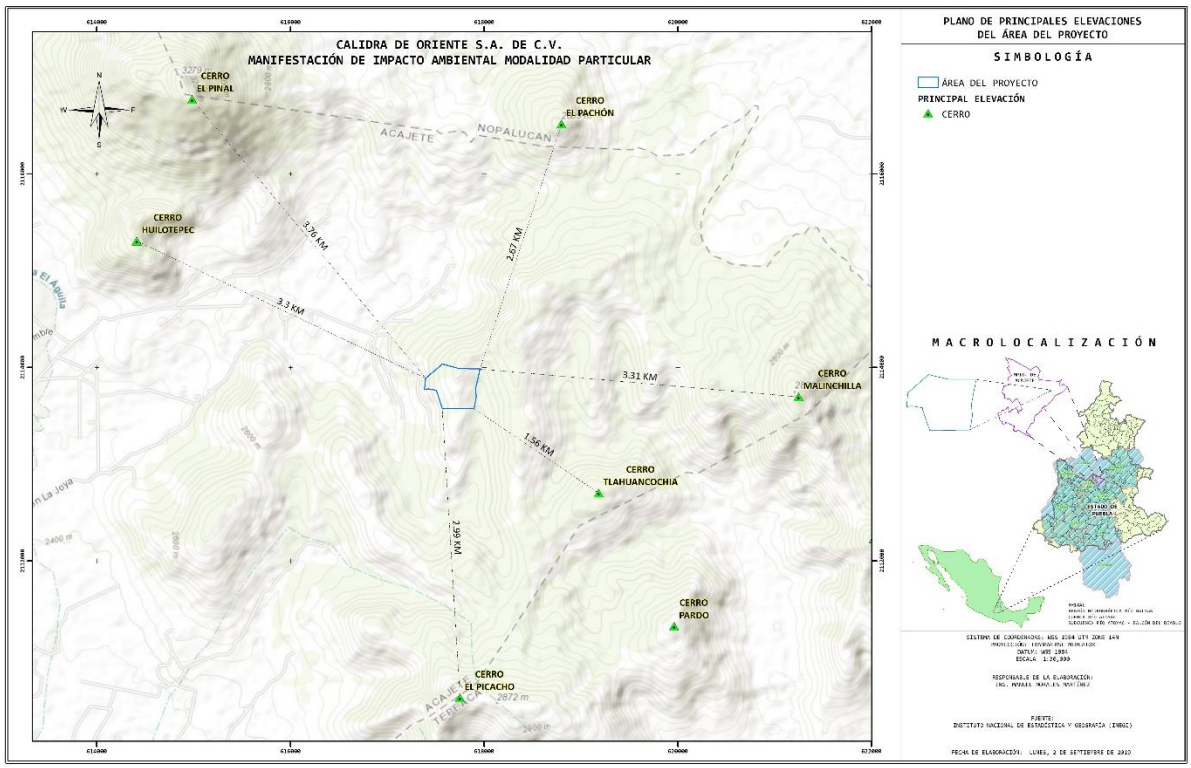


Figura IV.43. Elevaciones en el AI y AP.

Regiones potenciales de deslizamiento de laderas

Sistema ambiental

El sistema ambiental se encuentra en la región potencial de deslizamientos, como se muestra a continuación en la siguiente figura.

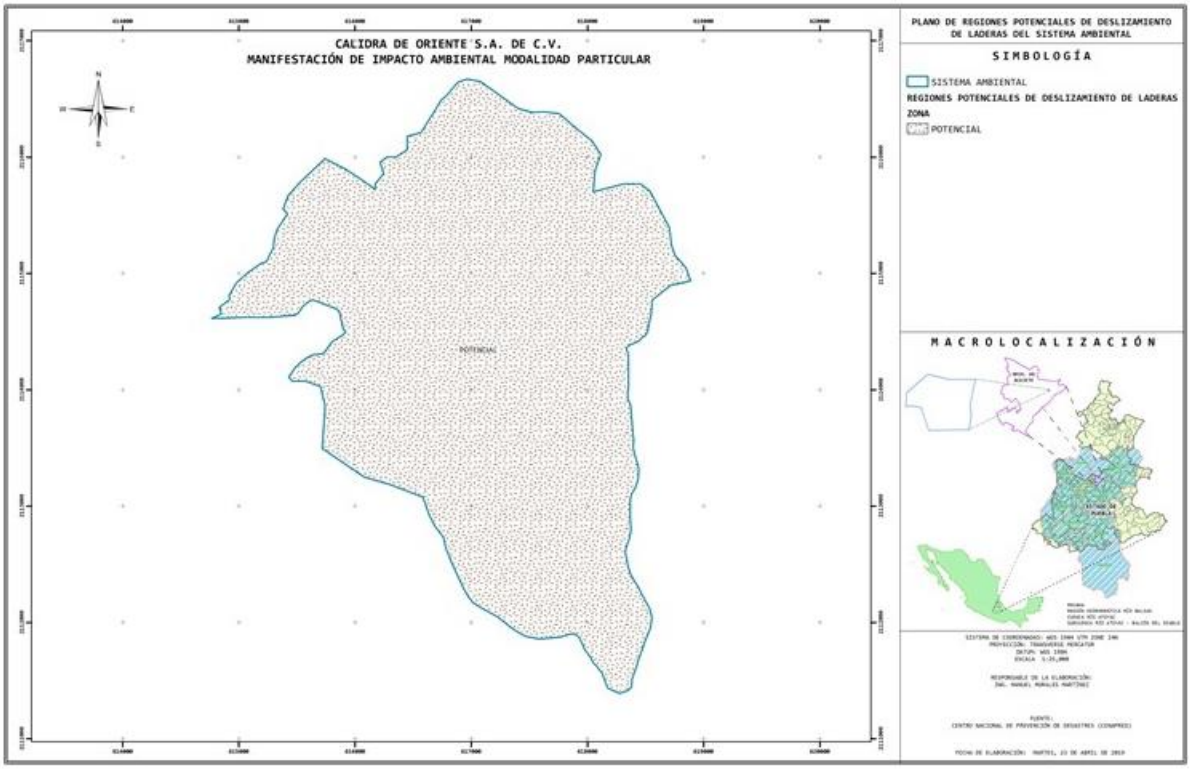


Figura IV.44. Región potencial de deslizamientos de laderas del SA.

Área de influencia y área del proyecto

El área de influencia y área del proyecto de igual manera se encuentra en la región potencial de deslizamientos, como se muestra a continuación.

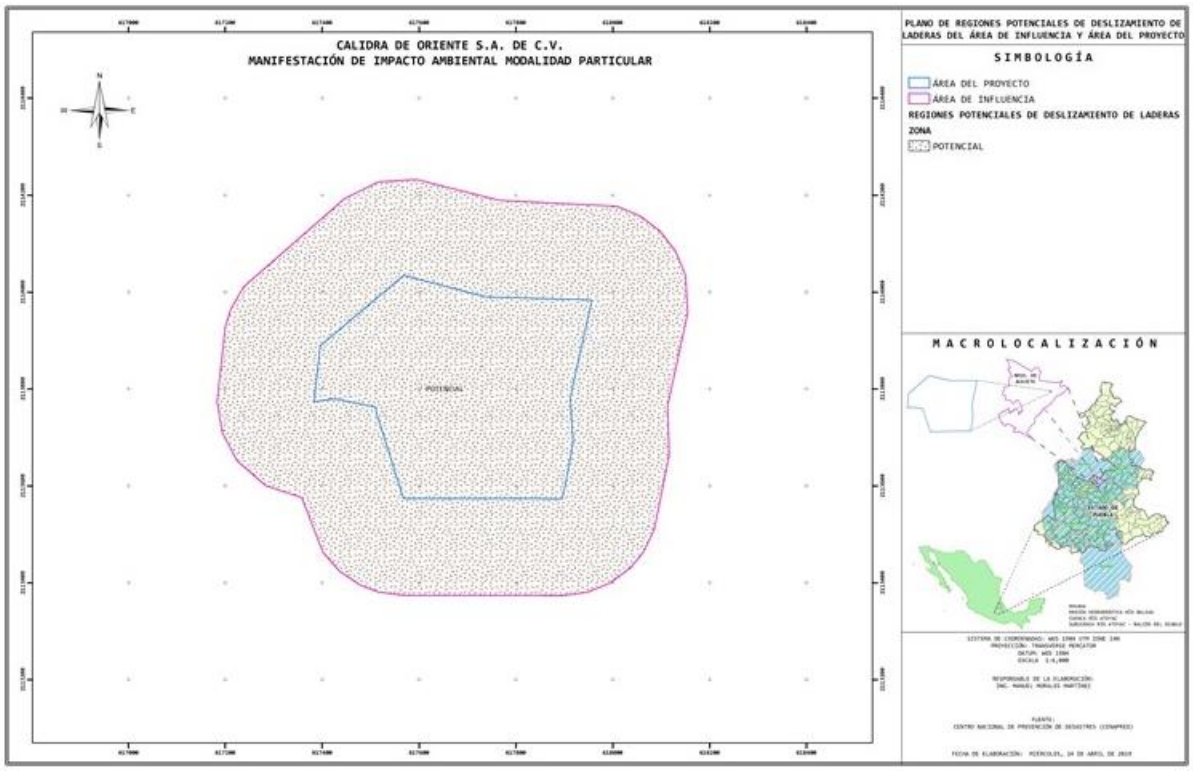


Figura IV.45. Región potencial de deslizamientos de laderas del AI.

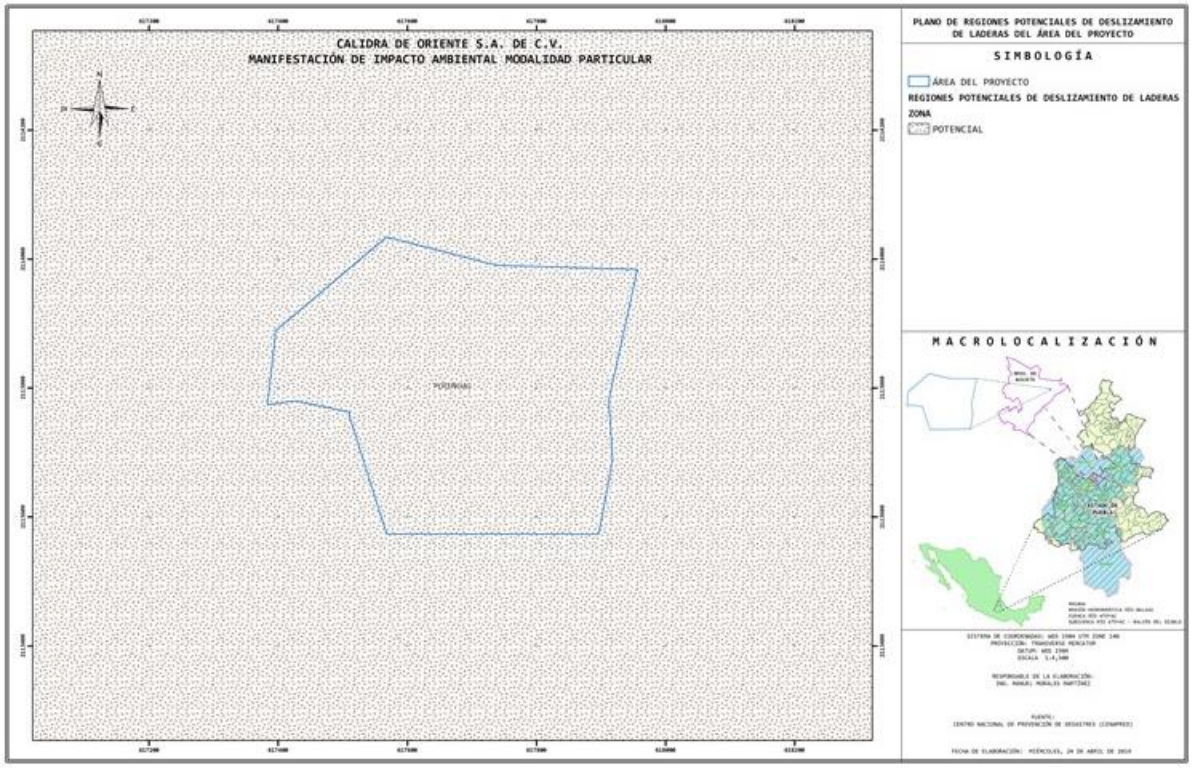


Figura IV.46. Región potencial de deslizamientos de laderas del AP.

Regionalización sísmica

Sistema ambiental

El SA corresponde a la zona con peligro medio de sismicidad como se puede observar en la siguiente figura.

Cuadro IV.30. Sismicidad del SA.

ZONA	CLASE_PELI	PELIGRO_S	PELIGRO	SUPERFICIE
B	Sismos de menor frecuencia, aceleración del terreno <70% de gravedad	Bajo	Medio	1,112.2306

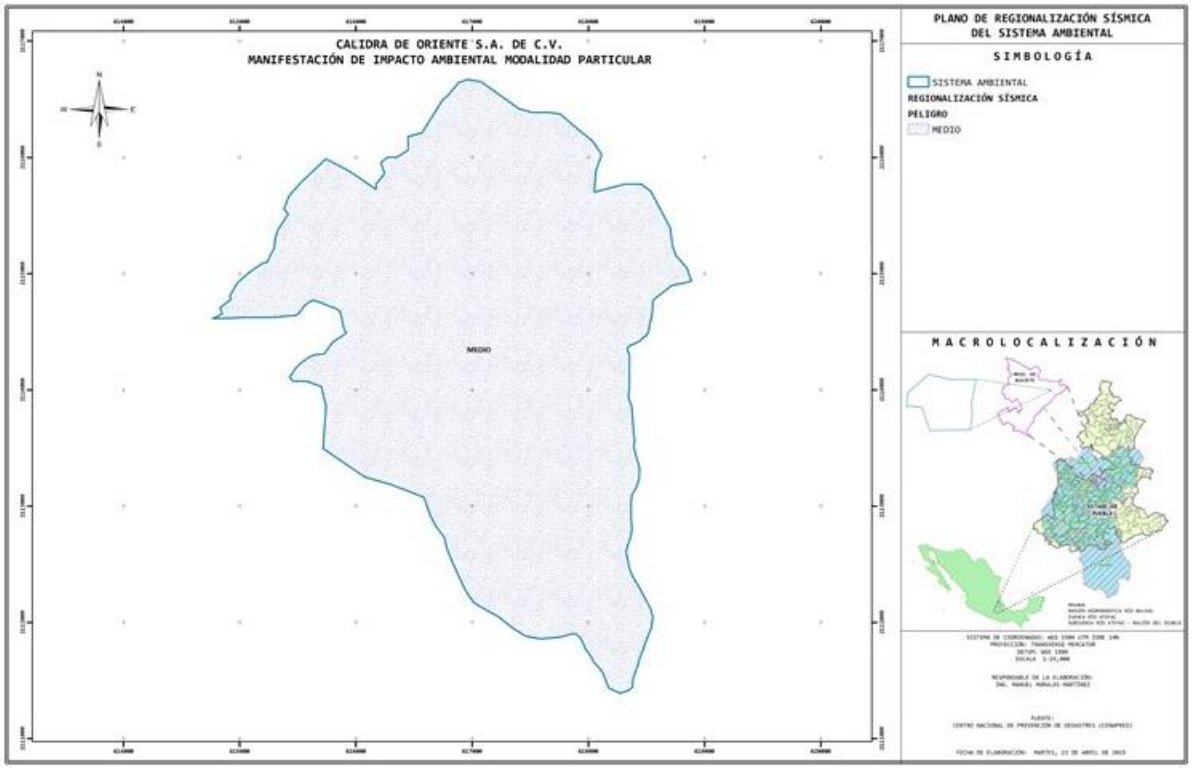


Figura IV.47. Sismicidad del SA.

Área de influencia y área del proyecto

El SA corresponde a la zona con peligro medio de sismicidad como se puede observar en la siguiente figura.

Cuadro IV.31. Sismicidad del AI y AP.

ZONA	CLASE_PELI	PELIGRO_S	PELIGRO	SUPERFICIE AI (HA)	SUPERFICIE AP (HA)
B	Sismos de menor frecuencia, aceleración del terreno <70% de gravedad	Bajo	Medio	66.9946	19.0182

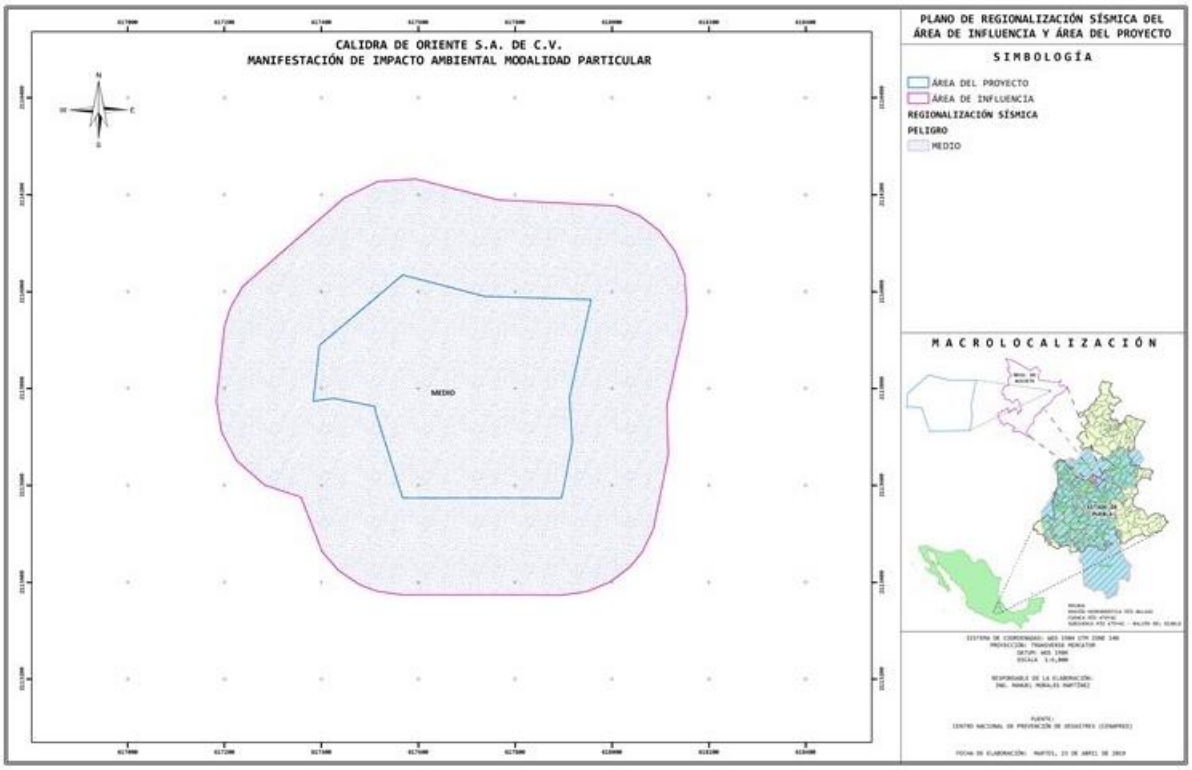


Figura IV.48. Sismicidad del AI.

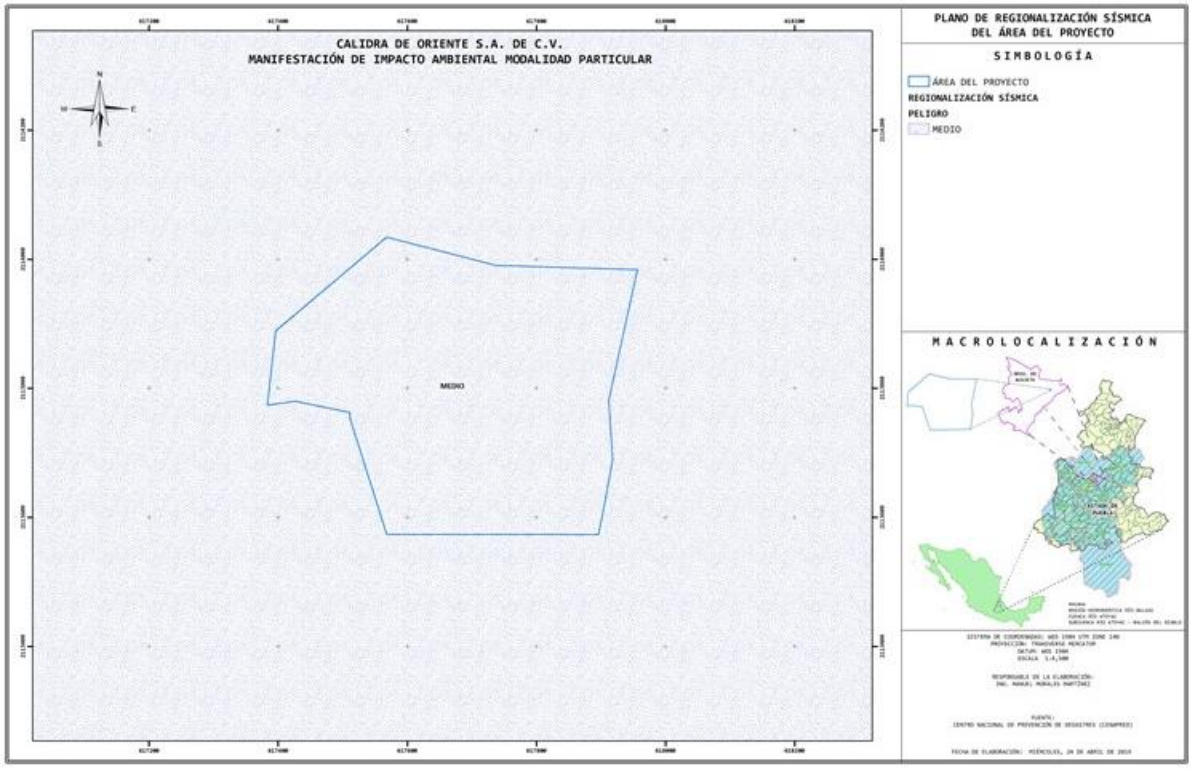


Figura IV.49. Sismicidad del AP.

Riesgo por inundación

Sistema ambiental

El sistema ambiental no se encuentra dentro de ningún riesgo por inundación, como se muestra en la siguiente figura.

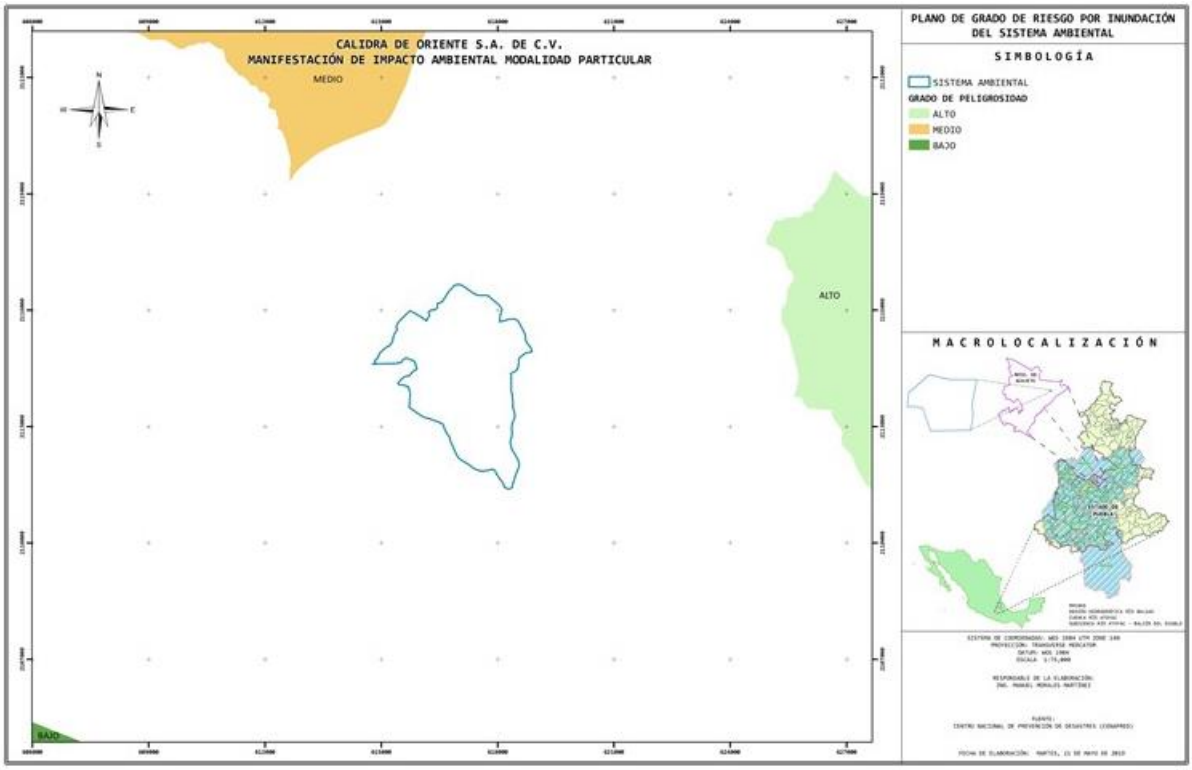


Figura IV.50. Riesgo por inundación dentro del SA.

Área de influencia y área del proyecto

De igual manera el área de influencia y el área del proyecto no se encuentran dentro de ningún riesgo por inundación, como se muestra en la siguiente figura.

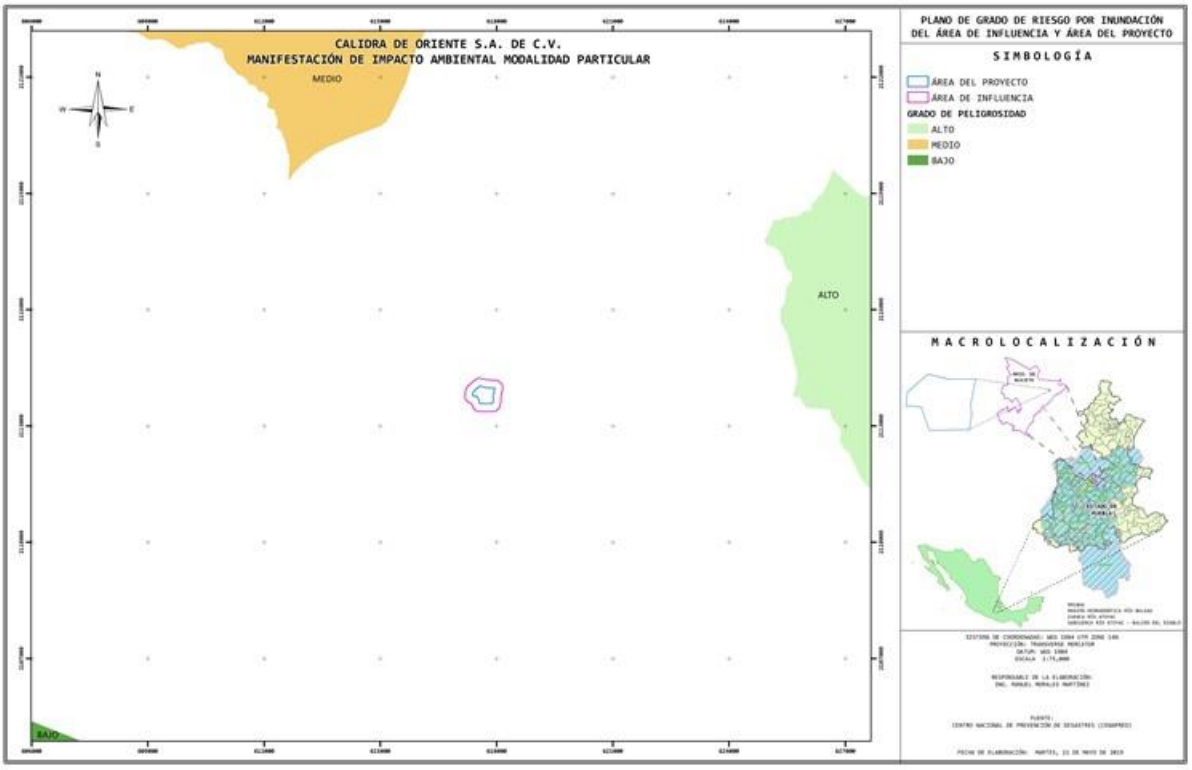


Figura IV.51. Riesgo por inundación dentro del AI y AP.

Vulcanismo

Sistema ambiental

Dentro del sistema ambiental no se encuentra ningún tipo de volcán, los más cercanos son:

Cuadro IV.32. Volcanes cercanos al sistema ambiental.

VOLCANES	LONG (KM)
La Malinche	17.56
Serdan-Oriental	46.38
Citlaltepetl (Pico de Orizaba)	64.35

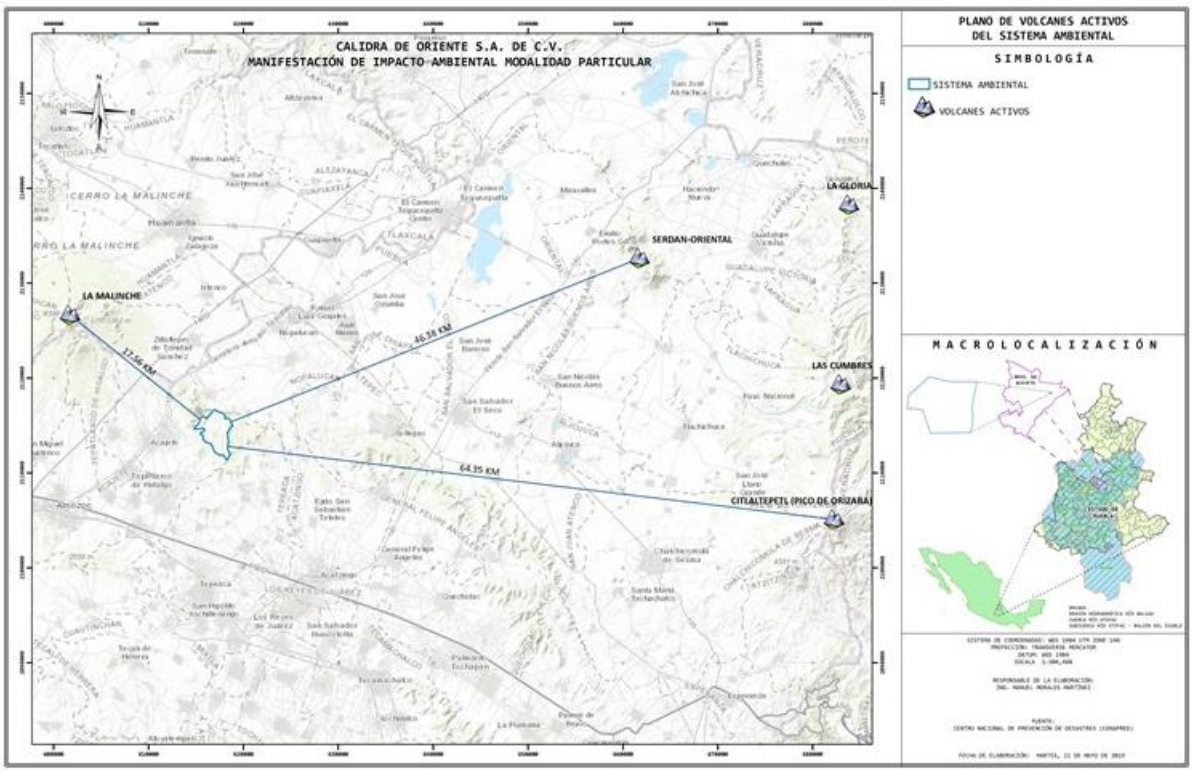


Figura IV.52. Volcanes activo cercanos al SA.

Área de influencia y área del proyecto.

De igual manera en el área de influencia y en el área del proyecto no se encuentra ningún tipo de volcán, los más cercanos son:

Cuadro IV.33. Volcanes cercanos al AI y AP

VOLCANES	UNIDAD DE ANÁLISIS	
	LONG AI (KM)	LONG AP (KM)
La Malinche	20.01	20.21
Serdán-Oriental	47.43	47.61
Citlaltepetl (Pico de Orizaba)	64.76	64.92

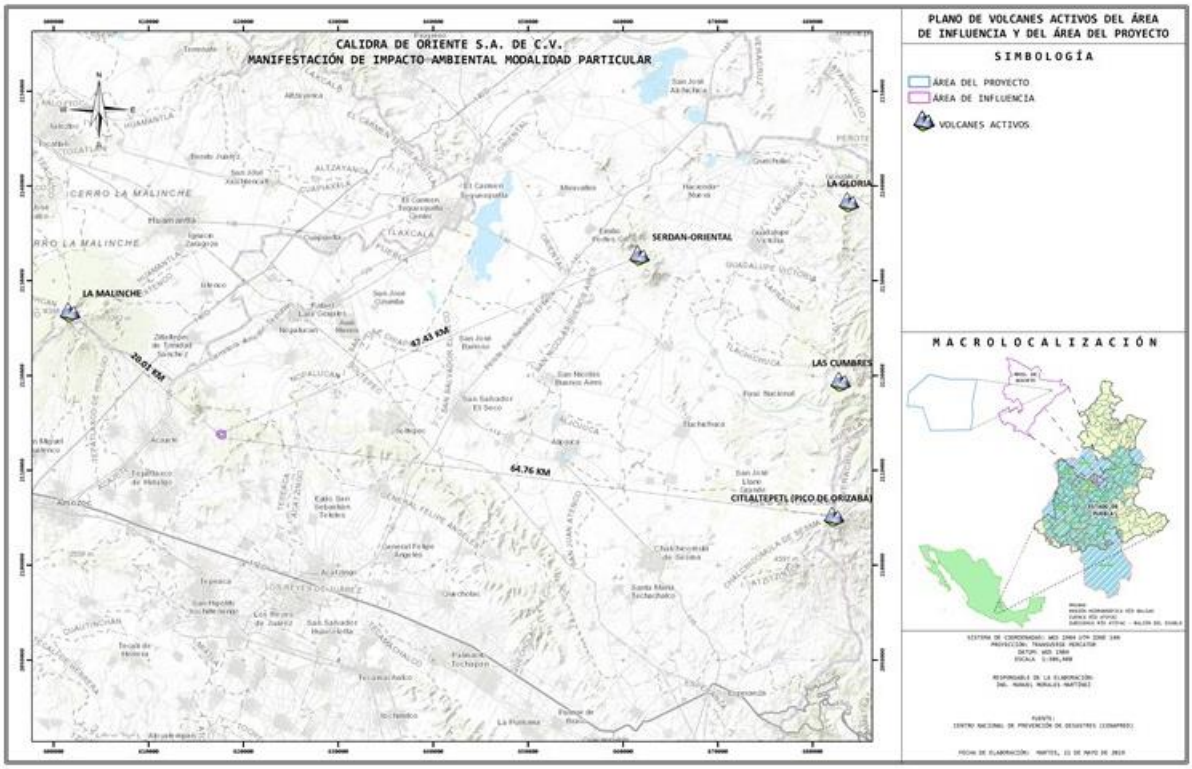


Figura IV.53. Volcanes activos, cercanos al AI y AP.

IV.3.1.1.4 EDAFOLOGÍA

Sistema ambiental

Las condiciones ecológicas contrastantes en el estado han favorecido un mosaico edáfico variado en el que es posible encontrar una diversidad de unidades de suelos. Su formación se debe a la acción combinada de diversos factores: clima, material parental, relieve, organismos y tiempo.

Específicamente, los tipos de suelo que se encuentran en la superficie del SA son andosol, y se describe a continuación:

Th+To/2/L: Suelo principal andosol húmico, suelo secundario andosol ócrico, clase textural media.

Be+Je+Hc/1: Suelo principal cambisol eútrico, suelo secundario fluvisol eútrico, clase textural gruesa.

Las características del suelo principal son

Unidad de suelo.

Andosoles: Son suelos formados a partir de cenizas volcánicas que se distribuyen en extensas zonas donde ha habido una actividad volcánica reciente como lo es el Eje Neovolcánico, especialmente hacia los grandes volcanes que colindan la entidad tales como el Popocatépetl, Iztaccíhuatl, Citlaltépetl y La Malinche; Ocupan 10.96% del área total estatal.

Cambisoles: Se localizan en las laderas de las sierras ubicadas en el norte del estado y en algunas llanuras y lomeríos del centro.

Tienen como características distintivas la presencia del horizonte B cámbico, el cual se diferencia del material de origen por la formación de terrones; y la capa superficial, denominada horizonte A ócrico, no ha alcanzado un oscurecimiento en un espesor considerable (25 cm). Esta última capa es de color pardo o pardo amarillento, y cuando llega a ser gris o pardo grisácea es de unos 15 cm; en tanto que las capas más profundas son de color pardo rojizo o pardo amarillento.

La textura de estos suelos es de migajón arenoso en la superficie y de migajón arcillo arenoso a medida que aumenta la profundidad. Su capacidad de intercambio catiónico es moderada, pero cuando las capas son arenosas es baja; las partículas en las que se realiza este intercambio se encuentran saturadas con cantidades moderadas a altas de calcio y magnesio y moderadas de potasio; son ligeramente ácidos o ligeramente alcalinos.

Subunidad de suelo.

Húmico: Del latín *hummus:* tierra. Suelos con una capa superficial obscura y rica en materia orgánica, pero ácida y pobre en algunos nutrientes importantes para las plantas (figura 69). Unidades de suelo: Acrisol, Andosol, Cambisol, Gleysol, Nitosol y Planosol.

Eútrico: Del griego eu: bueno. Suelos ligeramente ácidos a alcalinos y más fértiles que los suelos dístricos. Unidades de suelo: Cambisol, Fluvisol, Gleysol, Histosol, Nitosol, Planosol y Regosol.

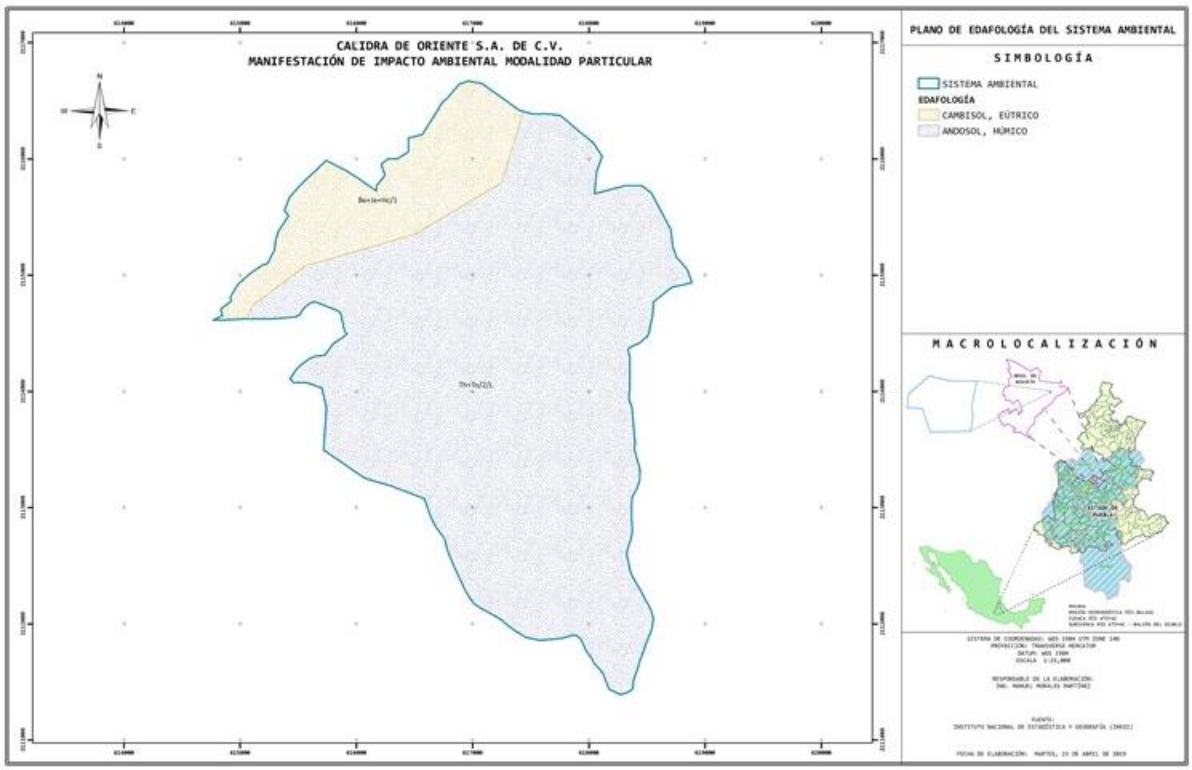


Figura IV.54. Tipo de suelo en el sistema ambiental.

Área de influencia y área del proyecto

Al igual que en el sistema ambiental, en el área de influencia y el área del proyecto se encuentra el tipo de suelo andosol húmico, ya descrito anteriormente, y a continuación se presenta el mapa de este.

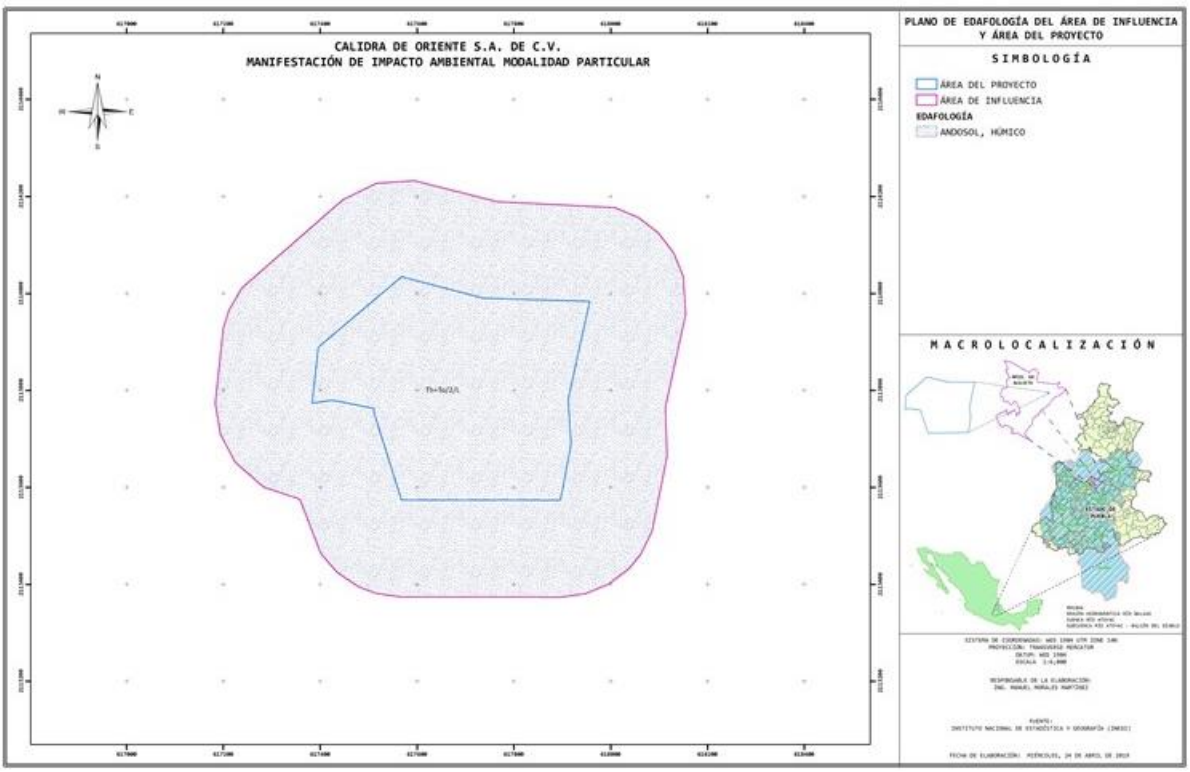


Figura IV.55. Tipo de suelo en el área de influencia y área del proyecto.

Tipos y grados de erosión

La superficie de la tierra es modelada por procesos exogénicos y endógenos. Los primeros tienden a nivelar, mientras que los últimos tratan de formar un nuevo relieve. Estos procesos operan en direcciones opuestas y, por lo tanto, la superficie terrestre que vemos en la actualidad no es resultado de un solo cataclismo modelador, sino el producto de cambios tan infinitamente lentos, que se hacen notables solamente después de un largo tiempo. La erosión es uno de los aspectos de este proceso constante de cambios, donde el hombre participa en forma directa.

Debido a que se ha demostrado la presencia de procesos erosivos casi en cualquier área, independientemente de la presencia de cobertura vegetal, se han planteado varias clasificaciones para definir o asignar categorías respecto a la magnitud y forma de estos procesos erosivos. Estas categorías van desde simples como el indicar una condición baja, moderada y alta, hasta algunas muy complejas que demandan estudios específicos para definir en cual se incurre. Por lo que es necesario conocer la pérdida del que ocurre actualmente en la superficie donde se establecerá el proyecto.

Las metodologías para la estimación de la tasa de erosión en un terreno determinado, están basadas en modelos que incluyen las variables: pendiente, precipitación, cobertura de la vegetación, tipo y textura de suelo.

Si bien es cierto que uno de los modelos generados para estimar la tasa erosiva expresada en toneladas/hectárea/año, es la ecuación universal de pérdida de suelo (EUPS), también lo es, el hecho de que a la misma se le han generado variantes a fin de hacer estimaciones más sencillas, aunque no por ello menos precisas.

Estas variantes han incurrido en el uso de sistemas de información geográfica donde se ha buscado la generación de indicadores en función de los aspectos previamente indicados (pendiente, precipitación, tipo y textura de suelo, así como la cobertura vegetal presente).

Por tal motivo, a fin de obtener datos objetivos se toma la metodología desarrollada por la SEDUE (1988), en donde a través de ensayos mediante la sobreposición de capas de pendiente, suelo, precipitación y cobertura vegetal en un SIG, lograron establecer coeficientes a fin de correr modelos con alto grado de precisión.

Existen dos tipos de erosión, diferenciadas por el elemento natural que las ocasiona y que son:

1) Erosión hídrica,

2) Erosión eólica.

La metodología utilizada se desarrolla en el **ANEXO 7. METODOLOGIA EROSIÓN Y BALANCE H.,** donde se determinó la perdida de suelo existente en las superficies de interés (sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto) así como la erosión que existirá en el área del proyecto después de haber llevado a cabo las actividades contempladas en el mismo. A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la metodología desarrollada por la SEDUE (1988).

Cuadro IV.34. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del sistema ambiental.

SA	PECRE	IAVIE	IALLU	CAERO	CATEX	CATOP	CAUSO	Erosión laminar (Ton/Ha/año)	Grado de erosión
Erosión Hídrica.	127.74		128.8	0.5773	0.2845	3.5	0.3049	**22.59**	Moderada
Erosión Eólica.		62.98			1.598		0.3049	**30.68**	Ligera

Como puede observarse en el cuadro anterior, la erosión hídrica y eólica del sistema ambiental se encuentran en una categoría moderada y ligera, esto se debe a que la mayor parte de la superficie está contemplada como bosque, además de que la superficie esta entre un rango de pendiente de 8-30%.

Cuadro IV.35. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del área de influencia.

AI	PECRE	IAVIE	IALLU	CAERO	CATEX	CATOP	CAUSO	Erosión laminar (Ton/Ha/año)	Grado de erosión
Erosión Hídrica.	127.52		128.6	0.5000	0.3000	11	0.083	**17.55**	Moderada
Erosión Eólica.		63.15			1.250		0.083	**6.53**	Sin erosión

Considerando el cuadro anterior la erosión hídrica y eólica del área de influencia se encuentra en una categoría moderada y sin erosión, debido a que la mayor parte de la superficie está contemplada como bosque, predominando la pendiente en un rango mayor a 30%.

Cuadro IV.36. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del área del proyecto sin remoción.

AP	PECRE	IAVIE	IALLU	CAERO	CATEX	CATOP	CAUSO	Erosión laminar (Ton/Ha/año)	Grado de erosión
Erosión Hídrica.	127.52		128.6	0.5000	0.3000	11	0.1000	**21.22**	Moderada
Erosión Eólica.		63.15			1.250		0.1000	**7.89**	Sin erosión

Cuadro IV.37. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del área del proyecto con remoción.

AP- CON REMOCIÓN	PECRE	IAVIE	IALLU	CAERO	CATEX	CATOP	CAUSO	Erosión laminar (Ton/Ha/año)	Grado de erosión
Erosión Hídrica.	127.52		128.6	0.5000	0.3000	11	0.4	**84.87**	Alta
Erosión Eólica.		63.15			1.250		0.4	**31.57**	Ligera

Para el caso del área del proyecto (sin remoción y con remoción), la erosión hídrica es moderada y alta, mientras que la erosión eólica se encuentra en un grado considerado como sin erosión y ligera respectivamente, como se puede observar con la implementación del proyecto habrá una pérdida de suelo por lo que para mitigar esta pérdida de suelo se proponen obras de conservación, las cuales se describen en el capítulo VII del presente documento.

Nota: Se presenta la memoria de cálculo de erosión en las tres unidades de análisis, (**ANEXO 16. MEMORIAS CÁLCULO, CAPÍTULO IV, ANEXO IV. A. CÁLCULO EROSIÓN_UA**).

IV.3.1.1.5 HIDROLOGÍA

IV.3.1.1.5.1 SUPERFICIAL

Sistema ambiental

De acuerdo con INEGI, el sistema ambiental se encuentra en la siguiente región hidrológica: **RH 18,** Región hidrográfica Río Balsas, Cuenca 18A Río Atoyac, Subcuenca B Río Atoyac - Balcón del Diablo.

Región hidrográfica Río Balsas

Esta región, es una de las más importantes del país; ocupa las zonas central y suroccidental del estado, se extiende desde el estado de Michoacán y en una pequeña porción del estado de Veracruz; 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 Sierra Negra. 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 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.

Cuenca Rio 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 Mm^3, volumen que, con las aportaciones de los estados limítrofes de Tlaxcala, Morelos y Oaxaca, asciende a 1 451 Mm^3. De estos, 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, y 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.

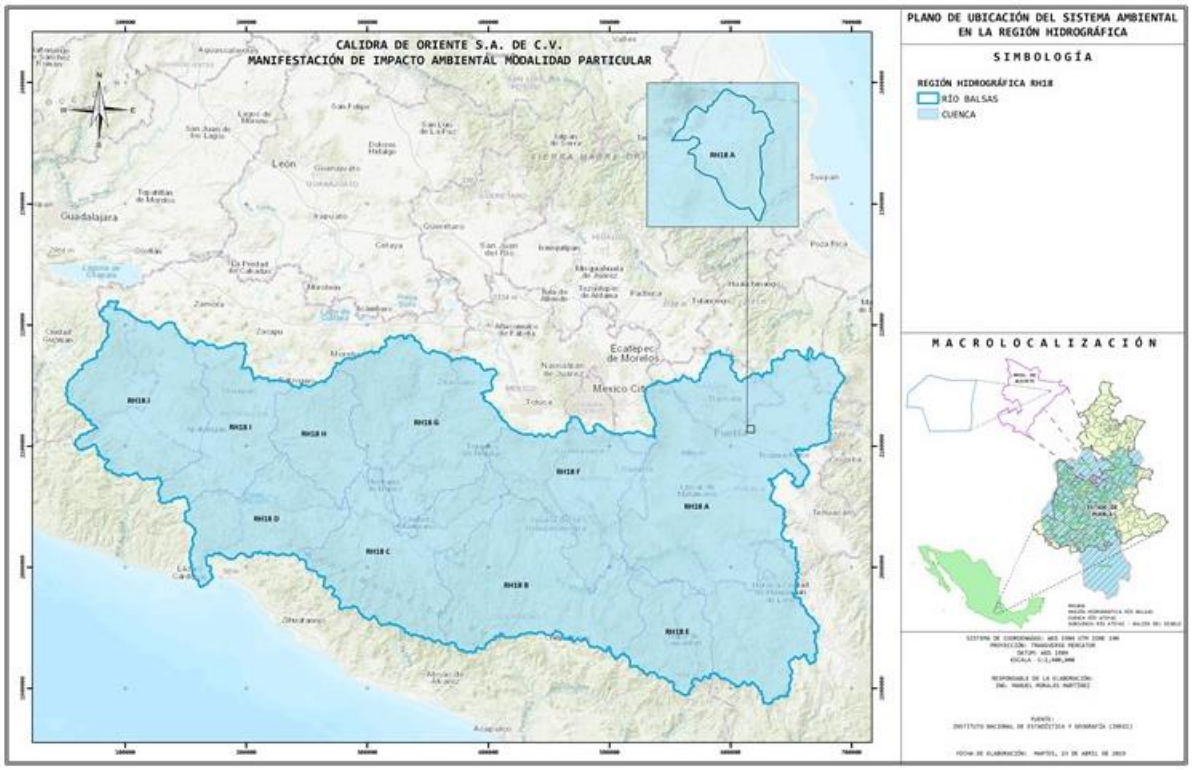


Figura IV.56. Sistema ambiental dentro de la región hidrográfica.

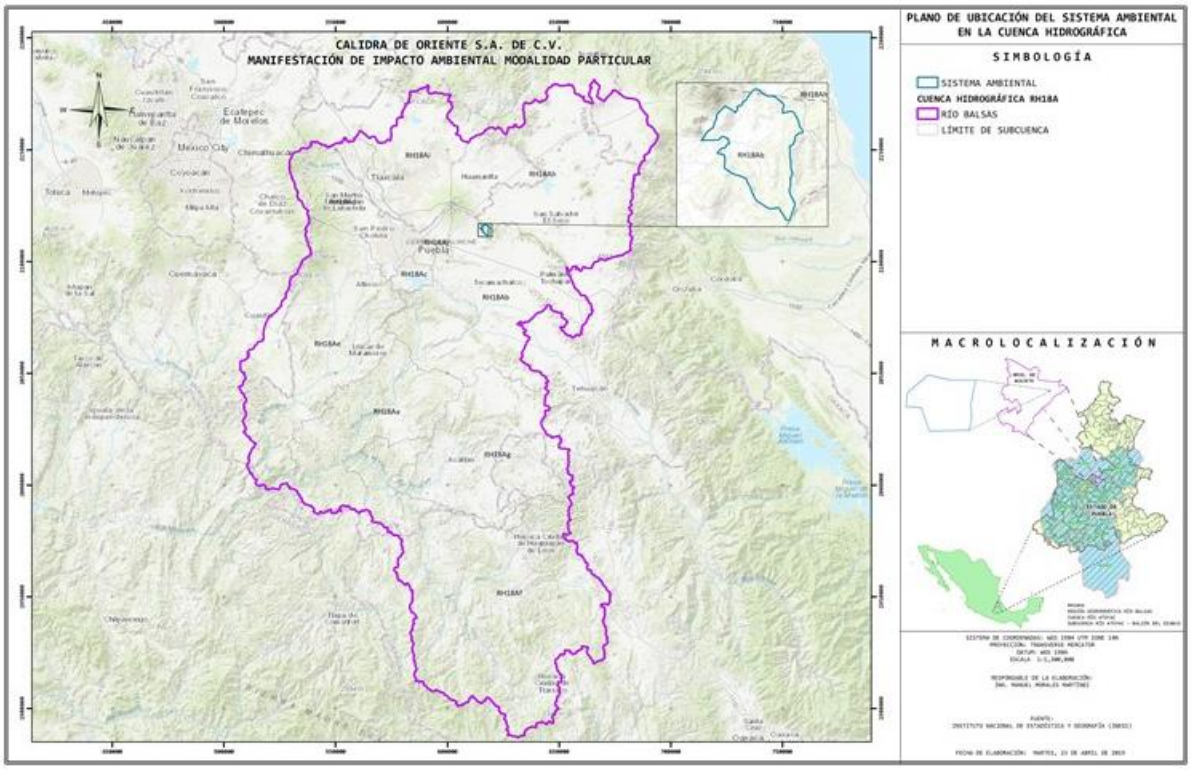


Figura IV.57. Sistema ambiental dentro de la cuenca.

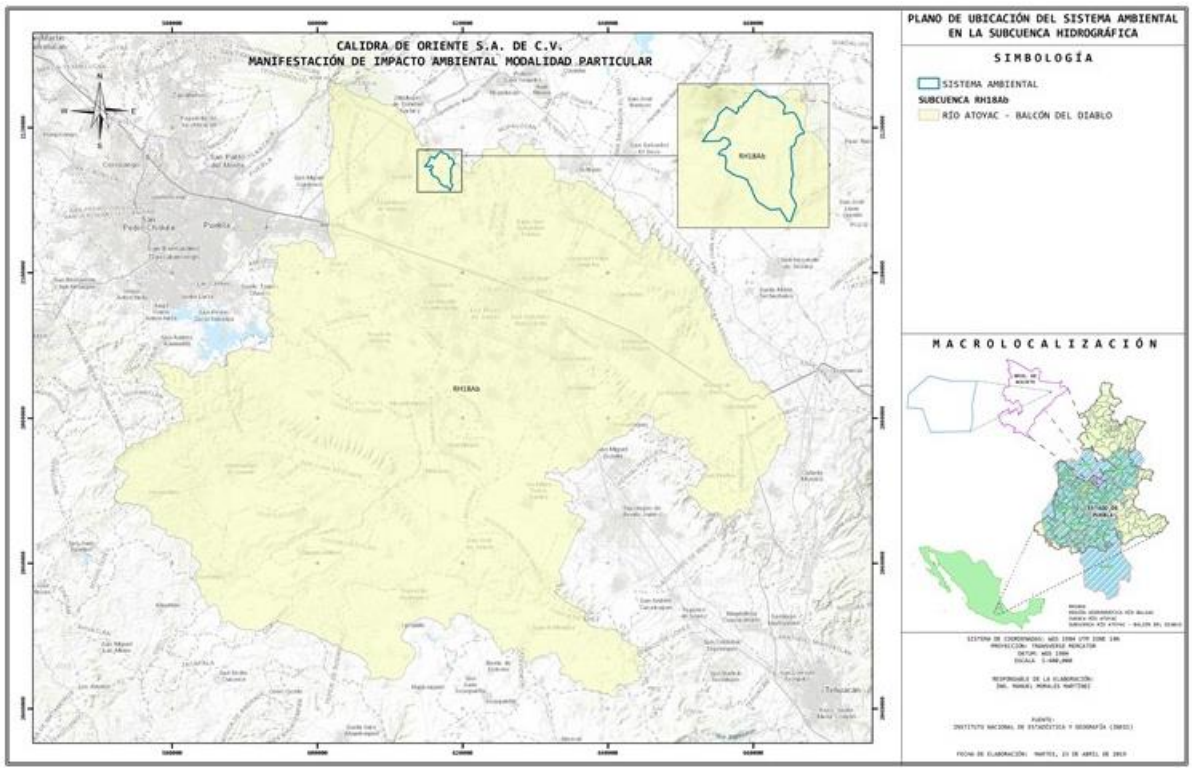


Figura IV.58. Sistema ambiental dentro de la subcuenca.

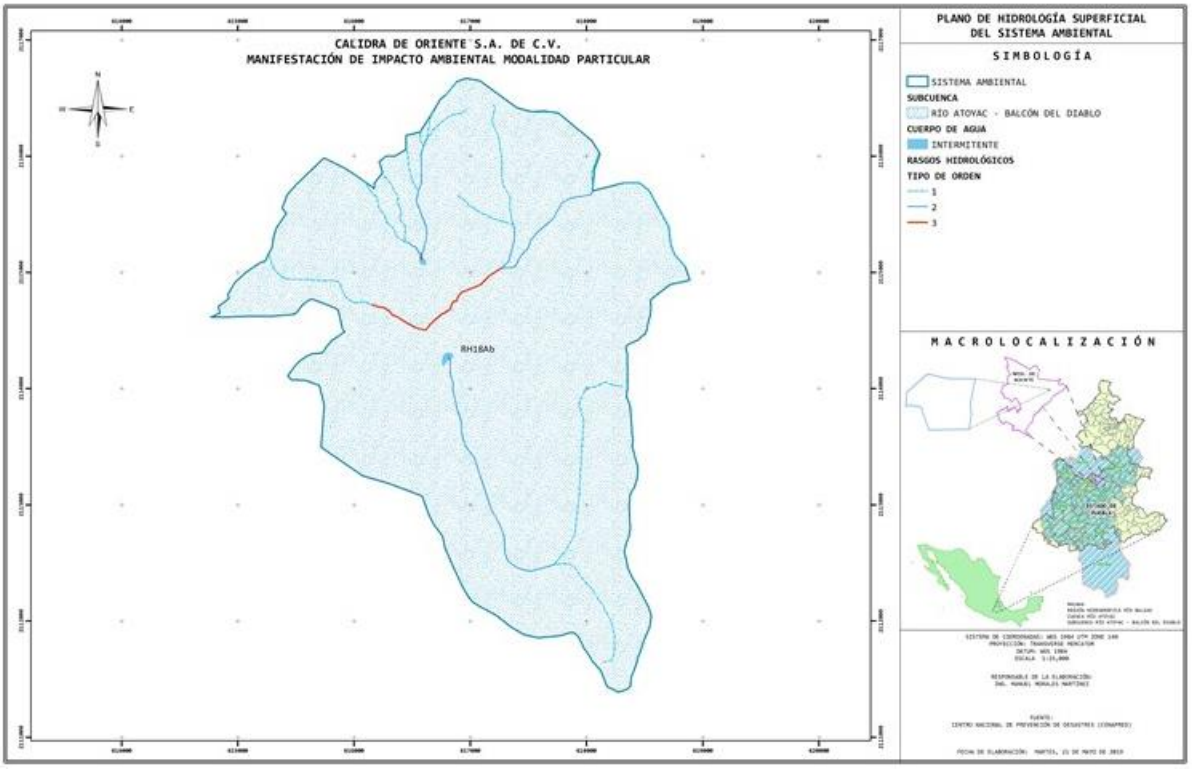


Figura IV.59. Hidrología del sistema ambiental.

Área de influencia y área del proyecto

Considerando que el área de influencia y área del proyecto se encuentran dentro del sistema ambiental, se determina que estas áreas también se encuentran en la región hidrológica **RH 18.**

De acuerdo a la información proporcionada por INEGI, en el área del proyecto no cruza ningún tipo de escurrimientos, pero se encuentra cercana la barranca el contadero

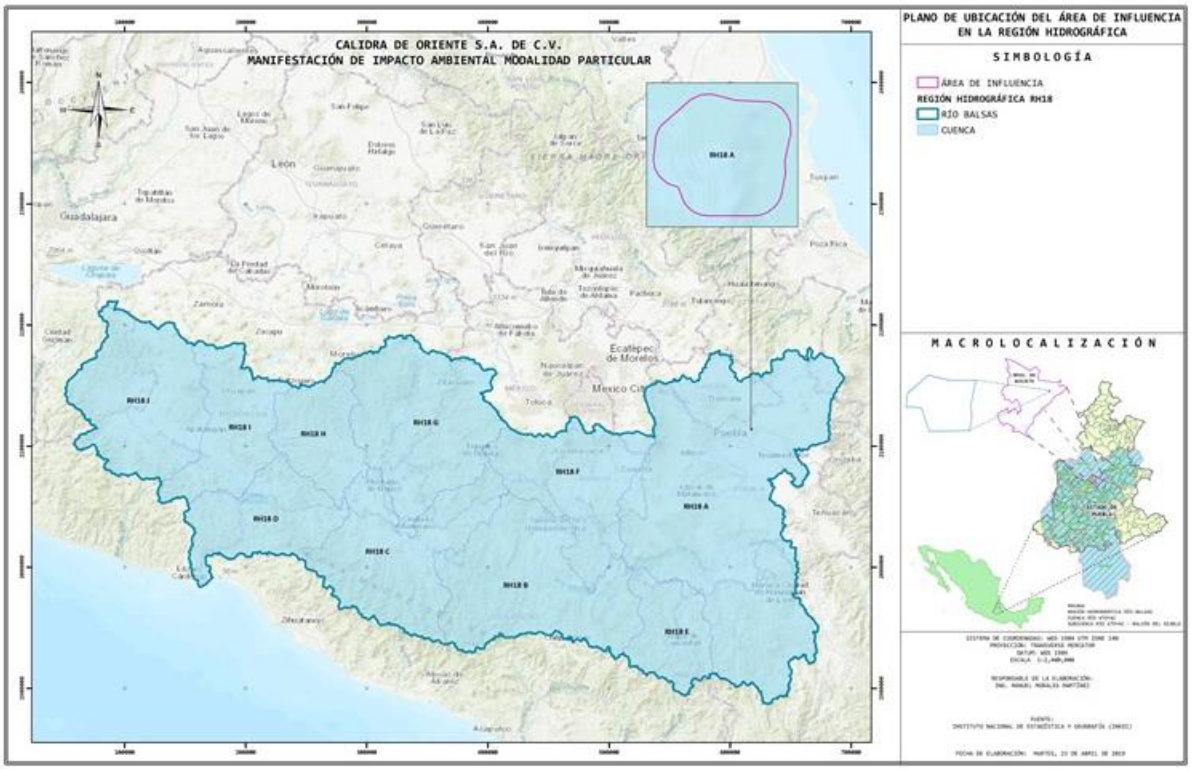


Figura IV.60. Ubicación del área de influencia en la región hidrográfica.

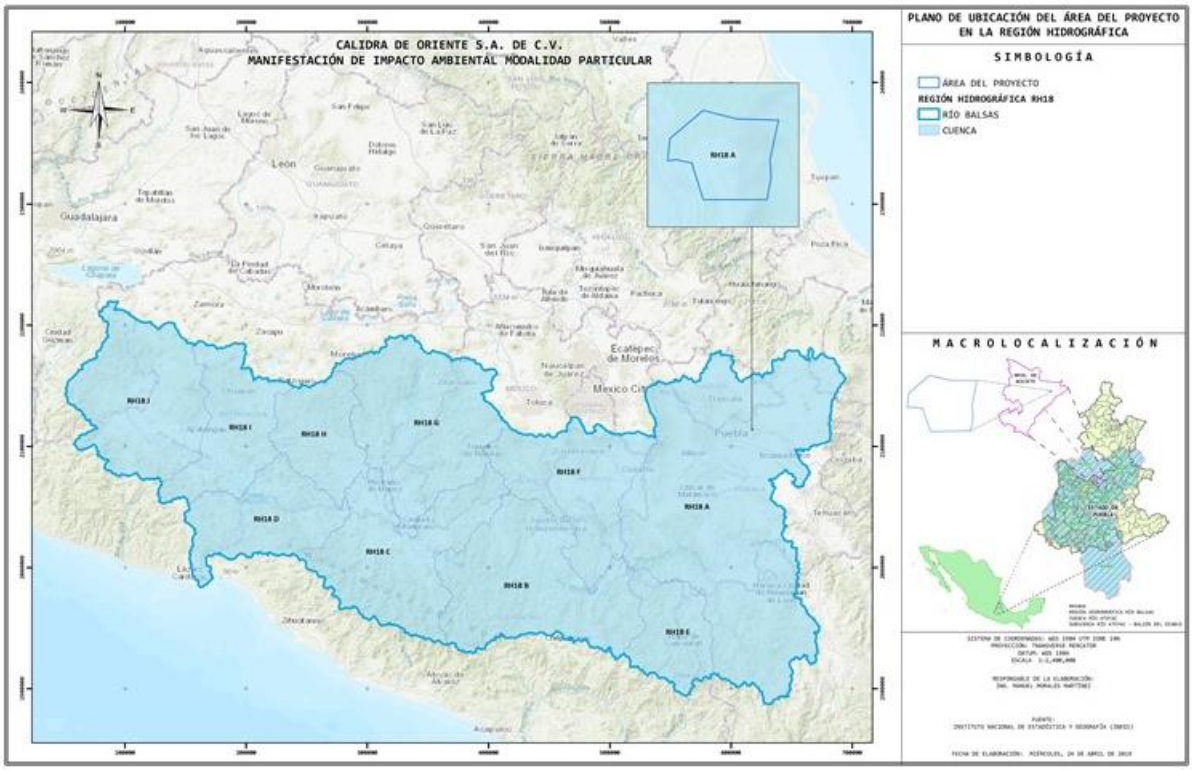


Figura IV.61. Ubicación del área del proyecto en la región hidrográfica.

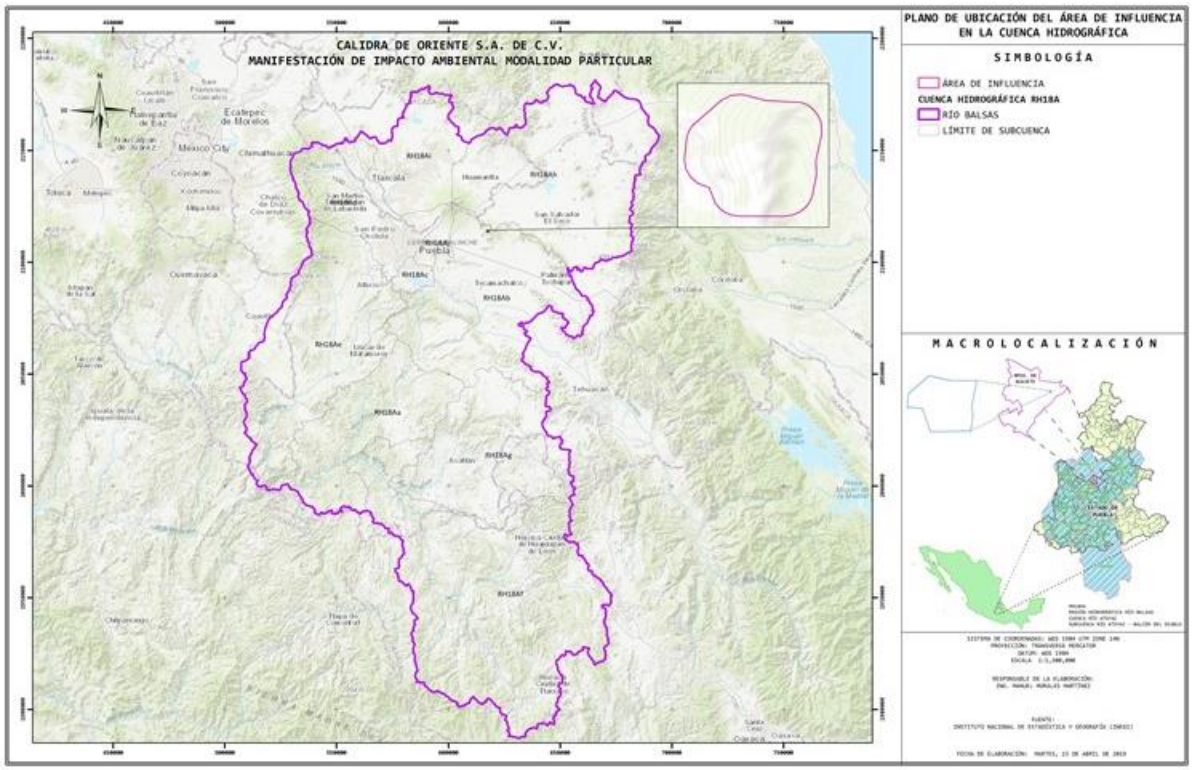


Figura IV.62. Ubicación del área de influencia en la cuenca.

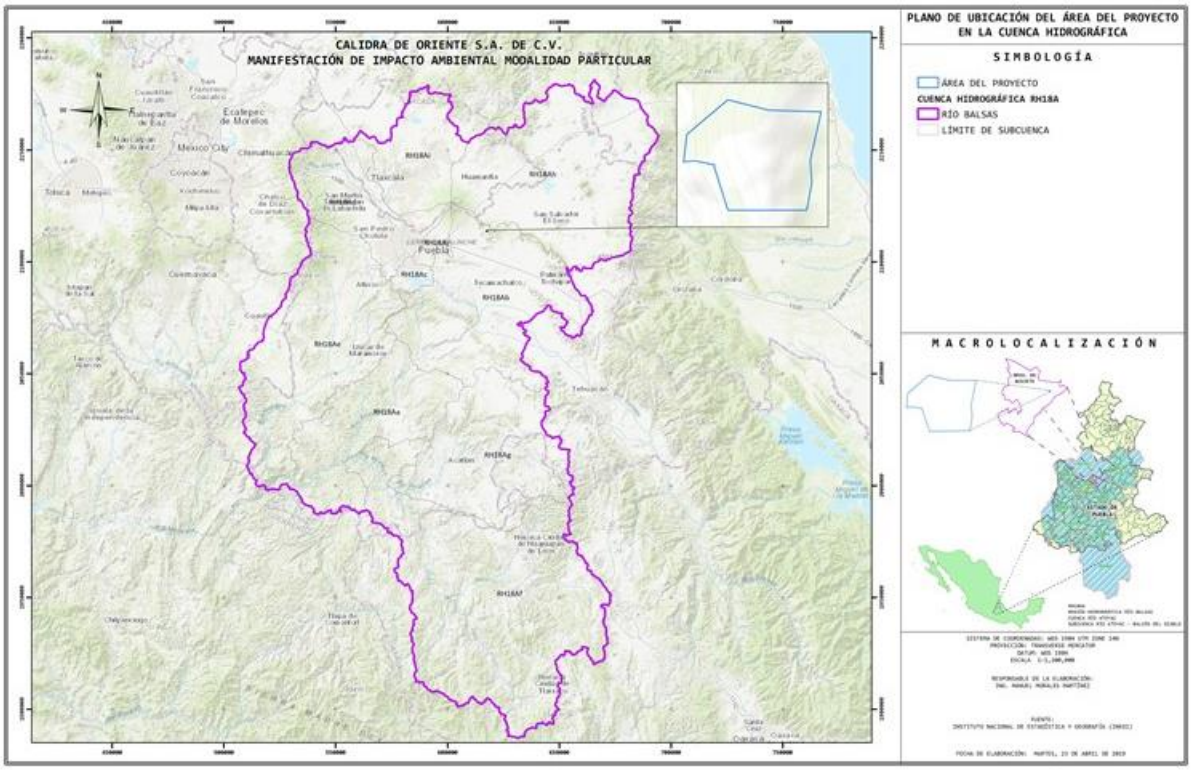


Figura IV.63. Ubicación del área del proyecto en la cuenca.

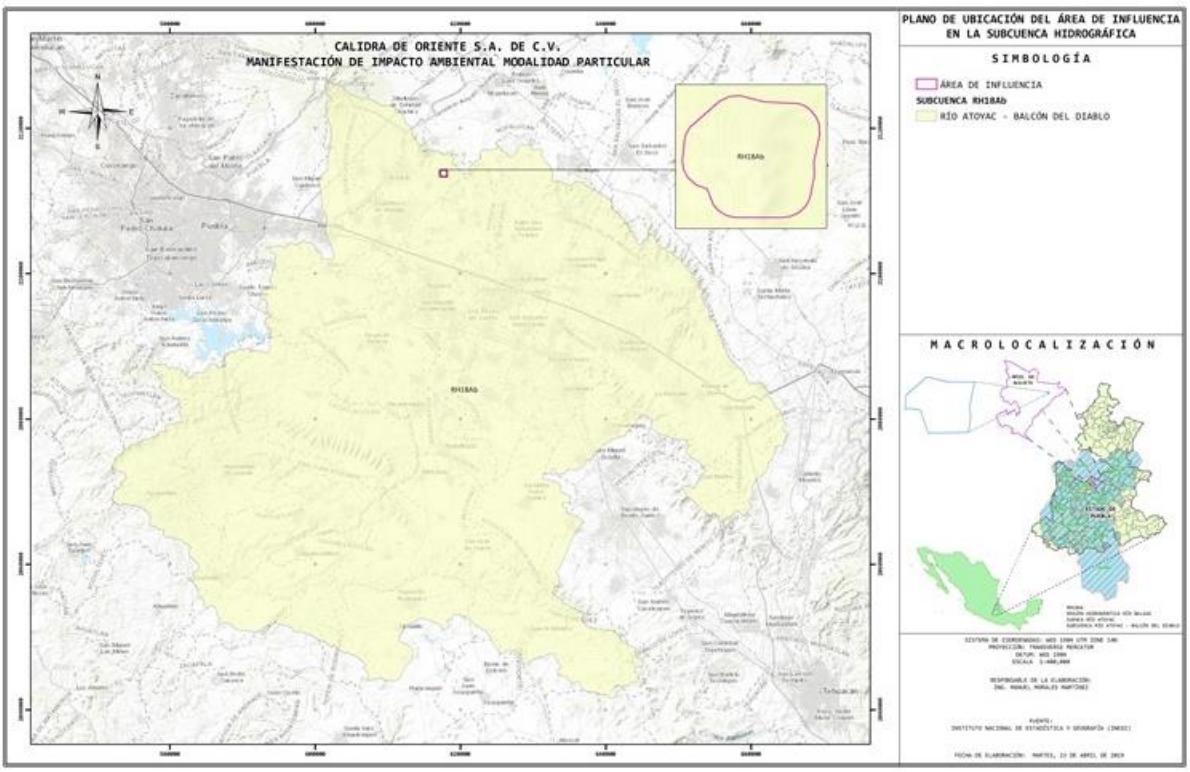


Figura IV.64. Ubicación del área de influencia en la subcuenca.

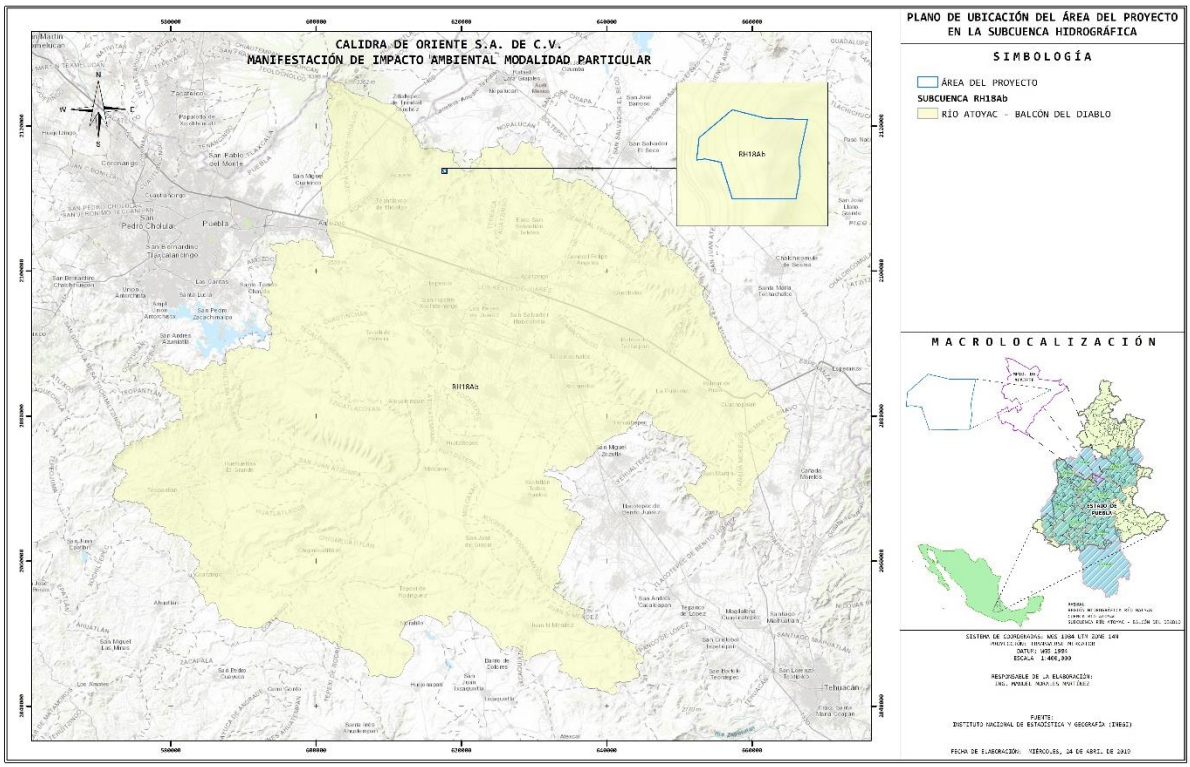


Figura IV.65. Ubicación del área del proyecto en la subcuenca.

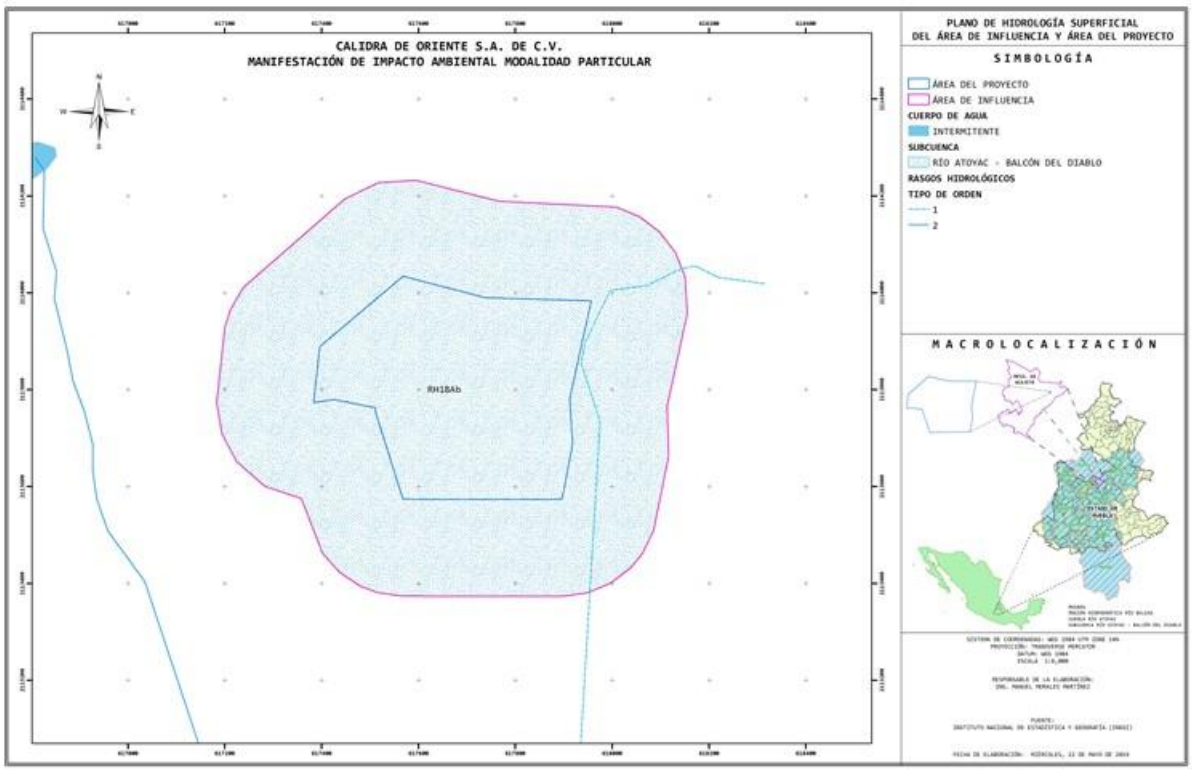


Figura IV.66. Hidrología presente en el AI y AP

IV.3.1.1.5.2 SUBTERRÁNEA

Sistema ambiental

El sistema ambiental se encuentra situado sobre la hidrología subterránea la cual corresponde al acuífero Libres-Oriental.

Cuadro IV.38. Acuífero Libres-Oriental.

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
2102	Libres-Oriental	CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					
		179.3	20.0	159.651629	103.0	0.000000	-0.351629

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS; disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales “3” y “4” de la norma oficial mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

- **Acuífero Libres-Oriental**

El acuífero de Libres-Oriental tiene una extensión superficial de 3,500 kilómetros cuadrados (km^2). Colinda con: la sierra de Tlaxco y la caldera de los Humeros al norte; por la sierra del Citlaltepetl al oriente, y por el volcán de La Malinche y la sierra de Soltepec al sur.

Geopolíticamente el acuífero abarca los municipios: Son 22 los municipios contenidos en esta zona; Aljojuca, Cuyoaco, Cd. Serdán, Chichiquila, Chilchotla, Guadalupe Victoria, Ixtacamaxtitlán, La Fragua, Libres, Mazapiltepec, Nopalucan, Ocotepec, Oriental, Quimixtlán, Rafael Lara Grajales, San José Chiapa, San Juan Atenco, San Nicolás Buenos Aires, San Salvador el Seco, Tepeyahualco de Hidalgo y Tlachichuca; parcialmente le corresponden los municipios siguientes: Aquixtla, Atzitzintla, Chignautla, Esperanza, Soltepec, Tetela de Ocampo, Tlatlauquitepec, Zaragoza, Zacapoaxtla y Zautla. En lo que respecta a su población, ésta es de 359,054 habitantes.

Esta zona se ubica dentro de las regiones hidrológicas Nos. 18 y 28, denominadas “Balsas” y Papaloapan”, respectivamente. Igualmente, les corresponden las subregiones hidrológicas Nos. 18-A –Alto Balsas-, 28-A –ríos Actopan, La Antigua y Jam- y 28-B río Papaloapan.

Por su parte, las corrientes principales son el arroyo Xonecuila y el río Barranca La Malinche, que nacen en Tlaxcala y vierten sus escurrimientos, en forma intermitente, al lago de Totolcingo o El Carmen. Así, el escurrimiento superficial es transitorio y escaso, ya que se trata de una cuenca endorreica, sin salidas superficiales.

Nivel de agua subterránea

La profundidad a los niveles estáticos varían en la zona de menos de 2 a poco más de 100m: es somera en el área lacustre, como la superficie del lago Totolcingo que llega a ser de menos de 2 m en su porción central, hasta aflorar en el área ocupada por éste; por su parte, en Tepeyahualco aflora el agua en los axalapascos de Alchichica y Quecholac, entre otros, con profundidad al nivel estático de 5 m en el área lacustre y aumenta con un rango de 40 a 100 m en las estribaciones de las sierras que rodean al valle.

Con relación a la configuración de los niveles del agua en la zona que nos ocupa, la carga hidráulica varía entre 2325 y 2440 metros sobre el nivel del mar (msnm), con un comportamiento decreciente de las partes altas hacia las áreas lacustres y en los bordes suroriental y nororiental de la zona. Así, en las áreas lacustres, se presenta un patrón de flujo subterráneo característico de cuencas cerradas, donde la alimentación subterránea procede de Huamantla y de Buenos Aires, mientras que la descarga se realiza hacia las áreas de Libres y Oriental. Similar a la distribución anterior, el flujo del área lacustre de Tepeyahualco no converge en el sitio ocupado por el lago, sino hacia la zona de bombeo, al poniente de aquélla y se vislumbra una salida subterránea dirigida al vecino estado de Veracruz. Es probable que en la mitad norte de la zona, las fallas y fracturas, la caldera de Los Humeros y otras estructuras controlan el flujo, dando como resultado sistemas hidrotermales profundos.

Extracción de agua subterránea

En el lapso 1964-96, la extracción de agua subterránea en este acuífero se incrementó paralelamente a la perforación de más captaciones profundas, principalmente, con uso agrícola, ya que de la extracción total, un 80% se destina a esa actividad. Así, en 1996, se bombeaba en la zona un volumen de 103 Mm^3.

Balance de aguas subterráneas

Recarga

De acuerdo con el balance de aguas subterráneas, la recarga anual puede presentar variaciones significativas con respecto al valor medio calculado, dependiendo de las características y distribución de la precipitación pluvial, aunque debido al efecto regulador del gigantesco almacenamiento subterráneo, no se traducen en fluctuaciones importantes de los niveles del agua subterránea. Aparentemente, el incremento del bombeo ha inducido un aumento gradual de la recarga en las áreas lacustres, y los excedentes de riego, tal vez, sea del 15 al 25% del volumen aplicado al riego. Considerando todo lo anterior, la recarga total del acuífero es de 179.3 Mm^3.

Descarga

Por su parte, las descargas del acuífero se efectúan de diversas formas: por evapotranspiración y por bombeo, siendo la descarga total de 193 Mm^3/año, en el área de balance, para el periodo 1984-96.

Recarga total media anual

La recarga total media anual, corresponde con la suma de todos volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural más la recarga inducida, que para el acuífero Libres-Oriental es de 179.3 millones de metros cúbicos por año (Mm^3/año).

Descarga natural comprometida

La descarga natural comprometida, se cuantifica mediante medición de los volúmenes de agua procedentes de manantiales o de caudal base de los ríos alimentados por el acuífero, que son aprovechados y concesionados como agua superficial, así como las salidas subterráneas que deben de ser sostenidas para no afectar a las unidades hidrogeológicas adyacentes. Para el acuífero Libres-Oriental, la descarga natural comprometida es de 20 millones de metros cúbicos por año.

Permeabilidad.

La permeabilidad se define como la capacidad que tienen los diversos materiales geológicos (rocas y suelos) de permitir el paso de fluidos a través de ellos, que pueden ser petróleo y en este caso, el agua.

- Materiales con permeabilidad media-alta

Se consideran aquí a rocas porosas y bastante fracturadas, con discontinuidades entreabiertas y con muy escaso relleno, así como también, a sedimentos no consolidados de grano grueso y medio, con bajo contenido de arcillas. Estos materiales pueden permitir el flujo del agua en cantidades suficientes como para conformar muy buenas zonas de recarga y si se conjugan los factores mencionados anteriormente, constituir acuíferos capaces de sustentar a poblaciones y actividades económicas de mediana escala.

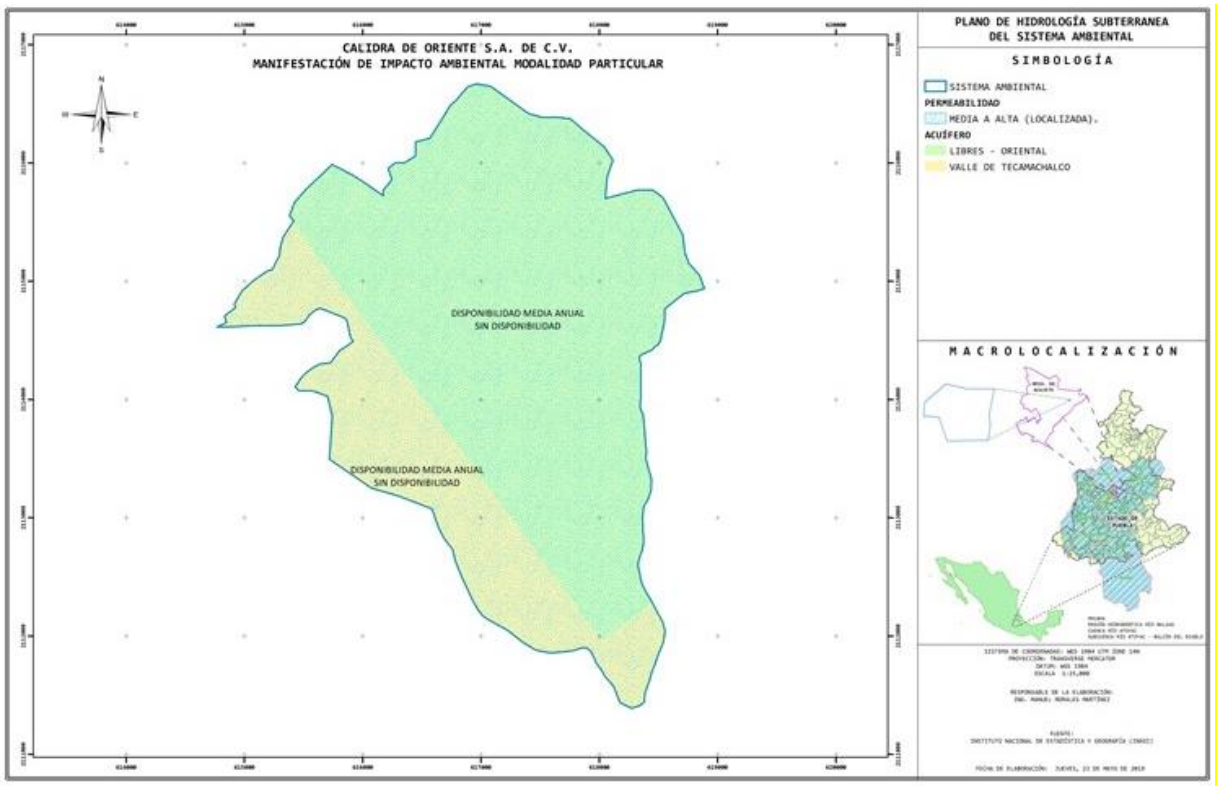


Figura IV.67. Hidrología subterránea del SA.

Área de influencia y área del proyecto

Al igual que el sistema ambiental, el área de influencia y área del proyecto se encuentran situadas sobre la hidrología subterránea la cual corresponde al acuífero Libres – Oriental.

Cuadro IV.39. Acuífero Libres-Oriental.

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
2102	Libres-Oriental	CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					
		179.3	20.0	159.651629	103.0	0.000000	-0.351629

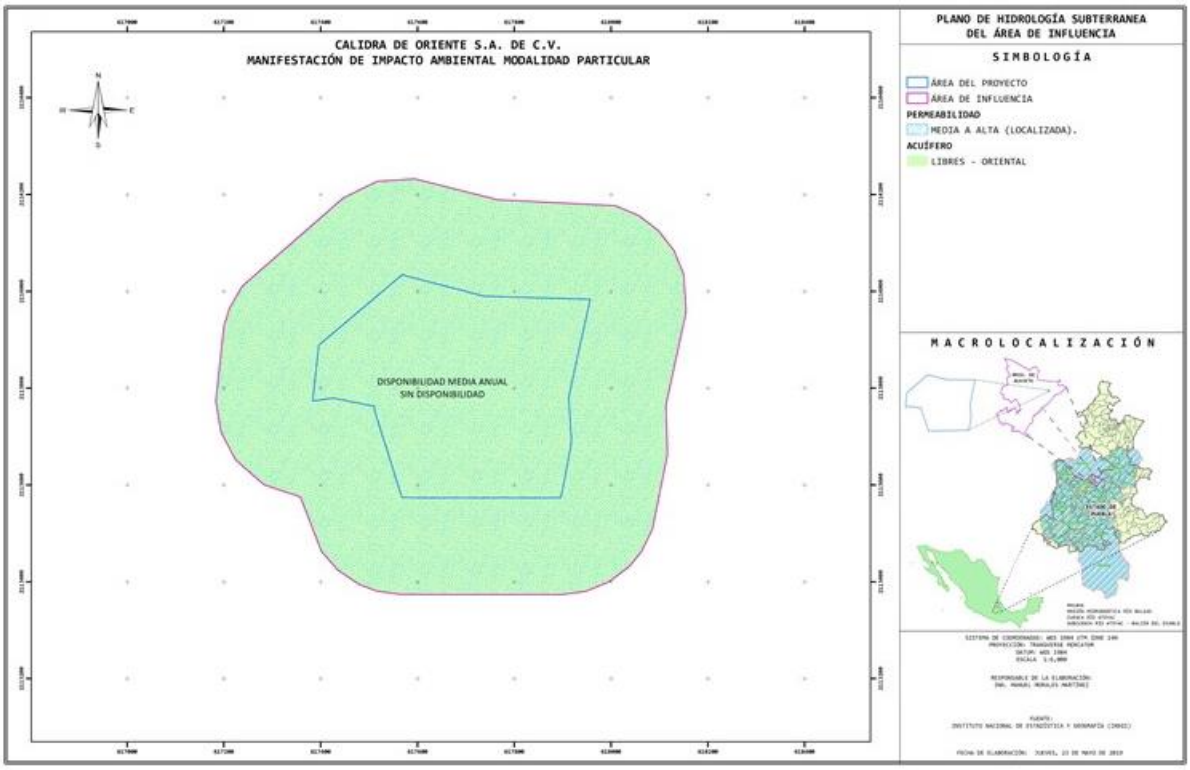


Figura IV.68. Hidrología subterránea del AI y AP.

Balance hídrico

El concepto de balance en hidrología, hace referencia al equilibrio entre todos los recursos hídricos que ingresan al sistema y los que salen del mismo, en un intervalo de tiempo determinado y para el cual existen una gran variedad de fórmulas aplicables a diferentes escenarios. El estudio del balance hídrico es complejo ya que las variables generalmente utilizadas para tal cálculo no son independientes unas de otras.

Jiménez (1994) citado por Aguilar (2010), menciona que el balance hídrico es una representación teórica del intercambio de agua entre la vegetación, el suelo y la atmosfera dentro del cual intervienen gran cantidad de variables, pero aplicables a toda clase de escenarios. El balance hídrico da como resultado la cantidad de agua disponible luego de restar lo referente a la intercepción, evapotranspiración, escurrimiento superficial, infiltración y la recarga subterránea.

La infiltración, es el movimiento del agua a través de la superficie del suelo y hacia adentro del mismo, producido por la acción de las fuerzas gravitacionales y capilares (Aparicio, 1992) citado por Aguilar (2010). En una primera etapa satisface la deficiencia de humedad del suelo en una zona cercana a la superficie, y posteriormente superado cierto nivel de humedad, pasa a formar parte del agua subterránea, saturando los espacios vacíos.

No es fácil medir la filtración al igual que la recarga subterránea, por lo que generalmente los valores de estos componentes del balance hídrico, se determinan por la diferencia de la precipitación, menos la intercepción, evapotranspiración y el escurrimiento superficial.

La evaluación de los recursos hídricos requiere de una estimación correcta del balance hidrológico, es decir, comprender el ciclo en sus diferentes fases, la forma en que el agua que se recibe por precipitación y se reparte entre el proceso de evapotranspiración, escorrentía e infiltración.

Empleando la metodología de Pradeyra, (2003) que comprende al ciclo hidrológico en sus diferentes fases, y considerando la precipitación como única entrada y el reparto de la precipitación por procesos de evapotranspiración real, escorrentías e infiltración, se estimó primeramente como punto de referencia el balance hídrico sobre el sistema ambiental, posteriormente sobre el área de influencia y por último en el área del proyecto, a fin de tener un contraste del balance hídrico presente en los sitios de interés, en el **ANEXO 7. METODOLOGÍA EROSIÓN Y BALANCE H.** se presenta la metodología empleada para el cálculo del balance hídrico.

Cuadro IV.40. Balance hídrico en el sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto.

Nivel	Precipitación (m^3)	EVT (m^3)	Volumen escurrimiento (m^3)	Infiltración (m^3)	Balance Hídrico
SA	8,412,069.78	2,522,200.19	1,170,585.66	4,719,283.93	1.00
AI	505,876.22	152,072.58	23,813.95	329,989.69	1.00
AP	143,606.43	43,169.85	6,760.22	93,676.36	1.00
AP CON REMOCIÓN	143,606.43	43,169.85	22,600.88	77,835.71	1.00

Considerando la información de balance hídrico del SA se puede hacer el comparativo respecto al balance hídrico que se presenta en el área de influencia y área del proyecto. Se identifica que los resultados obtenidos en el SA, el AI y proyecto presentan resultados que oscilan entre 0.8 y 1.2, esto indica que se encuentran en equilibrio.

Es necesario indicar que en el área del proyecto la mayor salida es por la infiltración seguida por la evapotranspiración y escurrimiento. En el sistema ambiental regional de igual manera la mayor salida es por la infiltración, seguida de evapotranspiración y escurrimiento.

Así mismo es de gran importancia resaltar que tanto la infiltración, evapotranspiración y escurrimiento en el área del proyecto es menor que en el SA y AI, por lo que la evapotranspiración en el proyecto representa el 1.7% de la evapotranspiración del SA y el 28.0% de la evapotranspiración del AI, en cuanto al escurrimiento del área del proyecto representa el 0.58 % del reportado en el SA y 28.0% del escurrimiento del AI, por último la infiltración de igual manera en el área del proyecto representa el 1.98% del reportado en el SA y el 28.0% de la infiltración del AI. Con ello se observa que la infiltración, evapotranspiración y escurrimiento en el área del proyecto es baja en comparación a la existente en el sistema ambiental y área de influencia por lo que al realizar el proyecto no se verá afectado significativamente en el balance hídrico.

Nota: Se presenta la memoria de cálculo de balance hídrico en las tres unidades de análisis, (**ANEXO 16. MEMORIAS CÁLCULO, CAPÍTULO IV, ANEXO IV. B. CÁLCULO BALANCE H_UA**).

IV.3.1.2 MEDIO BIÓTICO

VEGETACIÓN

La conservación de la biodiversidad se viene haciendo más difícil a lo largo de los años con el actual desarrollo económico. Según el Convenio sobre la Diversidad Biológica, la biodiversidad puede definirse como "la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos procesos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie entre las especies y de los ecosistemas". Para diversos actores este concepto comprende también incluye el paisaje y el patrimonio histórico artístico[iv].

La vegetación es el indicador más importante de las condiciones ambientales del territorio y del estado de sus ecosistemas, ya que refleja el resultado de las interacciones entre todos los componentes del ambiente, y su estabilidad espacial permite identificar unidades cuya fisonomía y composición florística corresponde a diversas condiciones ecológicas (SEMARNAT, 2002).

La vegetación de México ofrece una amplia diversidad florística que se desarrolla, en diversos ecosistemas, producto de la interacción de los diferentes factores climáticos, geológicos, edáficos, fisiográficos, y ecológicos. Esta variedad florística está determinada además, por el gradiente altitudinal que influye en la heterogeneidad de las comunidades que viven en un lugar o en otro.

Los factores topográficos y climáticos son determinantes de la gran variedad de ambientes que existen en nuestro país. La complicada topografía (más de 50 % del territorio nacional se encuentra en altitudes mayores a los mil metros sobre el nivel del mar), junto con las diferencias determinadas por la latitud, producen un mosaico climático con un número muy grande de variantes. A nivel regional puede notarse la influencia de su complicada y variada topografía así como la situación de sus principales cordilleras. Los cambios altitudinales traen consigo variaciones climáticas en cuanto a la intensidad de la irradiación y de la insolación, de la humedad atmosférica relativa, la oscilación diurna de la temperatura y la cantidad de oxígeno disponible (Neyra-González y Durand-Smith, 1998)[v].

La vegetación de nuestro país es sumamente heterogénea. El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) utiliza un sistema de clasificación jerárquica que considera en su nivel más alto a las formaciones vegetales, que son categorías caracterizadas principalmente por rasgos fisonómicos y ecológicos (p. e., bosque, selva, matorral, etc.), dentro de las que se incluyen los tipos de comunidad que se definen por sus rasgos fisonómicos, ecológicos y florísticos (p. e., chaparral, rosetófilo, sarcocaule, mesófilo de montaña, etc.) y los tipos de vegetación que combinan el nombre de la formación y el tipo de comunidad (p. e., bosque mesófilo de montaña, matorral sarcocaule, etc.). Siguiendo un criterio fisonómico de la vegetación, los tipos más ampliamente distribuidos se han agregado en las siguientes categorías[vi]:

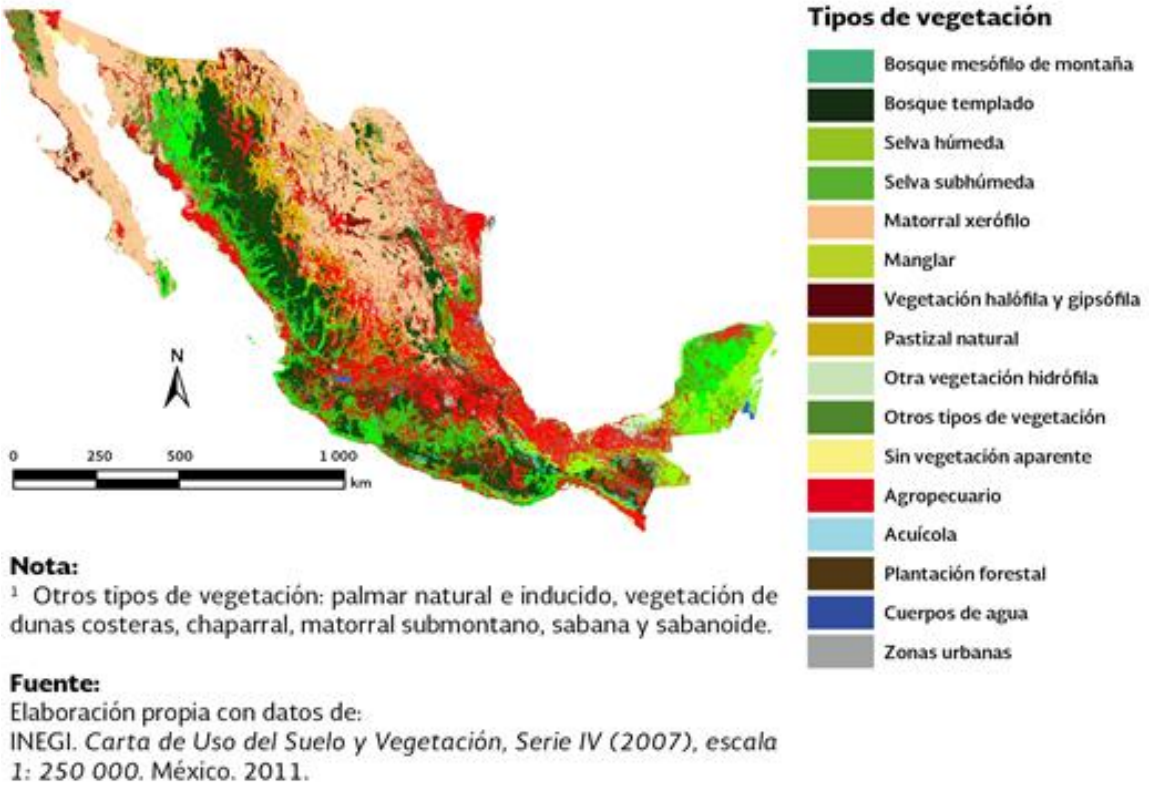


Figura IV.69. Vegetación y uso de suelo en México, 2007[vii].

IV.3.1.2.1 SISTEMA AMBIENTAL (SA)

a) Vegetación terrestre

El estado actual de los conocimientos acerca de la cubierta vegetal de México no permite aún apreciaciones comparativas de gran detalle. Salvo en muy contados estudios locales en los que se ha buscado la definición de asociaciones, en general el enfoque de las investigaciones realizadas se ha mantenido en las últimas décadas a nivel de tipos de vegetación que equivalen aproximadamente a las formaciones vegetales. Ahora, si bien es cierto que la gran mayoría de los autores que han escrito sobre el particular, coinciden en utilizar el tipo de vegetación como unidad básica de trabajo, en la literatura existen infortunadamente grandes discrepancias en cuanto a la circunscripción particular de muchos de ellos y en cuanto a la nomenclatura empleada, de tal manera que, de hecho, el estado de la clasificación de la vegetación de México, lejos de resultar uniforme, tiende a ser cada vez más anárquico[viii].

La diversidad biológica terrestre de México comprende una gran variedad de paisajes y de comunidades vegetales que cubren el territorio del país. Se han propuesto muy diversas clasificaciones para regionalizar el territorio, que varían con la escala, los criterios y enfoques. Por otra parte, recientemente se ha reconocido a las ecorregiones como áreas que contienen un conjunto geográficamente distintivo de comunidades naturales que comparten la gran mayoría de sus especies y dinámicas ecológicas así como condiciones ambientales similares. Dichas ecorregiones han permitido integrar extensas regiones en grandes escalas para Norteamérica, en un sistema jerárquicamente anidado, hasta llegar, en el caso de México, a un nivel IV (escala 1: 1 000 000), para el que se reconocen 96 ecorregiones terrestres, sin incluir las de islas (INEGI-CONABIO-INE, 2007).[ix]

El término "tipo de vegetación" se ha utilizado para designar la composición de especies de la cubierta vegetal de una región, área o lugar. La cubierta vegetal se refiere al conjunto de especies que tienen determinadas formas de vida o también a la agrupación de especies que por sus requerimientos y tolerancias ambientales tienen características comunes (por ejemplo en su fisonomía, tamaño y desarrollo) (Neyra-González y Durand-Smith, 1998). Para llevar a cabo la descripción de las comunidades vegetales se pueden considerar varios aspectos, entre los que destacan la flora (las especies componentes), la fisonomía (o apariencia de la vegetación), la ubicación geográfica y las características climáticas y edafológicas.

Los tipos de vegetación en el estado de Puebla se encuentran principalmente distribuidos en tres grandes grupos que son los bosques, selvas y matorrales; el resto se agrupa en vegetación inducida e hidrófila y por supuesto las grandes zonas agrícolas que cubren nuestro estado:

Bosques

Los bosques son vegetación arborea, principalmente de zonas templadas y semifríos, en climas subhúmedos a muy húmedos y a veces secos. En el estado de Puebla, encontramos bosques de coníferas, de encino y mesófilo de montaña. Los bosques de coníferas se encuentran principalmente en la Sierra Norte del estado de Puebla y ocupan 327, 428.83 hectáreas que corresponden al 9.7 % de la superficie total del Estado. El bosque de encino está constituido principalmente por especies del género *Quercus* (encino) y *Pinus* (pino); son bosques por lo general bajos, con troncos delgados y de crecimiento lento y ocupan el 4.89 % de la superficie total del Estado con 165 216.79 hectáreas. Se distribuye a lo largo de una franja climática norte-sur, que comprende las laderas occidentales de la Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico, además de pequeñas zonas sobre laderas y lomeríos pertenecientes a la Sierra Madre del Sur. El bosque mesófilo de montaña se encuentra en lugares con relieve accidentado, en laderas escarpadas y cañadas protegidas contra el viento y la insolación, ocupando un 2.9 % de la superficie del Estado. Las comunidades en estado primario son muy densas, donde los árboles de algunos géneros alcanzan alturas hasta de 25 m como los siguientes: *Liquidambar*, *Quercus* (encino), *Clethra*, *Meliosma*; y una gran gama de epífitas, especialmente orquídeas y bromeliáceas. Lo encontramos fundamentalmente en la subprovincia del Carso Huasteco, en la sierra volcánica perteneciente al Pico de Orizaba y en las laderas orientales de la sierra Mazateca (INEGI, 2008)[x].

Matorrales

El Matorral, es la vegetación arbustiva de altura, composición florística y densidad variable. Se encuentra generalmente en regiones áridas y semiáridas. En el estado de Puebla lo tenemos al occidente, en el valle de Tehuacán y la Sierra Negra, ocupando un 8.26 % de la superficie del Estado y con un total de 278, 724.5 ha; se desarrolla en climas de tipo semisecos muy cálidos y cálidos. En el Valle de Tehuacán y la zona de Zapotitlán cerca de las márgenes del río Manzanas hasta el municipio de Caltepec, se establece una comunidad que crece sobre un suelo calizo y sobre laderas muy inclinadas. En altitudes de 1, 850 msnm se encuentran: *Agave verchaffeltii* y *Stenocereus stellatus* acompañados por algunas especies de selva baja caducifolia. En sitios cercanos al valle de Tehuacán, en la parte baja de las estribaciones de la sierra de Zongolica, se desarrolla una comunidad con elementos como: *Neobuxbaumia macrocephala*, *Cephalocereus chrysanthus*, *Beaucarnea gracili*, *Cercidium praecox*, *Jatropha urens*, *Opuntia decumben*, *Ferocactus robustus*, *Heliabravoa chende*, *Fouquieria Formosa*, *Karwinskia humboldtiana*, *Malpighia galeottiana*, *Echinocactus grandis*, entre otras especies. Este tipo de vegetación ha sufrido fuertes alteraciones en algunos lugares debido al pastoreo desordenado, principalmente de ganado caprino, lo que ha provocado que el estrato inferior presente un marcado deterioro y una reducción en la cobertura del suelo, lo que ocasiona pérdidas importantes (INEGI, 2008).

Selvas

Las selvas son comunidades formadas por vegetación arbórea de origen meridional (Neotropical), generalmente de climas cálido, húmedo, subhúmedo y semisecos. Están compuestas por la mezcla de un gran número de especies, muchas de las cuales presentan contrafuertes o aletones. Posee bejucos, lianas y plantas epífitas, frecuentemente con árboles espinosos entre los dominantes. En el estado de Puebla tenemos selvas de tipo caducifolia, perennifolia y subcaducifolia. La selva caducifolia ocupa un 15.68 % de la superficie del estado y se localiza al sur, sobre las laderas abruptas de la Sierra Madre del Sur; abarca casi por completo la zona semiárida y subhúmeda de la Mixteca Alta, en los límites con los estados de Morelos, Guerrero y Oaxaca. Los elementos que conforman este tipo de vegetación alcanzan hasta 10 metros de altura; la mayoría de las especies pierden su follaje durante la época seca del año, los troncos de los árboles con frecuencia son retorcidos y se ramifican a corta altura del suelo, mientras que otros presentan colores llamativos, superficies brillantes y desprenden su corteza en forma de láminas como en el caso de algunas especies de *Bursera sp*. La comunidad que domina en la parte oriental de la mixteca, se extiende desde la barranca de Tepemexquila en el municipio de Jalpan hasta la sierra Grande en los alrededores de Acatlán, a más de 1, 600 msnm. Algunas especies reportadas para esta comunidad son: *Stenocereus weber*, *Beaucarnea gracili*, *Bursera fagaroides*, *Mimosa purpusii*, *Jatropha spathulata*, *Acacia cymbispina*, *Celtis pallida*, *Yucca periculosa*, *Mimosa lacerata*, *Opuntia depressa*, entre otras especies más. Una de las zonas más importantes en el Estado, debido al tipo de vegetación que ahí se desarrolla, es la región del valle de Tehuacán, situada en la parte alta de la cuenca del río Salado. Aquí se localiza una selva muy peculiar, donde la presencia de cactáceas, columnares o candelabriformes influye en la fisonomía de la vegetación (Bravo-Hollis, 1978)[xi].

a) Fuentes de deterioro

La vegetación natural del sistema ambiental en la zona de interés se ha visto afectada por algunas fuentes principales de deterioro son:

Crecimiento poblacional

El deterioro de los ecosistemas de larga historia en Puebla, se hace visible recientemente, en especial a partir de la urbanización que acompaña a la industrialización, que en el país y en el caso poblano en particular, es contundente a partir de 1960, década en la que el impacto de la actividad humana sobre el medio natural se comienza a tornar grave para el bienestar de los poblanos y para el funcionamiento de los ecosistemas[xii]. El acelerado crecimiento demográfico y la distribución desequilibrada de la población en el territorio al interactuar con desigualdades sociales y regionales, las pautas de acceso y uso de los recursos naturales, las tecnologías utilizadas para su explotación y consumos vigentes, ejercen una fuerte presión sobre el medio ambiente y los recursos naturales[xiii].

El impacto ambiental inmediato de los asentamientos urbanos deriva de los procesos locales de contaminación. La ciudad requiere agua, alimentos y energía para sostener sus procesos. Como resultado del consumo o transformación de bienes y servicios, las ciudades generan copiosas cantidades de residuos sólidos y líquidos, además de contaminantes de la atmósfera, que afectan ecosistemas locales y distantes. El territorio necesario para la sustentación de un asentamiento urbano configura lo que se denomina su "huella ecológica". En la medida en que las ciudades concentran la demanda de bienes y servicios, inciden en la dinámica productiva y ambiental de zonas rurales, de otras zonas urbanas. El proceso de urbanización de la población genera que en el medio urbano se pierde la transparencia de las relaciones con los bienes y servicios ambientales que aportan los ecosistemas naturales[xiv].

Área desprovista de vegetación

Es en la Sierra Norte del estado de Puebla donde se desea contextualizar la dinámica de cambio de uso del suelo y vegetación, que se ha generado con respecto a su entorno natural, derivada de la incorporación de infraestructura, además de las actividades económicas, culturales y las diferentes formas de organización, que de forma natural han contribuido al cambio. El territorio a lo largo de la historia ha sufrido cambios y evolucionado acorde a las necesidades y formas de adaptación de quienes lo han habitado, estas transformaciones han llevado a ampliar la gama de servicios y bienes disponibles para satisfacer las demandas de los habitantes. Dentro de los cambios territoriales, existe una variada gama, desde las antropológicas, sociales, de infraestructura, hasta las culturales propias de los que habitan el territorio. Estos cambios se perciben de forma constante a través de las generaciones sucesivas de los distintos grupos que han habitado, ensayando las modificaciones ambientales, tecnológicas y socioeconómicas necesarias para su progreso. En este sentido el análisis de los factores que interactúan con el cambio de uso de suelo derivado de la infraestructura debe ser congruente y tomar en cuenta la conservación del medio ambiente y el desarrollo sustentable[xv].

Estas condiciones ecológicas, se caracterizan por presentar unidades vegetales que se desarrollan de manera heterogénea dentro del sistema ambiental bajo análisis (SA), por lo que para el presente apartado se utilizó el concepto de "comunidad vegetal o tipo de vegetación" para definir las formaciones vegetales que se distribuyen en la región de acuerdo a lo reportado por INEGI, en su carta de uso de suelo y vegetación serie VI.

De acuerdo a lo reportado por INEGI, en su carta de uso de suelo y vegetación serie VI (2016) comparado con su serie III (2005) las áreas de agricultura han disminuido, mientras que las áreas con vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino aumento en 119.6831 ha, sin embargo las áreas con vegetación forestal (bosque de encino-pino) ha aumentado.

Cuadro IV.41. Comparativo entre la serie 3 y 6 de INEGI en uso de suelo y vegetación en el SA.

Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie (Ha)		Estado
	Serie III	Serie VI	
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	460.9519	312.1062	Disminuyo
BOSQUE DE ENCINO-PINO	461.5050	486.4064	Aumento
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO-PINO	189.7737	194.0349	Disminuyo
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE BOSQUE DE ENCINO-PINO	-	119.6831	Aumento
TOTAL	**1,112.2306**	**1,112.2306**	

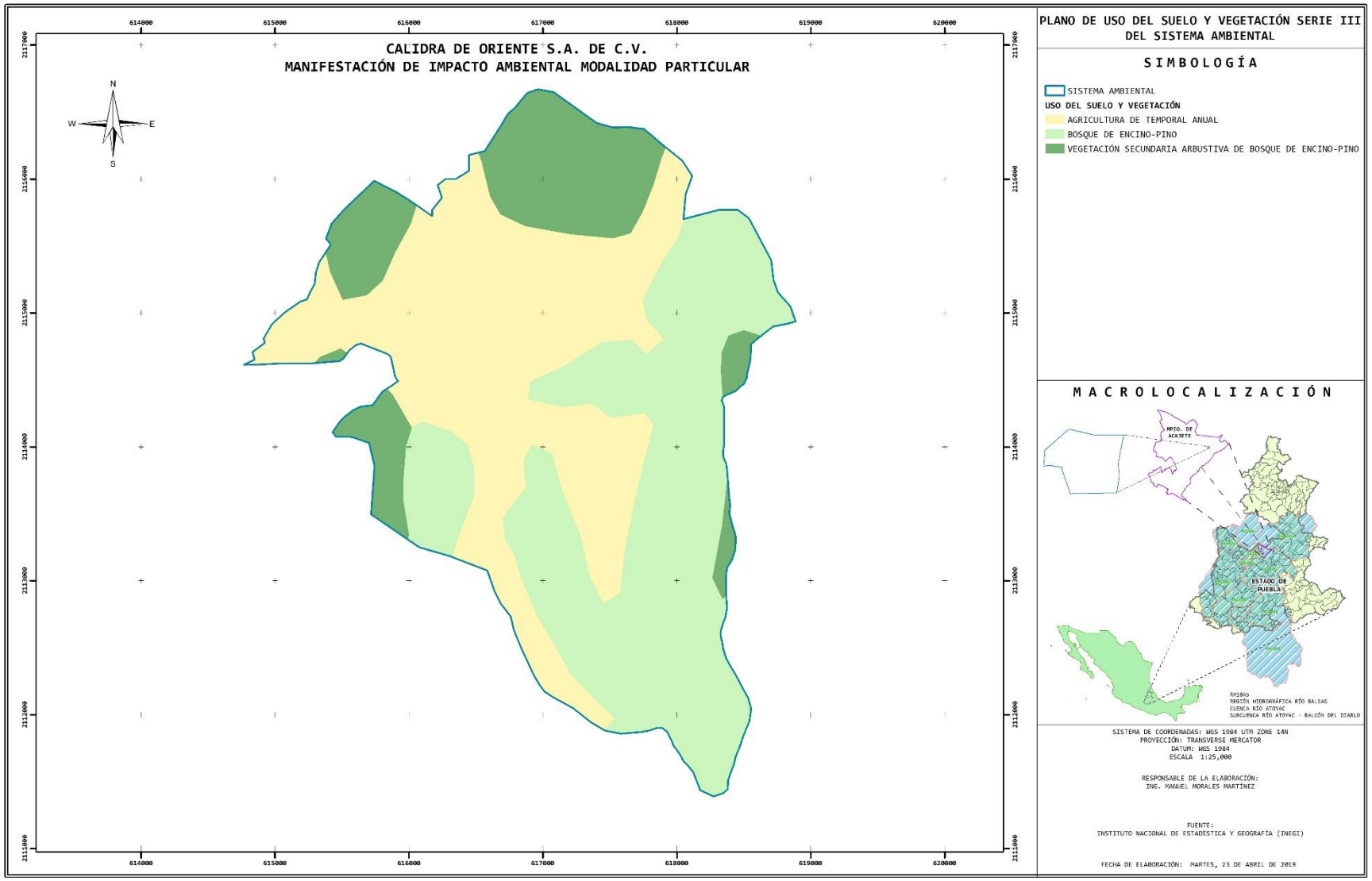


Figura IV.70. Mapa de ubicación del SA en la carta de tipos de vegetación de la zona (Serie III).

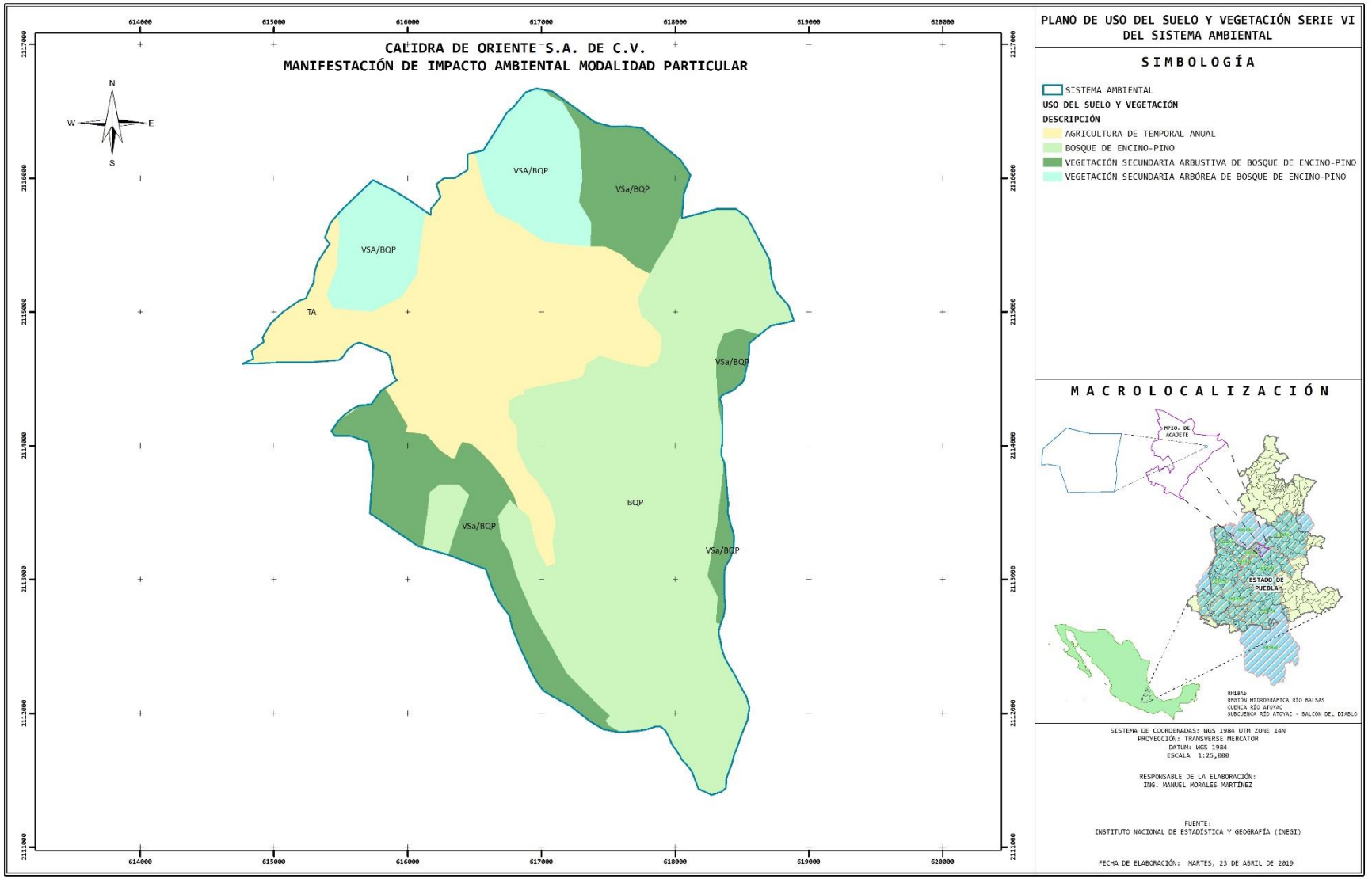


Figura IV.71. Mapa de ubicación del SA en la carta de tipos de vegetación de la zona (Serie VI).

Referente al párrafo anterior uno de los principales motivos por el cual ha aumentado la vegetación forestal, podría deberse a que una medida de mitigación que se propone en la elaboración de proyectos para la autorización de cualquier cambio de uso de suelo es la ***reforestación***, esta medida está ***encaminada a la protección y restauración de la cubierta vegetal***, de acuerdo a datos de SEMARNAT para 2004 se había reforestado 1.75 millones de hectáreas con un total de 2 mil 476 millones de árboles plantados.

Los estados que reforestaron una mayor superficie fueron Veracruz, Estado de México, Michoacán, Jalisco, Puebla y Morelos (SEMARNAT, 2005)[xvi].

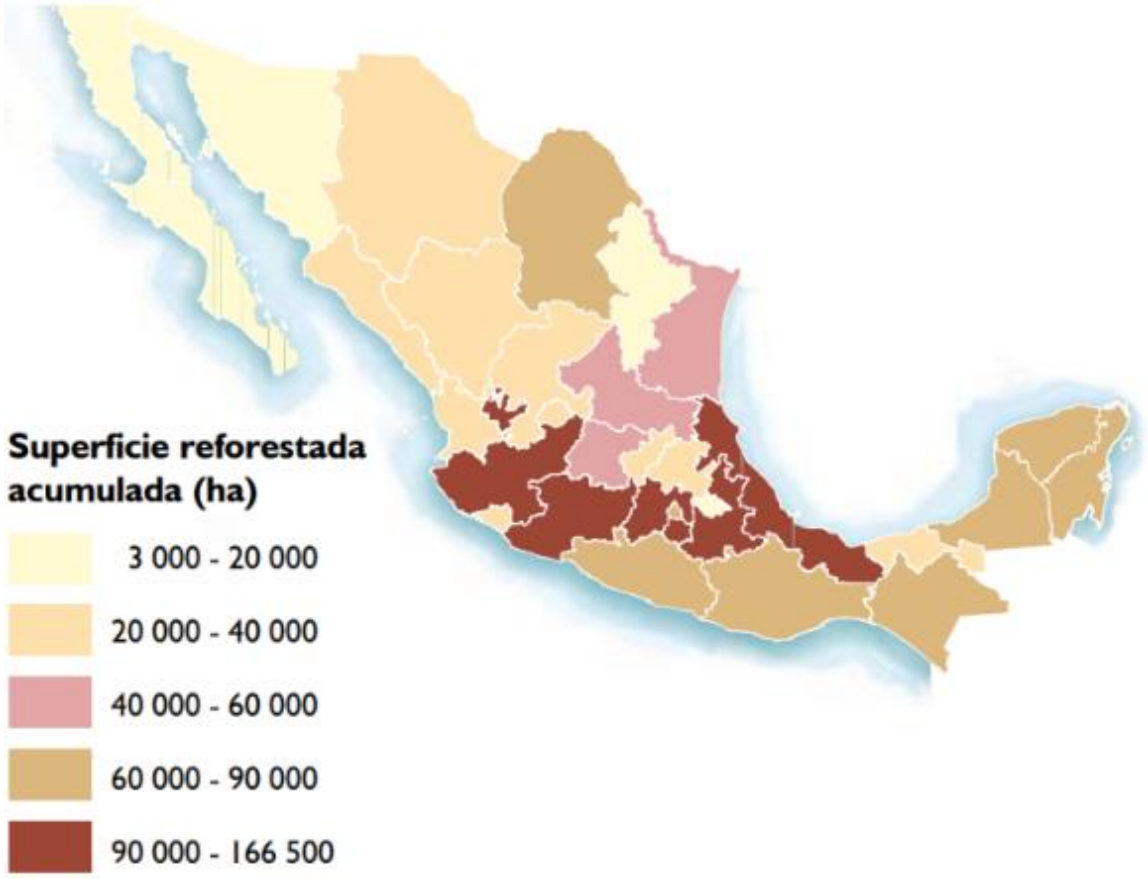


Figura IV.72. Reforestación acumulada por entidad federativa, 1993-2004[xvii].

Con base en la toma de información muestreada y observada en campo durante los recorridos, la zona es representada por **bosque de encino**. En los párrafos siguientes se describen las características de estructura y composición de las comunidades vegetales existentes en el sistema ambiental; se presenta además la metodología empleada para la obtención de datos florísticos y la estimación de los indicadores de diversidad en los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífitas y/o cactáceas de un ecosistema similar (bosque de encino) al que se verá intervenido por la ejecución del proyecto que nos ocupa en el presente documento.

TIPO DE VEGETACIÓN

De acuerdo a la carta de INEGI, Uso de Suelo y Vegetación escala 1: 250,000. Serie VI, los tipos de vegetación y usos del sistema ambiental corresponden a:

Cuadro IV.42. Tipo de vegetación y uso del SA (INEGI, Serie VI).

Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie (Ha)	
	Serie VI	Porcentaje (%)
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	312.1062	28.1%
BOSQUE DE ENCINO-PINO	486.4064	43.7%
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO-PINO	194.0349	17.4%
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE BOSQUE DE ENCINO-PINO	119.6831	10.8%
TOTAL	**1,112.2306**	**100%**

De acuerdo a la bibliografía, los tipos de vegetación se describen a continuación:

☎ Bosque de encino-pino[xviii]

Esta forma de vida, se constituye principalmente por especies de *Quercus* y *Pinus*, son bosques por lo general bajos, con troncos delgados y de crecimiento lento. Se distribuye a lo largo de una franja climática norte-sur, que comprende las laderas occidentales de la Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico, además de pequeñas zonas sobre laderas y lomeríos pertenecientes a la Sierra Madre del Sur. Los climas en los que se desarrolla son: templados y semicálidos subhúmedos, y en menor grado semisecos; la temperatura media va de 14 a 18° C, las precipitaciones en la porción norte son mayores de 1,500 mm, mientras que al sur las lluvias no sobrepasan los 800 mm. Este tipo de vegetación se encuentra sobre diversos tipos de roca, tanto ígneas, como sedimentarias y metamórficas, que forman suelos de escaso desarrollo, tipo Regosol y Cambisol que comúnmente descansan sobre lechos rocosos.

Al norte y sureste de Acajete existe una comunidad compuesta en el estrato arbóreo, con alturas hasta de 7 m por: *Quercus rugosa* (encino), *Q. crassifolia*, *Q. obtusata*, *Q. crassipes*, *Q. glabrescens* (encino), *Pinus leiophylla* (ocote chino), *Arbutus xalapensis* (madroño) y *Juniperus deppeana* (sabino) y en el estrato arbustivo de 1 m: *Baccharis conferta* (escobilla), *Eupatorium* sp., *Muhlenbergia macroura* y *Salvia elegans* (mirto). En la ladera oriental de la sierra de Eloxochitlán, se localiza un bosque secundario, con elementos como: en el estrato arbóreo con poco más de 4 m: *Quercus castanea* y *Pinus cembroides*; en el estrato arbustivo de 1.5 m: *Arctostaphylos polyfolia*, *Rhus terebinthifolia*, *Dodonaea viscosa*, *Opuntia* sp., *Agave* sp. y *Arbutus* sp.; en el estrato herbáceo de 0.30 m se encuentran entre otras: *Cheilanthes* sp., *Polypodium guttatum* y *Satureja* sp.

Estos bosques al igual que los descritos anteriormente, han sido afectados en forma muy severa, de tal manera que actualmente se encuentran en estado secundario (arbóreo, arbustivo y herbáceo) como consecuencia de las actividades pecuarias y agrícolas, así como por la explotación de especies con fines maderables, para la extracción de leña, elaboración de carbón, etc., lo que ocasiona pérdidas de suelo por efecto de la erosión.

Cuadro IV.43. Especies dentro del SA para bosque de encino-pino.

Familia	Género	Especie	Nombre común	Estatus
Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	-
Agavaceae	*Agave*	*Agave sp.*	Maguey	-
Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus sp.*	Madroño	-
Ericaceae	*Arctostaphylos*	*Arctostaphylos polifolia*	Manzanillo	-

Familia	Género	Especie	Nombre común	Estatus
Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Escobilla	-
Pteridaceae	*Cheilanthes*	*Cheilanthes sp.*	Helechos	-
Sapindaceae	*Dodonaea*	*Dodonaea viscosa*	Chapulistle	-
Asteraceae	*Eupatorium*	*Eupatorium sp.*	Lengua tzeltal	-
Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Sabino	-
Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón	-
Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia sp.*	Nopal	-
Pinaceae	*Pinus*	*Pinus cembroides*	Pino	-
Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	-
Grammitidaceae	*Polypodium*	*Polypodium guttatum*	Helechos	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Encino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassifolia*	Encino colorado	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus obtusata*	Encino prieto	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus rugosa*	Encino	-
Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus terebinthifolia*	Zumaqui cimarrón	-
Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia elegans*	Mirto	-
Lamiaceae	*Satureja*	*Satureja sp.*	Ajedrea	-

☎ Bosque de encino[xix]

Este tipo de vegetación rara vez se presenta puro, debido a la afinidad ecológica que comparte con otras comunidades, generalmente domina *Quercus* y se encuentran mezclados elementos como: *Pinus*, *Alnus, Prunus, Nyssa* y *Ostria* entre otras; la forma de los árboles es muy diversa, así como el grosor de los troncos, que generalmente se ramifican a corta altura del suelo, son variadas también: la estructura y el tamaño de las hojas, las cuales en su mayoría se caen en la época seca del año.

El bosque de encino se distribuye principalmente en el estado, hacia las inmediaciones de la Sierra Nevada, en el volcán la Malinche y el Pico de Orizaba, en pequeñas zonas del valle de Puebla, así como a lo largo de una franja norte-sur en la Sierra Madre del Sur; es aquí donde el bosque se encuentra limitado por condiciones de aridez. Los climas donde se desarrolla son semicálido subhúmedo con lluvias en verano y semicálido semiseco; la temperatura oscila entre los 16 y 22° C y precipitaciones en general, de 600 a 800 mm anuales. Muchos de estos bosques se encuentran en condiciones secundarias (arbórea, arbustiva y herbácea), provocado por las constantes quemas realizadas para la introducción de pastos, que en muchos casos, debido a la falta de manejo de los hatos de ganado, ocasiona el sobrepastoreo que tiempo después propicia la erosión.

Cuadro IV.44. Especies dentro del SA para bosque de encino.

Familia	Género	Especie	Nombre común	Estatus
Pinaceae	*Abies*	*Abies religiosa*	Oyamel	-
Agavaceae	*Acaena*	*Acaena elongata*	Cadillo	-
Adiantaceae	*Adiantum*	*Adiantum sp.*	Culantrillo	-
Euphorbiaceae	*Alchornea*	*Alchornea latifolia*	Canaco	-
Betulaceae	*Alnus*	*Alnus firmifolia*	Aile	-
Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus glandulosa*	Madroño	-

Familia	Género	Especie	Nombre común	Estatus
Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus sp.*	Madroño	-
Ericaceae	*Arctostaphylos*	*Arctostaphylos arguta*	Borracho	-
Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium sp.*	Escolopedria	-
Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Escoba	-
Berberidaceae	*Berberis*	*Berberis moranensis*	Encino chino	-
Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja microphylla*	Hierba de tepozán	-
Asteraceae	*Calea*	*Calea integrifolia*	Estafiate	-
Tiliaceae	*Carpodiptera*	*Carpodiptera ameliae*	Alzaprima	-
Solanaceae	*Cestrum*	*Cestrum anagyris*	Galan de noche	-
Rosaceae	*Crataegus*	*Crataegus sp.*	Majuelo	-
Araliaceae	*Dendropanax*	*Dendropanax arboreus*	Cajeta	-
Cactaceae	*Echinocereus*	*Echinocereus pulchellus*	Alicoche flor de tierra	Pr
Cactaceae	*Echinofossulocactus*	*Echinofossulocactus sp.*	Stenocactus	-
Asteraceae	*Eupatorium*	*Eupatorium glabratum*	Chamizo blanco	-
Moraceae	*Ficus*	*Ficus glaucescens*	Cara muinane	-
Garryaceae	*Garrya*	*Garrya laurifolia*	Árbol amargo	-
Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus flaccida*	Sabino	-
Campanulaceae	*Lobelia*	*Lobelia parviflora*	Tupa	-
Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Cactus	-
Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria esperanzaensis*	Biznaga de chilitos	-
Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa pigra*	Carpinchera	-
Polygalaceae	*Monnina*	*Monnina xalapensis*	Hierba de la mula	-
Apocynaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia metcalfei*	Liendrilla chica	-
Pinaceae	*Pinus*	*Pinus sp.*	Ocote	-
Rosaceae	*Prunus*	*Prunus capuli*	Capulín	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus aff. mexicana*	Encino mexicano	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus affinis*	Encino rojo	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus candicans*	Corturapi	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Encino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassifolia*	Encino hoja ancha	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino colorado	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus excelsa*	Encino rojo	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus furfuracea*	Roble	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus galeottii*	Encino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucoides*	Encino blanco	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucophylla*	Encino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus laeta*	Laeta	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus laurina*	Laurelillo	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus liebmannii*	Encino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus magnoliifolia.*	Encino amarillo	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus martensiana*	Encino	-

Familia	Género	Especie	Nombre común	Estatus
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus mexicana*	Encino mexicano	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus obscura*	Encino negro	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus obtusata*	Encino bellota	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus ocoteaefolia*	Encino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus oleoides*	Encino roble	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus polymorpha*	Encino roble	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus resinosa*	Encino de resino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus rugosa*	Encino rugosa	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus sororia*	Encino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus sp.*	Encino común	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus stipularis*	Encino rojo	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus trinitatis*	Roble común	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus xalapensis*	Encino rojo	-
Rubiaceae	*Randia*	*Randia laetevirens*	Palo chichón	-
Salicaceae	*Salix*	*Salix paradoxa*	Borreguito	-
Euphorbiaceae	*Sapium*	*Sapium lateriflorum*	Amate capulín	-
Anacardiaceae	*Tapirira*	*Tapirira macrophylla*	Caobilla	-
Rutaceae	*Zanthoxylum*	*Zanthoxylum sp.*	Limoncillo	-
Celastraceae	*Zinowiewia*	*Zinowiewia integerrima*	Nacedero	-
Flacourtiaceae	*Zuelania*	*Zuelania guidonia*	Volador	-

Para realizar el cálculo de índices de diversidad y saber la representatividad de las especies que se encontraron en el AP, se realizaron sitios de muestreo dentro del SA en el tipo de vegetación de bosque de encino, las especies encontradas se presentan a continuación:

Cuadro IV.45. Especies dentro del muestreo del SA para BE.

ID-SA	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
ÁRBOLES				
1	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia neovernicosa*	Chaparro prieto
2	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño
3	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan
4	Rhamnaceae	*Ceanothus*	*Ceanothus caeruleus*	Chaquira
5	Rosaceae	*Crataegus*	*Crataegus mexicana*	Tejocote
6	Sapindaceae	*Dodonaea*	*Dodonaea viscosa*	Venado
7	Myrtaceae	*Eucalyptus*	*Eucalyptus camaldulensis*	Eucalipto rojo
8	Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce
9	Oleaceae	*Forestiera*	*Forestiera phillyreoides*	Garrapatillo
10	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate
11	Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino
12	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho
13	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Ocote chino
14	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio
15	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulín

ID-SA	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
16	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus acutifolia*	Aguatle
17	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Capulincillo
18	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino
19	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo
20	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucoides*	Encino prieto
21	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus greggii*	Tesmole
22	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano
23	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus deserticola*	Encino colorado
24	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino
25	Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra
ARBUSTOS				
1	Asteraceae	*Acourtia*	*Acourtia discolor*	Acourtia
2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina
3	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel
4	Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito
5	Asclepiadaceae	*Asclepias*	*Asclepias linaria*	Romero de monte
6	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla
7	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe
8	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita
9	Ericaceae	*Comarostaphylis*	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo
10	Amaranthaceae	*Iresine*	*Iresine orientalis*	Iresine
11	Scrophulariaceae	*Lamourouxia*	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita
12	Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia mexicana*	Espinosilla
13	Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca
14	Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona
15	Caprifoliaceae	*Symphoricarpus*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla
16	Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina
17	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate
HIERBAS				
1	Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua
2	Poaceae	*Briza*	*Briza subaristata*	Linternita
3	Orobanchaceae	*Castilleja*	*Castilleja tenuiflora*	Hierba de cáncer
4	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla
5	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea
6	Apiaceae	*Daucus*	*Daucus montanus*	Zanahoria de monte
7	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora
8	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra
9	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta
10	Ranunculaceae	*Ranunculus*	*Ranunculus petiolaris*	Pata de león
EPÍFITAS y/o CACTÁCEAS				
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave applanata*	Maguey espadilla
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave nussaviorum*	Maguey

ID-SA	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
3	Agavaceae	*Agave*	*Agave potatorum*	Mezcalillo
4	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero
5	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores
6	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria haageana*	Caca de burro
7	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia huajuapensis*	Nopal de coyote
8	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón
9	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito
10	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito
11	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia violacea*	Magueyito

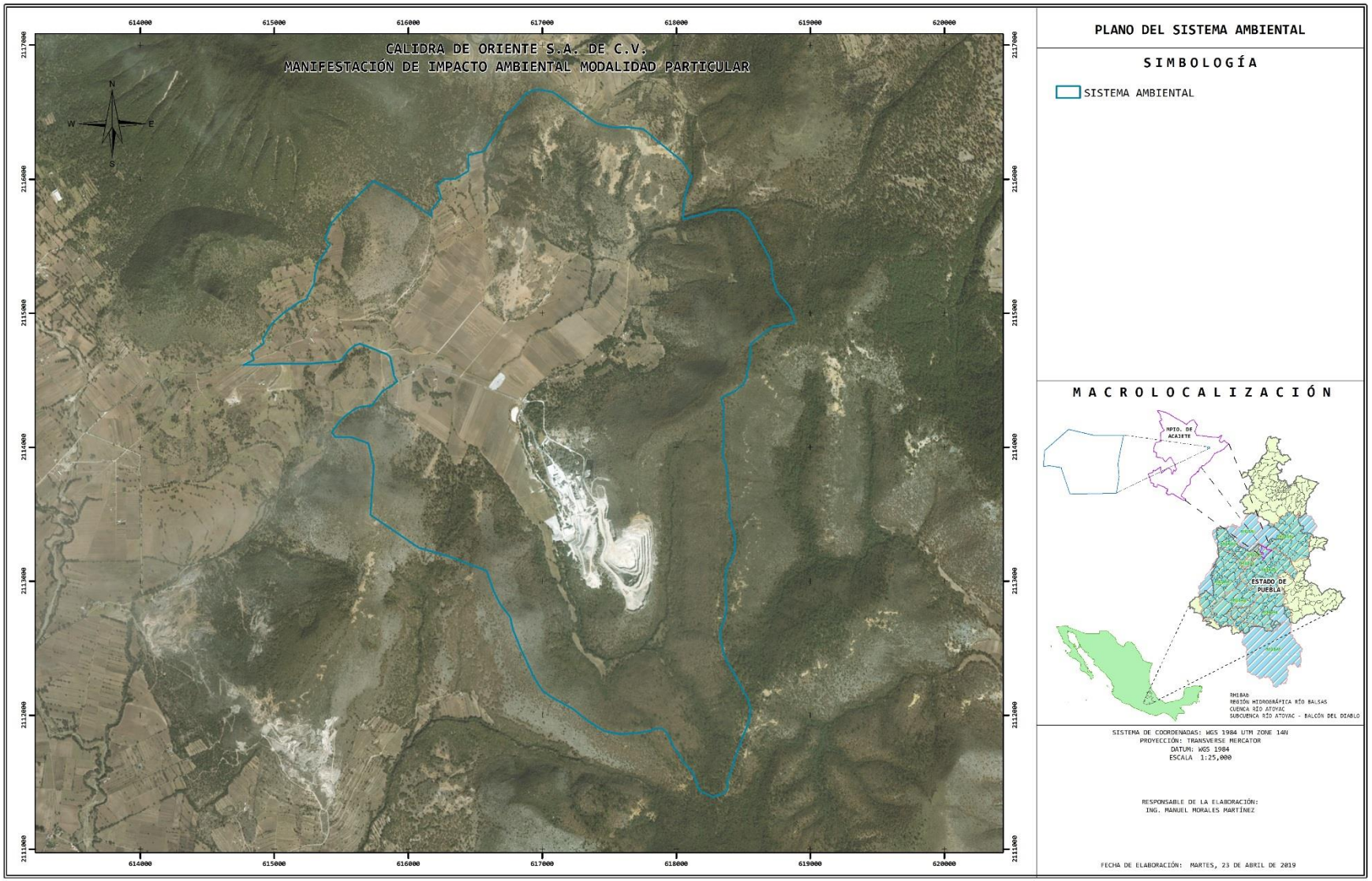


Figura IV.73. Mapa de ubicación del SA.

ÁREA DE INFLUENCIA DE LOS SITIOS DE MUESTREO EN EL SA

De los tipos de vegetación identificados en el SA de la manifestación de impacto ambiental, modalidad particular para el proyecto **"CALIDRA DE ORIENTE S.A. DE C.V. MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR"** afectará a bosque de encino; este tipo de vegetación se encuentra distribuido en el sistema ambiental (SA), el cual consta de una superficie de 1,112.2306 ha.

Durante la realización de los trabajos de campo se observó que en el SA de manera general predomina un uso de suelo de vegetación forestal, áreas agrícolas y áreas que no cuentan con vegetación.

La delimitación del área de influencia de cada sitio para obtener la superficie de muestreo del SA para el tipo de vegetación de bosque de encino, se realizó de manera integral desde los elementos bióticos hasta los abióticos (climatología, geología, edafología, hidrología, flora y fauna silvestre), es decir radica en reconocer claramente el área que tiene las mismas características para formar parte del área de influencia por cada sitio.

Cuadro IV.46. Superficie del área de influencia de los sitios de muestreo en el SA.

Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie (Ha)
Bosque de encino	239.6496



Imagen IV.1. Tipo de vegetación presente en el sistema ambiental (SA).

ÁREA DE INFLUENCIA EN BOSQUE DE ENCINO

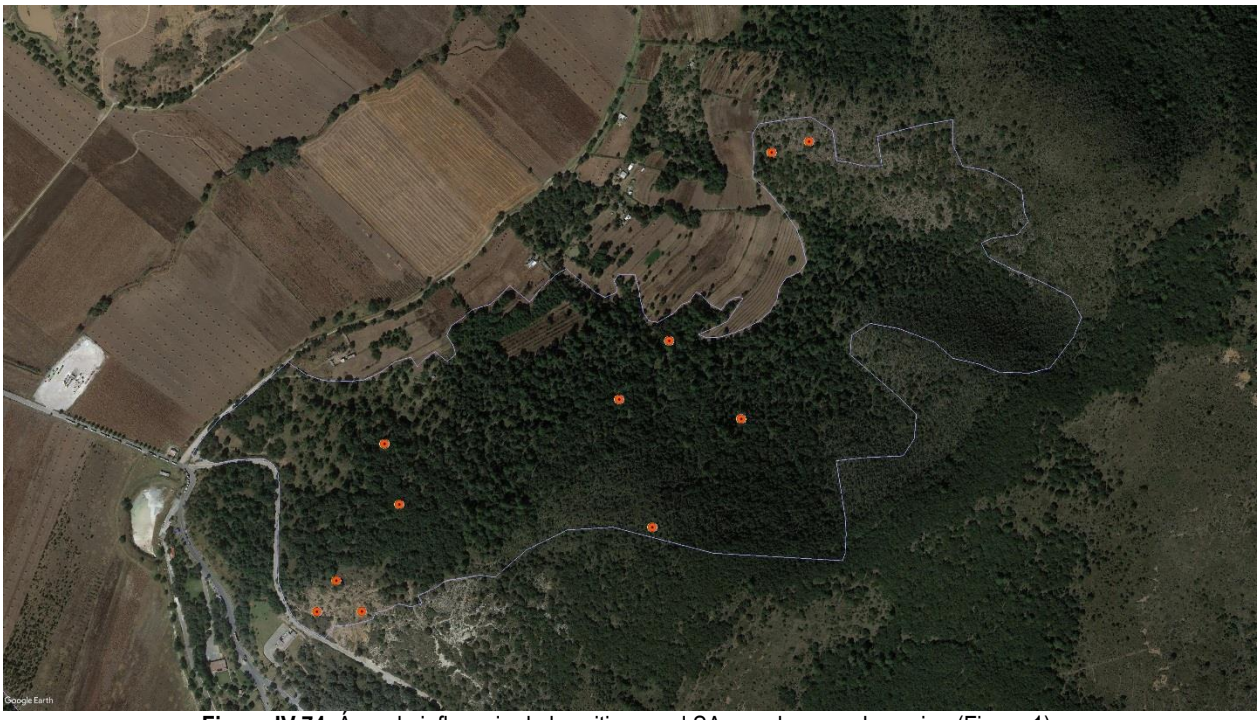


Figura IV.74. Área de influencia de los sitios en el SA para bosque de encino (Figura 1).

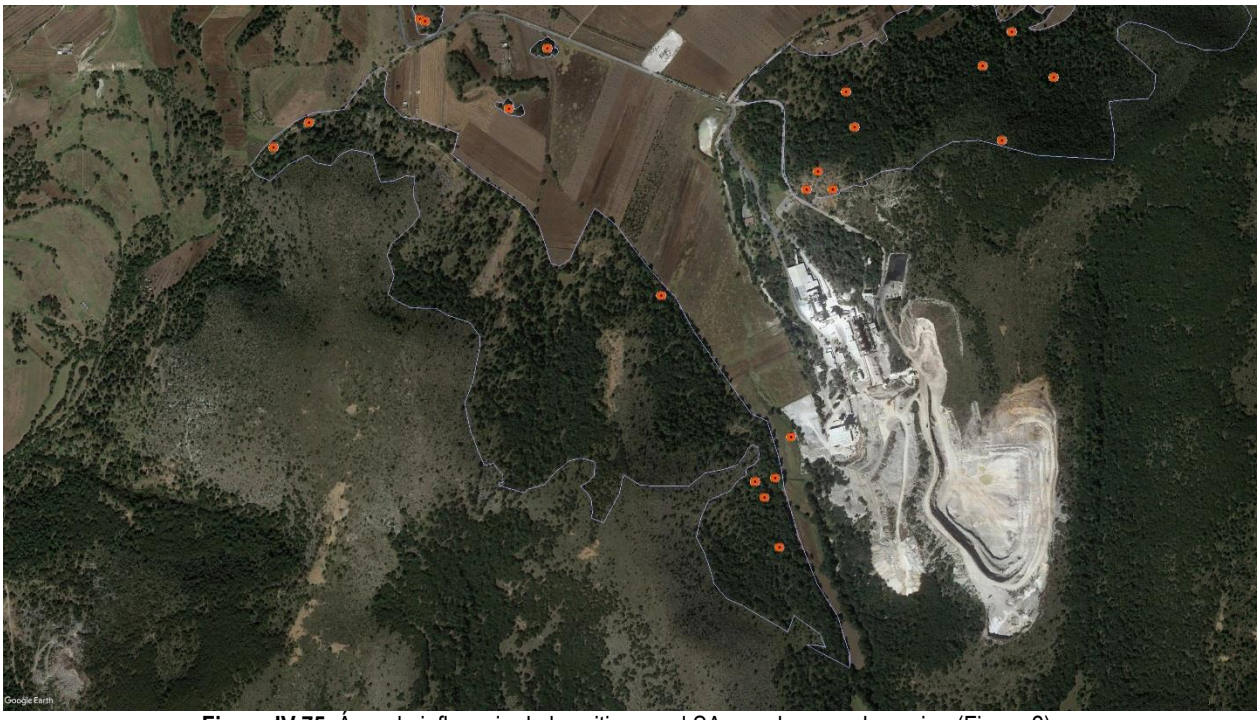


Figura IV.75. Área de influencia de los sitios en el SA para bosque de encino (Figura 2).

IV.3.1.2.1.1 ESTADO DE CONSERVACIÓN EN LA SUPERFICIE DEL SA

De acuerdo a los recorridos realizados por las áreas del SA, la vegetación presenta una diversidad baja en un estado de conservación pobre con perturbación; este estado se caracterizó de acuerdo a los resultados obtenidos por el índice de Shannon-Wiener el cual tiene como finalidad manifestar la heterogeneidad de una comunidad. Este índice puede tomar valores que van de 0 a 5, de acuerdo a los valores obtenidos se considera que las condiciones ambientales y de la biodiversidad se encuentran en:

- 5 condiciones óptimas / diversidad muy alta.
- 4 muy buen estado / diversidad alta.
- 3 a 4 buen estado / diversidad media-alta.
- 2 a 3 estado moderado / diversidad media.
- 1 a 2 pobre con perturbación / diversidad baja.
- 0 a 1 mal estado / diversidad muy baja.

Aunado a lo anterior el resultado para las áreas del SA es que se encuentra con una diversidad baja en un estado de conservación pobre con perturbación mostrando valores para **BE** en el estrato arbóreo: una diversidad baja con un estado de conservación pobre con perturbación **(H= 1.9446)**, arbustivo: una diversidad media con un estado de conservación moderado **(H= 2.4272)**, herbáceo: una diversidad baja con un estado de conservación pobre con perturbación **(H= 1.6076)** y epífitas y/o cactáceas: una diversidad baja con un estado de conservación pobre con perturbación **(H= 1.9915)**; dichos valores están tanto como una diversidad baja y media; es por esto que se alude que tendría una diversidad baja en un estado de conservación pobre con perturbación. Por lo anterior, desafortunadamente el SA ya se encuentra fragmentada por diversos factores y su lenta capacidad para recuperarse de la perturbación.



Imagen IV.2. Estado de conservación para BE en el área del SA.

IV.3.1.2.1.2 METODOLOGÍA QUE SE EMPLEÓ EN LA TOMA DE DATOS PARA LA FLORA

Se realizó un muestreo dentro del tipo de vegetación de bosque de encino, correspondiente a las áreas del SA. La metodología de muestreo que se utilizo fue la siguiente:

MUESTREO

Cada sistema de muestreo se usa para obtener estimaciones de ciertas propiedades de la población objeto de estudio, y será tanto más adecuado cuanto mejores sean las estimaciones que proporcione. Las estimaciones individuales pueden ser, por casualidad, muy aproximadas o diferir considerablemente del verdadero valor, dando una prueba deficiente de los méritos del sistema. La mejor manera de juzgar un sistema de muestreo consiste en observar la distribución de frecuencias de las estimaciones que se obtienen por muestreos repetidos. Un buen sistema proporciona estimaciones cuya distribución de frecuencias posee una pequeña variancia y su valor medio está muy próximo al valor verdadero. La diferencia entre la estimación media y el valor verdadero se denomina "*sesgo*". El término «sesgo» se usa también refiriéndose al proceso por el cual se producen las diferencias (FAO, 2001).

Las unidades muéstrales deben satisfacer tres requisitos importantes[xx]:

- Deben distinguirse claramente.
- Las reglas de exclusión e inclusión del material vegetal a medir deben establecerse de antemano y ser respetadas durante la obtención de los datos.
- Una vez seleccionados la forma y el tamaño, deben mantenerse tan uniformes como sea posible a lo largo del trabajo.

Para el sistema de muestreo florístico, se determinó utilizar la metodología del modelo de **muestreo al azar,** dicho modelo hace énfasis en que cada punto de territorio tiene la misma probabilidad de ser muestreado, sin estar condicionada por puntos anteriores. A más detalle se describe el modelo que se utilizó a continuación. Las unidades de muestreo son los elementos utilizados para seleccionar la muestra. En la realización de inventarios forestales con muestreo, con mucha frecuencia se utilizan conglomerados o sitios circulares de un tamaño determinado como unidad para la toma de datos (SEMARNAT-CONAFOR, 2012). Se delimitaron 24 sitios de muestreo para el estrato arbóreo, 19 para el estrato arbustivo, 19 para el estrato herbáceo y 25 para el estrato epífitas y/o cactáceas.

MUESTREO AL AZAR

El concepto básico de todo muestreo es el de la muestra al azar. Una muestra de objetos de una población se llama al azar cuando todos los miembros de la población tienen igual oportunidad de aparecer en la muestra. Es muy importante insistir en que esto es igualmente válido para todos los miembros de la población, tanto para los raros como para los típicos.

Las ventajas que tiene este procedimiento de muestreo son las siguientes:

- Sencillo y de fácil comprensión.
- Cálculo rápido de medias y varianzas.

Por otra parte, las desventajas de este procedimiento de muestreo son:

- Requiere que se posea de antemano un listado completo de toda la población.
- Si trabajamos con muestras pequeñas, es posible que no representen a la población adecuadamente.

Garantiza que todos los individuos que componen la población tienen la misma oportunidad de ser incluidos en la muestra. Esta significa que la probabilidad de selección de un sujeto a estudio "x" es independiente de la probabilidad que tienen el resto de los sujetos que integran forman parte de la población[xxi].

LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Una vez descrito a través de consultas bibliográficas los principales ecosistemas que pudieran existir en el área de SA, se procede a realizar su corroboración a través del levantamiento de información de manera práctica (en campo).

Metodología empleada en el registro de especies

Para la toma de datos e información referente a la flora se implementó la siguiente metodología:

1. Para el listado florístico se consultaron referencias bibliográficas de los elementos florísticos que se encontrarían en la zona y los dominantes.

- Alvarado-Cárdenas L.O. 2008. Fascículo 65. Orobanchaceae. Flora del bajío y regiones adyacentes. Instituto de Biología, UNAM. Coyoacán, México, D.F. 57 p.
- Andrade M. G., Grether R., Hernández M. H., Medina-Lemos R., Rico L. y Sousa S. M. 2012. Mimosaceae. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología. Coyoacán, México, D.F. 82 pp.
- Grether, R., Martínez-Bernal A. y Luckow M. 2006. Fascículo 44. Mimosaceae. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Ecología, A.C. Morelia, Michoacán. 27 p.
- Guízar-Nolazco, E., Granados-Sánchez, D., Castañeda-Mendoza, A. 2010. Flora y Vegetación en la porción sur de la mixteca poblana. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. México, D.F. 25 p.
- Martínez-Pérez, Aniceto; López, Pedro Antonio; Gil-Muñoz, Abel; Cuevas-Sánchez, Jesús Axayácatl. 2012. Plantas silvestres útiles y prioritarias identificadas en la mixteca poblana, México. 73-98 pp.
- Medina-Lemos R. 2012. Cactaceae. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología, UNAM. Coyoacán, México, D.F. 246 p.
- Ramírez-Morillo I. 2005. Bromeliaceae. Flora de Veracruz. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México. 105 p.
- Romero-Rangel S., Rojas-Zenteno, E.C. y Rubio-Licona, L.E. 2015. Encinos de México: Quercus, Fagaceae, 100 especies. Instituto de Biología, UNAM. Coyoacán, México, D.F. 230 P.
- Rzedowski de G., Rzedowski, J. y colaboradores. 2005. Flora Fanerogámica del Valle de México. 2ª. Ed. Instituto de Ecología. A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro, Michoacán. 1406 p.
- Rzedowski J., Calderón de Rzedowski G. 2004. Fascículo 124. Oleaceae. Flora del bajío y regiones adyacentes. Instituto de Ecología, A.C. Pátzcuaro, Michoacán. 42 p.
- Sánchez-Ken J.G. 2011. Fascículo 81. Poaceae. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología, UNAM. Coyoacán, México, D.F. 230 P.
- Téllez V. O. y Sousa S. M. 1993. Fascículo 2. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Fabaceae-Tribu Sophoreae. Facultad de Estudios Superiores Itzcala, UNAM. México, D.F. 14 p.
- Villareal-Quintanilla J.A., Villaseñor-Ríos J.L. y Medina-Lemos R. 2008. Asteraceae, Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología. Coyoacán, México. D.F. 65 p.

2. Se delimitó el área correspondiente al análisis de interés mediante geoposicionador satelital (GPS).
3. Se realizó la toma de datos de campo, haciendo sitios para los cuatro estratos: arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífitas y/o cactáceas.
4. Para la identificación taxonómica de las especies que se encontraban en el levantamiento de información se tomaron fotos y se recolectaron algunas muestras de material vegetal, para posteriormente identificarlas en gabinete.
5. Forma, tamaño y número de sitios.

SITIOS DE MUESTREO

Para el muestreo se realizaron sitios en el SA, como a continuación se describe.

a) Estrato arbóreo:
Con radio de 17.84 m (1,000 m^2)= 24 sitios.

b) Estrato arbustivo:
Con un radio de 5.64 m (100 m^2)= 19 sitios.

c) Estrato herbáceo:
Se realizaron sitios con un largo de 1 x 1 m de ancho= 19 sitios.

d) Estrato epífitas y/o cactáceas:
Con radio de 17.84 m (1,000 m^2)= 25 sitios.

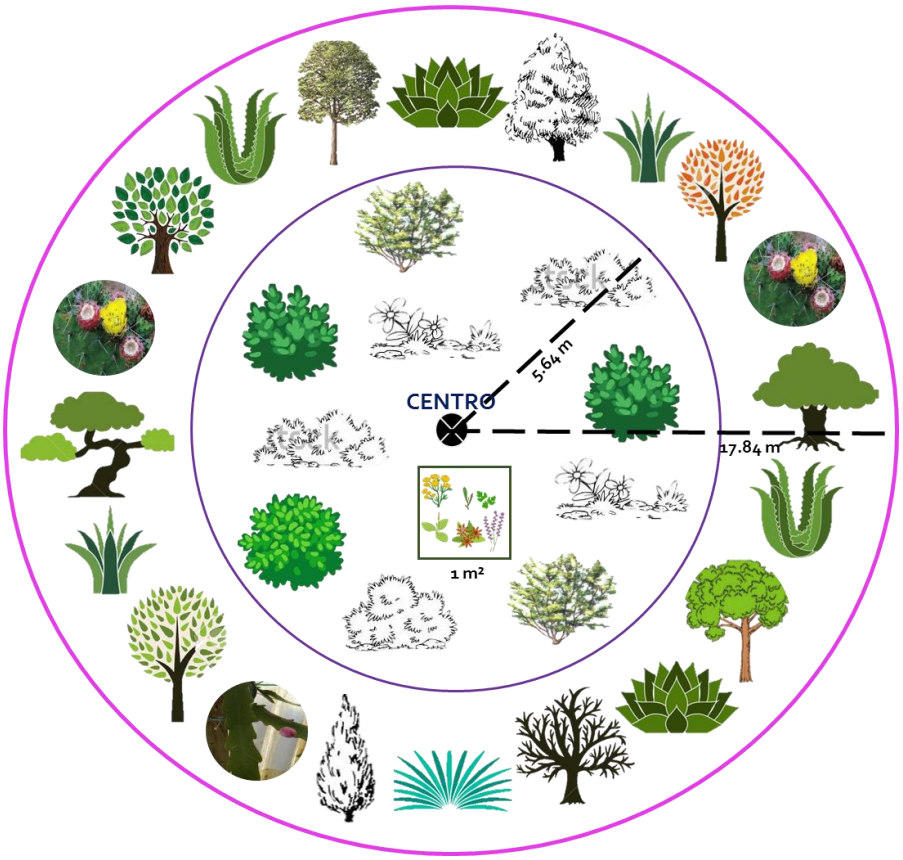


Imagen IV.3. Ejemplo de la forma y tamaño de los sitios en el SA (1,000 m^2).

6. Se conformó dos brigadas de 3 personas, las actividades comenzaron a las 9:00 am y se detuvieron a las 4:00 pm.
7. El material utilizado fue el mismo para levantar la información del área del proyecto y el área de influencia.
8. Todos los datos fueron registrados en formatos previamente elaborados, como el que se muestra a continuación.

TOMA DE DATOS DEL PROYECTO:	
RESPONSABLE DE LA BRIGADA:	

FECHA:		COORDENADA DEL SITIO:	X:
TIPO DE VEGETACIÓN:			Y:

DATOS DEL SITIO				
NO. SITIO:		PROFUNDIDAD DEL SUELO:		
TAMAÑO DEL SITIO:		TOPOGRAFÍA:		
ASMN:		HIDROLOGÍA:		
PENDIENTE:		EROSIÓN:		
EXPOSICIÓN:		FRAGMENTACIÓN:		

OBSERVACIONES GENERALES

TIERRAS FRÁGILES		
ID	COORDENADAS	
	X	Y

ÁRBOLES				ARBUSTOS		HIERBAS SITIO 1*1	
No.	ESPECIE	DN	ALT	No.	ESPECIE	No.	ESPECIE
						HIERBAS SITIO 1*1	X:
							Y:
						SITIO ( ) EPÍF. Y/O CACTÁ.	

Imagen IV.4. Formato de captura utilizado para los sitios de muestreo.

<u>Procedimiento de toma de datos</u>:

En las siguientes fotografías se muestra la delimitación de los sitios de muestreo, así como el levantamiento de información realizada.



Imagen IV.5. Ubicación y delimitación del sitio de muestro en el SA.



Imagen IV.6. Toma de datos de los sitios de muestro en el SA.

TEMPORADA DE MUESTREO EN CAMPO

Cabe señalar que el muestreo se realizó en dos temporadas: el primero fue en los meses de octubre y noviembre y el segundo en los meses de enero y febrero, estas temporadas se caracteriza por presentar los primeros y últimos meses de cantidad con menor precipitación en todo el año por lo cual se alude que en estas épocas, las especies se encuentran con la menor cantidad de hojas y en menor cantidad la variedad de especies, sin embargo las áreas del SA ya se encuentra en su mayoría fragmentado, ya sea por la implementación de la agricultura, pastoreo entre otros aspectos. A continuación, se presenta un diagrama ombrotérmico de cada una de las estaciones de influencia del SA, demostrando los meses con mayor y menor precipitación, referente a las estaciones meteorológicas 29026 (Zitlaltepec) y 21136 (Acajete).

Cuadro IV.47. Datos climáticos de la estación meteorológica 29026 (Zitlaltepec).

MES	PRECIPITACIÓN (mm)	TEMPERATURA (°C)
Enero	17.6	10.8
Febrero	15.6	12.3
Marzo	22.0	14.3
Abril	51.8	15.8
Mayo	103.0	16.1
Junio	151.7	15.9
Julio	102.0	15
Agosto	116.7	15
Septiembre	99.3	14.8
Octubre	63.1	13.7
Noviembre	16.5	12.3
Diciembre	7.4	11.2

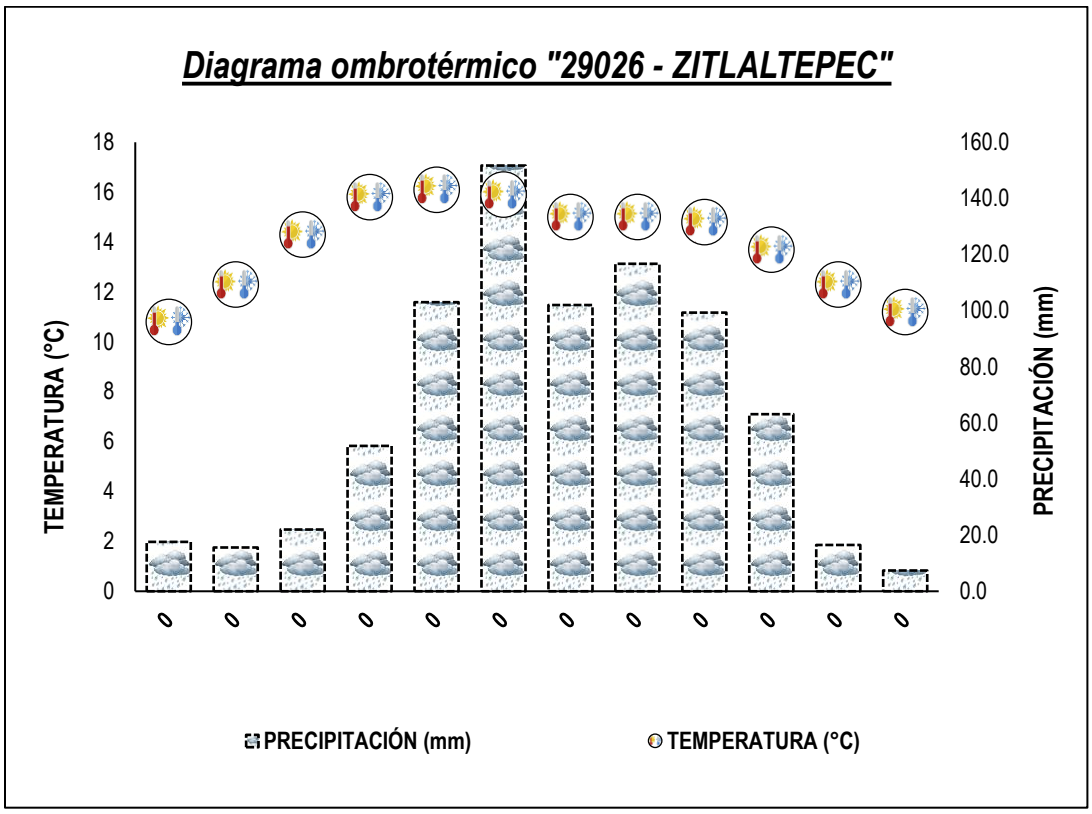


Figura IV.76. Diagrama Ombrotérmico de la estación meteorológica 29026 (Zitlaltepec).

Cuadro IV.48. Datos climáticos de la estación meteorológica 21136 (Acajete).

MES	PRECIPITACIÓN (mm)	TEMPERATURA (°C)
Enero	12.5	12.2
Febrero	17.0	12.8
Marzo	11.1	15.0
Abril	36.9	16.0
Mayo	108.4	16.1
Junio	159.5	15.6
Julio	107.4	15.0
Agosto	121.7	15.1
Septiembre	124.8	15.2
Octubre	45.6	14.7
Noviembre	8.4	13.4
Diciembre	1.8	11.9

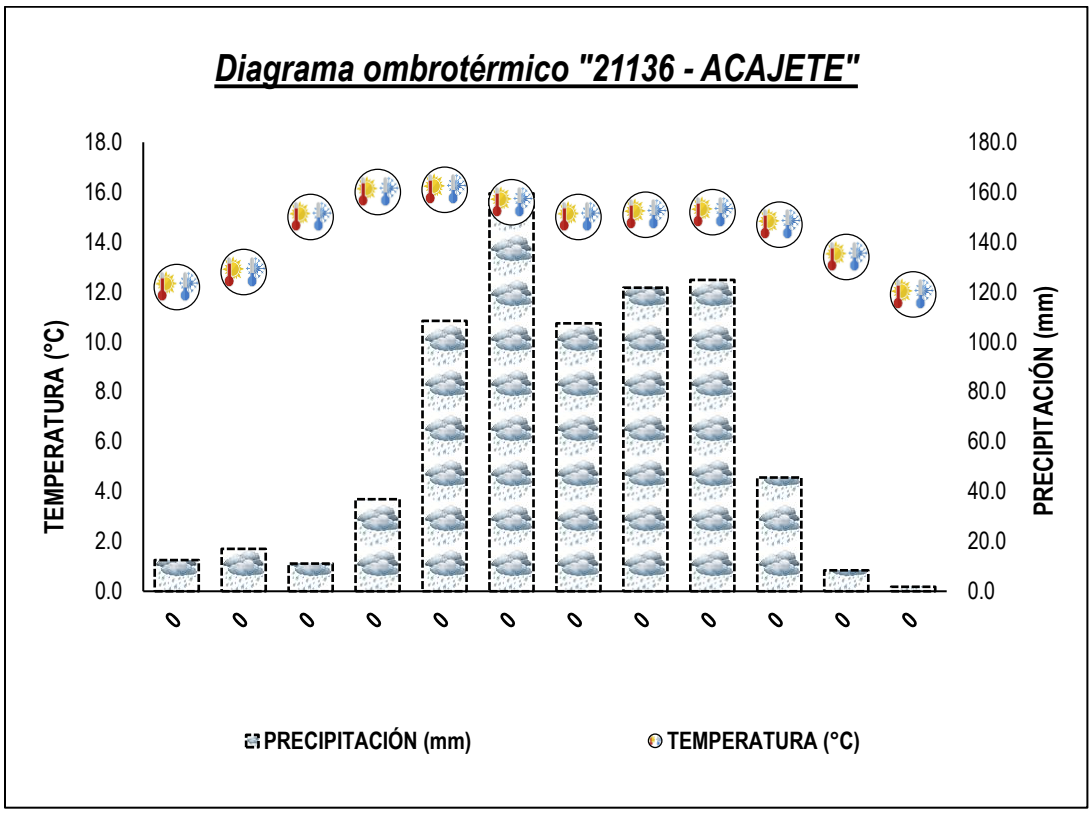


Figura IV.77. Diagrama Ombrotérmico de la estación meteorológica 21136 (Acajete).

PLANOS DEL MUESTREO

En los cuadros y figuras siguientes se presentan los sitios de flora para los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífitas y/o cactáceas levantados en campo para las áreas del SA.

BOSQUE DE ENCINO

Cuadro IV.49. Coordenadas de muestreo del estrato arbóreo para BE en el área del SA.

ESTRATO ARBÓREO					
ID	X	Y	ID	X	Y
1	617662	2114233	13	615626	2114272
2	617813	2114418	14	615965	2114570
3	617862	2114871	15	615586	2115085
4	617203	2114372	16	615662	2115115
5	617229	2114269	17	615833	2115251
6	617604	2114450	18	616678	2115750
7	617689	2114550	19	616943	2113233
8	617926	2114890	20	616664	2113774
9	617089	2114086	21	617296	2115471
10	616325	2114493	22	617245	2115466
11	616213	2114316	23	617105	2115309

ESTRATO ARBÓREO					
ID	X	Y	ID	X	Y
12	615522	2114199	24	617048	2113364

Cuadro IV.50. Coordenadas de muestreo del estrato arbustivo para BE en el área del SA.

ESTRATO ARBUSTIVO					
ID	X	Y	ID	X	Y
1	617662	2114233	11	616213	2114316
2	617813	2114418	12	615522	2114199
3	617862	2114871	13	615626	2114272
4	617203	2114372	14	615965	2114570
5	617229	2114269	15	615586	2115085
6	617604	2114450	16	615662	2115115
7	617689	2114550	17	615833	2115251
8	617926	2114890	18	616678	2115750
9	617089	2114086	19	616943	2113233
10	616325	2114493			

Cuadro IV.51. Coordenadas de muestreo del estrato herbáceo para BE en el área del SA.

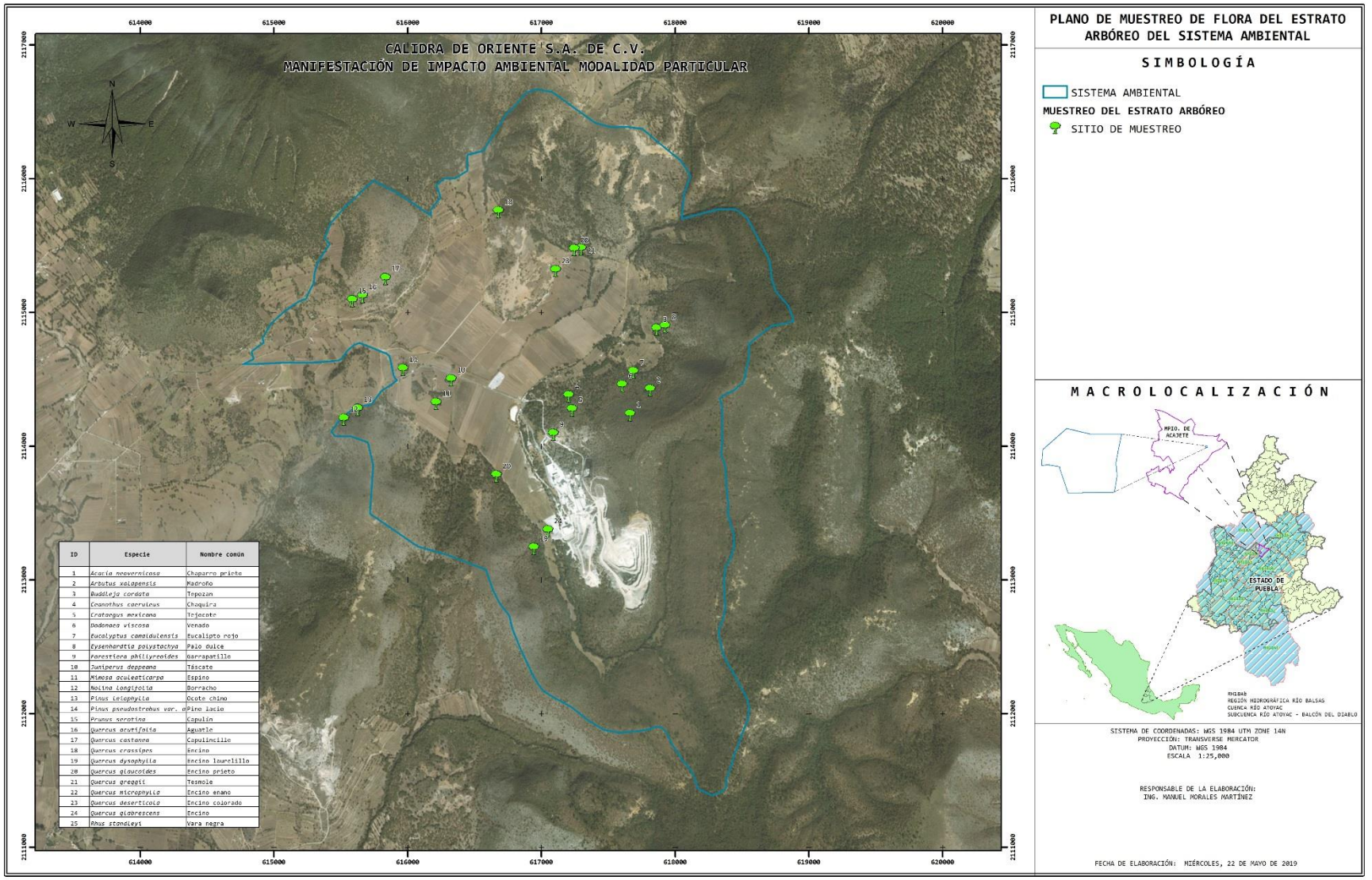
ESTRATO HERBÁCEO					
ID	CENTRAL		ID	VÉRTICE	
	X	Y		X	Y
1	617662	2114233	1	617661.5	2114232.5
			2	617661.5	2114233.5
			3	617662.5	2114233.5
			4	617662.5	2114232.5
2	617813	2114418	1	617812.5	2114417.5
			2	617812.5	2114418.5
			3	617813.5	2114418.5
			4	617813.5	2114417.5
3	617862	2114871	1	617861.5	2114870.5
			2	617861.5	2114871.5
			3	617862.5	2114871.5
			4	617862.5	2114870.5
4	617203	2114372	1	617202.5	2114371.5
			2	617202.5	2114372.5
			3	617203.5	2114372.5
			4	617203.5	2114371.5
5	617229	2114269	1	617228.5	2114268.5
			2	617228.5	2114269.5
			3	617229.5	2114269.5
			4	617229.5	2114268.5
6	617604	2114450	1	617603.5	2114449.5
			2	617603.5	2114450.5

ESTRATO HERBÁCEO					
ID	CENTRAL		ID	VÉRTICE	
	X	Y		X	Y
			3	617604.5	2114450.5
			4	617604.5	2114449.5
7	617689	2114550	1	617688.5	2114549.5
			2	617688.5	2114550.5
			3	617689.5	2114550.5
			4	617689.5	2114549.5
8	617926	2114890	1	617925.5	2114889.5
			2	617925.5	2114890.5
			3	617926.5	2114890.5
			4	617926.5	2114889.5
9	617089	2114086	1	617088.5	2114085.5
			2	617088.5	2114086.5
			3	617089.5	2114086.5
			4	617089.5	2114085.5
10	616325	2114493	1	616324.5	2114492.5
			2	616324.5	2114493.5
			3	616325.5	2114493.5
			4	616325.5	2114492.5
11	616213	2114316	1	616212.5	2114315.5
			2	616212.5	2114316.5
			3	616213.5	2114316.5
			4	616213.5	2114315.5
12	615522	2114199	1	615521.5	2114198.5
			2	615521.5	2114199.5
			3	615522.5	2114199.5
			4	615522.5	2114198.5
13	615626	2114272	1	615625.5	2114271.5
			2	615625.5	2114272.5
			3	615626.5	2114272.5
			4	615626.5	2114271.5
14	615950	2114576	1	615949.5	2114575.5
			2	615949.5	2114576.5
			3	615950.5	2114576.5
			4	615950.5	2114575.5
15	615586	2115085	1	615585.5	2115084.5
			2	615585.5	2115085.5
			3	615586.5	2115085.5
			4	615586.5	2115084.5
16	615662	2115115	1	615661.5	2115114.5
			2	615661.5	2115115.5

ESTRATO HERBÁCEO					
ID	CENTRAL		ID	VÉRTICE	
	X	Y		X	Y
			3	615662.5	2115115.5
			4	615662.5	2115114.5
17	615833	2115251	1	615832.5	2115250.5
			2	615832.5	2115251.5
			3	615833.5	2115251.5
			4	615833.5	2115250.5
18	616678	2115750	1	616677.5	2115749.5
			2	616677.5	2115750.5
			3	616678.5	2115750.5
			4	616678.5	2115749.5
19	616943	2113233	1	616942.5	2113232.5
			2	616942.5	2113233.5
			3	616943.5	2113233.5
			4	616943.5	2113232.5

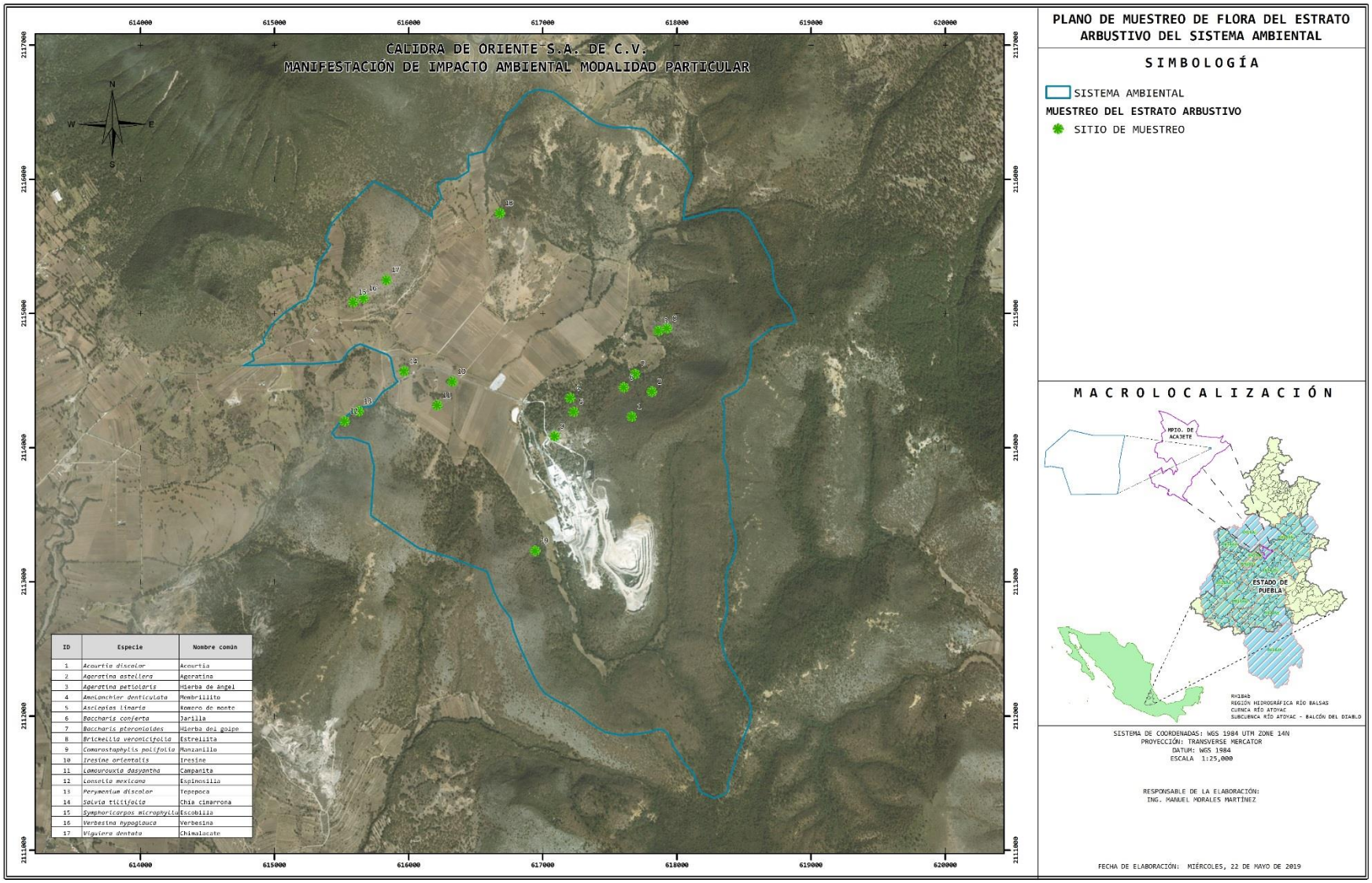
Cuadro IV.52. Coordenadas de muestreo del estrato epífitas y/o cactáceas para BE en el área del SA.

ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS					
ID	X	Y	ID	X	Y
1	617662	2114233	14	615965	2114570
2	617813	2114418	15	615586	2115085
3	617862	2114871	16	615662	2115115
4	617203	2114372	17	615833	2115251
5	617229	2114269	18	616678	2115750
6	617604	2114450	19	616943	2113233
7	617689	2114550	20	616664	2113774
8	617926	2114890	21	617016	2113042
9	617089	2114086	22	617002	2113244
10	616325	2114493	23	616971	2113187
11	616213	2114316	24	617166	2114087
12	615522	2114199	25	617122	2114139
13	615626	2114272			



ID	Especie	Nombre común
1	*Acacia neovernicosa*	Chaparro prieto
2	*Arbutus xalapensis*	Madroño
3	*Buddleja cordata*	Tepozan
4	*Ceanothus caeruleus*	Chaquira
5	*Crataegus mexicana*	Tejocote
6	*Dodonaea viscosa*	Venado
7	*Eucalyptus camaldulensis*	Eucalipto rojo
8	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce
9	*Forestiera phillyreoides*	Garrapatillo
10	*Juniperus deppeana*	Táscate
11	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino
12	*Nolina longifolia*	Borracho
13	*Pinus leiophylla*	Ocote chino
14	*Pinus pseudostrobus var. a*	Pino lacio
15	*Prunus serotina*	Capulín
16	*Quercus acutifolia*	Aguatle
17	*Quercus castanea*	Capulincillo
18	*Quercus crassipes*	Encino
19	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo
20	*Quercus glaucoides*	Encino prieto
21	*Quercus greggii*	Tesmole
22	*Quercus microphylla*	Encino enano
23	*Quercus desertícola*	Encino colorado
24	*Quercus glabrescens*	Encino
25	*Rhus standleyi*	Vara negra

Figura IV.78. Sitios de muestreo del estrato arbóreo para BE en el área del SA.



ID	Especie	Nombre común
1	*Acourtia discolor*	Acourtia
2	*Ageratina asteliera*	Ageratina
3	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel
4	*Amelanchier denticulata*	Membrillito
5	*Asclepias linaria*	Romero de monte
6	*Baccharis conferta*	Jarilla
7	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe
8	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita
9	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo
10	*Iresine orientalis*	Iresine
11	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita
12	*Lonselia mexicana*	Espinosilla
13	*Perymenium discolor*	Tepepoca
14	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona
15	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla
16	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina
17	*Viguiera dentata*	Chimalacate

Figura IV.79. Sitios de muestreo para el estrato arbustivo para BE en el área del SA.

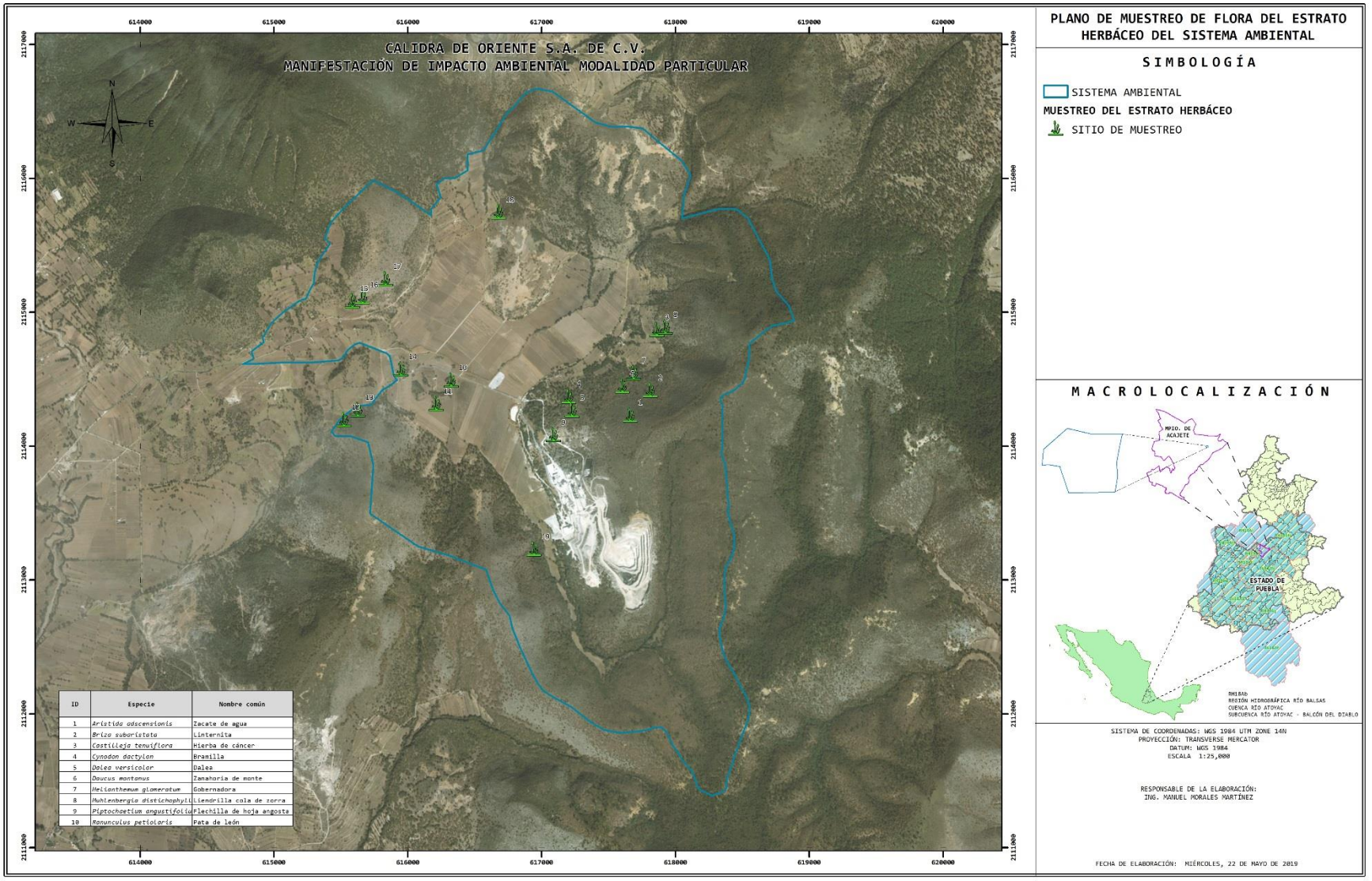


Figura IV.80. Sitios de muestreo para el estrato herbáceo para BE en el área del SA.

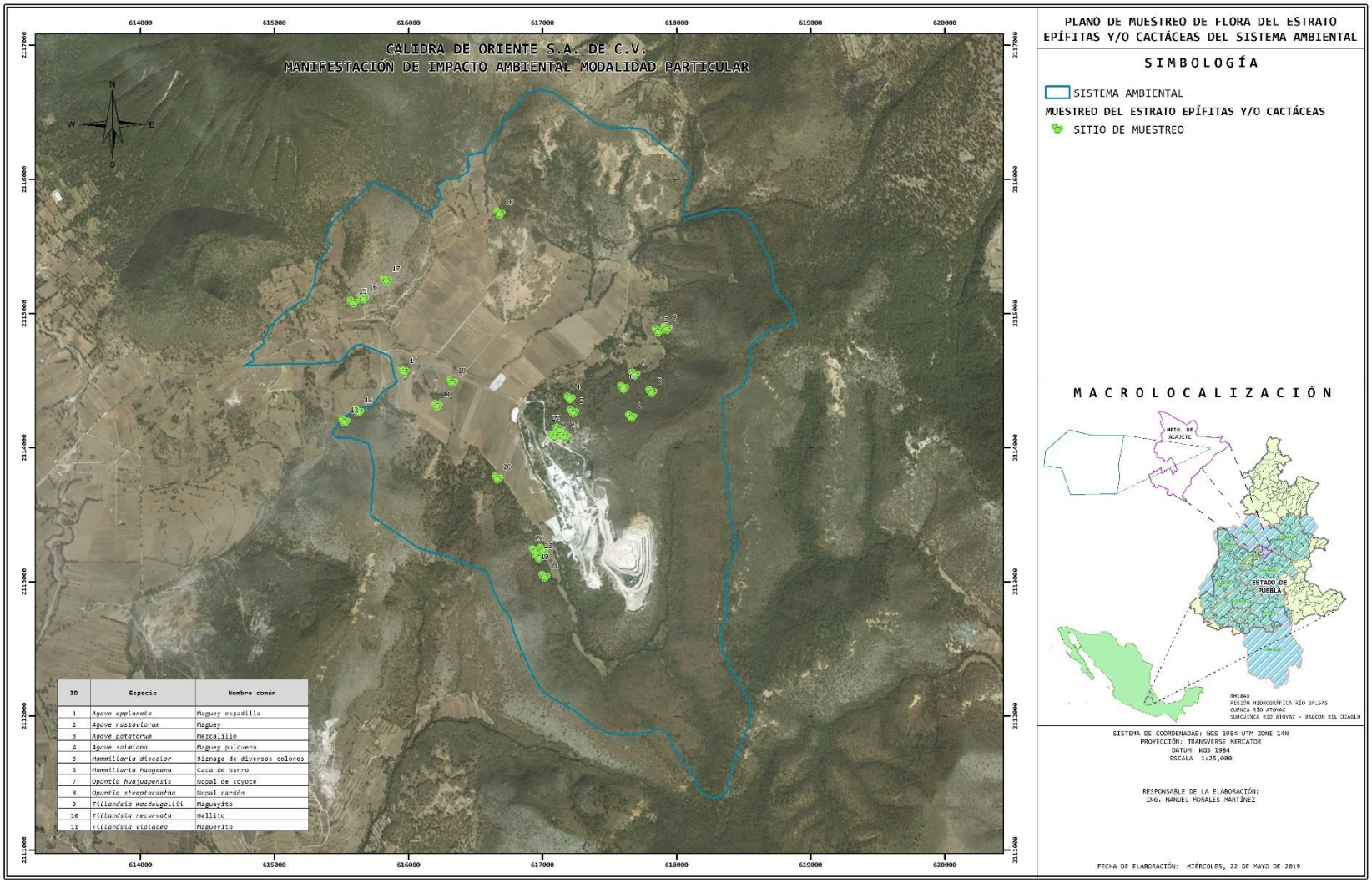


Figura IV.81. Sitios de muestreo para el estrato epífitas y/o cactáceas para BE en el área del SA.

IV.3.1.2.1.3 COMPOSICIÓN DE POBLACIONES Y COMUNIDADES

IV.3.1.2.1.3.1 TAMAÑO DE MUESTRA

La determinación del número de parcelas o puntos de muestreo es la base del diseño de la metodología del muestreo, si bien es sabido que entre más sean los puntos a emplear es mejor, debido a que el porcentaje de error en el muestreo disminuye, generalmente existen limitaciones financieras y de tiempo, por lo que biólogos y ecólogos recurren a diversos métodos como auxiliadores en la determinación del número adecuado de muestras, para que el muestreo sea estadísticamente representativo y que los datos tengan una distribución normal (Bautista, *et al.,* 2011[xxii]; Mostacedo y Fredericksen, 2000[xxiii]).

Los criterios que generalmente se utilizan para determinar el tamaño de la muestra son la relación entre la superficie a muestrear y la superficie total, y la homogeneidad espacial de la variable o población a estudiarse. En este sentido, el número de muestreos aumenta cuando las variables de estudio son heterogéneas. Ante esta situación, los ecólogos utilizan ciertas herramientas para mantener la representatividad y confiabilidad estadística (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Con la finalidad de determinar si el muestreo realizado en el SA fue suficiente y estadísticamente representativo, se empleó el siguiente modelo matemático, mismo que fue propuesto por Mostacedo y Fredericksen en el Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal.

$$n = \frac{t^2\, CV^2}{E^2 + \frac{t^2\, CV^2}{N}}$$

Donde:

n = Número de unidades muéstrales estadísticamente representativas.
E = Error con el que se quiere obtener los valores (en ecología vegetal generalmente es del 20% [Mostacedo y Fredericksen, 2000]).
t = Valor que se obtiene de las tablas “t de Student”. 19 grados de libertad y 95 % de probabilidad y dos colas
N = Total de unidades muéstrales en toda la población.
CV = Coeficiente de variación, que deriva de:

$$CV = \frac{s * 100}{\bar{x}}$$

Donde:

S = Desviación estándar

$\bar{x}$ = Promedio

A continuación se presenta el tamaño de muestra:

SA

Cuadro IV.53. Representatividad estadística del para BE en el área del SA.

Tipo de vegetación	PM	Número de especies registradas
Bosque de encino	1	14
Bosque de encino	2	13
Bosque de encino	3	12
Bosque de encino	4	15
Bosque de encino	5	8
Bosque de encino	6	12
Bosque de encino	7	12
Bosque de encino	8	12
Bosque de encino	9	13
Bosque de encino	10	14
Bosque de encino	11	12
Bosque de encino	12	20
Bosque de encino	13	17
Bosque de encino	14	9
Bosque de encino	15	15
Bosque de encino	16	16
Bosque de encino	17	15
Bosque de encino	18	14
Bosque de encino	19	9
Promedio (ẋ)		13.2632
Muestras (n)		19
Desviación estándar (S)		2.8837
Coeficiente de variación (CV)		21.7423
95% de probabilidad t=		2.101
E=		20
N=		2,396.50
Total de sitios 95% (n=)		**5**

De acuerdo con la superficie del SA el tipo de vegetación de bosque de encino (239.6496 hectáreas), el número total de unidades muéstrales en toda la población es de 2,396.50 hectáreas.

Cuadro IV.54. Datos utilizados para el tamaño de muestra del BE en el área del SA.

Tipo de vegetación	Superficie del SAR		Tamaño de la muestra	Total de unidades muéstrales en toda la población
	Ha	m²	m²	N
Bosque de encino	239.6496	2,396,496.00	1,000	2,396.50
Total	**239.6496**	-	**-**	**2,396.50**

Sustituyendo los valores obtenidos, en el modelo matemático empleado, se tiene que:

$$n = \frac{t^2 CV^2}{E^2 + \frac{t^2 CV^2}{N}}$$

Donde:

$$n = \frac{2.101^2 * 21.7423^2}{20^2 + \frac{2.101^2 * 21.7423^2}{2{,}396.50}} = \mathbf{5}$$

De acuerdo con el resultado del modelo matemático empleado, con ***cinco unidades muéstrales*** es suficiente para determinar que el muestreo sea estadísticamente representativo.

Sin embargo, con el propósito de llevar a cabo un análisis del estado actual del área del SA se realizó un muestreo con 19 sitios de muestreo, del cual el modelo matemático pide 5 sitios, con esto se demuestra que se obtuvo más del triple del número de sitios de lo que arroja como resultado el modelo matemático referente al número de unidades muéstrales estadísticamente representativas que se estimaron con el modelo matemático previamente desarrollado; con la finalidad de realizar un análisis comparativo y significativo de la diversidad presente en el área de interés, toda vez que la distribución de los puntos fue realizada al azar, el cual se basó en el tipo de vegetación que será removido a consecuencia del proyecto dentro del SA, es decir: el trabajo de campo se concentró en áreas con tipo de vegetación de bosque de encino (BE); esto de acuerdo a lo observado en campo y basando en lo establecido en la Guía para la Interpretación de Cartografía Uso de Suelo y Vegetación, Serie VI de INEGI.

De igual forma se anexa memoria de cálculo del tamaño de muestra de las áreas del SA para cada uno de los estratos presentes para la flora silvestre ANEXO 16. MEMORIAS DE CÁLCULO (DIGITAL) por capítulo IV (ANEXO IV.C. TAMAÑO_MUESTRA SA). Para determinar si el número de sitios de muestreo realizados son suficientes para conocer la diversidad florística presente en las áreas del SA, se estimó el esfuerzo de muestreo (ANEXO 8. ESFUERZO_ MUESTREO SA), y los datos en Excel se presentan en el apartado ANEXO 16. MEMORIAS DE CÁLCULO (DIGITAL) por capítulo IV (ANEXO IV.D. ESFUERZO_MUESTREO SA); a partir de la cual se establece que con el número de sitios realizados son suficientes.

En los apartados subsiguientes se describen las características de estructura y composición de las comunidades vegetales existentes en el área del SA.

IV.3.1.2.1.4 ANÁLISIS DE LA RIQUEZA FLORÍSTICA.

Realizado el trabajo de identificación de las especies registradas, la información se utilizó para obtener los análisis de riqueza, abundancia y diversidad florística, los cuales se describen a continuación presentándose para el área del SA de acuerdo a los sitios de muestreo levantados.

LISTADO DE ESPECIES DE FLORA (RIQUEZA) DEL SA EN BE

Cuadro IV.55. Listado de las especies de flora (riqueza) registradas para los diferentes estratos para BE en el área del SA.

RIQUEZA ESPECÍFICA DE LOS ESTRATOS PRESENTES EN EL SA DE "BE"				
ID-SA	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**
ÁRBOLES				
1	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia neovernicosa*	Chaparro prieto
2	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño
3	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan
4	Rhamnaceae	*Ceanothus*	*Ceanothus caeruleus*	Chaquira
5	Rosaceae	*Crataegus*	*Crataegus mexicana*	Tejocote
6	Sapindaceae	*Dodonaea*	*Dodonaea viscosa*	Venado
7	Myrtaceae	*Eucalyptus*	*Eucalyptus camaldulensis*	Eucalipto rojo
8	Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce
9	Oleaceae	*Forestiera*	*Forestiera phillyreoides*	Garrapatillo
10	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate
11	Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino
12	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho
13	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Ocote chino
14	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio
15	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulín
16	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus acutifolia*	Aguatle
17	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Capulincillo
18	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino
19	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo
20	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucoides*	Encino prieto
21	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus greggii*	Tesmole
22	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano
23	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus deserticola*	Encino colorado
24	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino
25	Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra
ARBUSTOS				
1	Asteraceae	*Acourtia*	*Acourtia discolor*	Acourtia
2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina
3	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel
4	Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito
5	Asclepiadaceae	*Asclepias*	*Asclepias linaria*	Romero de monte
6	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla
7	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe
8	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita
9	Ericaceae	*Comarostaphylis*	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo
10	Amaranthaceae	*Iresine*	*Iresine orientalis*	Iresine
11	Scrophulariaceae	*Lamourouxia*	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita

RIQUEZA ESPECÍFICA DE LOS ESTRATOS PRESENTES EN EL SA DE "BE"				
ID-SA	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**
12	Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia mexicana*	Espinosilla
13	Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca
14	Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona
15	Caprifoliaceae	*Symphoricarpus*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla
16	Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina
17	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate
HIERBAS				
1	Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua
2	Poaceae	*Briza*	*Briza subaristata*	Linternita
3	Orobanchaceae	*Castilleja*	*Castilleja tenuiflora*	Hierba de cáncer
4	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla
5	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea
6	Apiaceae	*Daucus*	*Daucus montanus*	Zanahoria de monte
7	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora
8	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra
9	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta
10	Ranunculaceae	*Ranunculus*	*Ranunculus petiolaris*	Pata de león
EPÍFITAS y/o CACTÁCEAS				
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave applanata*	Maguey espadilla
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave nussaviorum*	Maguey
3	Agavaceae	*Agave*	*Agave potatorum*	Mezcalillo
4	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero
5	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores
6	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria haageana*	Caca de burro
7	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia huajuapensis*	Nopal de coyote
8	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón
9	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito
10	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito
11	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia violacea*	Magueyito

INDIVIDUOS POR HECTÁREA Y TOTALES DEL SA EN BE

A continuación, se muestran los individuos por hectárea y totales para cada uno de los estratos, del muestreo realizado dentro del área del SA para el tipo de vegetación muestreado (BE).

Cuadro IV.56. Individuos por hectárea y totales de las especies de flora para los diferentes estratos para BE en el área del SA.

NUMERO DE IND/HA E IND/TOT DE LOS ESTRATOS PRESENTES EN EL SA DE "BE"						
ID-SA	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
ÁRBOLES						
1	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia neovernicosa*	Chaparro prieto	5	1,198
2	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	1	200
3	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	3	799
4	Rhamnaceae	*Ceanothus*	*Ceanothus caeruleus*	Chaquira	11	2,696
5	Rosaceae	*Crataegus*	*Crataegus mexicana*	Tejocote	10	2,297
6	Sapindaceae	*Dodonaea*	*Dodonaea viscosa*	Venado	1	300
7	Myrtaceae	*Eucalyptus*	*Eucalyptus camaldulensis*	Eucalipto rojo	0	100
8	Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	2	499
9	Oleaceae	*Forestiera*	*Forestiera phillyreoides*	Garrapatillo	0	100
10	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	137	32,852
11	Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	22	5,292
12	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	16	3,894
13	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	3	599
14	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	18	4,394
15	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulín	2	399
16	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus acutifolia*	Aguatle	17	4,094
17	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Capulincillo	42	10,085
18	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	2	399
19	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	106	25,363
20	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	4	999
21	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus greggii*	Tesmole	0	100
22	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	356	85,375
23	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus deserticola*	Encino colorado	3	799

NUMERO DE IND/HA E IND/TOT DE LOS ESTRATOS PRESENTES EN EL SA DE "BE"						
ID-SA	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
24	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	20	4,893
25	Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	33	7,988
25	**TOTAL**				**817**	**195,714**
ARBUSTOS						
1	Asteraceae	*Acourtia*	*Acourtia discolor*	Acourtia	58	13,874
2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	742	177,845
3	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	111	26,488
4	Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	295	70,634
5	Asclepiadaceae	*Asclepias*	*Asclepias linaria*	Romero de monte	21	5,045
6	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla	89	21,442
7	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	132	31,533
8	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	37	8,829
9	Ericaceae	*Comarostaphylis*	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo	216	51,714
10	Amaranthaceae	*Iresine*	*Iresine orientalis*	Iresine	32	7,568
11	Scrophulariaceae	*Lamourouxia*	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita	111	26,488
12	Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	68	16,397
13	Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	174	41,623
14	Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	42	10,091
15	Caprifoliaceae	*Symphoricarpus*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	163	39,101
16	Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina	332	79,463
17	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	111	26,488
17	**TOTAL**				**2,732**	**654,622**
HIERBAS						
1	Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	21,053	5,045,255
2	Poaceae	*Briza*	*Briza subaristata*	Linternita	1,579	378,394
3	Orobanchaceae	*Castilleja*	*Castilleja tenuiflora*	Hierba de cáncer	1,579	378,394
4	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	3,158	756,788
5	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	3,158	756,788
6	Apiaceae	*Daucus*	*Daucus montanus*	Zanahoria de monte	526	126,131

NUMERO DE IND/HA E IND/TOT DE LOS ESTRATOS PRESENTES EN EL SA DE "BE"						
ID-SA	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
7	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	15,789	3,783,941
8	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	25,789	6,180,437
9	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	54,211	12,991,531
10	Ranunculaceae	*Ranunculus*	*Ranunculus petiolaris*	Pata de león	1,579	378,394
10	**TOTAL**				**128,421**	**30,776,054**
EPÍFITAS y/o CACTÁCEAS						
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave applanata*	Maguey espadilla	9	2,109
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave nussaviorum*	Maguey	35	8,436
3	Agavaceae	*Agave*	*Agave potatorum*	Mezcalillo	1	192
4	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	27	6,518
5	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	9	2,205
6	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria haageana*	Caca de burro	39	9,298
7	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia huajuapensis*	Nopal de coyote	55	13,133
8	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	30	7,285
9	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	15	3,547
10	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	2	479
11	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia violacea*	Magueyito	1	192
11	**TOTAL**				**223**	**53,394**

Nota: se anexa memoria de cálculo de los individuos por hectárea y total de cada uno de los estratos identificados en campo de la flora silvestre para el tipo de vegetación de bosque de encino en el SA (ANEXO 16. MEMORIAS DE CÁLCULO (DIGITAL) por capítulo IV (ANEXO IV.E. IND. POR HA. Y TOT. SA).

DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES FLORÍSTICAS - ENDEMISMO DEL SA EN BE

Dependiendo de su historia y de sus capacidades de dispersión las especies pueden ocupar grandes extensiones de territorio o estar restringidas a pequeñas regiones. Es importante conocer algunos términos relacionados al origen y distribución de las especies (CONABIO, Biodiversidad mexicana)[xxiv]:

- Especie nativa. Especie que se encuentra dentro de su área de distribución natural u original (histórica o actual) de acuerdo con su potencial de dispersión natural. La especie forma parte de las comunidades bióticas naturales del área. Las especies nativas tienen relaciones evolutivas y ecológicas con otras especies con las que han compartido su historia. Están bien adaptadas a las condiciones locales.
- Especie endémica. Especie que se encuentra restringida a una región. El término endémico es relativo y siempre se usa con referencia a la región. Las especies endémicas son frágiles ante las perturbaciones ya que su área entera de distribución puede ser alterada.
- Especie exótica o introducida. Especie introducida fuera de su área de distribución original. Muchas de las especies de plantas ornamentales y de animales domésticos son especies exóticas provenientes de otros continentes. Las especies exóticas no tienen relaciones evolutivas con las especies con las que se encuentran en su nuevo territorio y pueden ocasionar fuertes problemas transmitiendo enfermedades desconocidas, compitiendo o depredando a las especies nativas.
- Especie invasora. Especie que por nuevas condiciones creadas en su ambiente aumenta su población y distribución geográfica. Son especies con gran capacidad de dispersión y colonización. Pueden ser especies nativas o exóticas. En general, causan daños al ambiente, a la economía y a la salud humana. De hecho, se consideran la segunda causa de extinción de especies, después de la pérdida de hábitat.

De la explicación anterior se presentan los listados de la distribución de las especies registradas por el tipo de vegetación BE en cada uno de los estratos presentes en el área del SA.

Cuadro IV.57. Distribución (endemismo) de las especies de flora registradas para los diferentes estratos para BE en el área del SA.

DISTRIBUCIÓN (ENDEMISMO) DE LOS DE LOS ESTRATOS PRESENTES EN EL SA "BE"					
ID-SA	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**ENDEMISMO**
ÁRBOLES					
1	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia neovernicosa*	Chaparro prieto	Sin información
2	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	Nativa
3	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	Nativa
4	Rhamnaceae	*Ceanothus*	*Ceanothus caeruleus*	Chaquira	Endémica
5	Rosaceae	*Crataegus*	*Crataegus mexicana*	Tejocote	Nativa

DISTRIBUCIÓN (ENDEMISMO) DE LOS DE LOS ESTRATOS PRESENTES EN EL SA "BE"					
ID-SA	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**ENDEMISMO**
6	Sapindaceae	*Dodonaea*	*Dodonaea viscosa*	Venado	Nativa
7	Myrtaceae	*Eucalyptus*	*Eucalyptus camaldulensis*	Eucalipto rojo	Exótica
8	Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	Nativa
9	Oleaceae	*Forestiera*	*Forestiera phillyreoides*	Garrapatillo	Nativa
10	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	Nativa
11	Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	Nativa
12	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	Nativa
13	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	Endémica
14	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	Nativa
15	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulín	Nativa
16	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus acutifolia*	Aguatle	Endémica
17	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Capulincillo	Nativa
18	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	Endémica
19	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	Nativa
20	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	Endémica
21	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus greggii*	Tesmole	Nativa
22	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	Nativa
23	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus deserticola*	Encino colorado	Endémica
24	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	Endémica
25	Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	Nativa
ARBUSTOS					
1	Asteraceae	*Acourtia*	*Acourtia discolor*	Acourtia	Nativa
2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	Nativa
3	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	Nativa
4	Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	Nativa
5	Asclepiadaceae	*Asclepias*	*Asclepias linaria*	Romero de monte	Nativa
6	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla	Nativa
7	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	Nativa

DISTRIBUCIÓN (ENDEMISMO) DE LOS DE LOS ESTRATOS PRESENTES EN EL SA "BE"					
ID-SA	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**ENDEMISMO**
8	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	Nativa
9	Ericaceae	*Comarostaphylis*	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo	Nativa
10	Amaranthaceae	*Iresine*	*Iresine orientalis*	Iresine	Nativa
11	Scrophulariaceae	*Lamourouxia*	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita	Endémica
12	Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	Nativa
13	Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	Endémica
14	Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	Nativa
15	Caprifoliaceae	*Symphoricarpus*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	Nativa
16	Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina	Nativa
17	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	Nativa
HIERBAS					
1	Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	Exótica
2	Poaceae	*Briza*	*Briza subaristata*	Linternita	Nativa
3	Orobanchaceae	*Castilleja*	*Castilleja tenuiflora*	Hierba de cáncer	Nativa
4	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	Exótica
5	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	Nativa
6	Apiaceae	*Daucus*	*Daucus montanus*	Zanahoria de monte	Nativa
7	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	Nativa
8	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	Endémica
9	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	Sin información
10	Ranunculaceae	*Ranunculus*	*Ranunculus petiolaris*	Pata de león	Nativa
EPÍFITAS y/o CACTÁCEAS					
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave applanata*	Maguey espadilla	Endémica
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave nussaviorum*	Maguey	Endémica
3	Agavaceae	*Agave*	*Agave potatorum*	Mezcalillo	Endémica
4	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	Endémica
5	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	Endémica
6	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria haageana*	Caca de burro	Endémica

DISTRIBUCIÓN (ENDEMISMO) DE LOS DE LOS ESTRATOS PRESENTES EN EL SA "BE"					
ID-SA	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**ENDEMISMO**
7	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia huajuapensis*	Nopal de coyote	Endémica
8	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	Endémica
9	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	Endémica
10	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	Nativa
11	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia violacea*	Magueyito	Endémica

De igual forma se presenta de manera gráfica la distribución de las especies de los cuatro estratos para el tipo de vegetación correspondiente:

Bosque de encino.

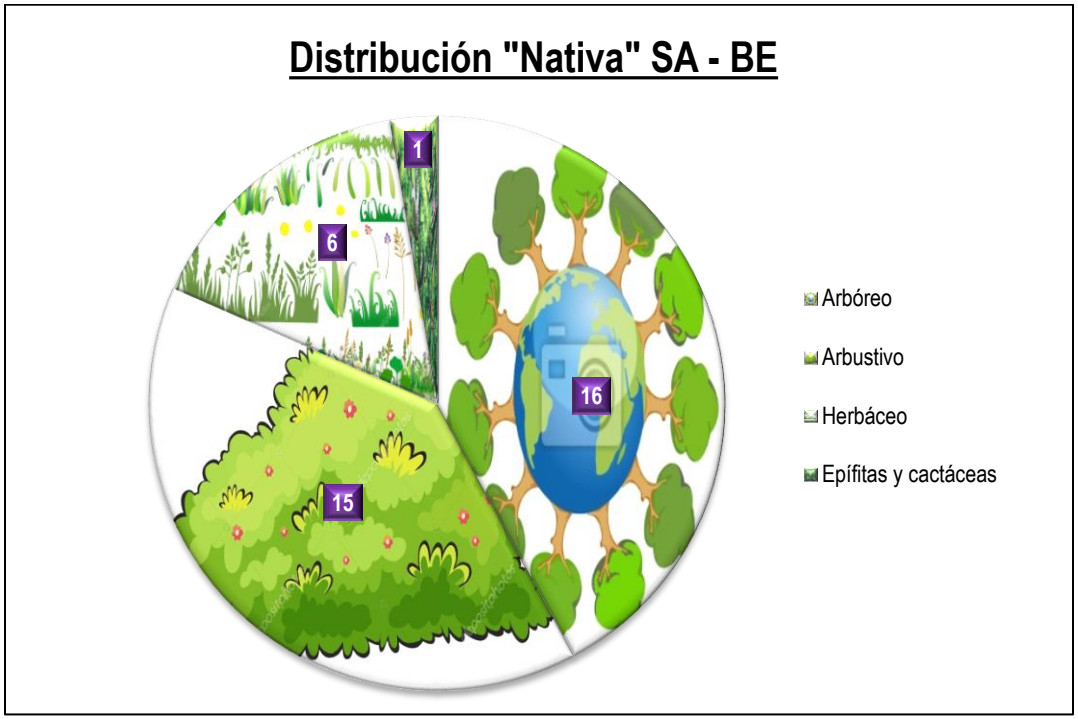


Figura IV.82. Distribución nativa de las especies en cada uno de los estratos de flora para BE en el área del SA.

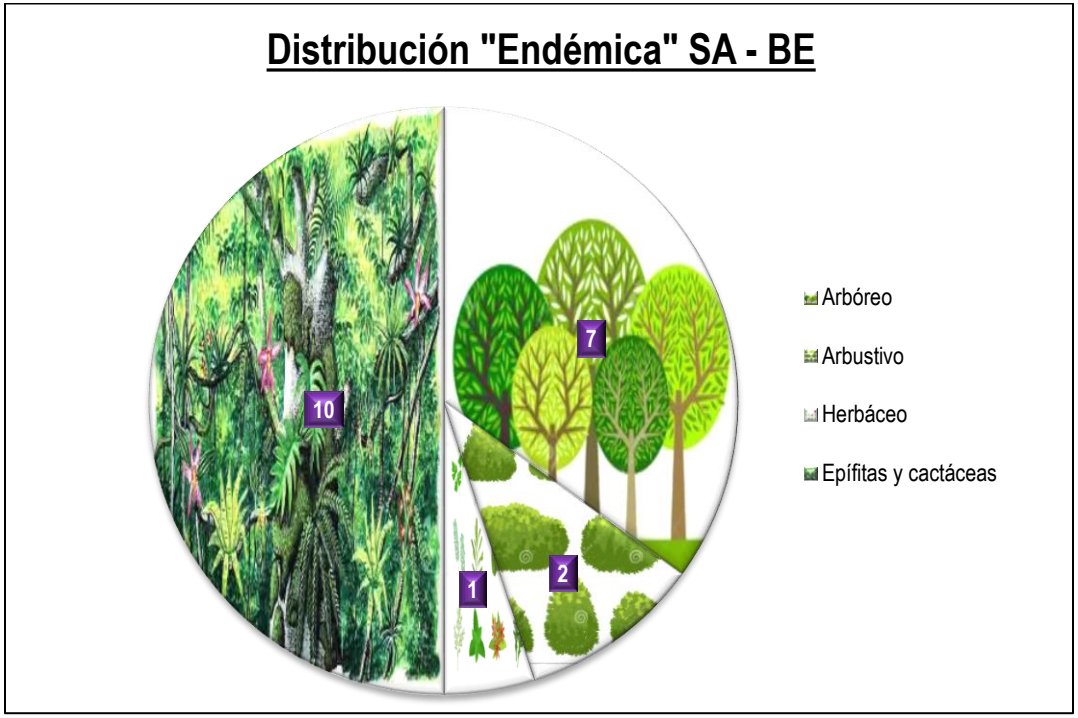


Figura IV.83. Distribución endémica de las especies en cada uno de los estratos de flora para BE en el área del SA.

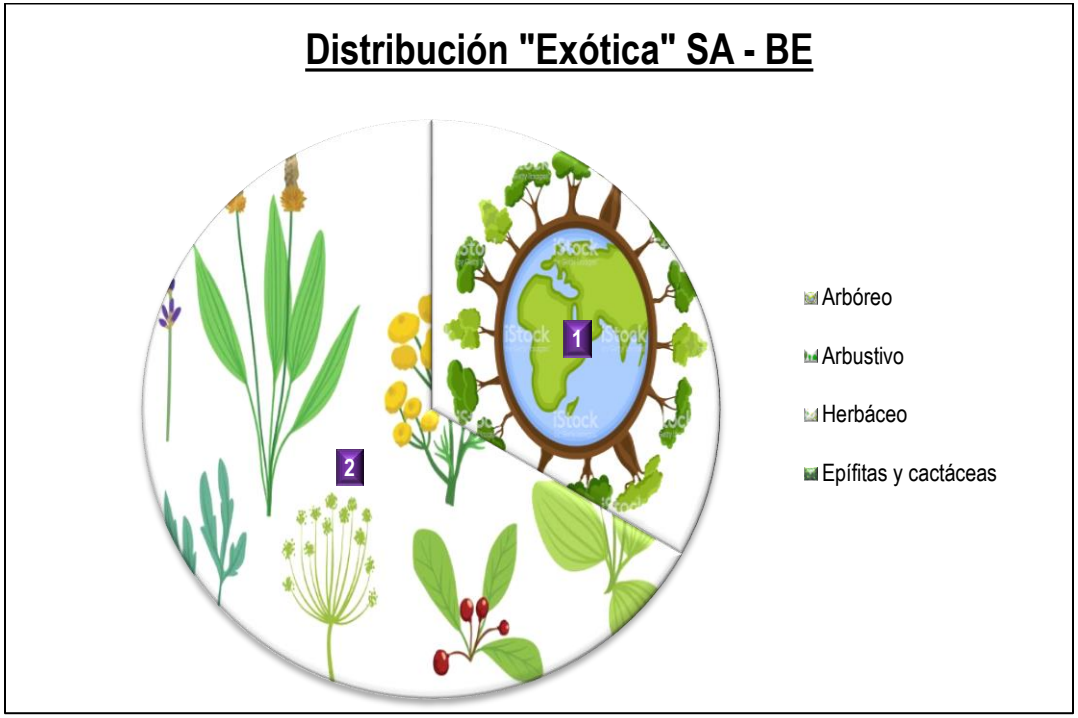


Figura IV.84. Distribución exótica de las especies en cada uno de los estratos de flora para BE en el área del SA.

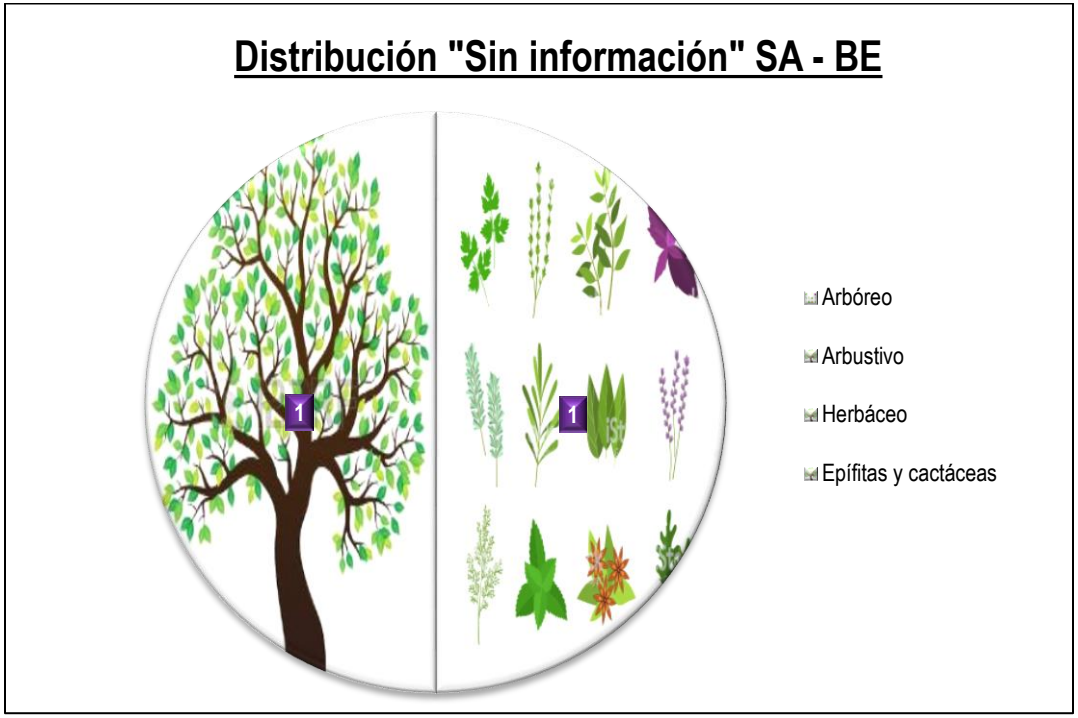


Figura IV.85. Distribución sin información de las especies en cada uno de los estratos de flora para BE en el área del SA.

ESTATUS DE ESPECIES FLORÍSTICAS DE ACUERDO A LA NOM-059-SEMARNAT-2010 DEL SA EN BE

Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma. De acuerdo a esta norma, establece las especificaciones de las categorías e integración de la lista en la que se identifican las especies y poblaciones de flora y fauna silvestres en cada una de las categorías de riesgo se divide en: Anfibios, Aves, Hongos, Invertebrados, Mamíferos, Peces, Plantas y Reptiles.

La lista se publica como Anexo Normativo III de la presente NOM, en la integración del listado se consideran como categorías de riesgo las siguientes:

- **Probablemente extinta en el medio silvestre (E):** Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del Territorio Nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del Territorio Mexicano.
- **En peligro de extinción (P):** Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.
- **Amenazadas (A):** Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.
- **Sujetas a protección especial (Pr):** Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

A continuación se presenta el estatus de las especies de acuerdo con la normatividad nacional conforme en la NOM-059-SEMARNAT-2010 registradas para el tipo de vegetación BE en cada uno de los estratos presentes en el área del SA.

Cuadro IV.58. Estatus de las especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010 registradas de los diferentes estratos para BE en el área del SA.

ESTATUS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010 DE LOS DE LOS ESTRATOS PRESENTES EN EL SA "BE"					
ID-SA	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**ESTATUS NOM-059**
ÁRBOLES					
1	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia neovernicosa*	Chaparro prieto	S/C
2	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	S/C
3	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	S/C
4	Rhamnaceae	*Ceanothus*	*Ceanothus caeruleus*	Chaquira	S/C
5	Rosaceae	*Crataegus*	*Crataegus mexicana*	Tejocote	S/C
6	Sapindaceae	*Dodonaea*	*Dodonaea viscosa*	Venado	S/C
7	Myrtaceae	*Eucalyptus*	*Eucalyptus camaldulensis*	Eucalipto rojo	S/C
8	Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	S/C
9	Oleaceae	*Forestiera*	*Forestiera phillyreoides*	Garrapatillo	S/C
10	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	S/C

ESTATUS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010 DE LOS DE LOS ESTRATOS PRESENTES EN EL SA "BE"					
ID-SA	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**ESTATUS NOM-059**
11	Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	S/C
12	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	S/C
13	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	S/C
14	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	S/C
15	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulín	S/C
16	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus acutifolia*	Aguatle	S/C
17	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Capulincillo	S/C
18	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	S/C
19	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	S/C
20	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	S/C
21	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus greggii*	Tesmole	S/C
22	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	S/C
23	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus deserticola*	Encino colorado	S/C
24	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	S/C
25	Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	S/C
ARBUSTOS					
1	Asteraceae	*Acourtia*	*Acourtia discolor*	Acourtia	S/C
2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	S/C
3	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	S/C
4	Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	S/C
5	Asclepiadaceae	*Asclepias*	*Asclepias linaria*	Romero de monte	S/C
6	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla	S/C
7	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	S/C
8	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	S/C
9	Ericaceae	*Comarostaphylis*	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo	S/C
10	Amaranthaceae	*Iresine*	*Iresine orientalis*	Iresine	S/C
11	Scrophulariaceae	*Lamourouxia*	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita	S/C
12	Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	S/C

ESTATUS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010 DE LOS DE LOS ESTRATOS PRESENTES EN EL SA "BE"					
ID-SA	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**ESTATUS NOM-059**
13	Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	S/C
14	Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	S/C
15	Caprifoliaceae	*Symphoricarpus*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	S/C
16	Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina	S/C
17	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	S/C
HIERBAS					
1	Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	S/C
2	Poaceae	*Briza*	*Briza subaristata*	Linternita	S/C
3	Orobanchaceae	*Castilleja*	*Castilleja tenuiflora*	Hierba de cáncer	S/C
4	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	S/C
5	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	S/C
6	Apiaceae	*Daucus*	*Daucus montanus*	Zanahoria de monte	S/C
7	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	S/C
8	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	S/C
9	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	S/C
10	Ranunculaceae	*Ranunculus*	*Ranunculus petiolaris*	Pata de león	S/C
EPÍFITAS y/o CACTÁCEAS					
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave applanata*	Maguey espadilla	S/C
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave nussaviorum*	Maguey	S/C
3	Agavaceae	*Agave*	*Agave potatorum*	Mezcalillo	S/C
4	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	S/C
5	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	S/C
6	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria haageana*	Caca de burro	S/C
7	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia huajuapensis*	Nopal de coyote	S/C
8	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	S/C
9	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	S/C
10	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	S/C
11	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia violacea*	Magueyito	S/C

ESTATUS DE ESPECIES FLORÍSTICAS DE ACUERDO A CITES EN LAS ÁREAS DEL SA EN BE

CITES es la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, es un acuerdo internacional entre gobiernos. Su objetivo es garantizar que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no amenace su supervivencia.

Las especies cubiertas por la CITES se enumeran en tres apéndices, de acuerdo con el grado de protección que necesitan. Los apéndices I, II y III de la Convención son listas de especies con diferentes niveles o tipos de protección contra la sobreexplotación:

- **El Apéndice I** enumera las especies que están en mayor peligro de extinción entre los animales y plantas incluidos en la CITES y prohíbe el comercio internacional de especímenes de estas especies, excepto cuando el propósito de la importación no es comercial, por ejemplo, para investigación científica. En estos casos excepcionales, el comercio puede tener lugar siempre que esté autorizado para otorgar tanto un permiso de importación como un permiso de exportación.
- **El Apéndice II** enumera especies que no están necesariamente ahora en peligro de extinción pero que pueden serlo a menos que el comercio esté estrechamente controlado. El comercio internacional de especímenes de especies del Apéndice II puede ser autorizado mediante la concesión de un permiso de exportación o certificado de reexportación. No es necesario un permiso de importación para estas especies bajo la CITES.
- **El Apéndice III** es una lista de especies incluidas a solicitud de una parte que ya regula el comercio de la especie y que necesita la cooperación de otros países para prevenir la explotación insostenible o ilegal. El comercio internacional de especímenes de las especies enumeradas en este Apéndice solo se permite con la presentación de los permisos o certificados correspondientes.

A continuación se presenta el estatus de las especies de acuerdo con la normatividad internacional conforme en la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre, en sus siglas CITES; para el tipo de vegetación BE en cada uno de los estratos presentes en el área del SA.

Cuadro IV.59. Estatus de las especies de flora conforme en CITES registradas de los diferentes estratos para BE en el área del SA.

ESTATUS EN CITES DE LOS DE LOS ESTRATOS PRESENTES EN EL SA "BE"					
ID-SA	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**CITES**
ÁRBOLES					
1	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia neovernicosa*	Chaparro prieto	S/C
2	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	S/C
3	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	S/C
4	Rhamnaceae	*Ceanothus*	*Ceanothus caeruleus*	Chaquira	S/C
5	Rosaceae	*Crataegus*	*Crataegus mexicana*	Tejocote	S/C

ESTATUS EN CITES DE LOS DE LOS ESTRATOS PRESENTES EN EL SA "BE"					
ID-SA	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**CITES**
6	Sapindaceae	*Dodonaea*	*Dodonaea viscosa*	Venado	S/C
7	Myrtaceae	*Eucalyptus*	*Eucalyptus camaldulensis*	Eucalipto rojo	S/C
8	Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	S/C
9	Oleaceae	*Forestiera*	*Forestiera phillyreoides*	Garrapatillo	S/C
10	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	S/C
11	Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	S/C
12	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	S/C
13	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	S/C
14	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	S/C
15	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulín	S/C
16	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus acutifolia*	Aguatle	S/C
17	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Capulincillo	S/C
18	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	S/C
19	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	S/C
20	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	S/C
21	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus greggii*	Tesmole	S/C
22	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	S/C
23	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus deserticola*	Encino colorado	S/C
24	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	S/C
25	Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	S/C
ARBUSTOS					
1	Asteraceae	*Acourtia*	*Acourtia discolor*	Acourtia	S/C
2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	S/C
3	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	S/C
4	Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	S/C
5	Asclepiadaceae	*Asclepias*	*Asclepias linaria*	Romero de monte	S/C
6	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla	S/C
7	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	S/C

ESTATUS EN CITES DE LOS DE LOS ESTRATOS PRESENTES EN EL SA "BE"					
ID-SA	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**CITES**
8	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	S/C
9	Ericaceae	*Comarostaphylis*	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo	S/C
10	Amaranthaceae	*Iresine*	*Iresine orientalis*	Iresine	S/C
11	Scrophulariaceae	*Lamourouxia*	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita	S/C
12	Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	S/C
13	Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	S/C
14	Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	S/C
15	Caprifoliaceae	*Symphoricarpus*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	S/C
16	Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina	S/C
17	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	S/C
HIERBAS					
1	Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	S/C
2	Poaceae	*Briza*	*Briza subaristata*	Linternita	S/C
3	Orobanchaceae	*Castilleja*	*Castilleja tenuiflora*	Hierba de cáncer	S/C
4	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	S/C
5	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	S/C
6	Apiaceae	*Daucus*	*Daucus montanus*	Zanahoria de monte	S/C
7	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	S/C
8	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	S/C
9	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	S/C
10	Ranunculaceae	*Ranunculus*	*Ranunculus petiolaris*	Pata de león	S/C
EPÍFITAS y/o CACTÁCEAS					
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave applanata*	Maguey espadilla	S/C
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave nussaviorum*	Maguey	S/C
3	Agavaceae	*Agave*	*Agave potatorum*	Mezcalillo	S/C
4	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	S/C
5	**Cactaceae**	***Mammillaria***	***Mammillaria discolor***	**Biznaga de diversos colores**	**II**
6	**Cactaceae**	***Mammillaria***	***Mammillaria haageana***	**Caca de burro**	**II**

ESTATUS EN CITES DE LOS DE LOS ESTRATOS PRESENTES EN EL SA "BE"					
ID-SA	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**CITES**
7	**Cactaceae**	***Opuntia***	***Opuntia huajuapensis***	**Nopal de coyote**	**II**
8	**Cactaceae**	***Opuntia***	***Opuntia streptacantha***	**Nopal cardón**	**II**
9	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	S/C
10	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	S/C
11	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia violacea*	Magueyito	S/C

De acuerdo al cuadro anterior, 4 de las 63 especies de acuerdo con la normatividad internacional conforme en CITES, se encuentran en el apéndice II:

Cuadro IV.60. Especies de flora en conforme en CITES registradas en el estrato epífitas y/o cactáceas para BE en el área del SA.

ESTATUS EN CITES DE LOS DE LOS ESTRATOS PRESENTES EN EL SA "BE"					
ID-SA	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**CITES**
EPÍFITAS y/o CACTÁCEAS					
5	**Cactaceae**	***Mammillaria***	***Mammillaria discolor***	**Biznaga de diversos colores**	**II**
6	**Cactaceae**	***Mammillaria***	***Mammillaria haageana***	**Caca de burro**	**II**
7	**Cactaceae**	***Opuntia***	***Opuntia huajuapensis***	**Nopal de coyote**	**II**
8	**Cactaceae**	***Opuntia***	***Opuntia streptacantha***	**Nopal cardón**	**II**

A continuación se presenta un plano de distribución de las especies, para demostrar que estas, no se afectara su población, se presenta el plano de distribución de acuerdo a la información consultada en la página EnciclovVida de CONABIO que es una plataforma digital para conocer a las especies de plantas, hongos y animales de México; esta fuente de información integra información que la CONABIO ha reunido a través del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB). También se identifican las especies con requerimientos especiales para el comercio internacional y las especies seleccionadas como prioritarias por el gobierno mexicano.

Sin embargo, se tendrá el debido respeto enfocado a la conservación de las especies, como medida prioritaria se prohíbe la extracción y el comercio de especies de flora silvestre. Aunque estas son especies que se encuentran en el apéndice II (el cual puede ser autorizado mediante la concesión de un permiso de exportación o certificado de reexportación y no es necesario un permiso de importación para estas especies) se prohíbe la extracción para cualquier uso de la biodiversidad.

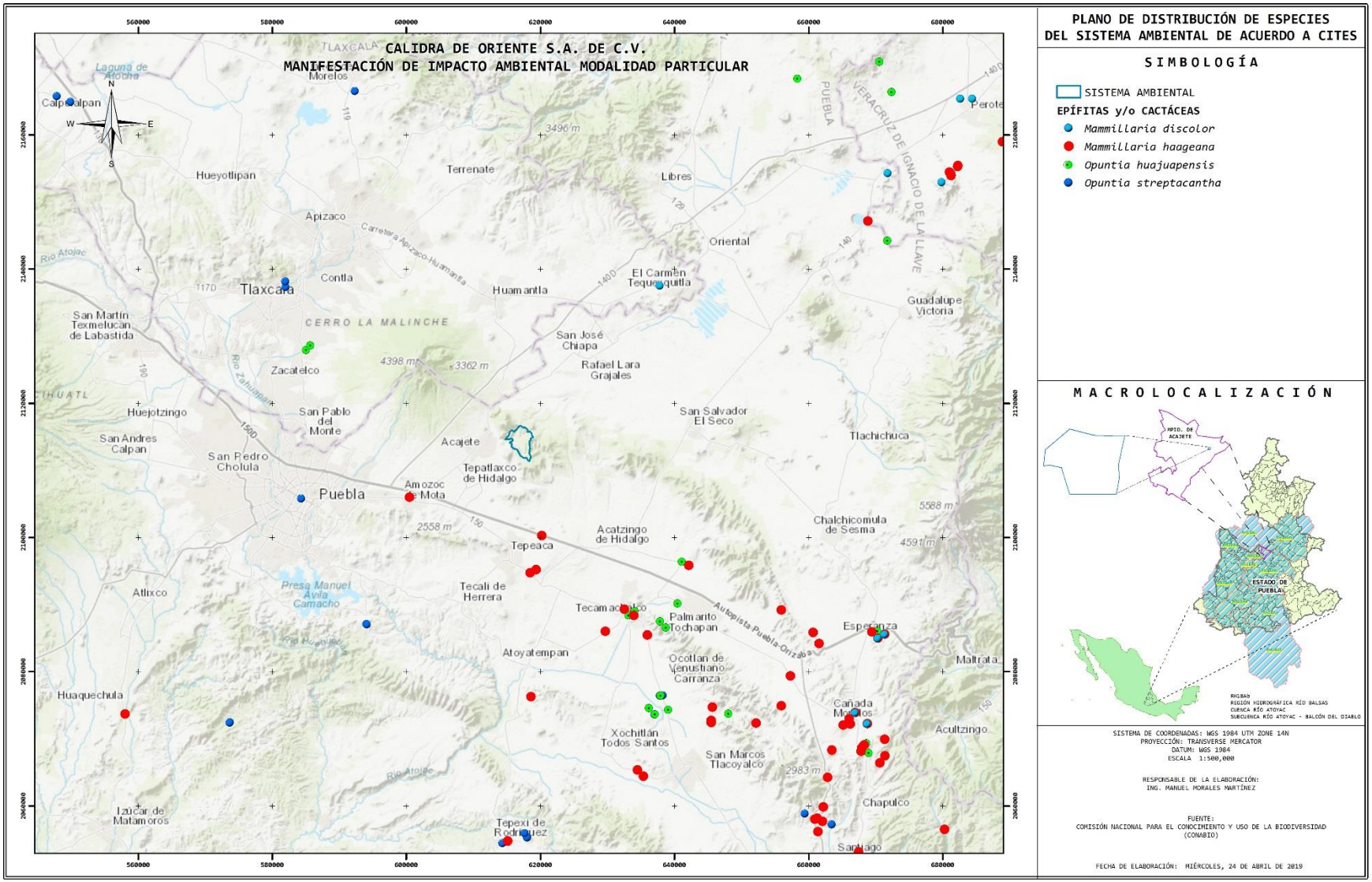


Figura IV.86. Mapa de distribución de especies del estrato arbustivo para BE.

IV.3.1.2.1.5 DIVERSIDAD FLORÍSTICA

Robert Whittaker (1920-1980), ecólogo estadounidense investigador de la sucesión y de gradientes de vegetación, propuso tres medidas de diversidad de los ecosistemas: α, β, y γ[xxv].

Alfa (α) es la diversidad dentro de un ecosistema que generalmente se describe como el número de especies. La diversidad beta (β) incluye la comparación de diferentes ecosistemas en gradientes ambientales. La diversidad beta nos indica que tan grande es el cambio de las especies de un ecosistema a otro y la diversidad gamma (γ) se refiere a la diversidad total de una región, es decir a la diversidad geográfica. En ella se suman las diversidades alfa de varios ecosistemas.

IV.3.1.2.1.5.1 DIVERSIDAD ALFA

DOMINANCIA, DIVERSIDAD Y VALOR DE IMPORTANCIA

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SIMPSON DEL SA

Índice de Simpson

Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad puesto que toman en cuenta la dominancia de las especies con mayor representatividad, para lo cual el índice más común para utilizar es el índice de Simpson[xxvi].

El índice de dominancia de Simpson (también conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia) es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos. A medida que el índice se incrementa, la diversidad decrece. Por ello el Índice de Simpson se presenta habitualmente como una medida de la dominancia. Por tanto el índice de Simpson sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total de especies.

Entonces entre más aumente el valor a 1, la diversidad disminuye. Este valor es el valor máximo que toma el índice, si la dominancia es alta la diversidad será baja como ya fue mencionado. Si bien este índice depende de la cantidad de categorías que es posible reconocer, da también una idea de homogeneidad general partiendo de la base de que un sistema es más diverso cuanto menos dominancia de especies hay y la distribución es más equitativa.

A medida que el valor del índice de Simpson se incrementa, la diversidad decrece por lo que es necesario calcular el complemento del índice de Simpson (1-0), asegurando de esta manera que el valor del índice aumenta con el incremento de la diversidad[xxvii]. Tomando en cuenta que el valor mínimo para este índice es 1 que indica que no hay diversidad y que la dominancia es alta. Este índice puede tomar valores que van de 0 a 1, de acuerdo a los valores obtenidos se considera que las condiciones ambientales y de la biodiversidad se encuentran en:

- ☺ Mayor a 0.67 diversidad alta.
- ☺ 0.34 a 0.66 diversidad media.
- ☺ 0 a 0.33 diversidad baja.

La diversidad se midió con el Índice de Simpson (1975), considerando lo siguiente:

- Expresa la probabilidad de extraer de la comunidad dos individuos al azar que sean de la misma especie.
- Es una medida de dominancia donde las especies comunes tienen mucho peso respecto a las especies raras.
- Oscila entre 0 (cuando hay únicamente una especie) y (1-1/S).

$$\lambda = 1 - \sum_{i=1}^{S} Pi^2$$

Dónde:

λ = Índice de dominancia
Pi = Proporción de los individuos registrados en cada especie (n/N)
n = Número de individuos de la especie
N = Número total de especies

El índice de Simpson de dominancia D=p^2 estima si en un área determinada hay especies muy dominantes al sumar términos al cuadrado le dé importancia a las especies muy abundantes y por lo tanto la dominancia dará una cifra alta, cercana a uno que es el valor máximo que toma en índice, si la dominancia es alta la diversidad será baja como ya fue mencionado.

A continuación, se muestra el cálculo del índice de Simpson respecto al tipo de vegetación, de los diferentes estratos para el área del SA.

Cálculo del Índice de Simpson

Cuadro IV.61. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato arbóreo para BE en el área del SA.

ESTRATO ARBÓREO							
ID-SA	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia neovernicosa*	Chaparro prieto	1,198	0.0061	0.0000
2	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	200	0.0010	0.0000
3	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	799	0.0041	0.0000
4	Rhamnaceae	*Ceanothus*	*Ceanothus caeruleus*	Chaquira	2,696	0.0138	0.0002
5	Rosaceae	*Crataegus*	*Crataegus mexicana*	Tejocote	2,297	0.0117	0.0001
6	Sapindaceae	*Dodonaea*	*Dodonaea viscosa*	Venado	300	0.0015	0.0000
7	Myrtaceae	*Eucalyptus*	*Eucalyptus camaldulensis*	Eucalipto rojo	100	0.0005	0.0000
8	Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	499	0.0026	0.0000
9	Oleaceae	*Forestiera*	*Forestiera phillyreoides*	Garrapatillo	100	0.0005	0.0000
10	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	32,852	0.1679	0.0282
11	Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	5,292	0.0270	0.0007
12	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	3,894	0.0199	0.0004
13	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	599	0.0031	0.0000
14	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	4,394	0.0224	0.0005
15	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulín	399	0.0020	0.0000
16	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus acutifolia*	Aguatle	4,094	0.0209	0.0004
17	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Capulincillo	10,085	0.0515	0.0027
18	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	399	0.0020	0.0000
19	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	25,363	0.1296	0.0168
20	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	999	0.0051	0.0000
21	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus greggii*	Tesmole	100	0.0005	0.0000
22	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	85,375	0.4362	0.1903
23	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus deserticola*	Encino colorado	799	0.0041	0.0000
24	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	4,893	0.0250	0.0006
25	Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	7,988	0.0408	0.0017
25	**Total**				**195,714**	**1**	**0.2427**
I. Simpson λ							**0.7573**

ESTRATO ARBÓREO							
ID-SA	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**$p(i)^2$**
Dominancia							**0.2427**

En cuanto al estrato arbóreo muestra resultados para el índice de Simpson de 0.7573 lo que indica una diversidad alta, en cuanto a la dominancia de especies cuyo valor es proporcional, este es de 0.2427 lo que indica que la dominancia es baja, debido a que se encontraron variedad de especies y el número de individuos dentro de los sitios de muestreo.

Cuadro IV.62. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato arbustivo para BE en el área del SA.

ESTRATO ARBUSTIVO							
ID-SA	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**$p(i)^2$**
1	Asteraceae	*Acourtia*	*Acourtia discolor*	Acourtia	13,874	0.0212	0.0004
2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	177,845	0.2717	0.0738
3	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	26,488	0.0405	0.0016
4	Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	70,634	0.1079	0.0116
5	Asclepiadaceae	*Asclepias*	*Asclepias linaria*	Romero de monte	5,045	0.0077	0.0001
6	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla	21,442	0.0328	0.0011
7	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	31,533	0.0482	0.0023
8	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	8,829	0.0135	0.0002
9	Ericaceae	*Comarostaphylis*	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo	51,714	0.0790	0.0062
10	Amaranthaceae	*Iresine*	*Iresine orientalis*	Iresine	7,568	0.0116	0.0001
11	Scrophulariaceae	*Lamourouxia*	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita	26,488	0.0405	0.0016
12	Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	16,397	0.0250	0.0006
13	Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	41,623	0.0636	0.0040
14	Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	10,091	0.0154	0.0002
15	Caprifoliaceae	*Symphoricarpus*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	39,101	0.0597	0.0036
16	Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina	79,463	0.1214	0.0147
17	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	26,488	0.0405	0.0016
17	**Total**				**654,622**	**1**	**0.1240**
I. Simpson λ							**0.8760**
Dominancia							**0.1240**

En cuanto al estrato arbustivo muestra resultados similares a los del estrato arbóreo, para el cual el índice de Simpson presenta valores de 0.8760 lo que indica una diversidad alta, en cuanto a la dominancia de especies cuyo valor es proporcional, este es de 0.1240 lo que indica que la dominancia es baja, debido a que se encontraron variedad de especies y el número de individuos similares para las especies dentro de los sitios de muestreo.

Cuadro IV.63. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato herbáceo para BE en el área del SA.

ESTRATO HERBÁCEO							
ID-SA	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**$p(i)^2$**
1	Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	5,045,255	0.1639	0.0269
2	Poaceae	*Briza*	*Briza subaristata*	Linternita	378,394	0.0123	0.0002
3	Orobanchaceae	*Castilleja*	*Castilleja tenuiflora*	Hierba de cáncer	378,394	0.0123	0.0002
4	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	756,788	0.0246	0.0006
5	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	756,788	0.0246	0.0006
6	Apiaceae	*Daucus*	*Daucus montanus*	Zanahoria de monte	126,131	0.0041	0.0000
7	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	3,783,941	0.1230	0.0151
8	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	6,180,437	0.2008	0.0403
9	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	12,991,531	0.4221	0.1782
10	Ranunculaceae	*Ranunculus*	*Ranunculus petiolaris*	Pata de león	378,394	0.0123	0.0002
10	**Total**				**30,776,054**	**1**	**0.2622**
I. Simpson λ							**0.7378**
Dominancia							**0.2622**

En cuanto al estrato herbáceo muestra resultados similares a los del estrato arbóreo y arbustivo, para el cual el índice de Simpson presenta valores de 0.7378 lo que indica una diversidad alta, en cuanto a la dominancia de especies cuyo valor es proporcional, este es de 0.2622 lo que indica que la dominancia es baja, debido a que se encontraron variedad de especies dentro de los sitios de muestreo.

Cuadro IV.64. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato epífitas y/o cactáceas para BE en el área del SA.

ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS							
ID-SA	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**$p(i)^2$**
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave applanata*	Maguey espadilla	2,109	0.0395	0.0016
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave nussaviorum*	Maguey	8,436	0.1580	0.0250

ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS							
ID-SA	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)^2**
3	Agavaceae	*Agave*	*Agave potatorum*	Mezcalillo	192	0.0036	0.0000
4	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	6,518	0.1221	0.0149
5	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	2,205	0.0413	0.0017
6	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria haageana*	Caca de burro	9,298	0.1741	0.0303
7	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia huajuapensis*	Nopal de coyote	13,133	0.2460	0.0605
8	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	7,285	0.1364	0.0186
9	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	3,547	0.0664	0.0044
10	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	479	0.0090	0.0001
11	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia violacea*	Magueyito	192	0.0036	0.0000
11	**Total**				**53,394**	**1**	**0.1571**
I. Simpson λ							**0.8429**
Dominancia							**0.1571**

Por ultimo en cuanto al estrato epífitas y/o cactáceas muestra resultados similares a los tres estratos anteriores para el índice de Simpson de 0.8429 lo que indica una diversidad alta y una dominancia de especies cuyo valor es proporcional, este es de 0.1571 lo que indica que la dominancia es baja.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SHANNON–WIENER DEL SA.

La diversidad se midió con el Índice de Shannon – Wiener (1949), considerando lo siguiente:

Densidad relativa

Se refiere a la densidad de una especie, en relación con las demás y expresada en %.

$$\textbf{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad absoluta por especie}}{\text{Densidad absoluta de todas las especies}} * 100$$

Dominancia relativa

$$\textbf{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia absoluta por especie}}{\text{Dominancia absoluta de todas las especies}} * 100$$

Frecuencia relativa

$$\textbf{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia absoluta por cada especie}}{\text{Frecuencia absoluta de todas las especies}} * 100$$

Índice de Shannon – Wiener (1949)

Existen diversos índices para cuantificar la biodiversidad, siendo uno de los más utilizados es el índice de Shannon-Wiener, también conocido como el índice de Shannon derivado de la teoría de información como una medida de la entropía. Este índice manifiesta la heterogeneidad de una comunidad, basándose en 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 S especies es muy homogénea, por ejemplo, porque existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes.

Este índice puede tomar valores que van de 0 a 5, de acuerdo a los valores obtenidos se considera que las condiciones ambientales y de la biodiversidad se encuentran en:

- 5 condiciones óptimas / diversidad muy alta.
- 4 muy buen estado / diversidad alta.
- 3 a 4 buen estado / diversidad media-alta.
- 2 a 3 estado moderado / diversidad media.
- 1 a 2 pobre con perturbación / diversidad baja.
- 0 a 1 mal estado / diversidad muy baja.

El índice de diversidad de Shannon (H) emplea la siguiente fórmula:

$$H = -\sum_{i=1}^{S} Pi * ln\ Pi \qquad pi = \frac{n_i}{N}$$

Donde:

H= Índice de diversidad de Shannon.
Pi= Abundancia relativa de especies.

A continuación, se presenta los individuos totales al igual que los índices de Shannon-Wiener de los cuatro estratos para el área del SA.

Cuadro IV.65. Individuos totales por estratos de la flora para BE en el área del SA.

NUMERO DE INDIVIDUOS TOTALES DE LOS ESTRATOS PRESENTES EN EL SA DE "BE"					
ID-SA	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N**
ÁRBOLES					
1	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia neovernicosa*	Chaparro prieto	1,198
2	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	200
3	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	799
4	Rhamnaceae	*Ceanothus*	*Ceanothus caeruleus*	Chaquira	2,696

NUMERO DE INDIVIDUOS TOTALES DE LOS ESTRATOS PRESENTES EN EL SA DE "BE"					
ID-SA	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N**
5	Rosaceae	*Crataegus*	*Crataegus mexicana*	Tejocote	2,297
6	Sapindaceae	*Dodonaea*	*Dodonaea viscosa*	Venado	300
7	Myrtaceae	*Eucalyptus*	*Eucalyptus camaldulensis*	Eucalipto rojo	100
8	Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	499
9	Oleaceae	*Forestiera*	*Forestiera phillyreoides*	Garrapatillo	100
10	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	32,852
11	Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	5,292
12	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	3,894
13	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	599
14	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	4,394
15	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulín	399
16	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus acutifolia*	Aguatle	4,094
17	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Capulincillo	10,085
18	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	399
19	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	25,363
20	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	999
21	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus greggii*	Tesmole	100
22	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	85,375
23	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus deserticola*	Encino colorado	799
24	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	4,893
25	Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	7,988
25	**TOTAL**				**195,714**
ARBUSTOS					
1	Asteraceae	*Acourtia*	*Acourtia discolor*	Acourtia	13,874
2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	177,845
3	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	26,488
4	Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	70,634
5	Asclepiadaceae	*Asclepias*	*Asclepias linaria*	Romero de monte	5,045
6	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla	21,442

NUMERO DE INDIVIDUOS TOTALES DE LOS ESTRATOS PRESENTES EN EL SA DE "BE"					
ID-SA	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N**
7	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	31,533
8	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	8,829
9	Ericaceae	*Comarostaphylis*	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo	51,714
10	Amaranthaceae	*Iresine*	*Iresine orientalis*	Iresine	7,568
11	Scrophulariaceae	*Lamourouxia*	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita	26,488
12	Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	16,397
13	Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	41,623
14	Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	10,091
15	Caprifoliaceae	*Symphoricarpus*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	39,101
16	Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina	79,463
17	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	26,488
17	**TOTAL**				**654,622**
HIERBAS					
1	Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	5,045,255
2	Poaceae	*Briza*	*Briza subaristata*	Linternita	378,394
3	Orobanchaceae	*Castilleja*	*Castilleja tenuiflora*	Hierba de cáncer	378,394
4	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	756,788
5	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	756,788
6	Apiaceae	*Daucus*	*Daucus montanus*	Zanahoria de monte	126,131
7	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	3,783,941
8	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	6,180,437
9	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	12,991,531
10	Ranunculaceae	*Ranunculus*	*Ranunculus petiolaris*	Pata de león	378,394
10	**TOTAL**				**30,776,054**
EPÍFITAS y/o CACTÁCEAS					
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave applanata*	Maguey espadilla	2,109
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave nussaviorum*	Maguey	8,436
3	Agavaceae	*Agave*	*Agave potatorum*	Mezcalillo	192
4	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	6,518

NUMERO DE INDIVIDUOS TOTALES DE LOS ESTRATOS PRESENTES EN EL SA DE "BE"					
ID-SA	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N**
5	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	2,205
6	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria haageana*	Caca de burro	9,298
7	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia huajuapensis*	Nopal de coyote	13,133
8	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	7,285
9	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	3,547
10	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	479
11	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia violacea*	Magueyito	192
11	**TOTAL**				**53,394**

Conclusiones del cálculo del índice de Shannon–Wiener

En el estrato arbóreo para BE se presenta una diversidad baja con un estado de conservación pobre con perturbación de acuerdo con Shannon que obtuvo un valor de **H= 1.9446** y una **H. máx= 3.2189**, representadas por una riqueza de 25 especies.

En cuanto el estrato arbustivo, se presenta una diversidad media con un estado de conservación moderado de acuerdo con Shannon que obtuvo un valor de **H= 2.4272** y una **H. máx= 2.8332**, representadas por una riqueza de 17 especies.

Para el estrato herbáceo, se presenta una diversidad baja con un estado de conservación pobre con perturbación de acuerdo con Shannon que obtuvo un valor de **H= 1.6076** y una **H. máx= 2.3026**, representadas por una riqueza de 10 especies.

Por ultimo para el estrato epífitas y/o cactáceas, se presenta una diversidad baja con un estado de conservación pobre con perturbación de acuerdo con Shannon que obtuvo un valor **H= 1.9915** y una **H. máx= 2.3979**, representadas por una riqueza de 11 especies.

Cálculo del índice de Shannon – Wiener

Cuadro IV.66. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo para BE en el área del SA.

ESTRATO ARBÓREO								
ID-SA	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia neovernicosa*	Chaparro prieto	1,198	0.0061	-5.0958	-0.0312
2	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	200	0.0010	-6.8876	-0.0070
3	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	799	0.0041	-5.5013	-0.0225
4	Rhamnaceae	*Ceanothus*	*Ceanothus caeruleus*	Chaquira	2,696	0.0138	-4.2849	-0.0590
5	Rosaceae	*Crataegus*	*Crataegus mexicana*	Tejocote	2,297	0.0117	-4.4452	-0.0522

ESTRATO ARBÓREO								
ID-SA	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
6	Sapindaceae	*Dodonaea*	*Dodonaea viscosa*	Venado	300	0.0015	-6.4821	-0.0099
7	Myrtaceae	*Eucalyptus*	*Eucalyptus camaldulensis*	Eucalipto rojo	100	0.0005	-7.5807	-0.0039
8	Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	499	0.0026	-5.9713	-0.0152
9	Oleaceae	*Forestiera*	*Forestiera phillyreoides*	Garrapatillo	100	0.0005	-7.5807	-0.0039
10	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	32,852	0.1679	-1.7846	-0.2996
11	Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	5,292	0.0270	-3.6104	-0.0976
12	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	3,894	0.0199	-3.9171	-0.0779
13	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	599	0.0031	-5.7889	-0.0177
14	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	4,394	0.0224	-3.7965	-0.0852
15	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulín	399	0.0020	-6.1944	-0.0126
16	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus acutifolia*	Aguatle	4,094	0.0209	-3.8671	-0.0809
17	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Capulincillo	10,085	0.0515	-2.9656	-0.1528
18	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	399	0.0020	-6.1944	-0.0126
19	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	25,363	0.1296	-2.0434	-0.2648
20	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	999	0.0051	-5.2781	-0.0269
21	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus greggii*	Tesmole	100	0.0005	-7.5807	-0.0039
22	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	85,375	0.4362	-0.8296	-0.3619
23	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus deserticola*	Encino colorado	799	0.0041	-5.5013	-0.0225
24	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	4,893	0.0250	-3.6889	-0.0922
25	Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	7,988	0.0408	-3.1987	-0.1306
25	**Total**				**195,714**	**1**	-	**-1.9446**
							I. Shannon H	**1.9446**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**3.2189**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.6041**

Correspondiente al estrato arbóreo referente al índice de Shannon-Wiener, este presenta un índice considerada como diversidad baja con un estado de conservación pobre con perturbación, debido a la distribución de sus especies, sin embargo, se establece cierta predominancia de la especie *Quercus microphylla* el cual presenta un índice elevado al resto de especies.

Cuadro IV.67. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo para BE en el área del SA.

ESTRATO ARBUSTIVO								
ID-SA	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Asteraceae	*Acourtia*	*Acourtia discolor*	Acourtia	13,874	0.0212	-3.8540	-0.0817
2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	177,845	0.2717	-1.3031	-0.3540
3	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	26,488	0.0405	-3.2074	-0.1298
4	Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	70,634	0.1079	-2.2266	-0.2402
5	Asclepiadaceae	*Asclepias*	*Asclepias linaria*	Romero de monte	5,045	0.0077	-4.8656	-0.0375
6	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla	21,442	0.0328	-3.4187	-0.1120
7	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	31,533	0.0482	-3.0330	-0.1461
8	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	8,829	0.0135	-4.3060	-0.0581
9	Ericaceae	*Comarostaphylis*	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo	51,714	0.0790	-2.5383	-0.2005
10	Amaranthaceae	*Iresine*	*Iresine orientalis*	Iresine	7,568	0.0116	-4.4601	-0.0516
11	Scrophulariaceae	*Lamourouxia*	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita	26,488	0.0405	-3.2074	-0.1298
12	Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	16,397	0.0250	-3.6870	-0.0924
13	Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	41,623	0.0636	-2.7554	-0.1752
14	Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	10,091	0.0154	-4.1725	-0.0643
15	Caprifoliaceae	*Symphoricarpus*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	39,101	0.0597	-2.8179	-0.1683
16	Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina	79,463	0.1214	-2.1088	-0.2560
17	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	26,488	0.0405	-3.2074	-0.1298
17	**Total**				**654,622**	**1**	-	**-2.4272**
							I. Shannon H	**2.4272**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**2.8332**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.8567**

Con respecto al estrato arbustivo referente al índice de Shannon-Wiener, este presenta un índice considerada como diversidad media con un estado de conservación moderado, debido a la distribución de sus especies e individuos, sin embargo, al igual que el estrato arbóreo para este se establece cierta predominancia de la especie *Ageratina astellera* el cual presenta un índice elevado al resto de especies.

Cuadro IV.68. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo para BE en el área del SA.

ESTRATO HERBÁCEO								
ID-SA	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	5,045,255	0.1639	-1.8083	-0.2964
2	Poaceae	*Briza*	*Briza subaristata*	Linternita	378,394	0.0123	-4.3986	-0.0541
3	Orobanchaceae	*Castilleja*	*Castilleja tenuiflora*	Hierba de cáncer	378,394	0.0123	-4.3986	-0.0541
4	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	756,788	0.0246	-3.7054	-0.0911
5	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	756,788	0.0246	-3.7054	-0.0911
6	Apiaceae	*Daucus*	*Daucus montanus*	Zanahoria de monte	126,131	0.0041	-5.4972	-0.0225
7	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	3,783,941	0.1230	-2.0960	-0.2577
8	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	6,180,437	0.2008	-1.6053	-0.3224
9	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	12,991,531	0.4221	-0.8624	-0.3641
10	Ranunculaceae	*Ranunculus*	*Ranunculus petiolaris*	Pata de león	378,394	0.0123	-4.3986	-0.0541
10	**Total**				**30,776,054**	**1**	-	**-1.6076**
							I. Shannon H	**1.6076**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**2.3026**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.6982**

De acuerdo al estrato herbáceo referente al índice de Shannon-Wiener, este presenta un índice considerada como diversidad baja con un estado de conservación pobre con perturbación, debido a la riqueza de especies reportada para los sitios de muestreo, sin embargo, como el caso del estrato arbóreo y arbustivo, para este estrato se establece cierta predominancia de la especie *Piptochaetium angustifolium* el cual presenta un índice elevado que el resto de especies.

Cuadro IV.69. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato epífitas y/o cactáceas para BE en el área del SA.

ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS								
ID-SA	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave applanata*	Maguey espadilla	2,109	0.0395	-3.2315	-0.1276
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave nussaviorum*	Maguey	8,436	0.1580	-1.8452	-0.2915
3	Agavaceae	*Agave*	*Agave potatorum*	Mezcalillo	192	0.0036	-5.6294	-0.0202
4	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	6,518	0.1221	-2.1031	-0.2567

ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS								
ID-SA	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
5	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	2,205	0.0413	-3.1871	-0.1316
6	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria haageana*	Caca de burro	9,298	0.1741	-1.7479	-0.3044
7	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia huajuapensis*	Nopal de coyote	13,133	0.2460	-1.4026	-0.3450
8	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	7,285	0.1364	-1.9918	-0.2718
9	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	3,547	0.0664	-2.7116	-0.1801
10	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	479	0.0090	-4.7131	-0.0423
11	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia violacea*	Magueyito	192	0.0036	-5.6294	-0.0202
11	**Total**				**53,394**	**1**	-	**-1.9915**
							I. Shannon H	**1.9915**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**2.3979**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.8305**

Por último para el estrato epífitas y/o cactáceas referente al índice de Shannon-Wiener, este presenta un índice considerada como diversidad baja con un estado de conservación pobre con perturbación, debido a la distribución de los individuos en el número de sus especies, dando como resultado que uno de estas especies tuvo el valor mayor para el índice siendo *Opuntia huajuapensis*.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA DEL SA.

El valor de importancia fue desarrollado por Curtis & McIntosh (1951) y aplicado por Pool et al. (1977), Cox (1981), Cintrón & Schaeer Novelli (1983) y Corella et al. 2001). Es un índice sintético estructural, desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie.

Este valor es un parámetro que mide el valor de las especies, típicamente, en base a tres parámetros principales: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal), densidad y frecuencia. El índice de valor de importancia (I.V.I.) es la suma de estos tres parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal. El I.V.I. es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente.

En cualquier comunidad vegetal existen un diferente número de especies (con abundancia variable), que caracterizan a la misma, pero cada una de ellas compite por luz, CO_2, agua, nutrientes, espacio y otros. La (s) especie (s) que sea (n) más eficiente (s) en lograr aprovechas esta energía será (n) la (s) dominante (s). Entonces, cada una de las especies que conforma dicha comunidad en una forma descendente, serán incluidas desde las más eficientes hasta las menos eficientes, en aprovechar la energía del sistema. La forma práctica de determinar este comportamiento ecológico en las comunidades, es por medio de los valores de importancia de cada una de las especies que componen la comunidad.

Dominancia

Es la cobertura de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie, MOPT (1985) la define como las especies con mayor biomasa total o gran competencia, la medida de dominancia indica el espacio de terreno ocupado actualmente por una especie.

☺ **Dominancia relativa**

Es la dominancia de una especie, referida a la dominancia de todas las especies. Reportada por Edwards *et. Al.* (1993) como:

$$\mathrm{Dr}(\%) = \frac{DaS}{DaT} * 100$$

Donde:

Dr (%): Dominancia relativa
DaS: Dominancia absoluta por especie
DaT: Dominancia absoluta de todas las especies

Es importante mencionar que la dominancia se estimó en función de la cobertura (%) de las especies en el terreno.

Densidad

Franco *et al.* (1996) define densidad como el número de individuos de una especie por unidad de área o volumen.

$$D = \frac{N}{A}$$

Donde:

D: Densidad
N: Número de individuos
A: Área muestreada

☺ **Densidad relativa**

Reportada por Edwards *et. Al.* (1993) se describe como: la densidad de una especie referida a la densidad de todas las especies del área.

$$\mathrm{Dr} = \frac{Densidad\ \ por\ especie}{Densidad\ total\ \ de\ especie} * 100$$

Frecuencia

Frecuencia según Franco *et al*. (1989) es el número de muestras en la que se encuentra una especie.

☺ **Frecuencia relativa**

Es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia total de todas las especies.

La fórmula general de la frecuencia relativa

$$\mathrm{Fr} = \frac{a}{A} * 100$$

Donde:

a: número de apariciones de una determinada especie
A: número de apariciones de todas las especies.

El índice de valor de importancia se calculó para los cuatro estratos, para el tipo de vegetación de BE en el área del SA, que a continuación se presenta:

Cálculo del índice de valor de importancia (IVI)

Cuadro IV.70. Índice de valor de importancia del estrato arbóreo para BE en el área del SA.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO ARBÓREO										
ID-SA	Especie	Nombre común	n	Densidad	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Cobertura (%)	Dominancia	Dominancia relativa (%)	IVI (%)
1	*Acacia neovernicosa*	Chaparro prieto	1,198	5	0.61	1	1	0.00	0.61	2.1
2	*Arbutus xalapensis*	Madroño	200	1	0.10	1	0	0.00	0.10	1.1
3	*Buddleja cordata*	Tepozan	799	3	0.41	3	0	0.00	0.41	3.5
4	*Ceanothus caeruleus*	Chaquira	2,696	11	1.38	1	1	0.01	1.38	3.6
5	*Crataegus mexicana*	Tejocote	2,297	10	1.17	1	1	0.00	1.17	3.2
6	*Dodonaea viscosa*	Venado	300	1	0.15	2	0	0.00	0.15	2.1
7	*Eucalyptus camaldulensis*	Eucalipto rojo	100	0	0.05	1	0	0.00	0.05	1.0
8	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	499	2	0.26	2	0	0.00	0.26	2.3
9	*Forestiera phillyreoides*	Garrapatillo	100	0	0.05	1	0	0.00	0.05	1.0
10	*Juniperus deppeana*	Táscate	32,852	137	16.79	15	17	0.07	16.79	48.8
11	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	5,292	22	2.70	7	3	0.01	2.70	12.6
12	*Nolina longifolia*	Borracho	3,894	16	1.99	6	2	0.01	1.99	10.2
13	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	599	3	0.31	2	0	0.00	0.31	2.4
14	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	4,394	18	2.24	10	2	0.01	2.24	14.3
15	*Prunus serotina*	Capulín	399	2	0.20	2	0	0.00	0.20	2.2
16	*Quercus acutifolia*	Aguatle	4,094	17	2.09	6	2	0.01	2.09	10.4
17	*Quercus castanea*	Capulincillo	10,085	42	5.15	5	5	0.02	5.15	15.7
18	*Quercus crassipes*	Encino	399	2	0.20	1	0	0.00	0.20	1.3
19	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	25,363	106	12.96	5	13	0.05	12.96	31.3
20	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	999	4	0.51	1	1	0.00	0.51	1.9
21	*Quercus greggii*	Tesmole	100	0	0.05	1	0	0.00	0.05	1.0
22	*Quercus microphylla*	Encino enano	85,375	356	43.62	8	44	0.18	43.62	95.3
23	*Quercus deserticola*	Encino colorado	799	3	0.41	4	0	0.00	0.41	4.4
24	*Quercus glabrescens*	Encino	4,893	20	2.50	5	3	0.01	2.50	10.4
25	*Rhus standleyi*	Vara negra	7,988	33	4.08	10	4	0.02	4.08	18.0
25	∑		**195,714**	**817**	**100**	**100**	**100**	**0**	**100**	**300**

Para el estrato arbóreo la especie con mayor valor de importancia relativo es *Quercus microphylla* y las que registran menor valor de importancia son *Eucalyptus camaldulensis*, *Forestiera phillyreoides* y *Quercus greggii*, tal como se muestra en el cuadro anterior.

Cuadro IV.71. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo para BE en el área del SA.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO ARBUSTIVO										
ID-SA	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Densidad**	**Densidad relativa (%)**	**Frecuencia relativa (%)**	**Cobertura (%)**	**Dominancia**	**Dominancia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Acourtia discolor*	Acourtia	13,874	58	2.12	5	2	0.01	2.12	9.6
2	*Ageratina astellera*	Ageratina	177,845	742	27.17	16	27	0.11	27.17	70.4
3	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	26,488	111	4.05	5	4	0.02	4.05	13.4
4	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	70,634	295	10.79	13	11	0.05	10.79	34.1
5	*Asclepias linaria*	Romero de monte	5,045	21	0.77	4	1	0.00	0.77	5.1
6	*Baccharis conferta*	Jarilla	21,442	89	3.28	7	3	0.01	3.28	13.7
7	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	31,533	132	4.82	9	5	0.02	4.82	18.6
8	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	8,829	37	1.35	2	1	0.01	1.35	4.5
9	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo	51,714	216	7.90	2	8	0.03	7.90	17.6
10	*Iresine orientalis*	Iresine	7,568	32	1.16	4	1	0.00	1.16	5.9
11	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita	26,488	111	4.05	2	4	0.02	4.05	9.9
12	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	16,397	68	2.50	2	3	0.01	2.50	6.8
13	*Perymenium discolor*	Tepepoca	41,623	174	6.36	5	6	0.03	6.36	18.1
14	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	10,091	42	1.54	4	2	0.01	1.54	6.7
15	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	39,101	163	5.97	7	6	0.02	5.97	19.1
16	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina	79,463	332	12.14	11	12	0.05	12.14	35.0
17	*Viguiera dentata*	Chimalacate	26,488	111	4.05	4	4	0.02	4.05	11.7
17	**∑**		**654,622**	**2,732**	**100**	**100**	**100**	**0**	**100**	**300**

Para el estrato arbustivo la especie con mayor valor de importancia relativo es *Ageratina astellera* y la que registra menor valor de importancia es *Brickellia veronicifolia*, tal como se muestra en el cuadro anterior.

Cuadro IV.72. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo para BE en el área del SA.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO HERBÁCEO										
ID-SA	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Densidad**	**Densidad relativa (%)**	**Frecuencia relativa (%)**	**Cobertura (%)**	**Dominancia**	**Dominancia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	5,045,255	21,053	16.39	14	16	0.07	16.39	47.1
2	*Briza subaristata*	Linternita	378,394	1,579	1.23	3	1	0.01	1.23	5.3
3	*Castilleja tenuiflora*	Hierba de cáncer	378,394	1,579	1.23	6	1	0.01	1.23	8.2
4	*Cynodon dactylon*	Bramilla	756,788	3,158	2.46	6	2	0.01	2.46	10.6
5	*Dalea versicolor*	Dalea	756,788	3,158	2.46	6	2	0.01	2.46	10.6
6	*Daucus montanus*	Zanahoria de monte	126,131	526	0.41	3	0	0.00	0.41	3.7
7	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	3,783,941	15,789	12.30	14	12	0.05	12.30	38.9
8	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	6,180,437	25,789	20.08	23	20	0.08	20.08	63.0
9	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	12,991,531	54,211	42.21	23	42	0.18	42.21	107.3
10	*Ranunculus petiolaris*	Pata de león	378,394	1,579	1.23	3	1	0.01	1.23	5.3
10	∑		**30,776,054**	**128,421**	**100**	**100**	**100**	**0**	**100**	**300**

Para el estrato herbáceo la especie con mayor valor de importancia relativo es *Piptochaetium angustifolium* y la que registra menor valor de importancia es *Daucus montanus*, tal como se demuestra en el cuadro anterior.

Cuadro IV.73. Índice de valor de importancia del estrato epífitas y/o cactáceas para BE en el área del SA.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS										
ID-SA	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Densidad**	**Densidad relativa (%)**	**Frecuencia relativa (%)**	**Cobertura (%)**	**Dominancia**	**Dominancia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Agave applanata*	Maguey espadilla	2,109	9	3.95	12	4	0.02	3.95	19.6
2	*Agave nussaviorum*	Maguey	8,436	35	15.80	8	16	0.07	15.80	39.9
3	*Agave potatorum*	Mezcalillo	192	1	0.36	2	0	0.00	0.36	2.4
4	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	6,518	27	12.21	23	12	0.05	12.21	47.7
5	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	2,205	9	4.13	5	4	0.02	4.13	13.3
6	*Mammillaria haageana*	Caca de burro	9,298	39	17.41	5	17	0.07	17.41	39.8
7	*Opuntia huajuapensis*	Nopal de coyote	13,133	55	24.60	15	25	0.10	24.60	64.2
8	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	7,285	30	13.64	17	14	0.06	13.64	44.0
9	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	3,547	15	6.64	8	7	0.03	6.64	21.6

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS										
ID-SA	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Densidad**	**Densidad relativa (%)**	**Frecuencia relativa (%)**	**Cobertura (%)**	**Dominancia**	**Dominancia relativa (%)**	**IVI (%)**
10	*Tillandsia recurvata*	Gallito	479	2	0.90	2	1	0.00	0.90	3.5
11	*Tillandsia violacea*	Magueyito	192	1	0.36	3	0	0.00	0.36	4.1
11	∑		**53,394**	**223**	**100**	**100**	**100**	**0**	**100**	**300**

Por último para el estrato epífitas y/o cactáceas, la especie con mayor valor de importancia relativo es *Opuntia huajuapensis* y la que registra menor valor de importancia es *Agave potatorum*, tal como se muestra en el cuadro anterior.

Así como los anexos anteriores, para este caso de igual forma se anexa la memoria de cálculo de los valores de los índices de Shannon, Simpson e IVI de las áreas del SA (ANEXO 16. MEMORIAS DE CÁLCULO (DIGITAL)) por capítulo IV (ANEXO IV.F. ÍNDICES_FLORA SA).

IV.3.1.2.1.5.2 DIVERSIDAD BETA

Existen dos maneras de calcular la diversidad beta (β), una es con el índice de similitud y la otra con un análisis multivariado de ordenamiento (en el cual se puede realizar un comparativo entre las áreas del SA, AI y AP), a continuación se presentan una de las maneras de calcular la diversidad beta (similitud), la segunda se presenta en la vegetación con respecto al AP.

ÍNDICE DE SIMILITUD

El grado de recambio de especies (diversidad beta), ha sido evaluado principalmente teniendo en cuenta proporciones o diferencias. Las proporciones pueden evaluarse con ayuda de índices, así como de coeficientes que nos indican qué tan similares/disímiles son dos comunidades o muestras. Muchas de estas similitudes y diferencias también se pueden expresar o visualizar por medio de distancias. Estas similitudes o diferencias pueden ser tanto de índole cualitativa (utilizando datos de presencia-ausencia) como de carácter cuantitativo (utilizando datos de abundancia proporcional de cada especie o grupo de estudio; por ejemplo: número de individuos, biomasa, densidad relativa, cobertura, etc.).

Los diferentes índices considerados en los métodos, se deben aplicar dependiendo de cómo son los datos (cualitativos/ cuantitativos).

- Similitud o disimilitud. Expresa el grado de semejanza en composición de especies y sus abundancias en dos muestras (comunidades).
  - Métodos cualitativos. Expresan la semejanza entre dos muestras sólo considerando la composición de especies.
    - Índice de Jaccard. Relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas.

Índice de similitud de Jaccard (coeficiente de similitud I_j)

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno, 2001).

$$I_j = \frac{c}{a+b-c}$$

Donde:

a= número de especies en el sitio A
b= número de especies en el sitio B
c= número de especies presentes en ambos sitios A y B, es decir que están compartidas.

El rango de este índice va desde cero (0) cuando no hay especies compartidas, hasta uno (1) cuando los dos sitios comparten las mismas especies. Este índice mide diferencias en la presencia o ausencia de especies. A continuación se presentan los valores obtenidos para el cálculo del índice de similitud para bosque de encino en las áreas del SA.

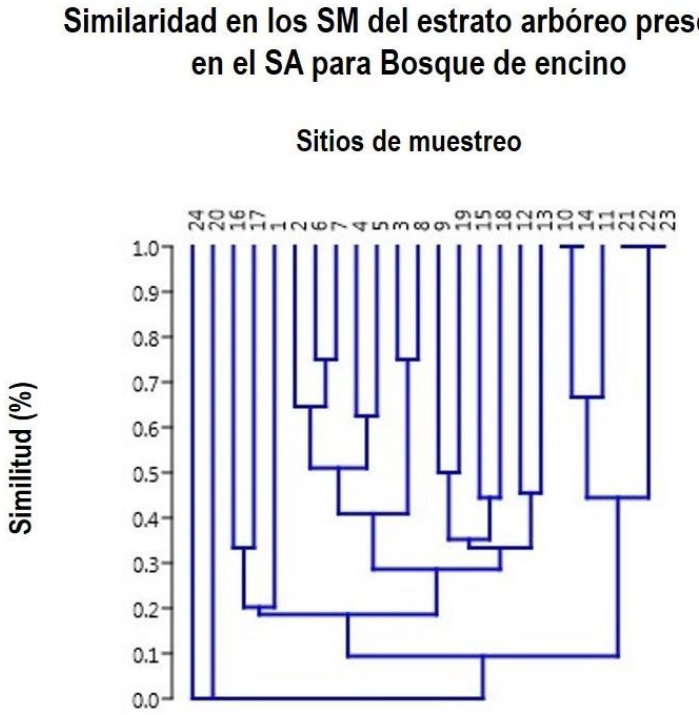


Figura IV.87. Dendrograma de similitud del estrato arbóreo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia para BE en el área del SA.

Para el estrato arbóreo de acuerdo a los valores obtenidos a partir del índice de similitud de Jaccard podemos decir que los sitios 20 y 24 son los sitios que tiene menor similaridad con el resto de los sitios muestreados con un porcentaje del 0% con respecto a las especies presentes para este estrato, debido a que estos presentan una sola especie con el resto de las demás. Así mismo los sitios 10 y 14 y 21 con 22 y 23 tienen mayores valores de similitud entre sí con 100%, porque comparten la misma especie, como se puede corroborar en el siguiente cuadro:

Cuadro IV.74. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato arbóreo para BE en el área del SA.

SITIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	0.30	0.125	0.182	0.09	0.27	0.200	0.111	0.18	0.00	0.00	0.18	0.154	0	0.182	0.222	0.182	0.333	0.1	0	0	0	0	0
2		1	0.429	0.40	0.444	0.667	0.625	0.57	0.40	0.286	0.25	0.273	0.455	0.286	0.167	0.333	0.077	0.182	0.333	0	0.143	0.143	0.143	0
3			1	0.11	0.286	0.38	0.50	0.750	0.11	0.25	0.200	0.25	0.333	0.25	0.111	0.333	0.111	0.286	0.143	0	0	0	0	0
4				1	0.63	0.50	0.44	0.222	0.27	0.13	0.11	0.17	0.231	0.125	0.167	0.091	0	0.182	0.5	0	0	0	0	0

SITIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
5					1	0.556	0.714	0.43	0.182	0.143	0.125	0.18	0.25	0.143	0.182	0.1	0	0.2	0.375	0	0	0	0	0
6						1	0.75	0.5	0.36	0.11	0.10	0.36	0.545	0.111	0.25	0.182	0.154	0.4	0.625	0	0	0	0	0
7							1	0.67	0.18	0.14	0.13	0.30	0.364	0.143	0.182	0.222	0.083	0.333	0.375	0	0	0	0	0
8								1	0.22	0.20	0.167	0.375	0.444	0.2	0.222	0.286	0.1	0.25	0.286	0	0	0	0	0
9									1	0.29	0.25	0.27	0.333	0.286	0.4	0.2	0.077	0.3	0.5	0	0.143	0.143	0.143	0
10										1	0.67	0.13	0.1	1	0.125	0.4	0	0.143	0.167	0	0.5	0.5	0.5	0
11											1	0.11	0.2	0.667	0.111	0.333	0	0.125	0.143	0	0.333	0.333	0.333	0
12												1	0.455	0.125	0.4	0.333	0.4	0.444	0.333	0	0	0	0	0
13													1	0.1	0.231	0.167	0.231	0.25	0.4	0	0	0	0	0
14														1	0.125	0.4	0	0.143	0.167	0	0.5	0.5	0.5	0
15															1	0.2	0.273	0.444	0.333	0	0	0	0	0
16																1	0.333	0.375	0.111	0	0.2	0.2	0.2	0
17																	1	0.3	0.091	0	0	0	0	0
18																		1	0.375	0	0	0	0	0
19																			1	0	0	0	0	0
20																				1	0	0	0	0
21																					1	1	1	0
22																						1	1	0
23																							1	0
24																								1

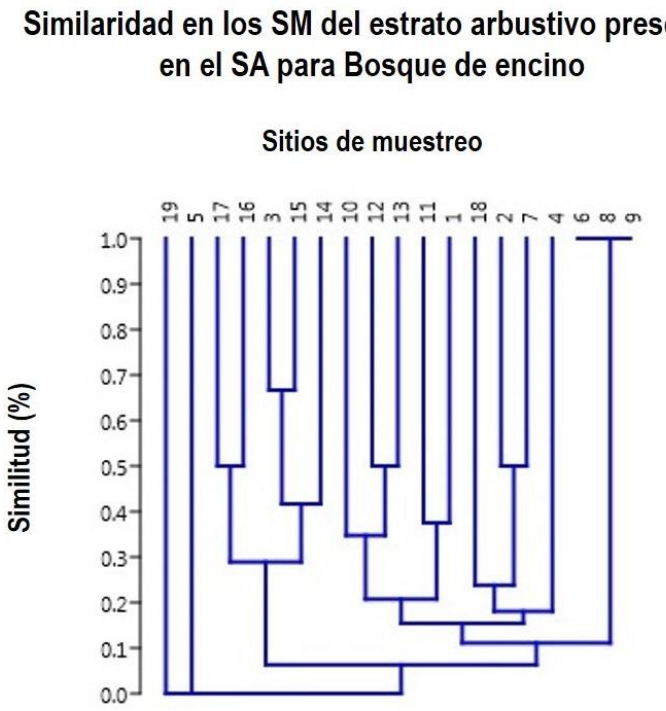


Figura IV.88. Dendrograma de similitud del estrato arbustivo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia para BE en el área del SA.

Para el estrato arbustivo de acuerdo a los valores obtenidos a partir del índice de similitud de Jaccard podemos decir que los sitios 5 y 19 son los que comparte la menor similaridad con el resto de los sitios muestreados con un porcentaje del 0% con respecto a las especies presentes para este estrato, debido a que no presentan especies para este estrato. Así mismo los sitios 6 con 8 y 9 tienen mayores valores de similitud entre sí con 100%, porque comparten la misma especie, como se puede corroborar en el siguiente cuadro:

Cuadro IV.75. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato arbustivo para BE en el área del SA.

SITIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	1	0.13	0.143	0.125	0	0.17	0.286	0.167	0.17	0.18	0.38	0.20	0.286	0	0.286	0.111	0.143	0.1	0
2		1	0	0.20	0	0	0.5	0	0	0.250	0.33	0	0	0	0	0	0	0.333	0
3			1	0	0	0	0	0	0	0.13	0.167	0.14	0.25	0.5	0.667	0.5	0.333	0.167	0
4				1	0	0	0.20	0	0	0.11	0.14	0.29	0.2	0	0	0	0	0.143	0

SITIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
5					**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6						**1**	0.33	1	1	0	0	0.17	0.333	0	0	0	0	0	0
7							**1**	0.33	0.33	0.11	0.14	0.13	0.2	0	0	0	0	0.143	0
8								**1**	1	0	0	0.167	0.333	0	0	0	0	0	0
9									**1**	0	0	0.17	0.333	0	0	0	0	0	0
10										**1**	0.33	0.44	0.25	0	0.111	0.1	0.125	0.2	0
11											**1**	0.10	0.143	0	0.143	0.125	0.167	0.25	0
12											0.1	**1**	0.5	0	0.125	0.111	0.143	0.1	0
13													**1**	0	0.2	0.167	0.25	0	0
14														**1**	0.333	0.25	0	0.2	0
15															**1**	0.4	0.25	0.143	0
16																**1**	0.5	0.125	0
17																	**1**	0	0
18																		**1**	0
19																			**0**

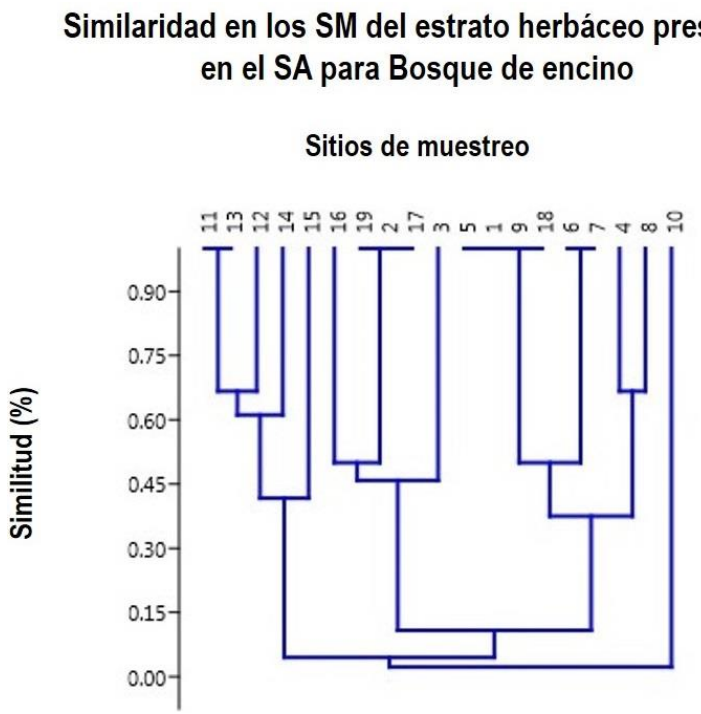


Figura IV.89. Dendrograma de similitud del estrato herbáceo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia para BE en el área del SA.

Para el estrato herbáceo de acuerdo a los valores obtenidos a partir del índice de similitud de Jaccard podemos decir que el sitio 10 es el que comparte la menor similaridad con el resto de los sitios muestreados con un porcentaje del 0% con respecto a las especies presentes para este estrato, debido a que este presenta especies las cuales no comparten los demás sitios. Así mismo los sitios 1 con 5, 9 y 18, 2 con 17 y 19, 6 y 7 y 11 con 13 tienen mayores valores de similitud entre sí con 100%, porque comparten las mismas especies, como se puede corroborar en el siguiente cuadro:

Cuadro IV.76. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato herbáceo para BE en el área del SA.

SITIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	1	0	0	0.333	1	0.50	0.500	0.500	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2		1	0.5	0	0	0.500	0.5	0	0	0	0	0	0	0.333	0	0.5	1	0	1
3			1	0	0	0.33	0.33	0	0	0.20	0	0	0	0.25	0	0.333	0.5	0	0.5

SITIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
4				1	0.33	0.25	0.25	0.667	0.33	0	0.25	0.20	0.25	0.2	0	0	0	0.333	0
5					1	0.5	0.500	0.50	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
6						1	1	0.333	0.50	0	0	0	0	0.25	0	0.333	0.5	0.5	0.5
7							1	0.33	0.50	0	0	0	0	0.25	0	0.333	0.5	0.5	0.5
8								1	0.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0
9									1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
10										1	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0
11											1	0.67	1	0.667	0.5	0	0	0	0
12												1	0.667	0.5	0.333	0	0	0	0
13													1	0.667	0.5	0	0	0	0
14														1	0.333	0.25	0.333	0	0.333
15															1	0	0	0	0
16																1	0.5	0	0.5
17																	1	0	1
18																		1	0
19																			1

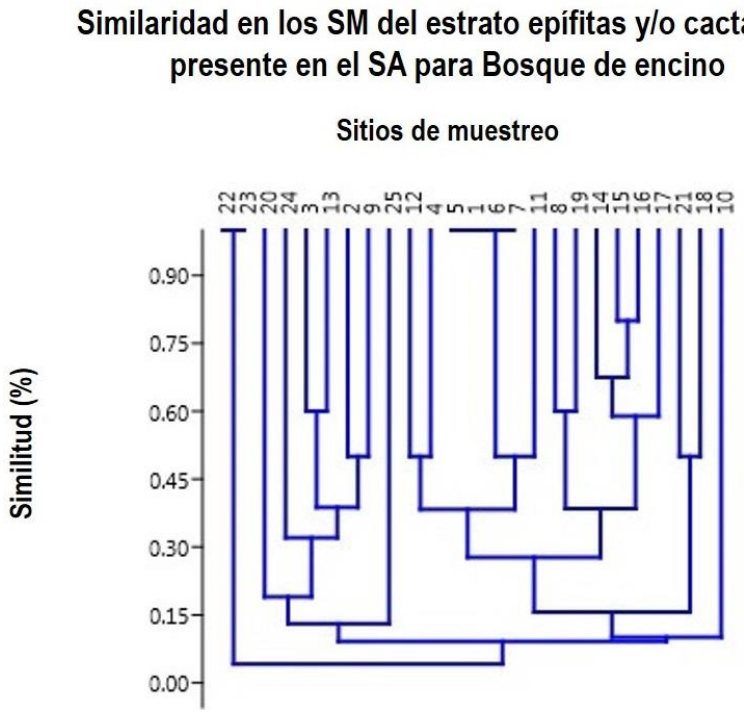


Figura IV.90. Dendrograma de similitud del estrato epífitas y/o cactáceas construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia para BE en el área del SA.

Para el estrato epífitas y/o cactáceas de acuerdo a los valores obtenidos a partir del índice de similitud de Jaccard, es similar al estrato arbóreo, el cual podemos decir que los sitios 22 y 23 comparten la menor similaridad con el resto de los sitios muestreados con un porcentaje del 0% con respecto a las especies presentes para este estrato, debido a que este presenta una sola especie. Así mismo el sitio 1 tiene mayores valores de similitud entre sí con los sitios 5, 6 y 7, y los sitios 22 y 23 con un porcentaje del 100%, porque comparten las mismas especies, como se puede corroborar en el siguiente cuadro:

Cuadro IV.77. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato epífitas y/o cactáceas para BE en el área del SA.

SITIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	1	0	0	0.500	1	1	1	0.200	0	0	0.50	0.25	0	0.333	0.25	0.2	0.2	0.5	0.333	0	0	0	0	0	0
2		1	0.4	0	0	0	0	0.17	0.50	0	0	0.200	0.25	0	0	0	0	0	0.25	0.5	0	0	0	0.5	0
3			1	0.17	0	0	0	0.250	0.50	0.20	0.167	0.50	0.6	0.333	0.286	0.25	0.25	0	0.333	0.2	0	0.2	0.2	0.2	0.2

SITIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
4				1	0.50	0.50	0.50	0.167	0	0	0.33	0.50	0	0.25	0.2	0.167	0.167	0.333	0.25	0	0	0.5	0.5	0	0
5					1	1	1	0.20	0	0	0.500	0.25	0	0.333	0.25	0.2	0.2	0.5	0.333	0	0	0	0	0	0
6						1	1	0.20	0	0	0.50	0.25	0	0.333	0.25	0.2	0.2	0.5	0.333	0	0	0	0	0	0
7							1	0.20	0	0	0.50	0.25	0	0.333	0.25	0.2	0.2	0.5	0.333	0	0	0	0	0	0
8								1	0.13	0.20	0.167	0.286	0.143	0.333	0.5	0.429	0.25	0.167	0.6	0.2	0	0	0	0	0
9									1	0	0.20	0.33	0.4	0.167	0.143	0.286	0.286	0	0.167	0.25	0	0	0	0.25	0.25
10										1	0	0	0.333	0.333	0.25	0.2	0.2	0	0.333	0	0	0	0	0	0
11											1	0.50	0.25	0.667	0.5	0.4	0.4	0.333	0.25	0	0	0	0	0	0.5
12												1	0.167	0.4	0.333	0.286	0.286	0.2	0.4	0.25	0	0.25	0.25	0	0.25
13													1	0.5	0.4	0.333	0.333	0	0.2	0	0	0	0	0.333	0.333
14														1	0.75	0.6	0.6	0.25	0.5	0	0	0	0	0	0.333
15															1	0.8	0.5	0.2	0.4	0	0	0	0	0	0.25
16																1	0.667	0.167	0.333	0	0	0	0	0	0.2
17																	1	0.167	0.333	0	0	0	0	0	0.2
18																		1	0.25	0	0.5	0	0	0	0
19																			1	0.333	0	0	0	0	0
20																				1	0	0	0	0	0
21																					1	0	0	0	0
22																						1	1	0	0
23																							1	0	0
24																								1	0
25																									1

IV.3.1.2.1.5.3 DIVERSIDAD GAMMA

Para este apartado se presenta en la vegetación con respecto al AP, derivado de que se hacen comparativos entre el (SA, AI y el AP).

IV.3.1.2.1.6 BIODIVERSIDAD

A lo largo del territorio mexicano pueden encontrarse casi todos los tipos de vegetación que existen en el mundo (CONABIO 2006); en ellos habitan miles de especies de diversos grupos taxonómicos, muchos de los cuales muestran una alta variabilidad genética. Todo esto convierte a México en uno de los llamados países "megadiversos", honor que comparte con Brasil, Perú, Indonesia, China y Colombia, entre otros. No obstante, al igual que en muchas regiones del mundo, la biodiversidad de nuestro país encara numerosas e importantes amenazas que afectan a este importante capital natural y que ponen en riesgo su futuro, junto con los servicios ambientales que son indispensables para la vida y el desarrollo de la sociedad[xxviii].

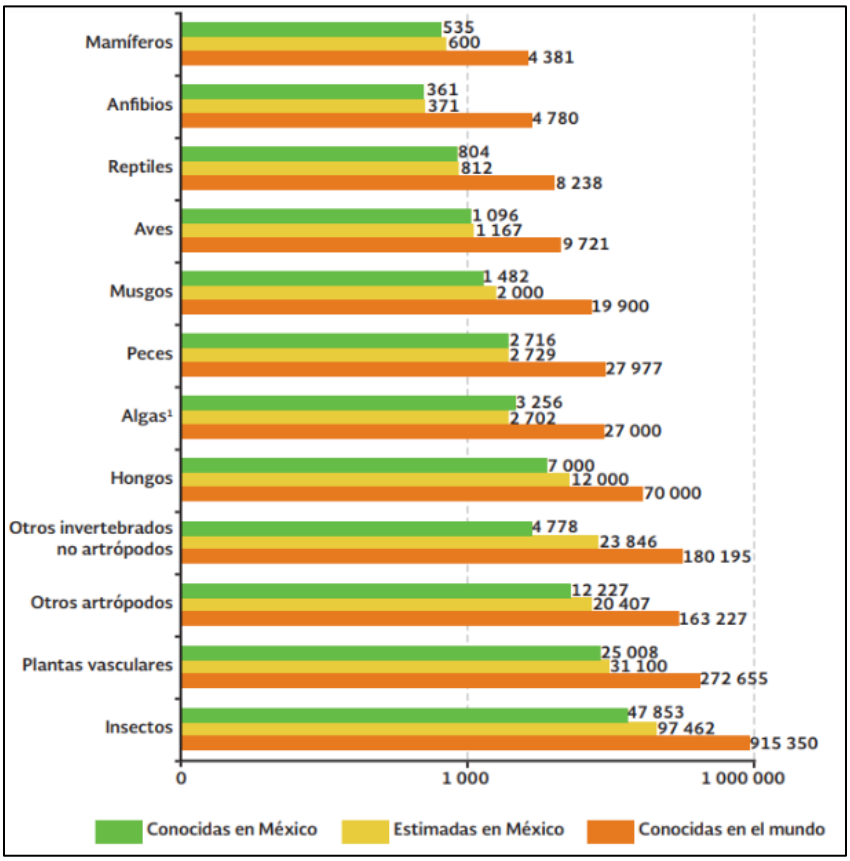


Imagen IV.7. Diversidad de especies en el mundo y México.

México es uno de los países más diversos del planeta desde el punto de vista biológico. Su compleja fisiografía e historia geológica y climática, principalmente, han creado una variada gama de condiciones que hacen posible la coexistencia de especies de origen tropical y boreal, y que también han permitido, al paso del tiempo, una intensa diversificación de muchos grupos taxonómicos en las zonas continentales de su territorio y a lo largo de sus zonas costeras y oceánicas (Espinosa et al., 2008). De este modo, en los tres niveles en los que se estudia la biodiversidad (ecosistemas, especies y genes), México posee una riqueza especialmente importante.

En el mundo se han descrito hasta la fecha entre 1.7 y 2 millones de especies, aunque algunos estudios sugieren que esta cifra podría incrementarse en el futuro con la descripción de nuevas especies entre los 5 y los 30 millones (May, 1988; CBD, 2002). A pesar de representar tan sólo 1.5% de la superficie terrestre del planeta, se estima que en México habita entre 10 y 12% de las especies del mundo[xxix].

Uno de los principales impactos en la pérdida de biodiversidad es la presencia de especies invasoras, las cuales se ha considerado en los últimos años como una de las principales causas de la pérdida de biodiversidad a nivel global. Las especies invasoras afectan a las especies nativas de flora y fauna a través de la competencia, depredación, transmisión de enfermedades, modificación del hábitat y cambios en el funcionamiento de los ecosistemas[xxx]. Si se observa la riqueza de especies por grupo taxonómico a nivel de entidad federativa, resulta claro que ni la riqueza, ni el conocimiento de las especies se distribuyen homogéneamente a lo largo del territorio. Existen zonas particularmente ricas en especies en las que también se ha hecho un mayor esfuerzo de colecta: por ejemplo, en el sureste, los estados de Oaxaca, Veracruz y Chiapas son los más ricos a nivel nacional en especies de vertebrados, plantas vasculares y artrópodos.

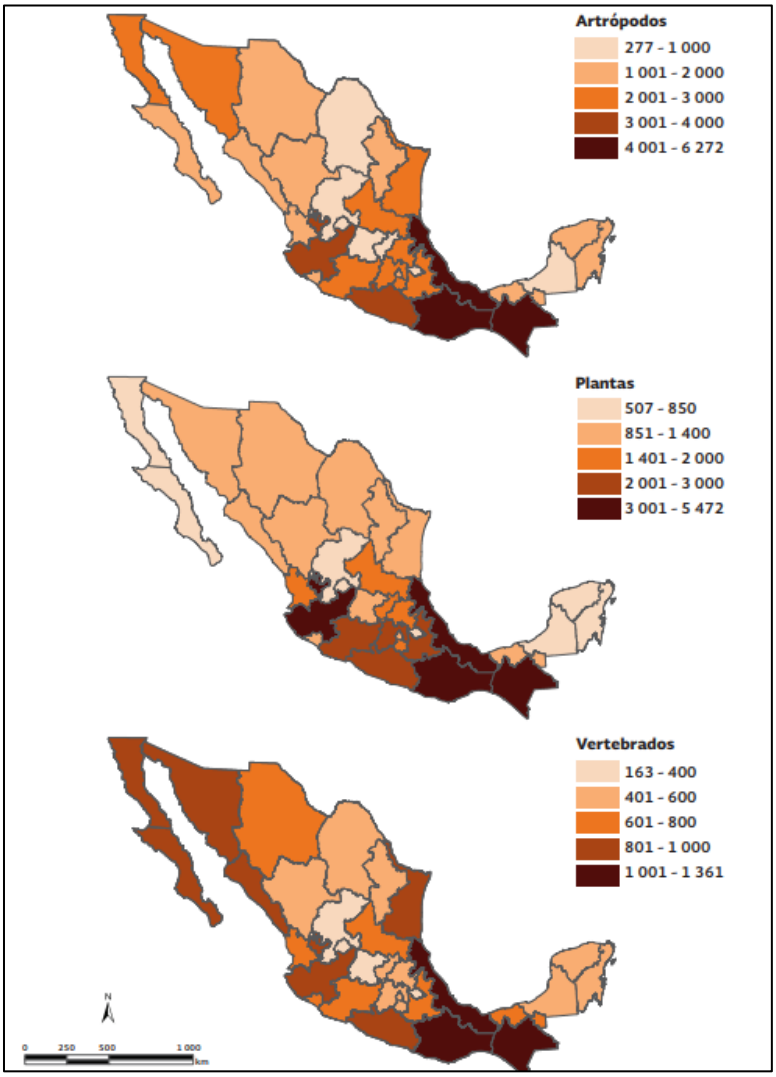


Imagen IV.8. Diversidad de especies en México[xxxi].

Las actividades que impulsan el desarrollo de la sociedad ejercen una fuerte presión sobre los ecosistemas naturales, afectando a las especies que los integran, su estructura y la persistencia y calidad de los servicios ambientales que brindan. Los principales factores que amenazan la biodiversidad son el cambio de uso del suelo (impulsado principalmente por las actividades agropecuarias), el crecimiento demográfico y de infraestructura (construcción de carreteras, redes eléctricas y represas), la sobreexplotación e uso ilegal de los recursos naturales, los incendios forestales, la introducción de especies invasoras y el cambio climático global.

Como resultado de estas y otras presiones, la NOM-059-SEMARNAT-2010 reconoce actualmente 2 mil 583 especies mexicanas en alguna condición de riesgo, siendo las plantas el grupo más afectado (939 especies, entre angiospermas y gimnospermas), seguido por los mamíferos (126 especies) y las aves (108 especies).

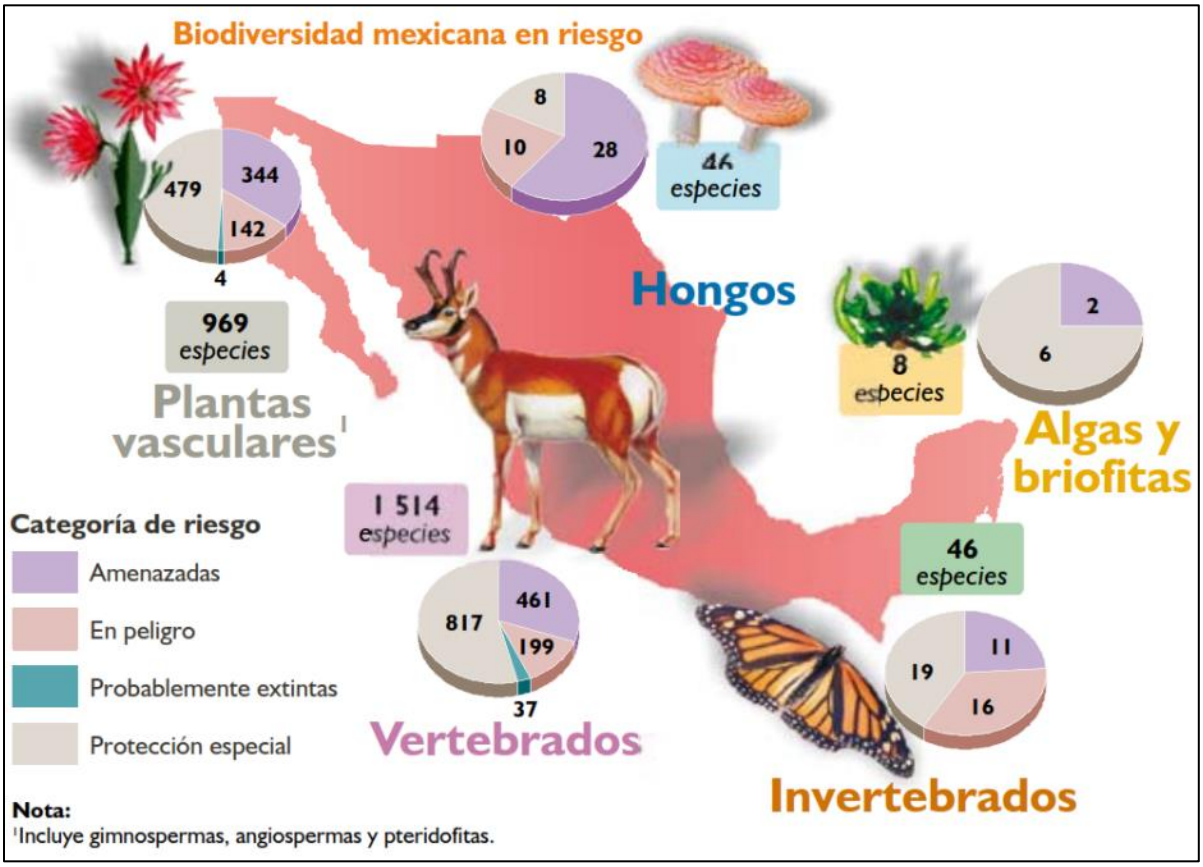


Imagen IV.9. Biodiversidad mexicana en riesgo[xxxii].

Entre 1993 y 2002, México perdió cerca de 2.5 millones de hectáreas de bosques, 837 mil de matorrales xerófilos, 836 mil de selvas y 95 mil hectáreas de humedales. El país conserva sin perturbación menos de 20% de sus selvas, 47% de sus bosques, 70% de sus matorrales y 34% de pastizales.

Para 2005, se reconocían 780 especies invasoras: 647 plantas, 75 peces, 2 anfibios, 8 reptiles, 30 aves y 2 invertebrados. Entre 1995 y 2003, la extracción ilegal de especímenes y productos de la vida silvestre mantuvo una tendencia creciente: pasó de 79 a 131 piezas por operativo de aseguramiento en ese periodo.

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

En los tres niveles en los que se considera a la biodiversidad (genes, especies y ecosistemas), México es un país importante. A nivel de especies, aproximadamente 10% de las que existen en el planeta se encuentran en su territorio, lo que lo convierte en uno de los países llamados "megadiversos". Conservadoramente se ha estimado que 200 mil especies podrían habitar en el país. En lo que a ecosistemas se refiere, México y Brasil son los países más ricos de Latinoamérica y la región del Caribe, seguidos por Colombia, Argentina, Chile y Costa Rica. Sin embargo, si se toma en cuenta el número de ecorregiones, México es el país más diverso de la zona. A nivel mundial, tan sólo China e India rivalizan con México en la diversidad de su cubierta vegetal. Además del alto número de especies y ecosistemas, México es también uno de los centros de origen y domesticación más importantes del mundo, en el que al menos 120 especies de plantas han sido domesticadas (entre ellas algunas de importancia alimentaria mundial, como el maíz, el frijol y el jitomate).

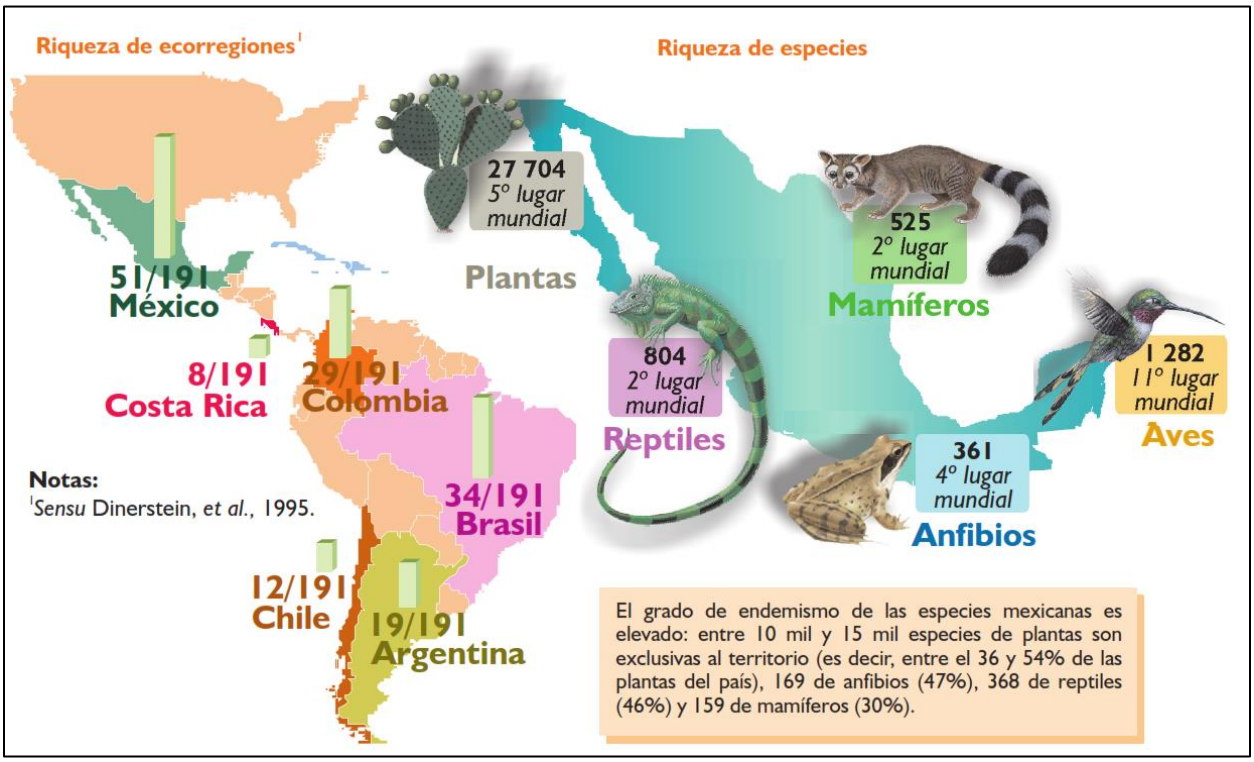


Imagen IV.10. Diversidad biológica en el mundo y México[xxxiii].

La diversidad y la composición florística son atributos de las comunidades que permiten su comprensión y comparación. El concepto de diversidad tiene dos componentes principales: la riqueza de especies y la equitatividad. El primero se refiere al número de especies en una comunidad y el segundo a las proporciones relativas de cada especie, teniendo en cuenta que puede haber especies dominantes y especies raras en una comunidad. Por su parte, la composición florística se entiende como la enumeración de las especies de plantas presentes en un lugar, usualmente teniendo en cuenta su densidad y su distribución.

A continuación, se presenta la composición florística para el área del SA:

Para el caso de árboles se presentó la presencia de 25 especies, 16 géneros y 14 familias; para arbustos se presentó la presencia de 17 especies, 15 géneros y 9 familias; para las hierbas se encontraron 10 especies en 10 géneros y 6 familias, por ultimo para epifitas y/o cactáceas se presentan 11 especies, en 4 géneros y 3 familias. De manera general las familias con mayor riqueza de especies fueron Agavaceae (4 especies), Asteraceae (9 especies), Cactaceae (4 especies), Fagaceae (9 especies) y Poaceae (5 especies), que concentraron 49.2% del total de las especies encontradas. Los cuatro estratos (arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífitas y/o cactáceas) reportados para el SA, se encuentran distribuidos en 29 familias, 45 géneros y 63 especies de flora silvestre. Las especies con las mayores densidades de los cuatro estratos fueron: *Quercus microphylla* (356 individuos), *Ageratina astellera* (742 individuos), *Piptochaetium angustifolium* (54,211 individuos) y *Opuntia huajuapensis* (57 individuos). La diversidad y equitatividad de acuerdo con el índice de Shannon – Wienner por estrato son: arbóreo con un valor de **H= 1.9446** y una **H. máx= 3.2189**, arbustivo con un valor de **H= 2.4272** y una **H. máx= 2.8332**, herbáceo con un valor de **H= 1.6076** y una **H. máx= 2.3026** y por ultimo para epífitas y/o cactáceas con un valor **H= 1.9915** y una **H. máx= 2.3979**; respectivamente, valores que indican que la comunidad vegetal tiene una diversidad que va desde baja con un estado pobre con perturbación a media en un estado de conservación moderado.

IV.3.1.2.1.6.1 ÁREAS DESTINADAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

En México y el mundo, las estrategias implementadas para proteger a la biodiversidad se han orientado principalmente a dos de sus niveles de estudio: el de especies y el de ecosistemas. La creación de ANP ha sido desde el siglo pasado una de las principales estrategias empleadas en el ámbito global para la conservación de los ecosistemas naturales y sus especies. Éstas son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados (CONANP, 2012)[xxxiv]. Para 2011, se contabilizaban 174 ANP y una superficie protegida ligeramente superior a los 25.5 millones de hectáreas, de las cuales 20.7 millones correspondían a zonas terrestres y poco más de 4.8 millones de hectáreas a zonas marinas.

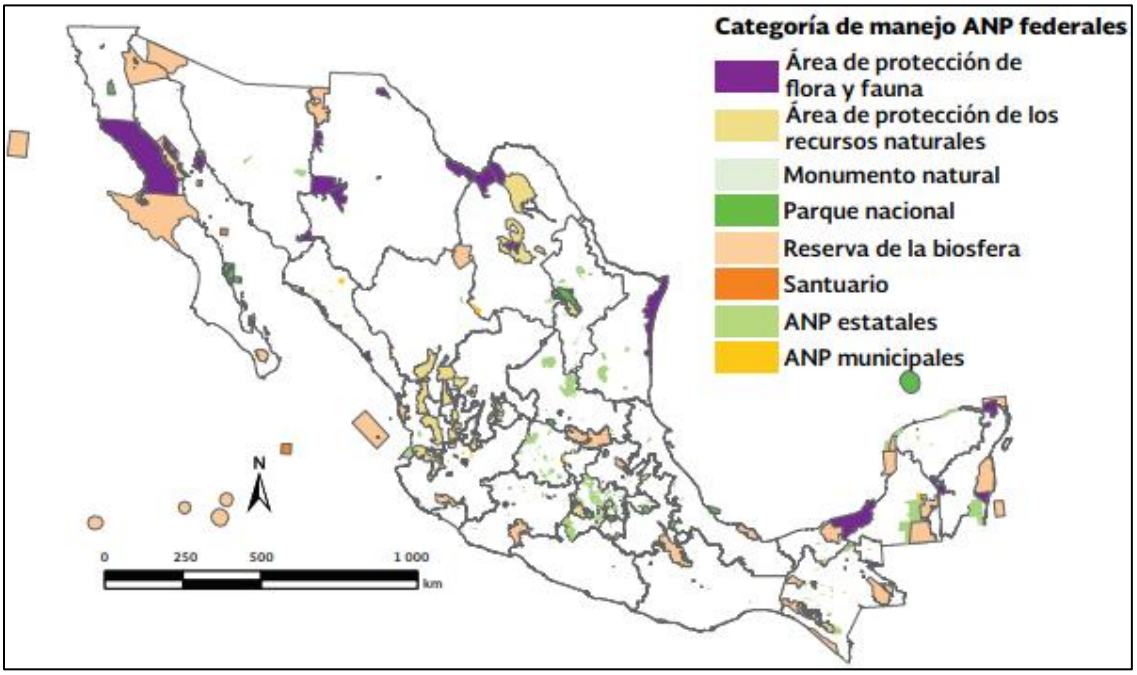


Imagen IV.11. Áreas Naturales Protegidas federales, estatales y municipales de México, 2009 y 2011[xxxv].

Otra de las estrategias implementadas para proteger a la biodiversidad son los Humedales RAMSAR, que es la Convención de Humedales de Importancia Internacional, firmada en la ciudad iraní de Ramsar en 1971, es un tratado intergubernamental que constituye el marco para la acción nacional y la cooperación internacional en favor de la conservación y uso racional de los humedales de importancia mundial y de sus recursos dentro de los territorios de los países firmantes. La Convención considera como humedales a todas las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o las superficies cubiertas de agua de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros (Ramsar, 2006)[xxxvi]. México se adhirió a la Convención el 4 de julio de 1986, en un esfuerzo encaminado a proteger y conservar sus humedales.

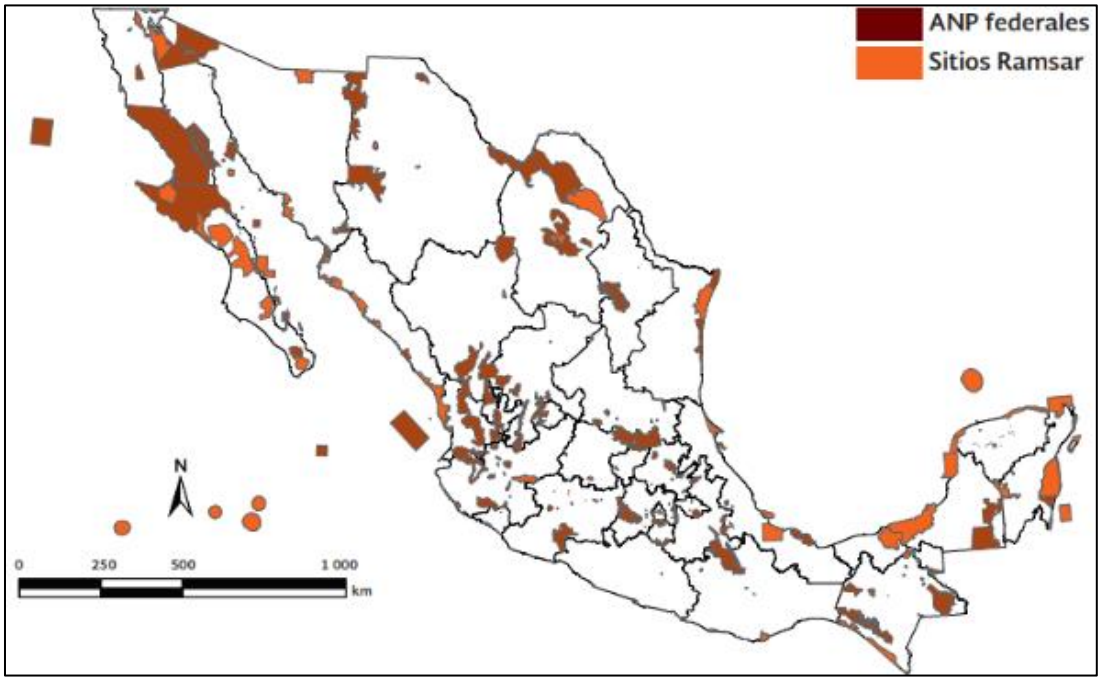


Imagen IV.12. Sitios Ramsar y áreas naturales protegidas federales en México, 2012[xxxvii].

Con respecto al Programa de Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad, impulsado por la CONABIO, que aunque no se constituye como un instrumento normativo de planificación ni de regulación ambiental, sí permite caracterizar algunas partes del territorio que destacan por su importancia en materia de biodiversidad. La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) llevó a cabo un programa para identificar y diagnosticar regiones prioritarias para la conservación con base en su alta diversidad e integridad ecológica. Como resultado se identificaron 151 regiones prioritarias terrestres, 70 marinas y 110 en aguas continentales. Las regiones terrestres prioritarias (RTP) cubren una superficie aproximada de 505 mil kilómetros cuadrados, predominando en ellas los bosques de coníferas y encinos, los matorrales y las selvas húmedas.

Sin embargo, una proporción importante de la cubierta vegetal de las RTP es vegetación secundaria (cerca de 11.6 millones de hectáreas, 22.5% de la superficie). En relación con las regiones prioritarias marinas (RPM), 43 se localizan en el Pacífico y 27 en el Golfo de México y el Mar Caribe, aunque si se compara la superficie total, las regiones prioritarias del Pacífico abarcan apenas 40% de la superficie de las RPM. En poco más de 60% de las RPM se ha podido identificar con claridad la existencia de amenazas sobre la biodiversidad. Para el caso de las regiones prioritarias en aguas continentales (RHP), 75% tienen una alta riqueza biológica y 70% sufren serias amenazas a la biodiversidad. Su principal problemática es la sobreexplotación del agua, la desertificación, el deterioro de los sistemas acuáticos, su contaminación, eutrofización y la introducción de especies exóticas.

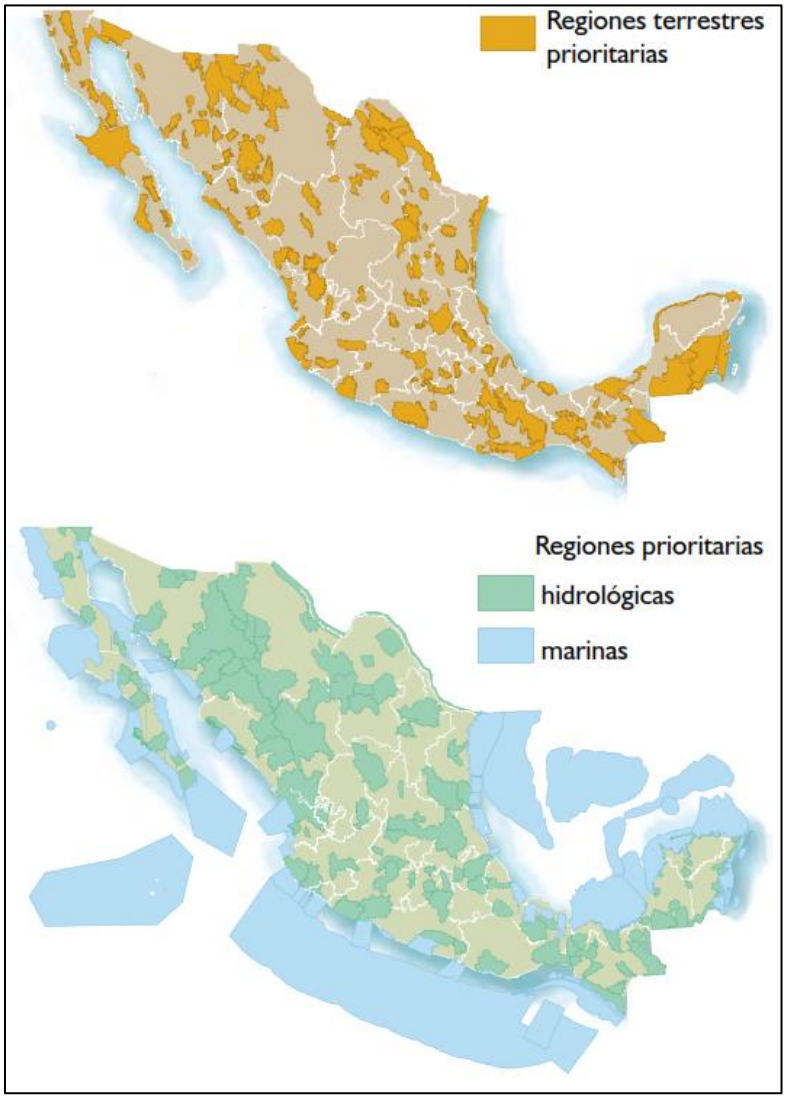


Imagen IV.13. Regiones prioritarias en México[xxxviii].

Las Ecorregiones Terrestres de México propuestas por INEGI y CONABIO son un insumo de la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad para evaluar la diversidad de ecosistemas del país. Las ecorregiones o biorregiones son áreas con características fisiográficas, biológicas e históricas comunes, sustanciales para la planeación de prioridades de conservación en el ámbito global y regional. Las ecorregiones de México se encuentran comprendidas dentro de 14 biomas o regiones globales que representan el hábitat de muchas especies, principalmente aquellas que requieren de zonas amplias para mantener sus poblaciones viables, por ejemplo, depredadores como jaguares, pumas o aves rapaces. El modelo de ecorregiones terrestres de INEGI-CONABIO las divide en cuatro escalas anidadas, que agrupan unidades similares desde el nivel de bioma, como desiertos y bosques, hasta unidades definidas por características geomorfológicas, tipos de vegetación y composición de especies[xxxix].



Imagen IV.14. Ecorregiones terrestres en México[xl].

La riqueza de las aguas marinas y costeras de América del Norte no tiene parangón. Estos ricos repositorios de biodiversidad sustentan nuestra calidad de vida, nuestras economías y buena parte de nuestra identidad cultural. Desde las prolíficas zonas de los Grandes Bancos de Terranova hasta el arrecife de coral mesoamericano, de diversidad excepcional, Canadá, Estados Unidos y México comparten una vasta gama de ecosistemas: una red subcontinental de vida, interconectada, dinámica y maravillosa. Sin embargo, al contemplar la región en su conjunto, esta sorprendente colección de vida marina, ya amenazada por la contaminación procedente de tierra firme, la sobrepesca y las especies invasoras, entre muchos otros factores de deterioro, enfrenta ahora nuevos desafíos derivados de condiciones climáticas que cambian a gran velocidad. Más aún, gran parte del daño ocurre oculto de nuestra mirada, bajo el manto engañoso de la inmutable superficie oceánica[xli].

Las Ecorregiones Marinas pueden contribuir en: apoyar la generación, ejecución y coordinación de mandatos, convenciones, políticas y leyes nacionales e internacionales; respaldar las metas de conservación de los diversos grupos de interés, y proporcionar información a la ciudadanía, organismos no gubernamentales, industrias y gobiernos. Asimismo, tiene la intención de apoyar actividades de investigación, educación y sensibilización, así como de inventario y monitoreo, y otros esfuerzos de planificación. Se espera que las ecorregiones delimitadas sirvan de base para las iniciativas de cooperación de América del Norte en materia de resguardo y manejo ambiental. Además de emplearse como punto de referencia para la realización de evaluaciones periódicas de los ecosistemas y sus hábitats, especies y otros componentes ambientales, la definición de ecorregiones marinas puede también ayudar a precisar zonas representativas y cruciales del medio ambiente marino mediante una red de áreas marinas protegidas y áreas de conservación especiales: a su vez, piedras angulares de las estrategias ecosistémicas de conservación y desarrollo sustentable. A la fecha se han identificado 12 regiones marinas en el mundo subdivididas en 62 provincias marinas, que a su vez incluyen 232 ecorregiones marinas. Las regiones marinas son: Ártico, Atlántico norte templado, Pacífico norte templado, Atlántico tropical, Indo-Pacífico occidental, Indo-Pacífico central, Indo-Pacífico oriental, Pacífico tropical oriental, Sud América templada, Sudáfrica templada, Australasia templada y Océano sur.

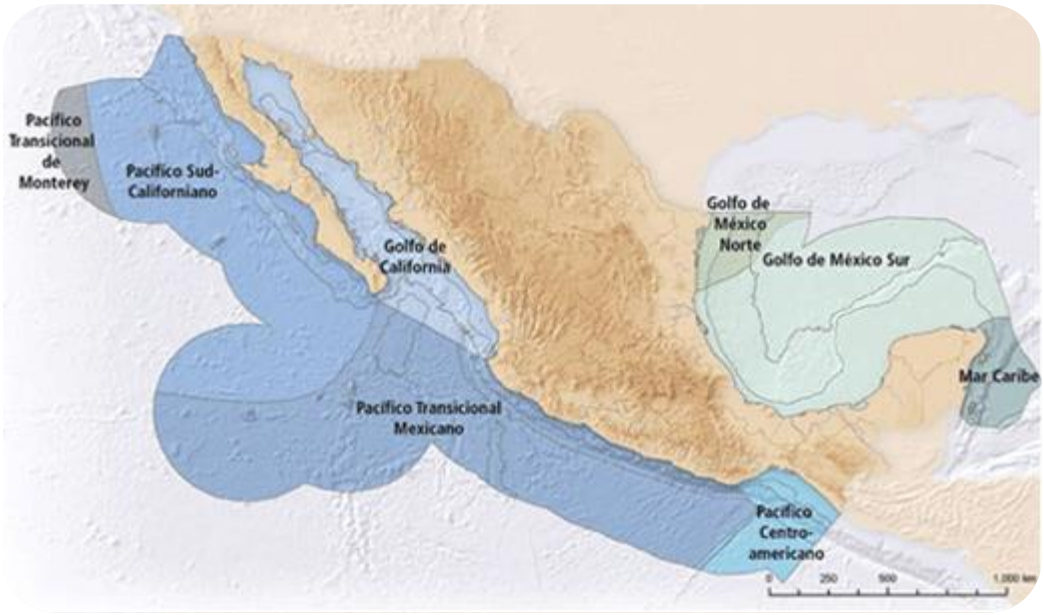


Imagen IV.15. Ecorregiones marinas en México[xlii].

A continuación se presenta un plano de las áreas de conservación para el SA, en el cual se observan a que distancia se encuentra de alguna área destinada para la conservación de la biodiversidad o si está dentro de alguna.

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) - SA

*Con respecto al SA no se encuentran dentro de ninguna AICA; las más cercanas se encuentran a 3.13 km conocida como **La Malinche**, a 26.2 km conocida como **Presa de Valsequillo** y a 30.68 km conocida como **Valle de Tehuacan-Cuicatlan**.*

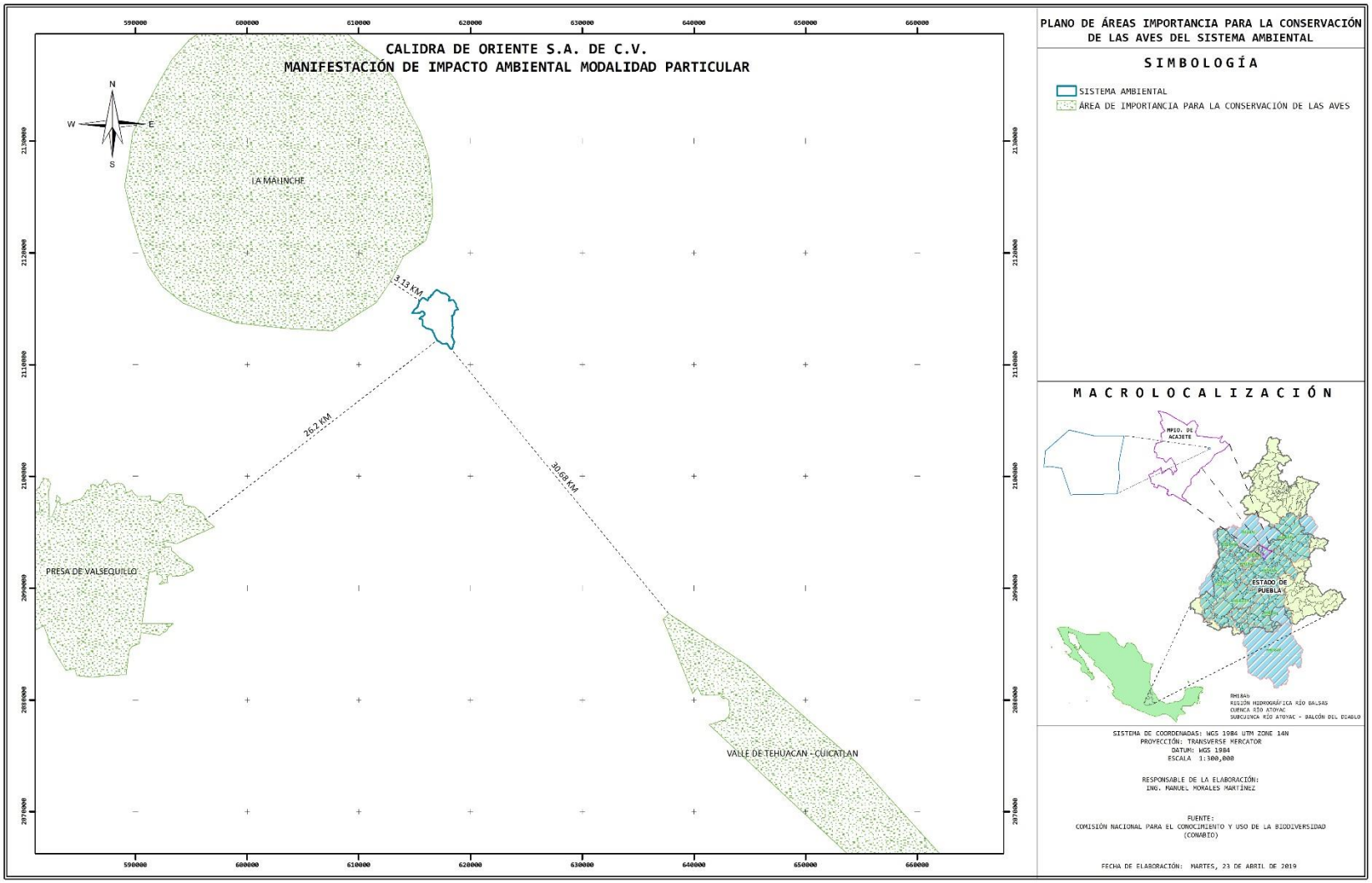


Figura IV.91. AICA'S cercanas al SA.

Áreas Naturales Protegidas (ANP) - SA

Con respecto al SA no se encuentran dentro de ninguna ANP; las más cercanas se encuentra a 4.96 km conocida como ***La montaña Malinche o Matlalcuéyatl*** *y a 30.68 km conocida como* ***Tehuacan-Cuicatlan****.*

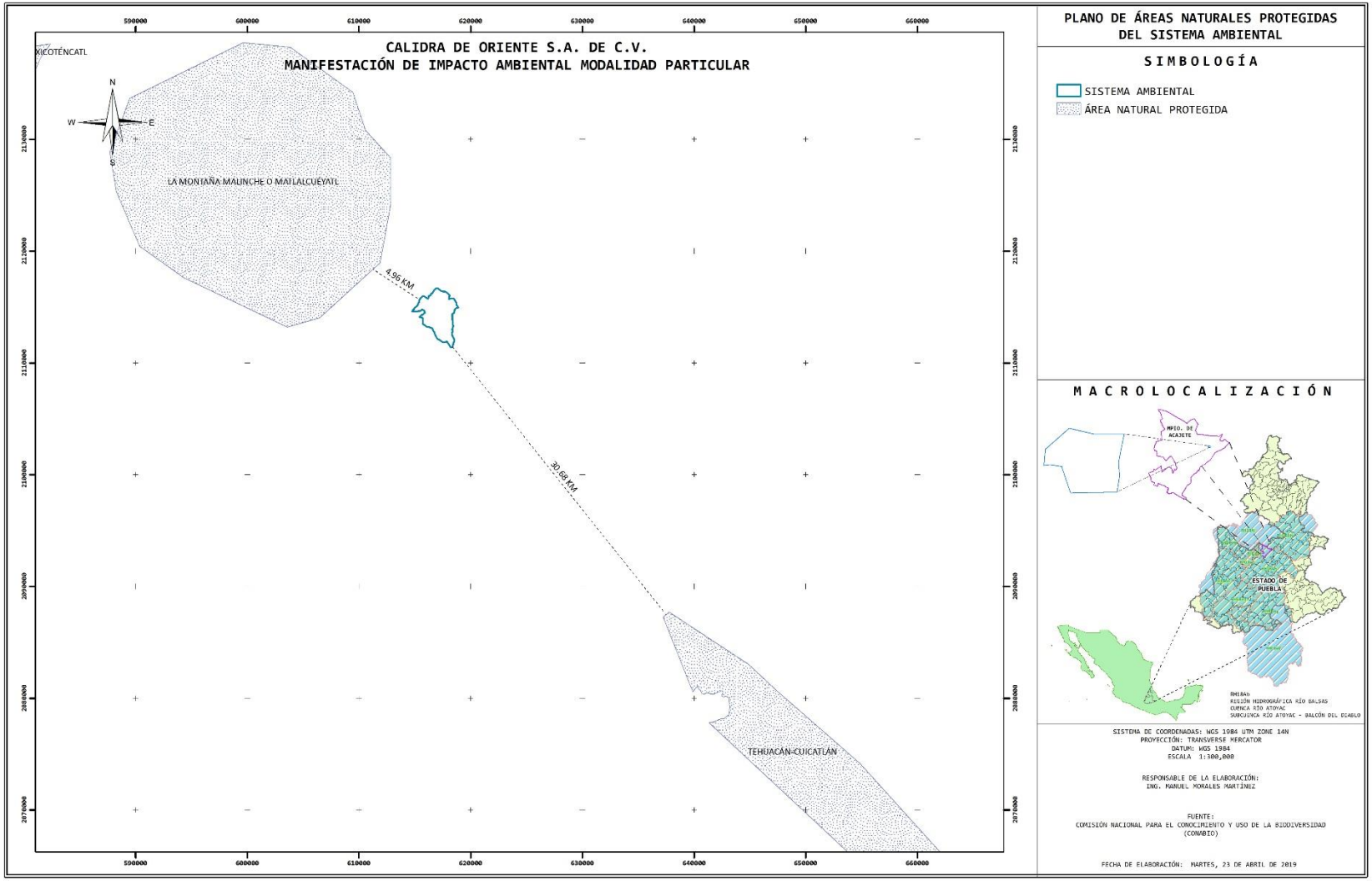


Figura IV.92. ANP'S cercanas al SA.

Corredores biológicos - SA

Con respecto al SA no se encuentran dentro de ningún corredor biológico como se puede apreciar a continuación.

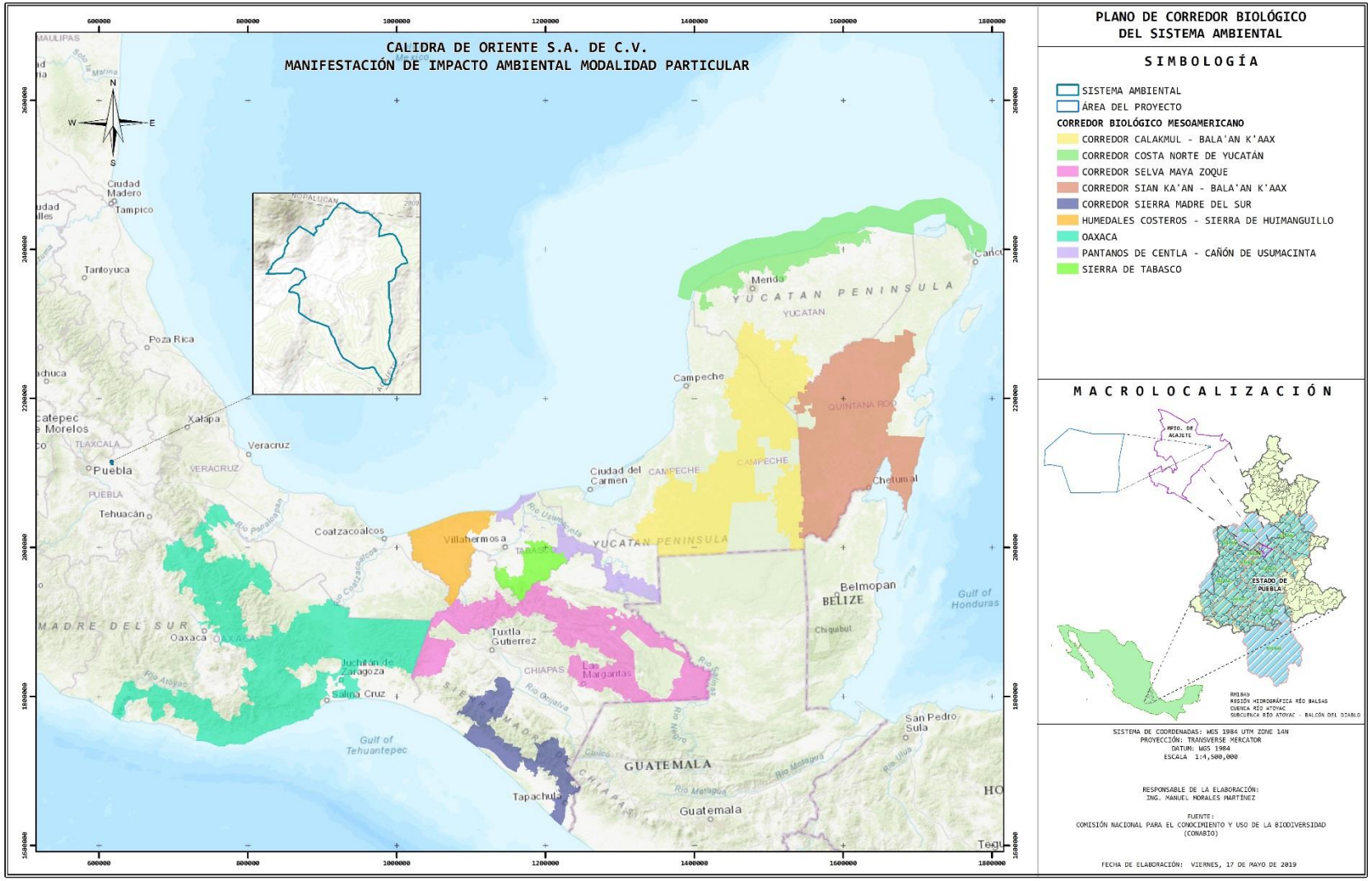


Figura IV.93. Corredores biológicos cercanos al SA.

Ecorregiones terrestres de México - SA

Con respecto al SA se encuentra localizada dentro de la ecorregión terrestre de México en el nivel 4 la cual lleva por nombre ***Lomeríos y sierras con bosques de coníferas, encinos y mixtos*** *con el numeral 13.4.2.2.*

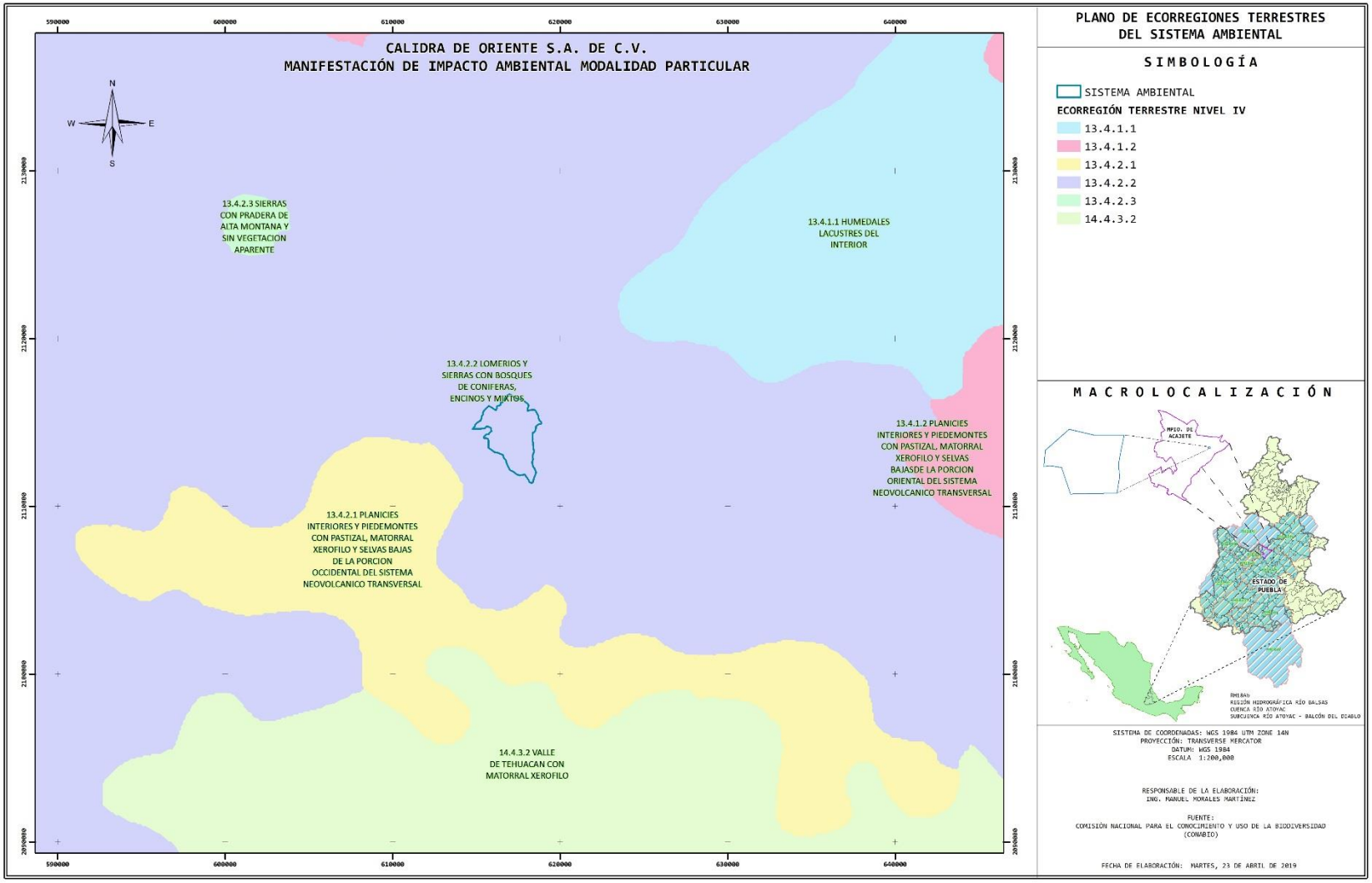


Figura IV.94. Mapa de ubicación del SA dentro de la Ecorregión 13.4.2.2.

Ecorregiones marinas de América del Norte - SA

Con respecto al SA no se encuentran dentro de ninguna ecorregión marina de América del Norte; la más cercana se encuentra a 167.26 km conocida como ***Nerítica Veracruzana*** *con numeral 14.1.1.*

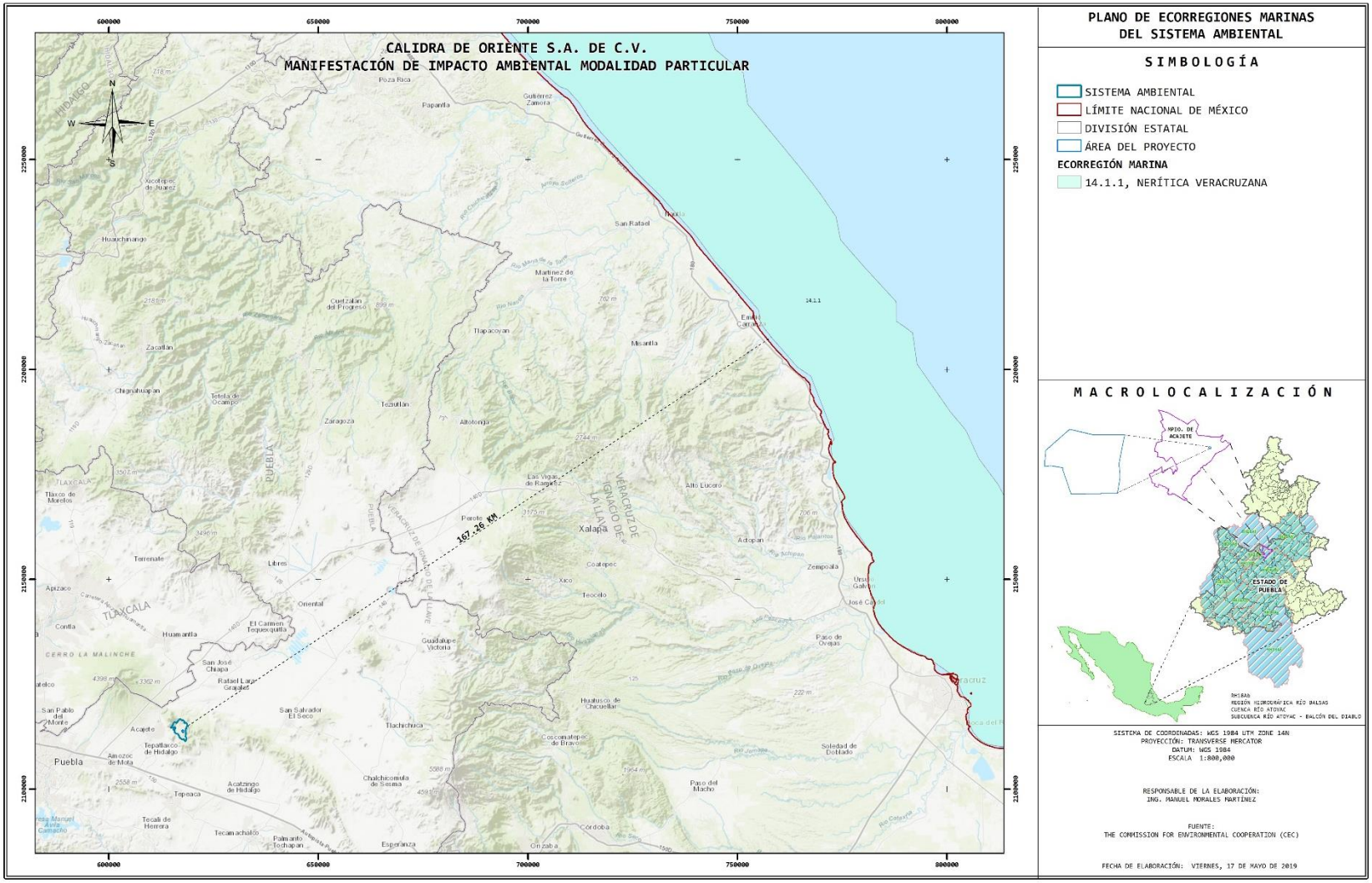


Figura IV.95. Ecorregiones marinas de América del Norte cercanas al SA.

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) - SA

Con respecto al SA se encuentra localizada una parte de la superficie dentro de una RHP, la cual lleva por nombre ***Cuenca Oriental****.*

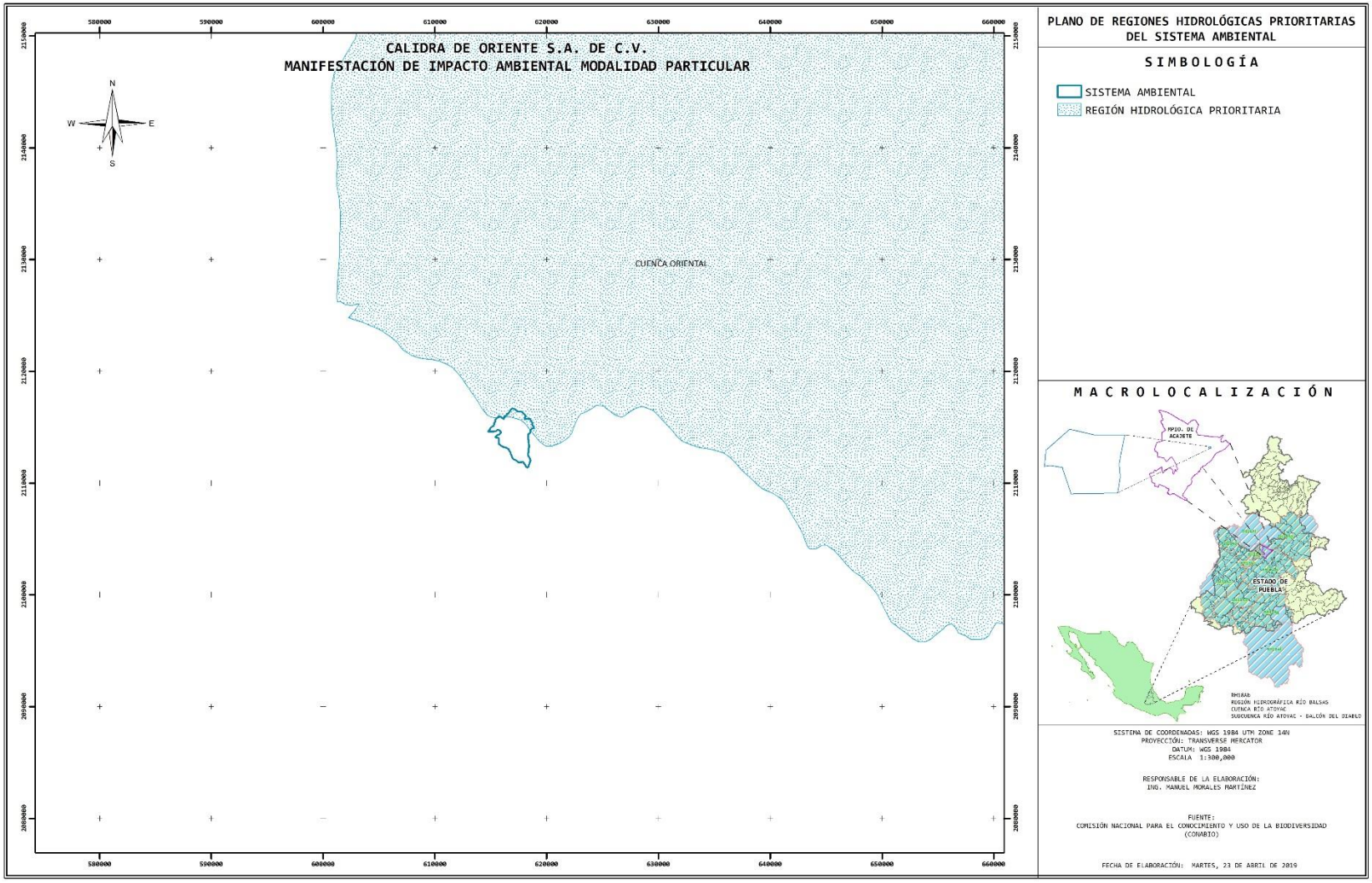


Figura IV.96. Mapa de ubicación del SA dentro de la RHP.

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) - SA

*Con respecto al SA no se encuentran dentro de ninguna RTP; las más cercanas se encuentran a 5.48 km conocida como **La Malinche** y a 30.68 km conocida como **Valle de Tehuacan-Cuicatlan**.*

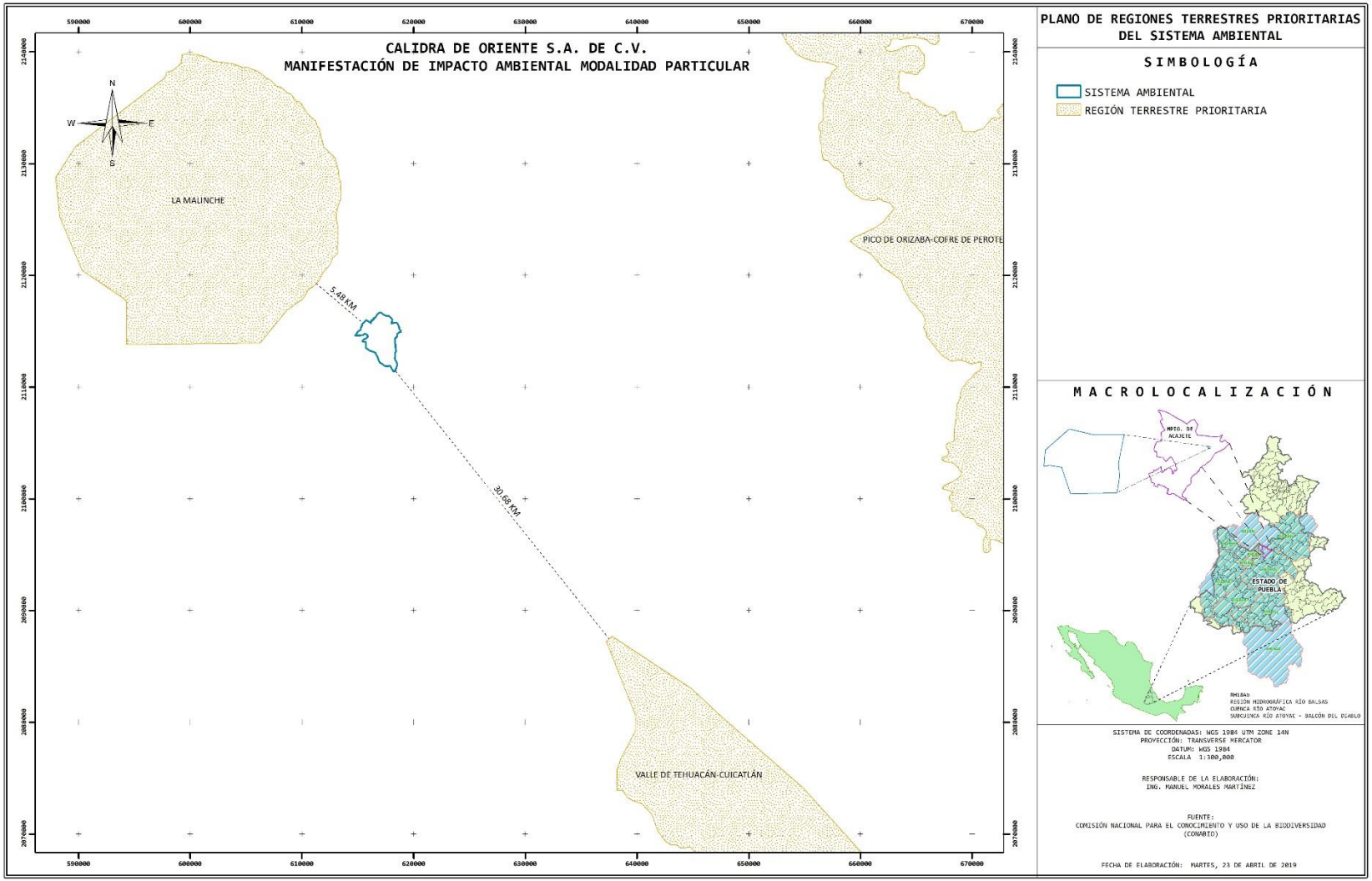


Figura IV.97. RTP'S cercanas al SA.

Sitios RAMSAR - SA

Con respecto al SA no se encuentran dentro de ningún Sitio Ramsar; los más cercanos se encuentran a 26.27 km conocida como ***Presa Manuel Ávila Camacho (Presa Valsequillo)*** *y a 55.09 km conocida como* ***Presa de Atlangatepec****.*

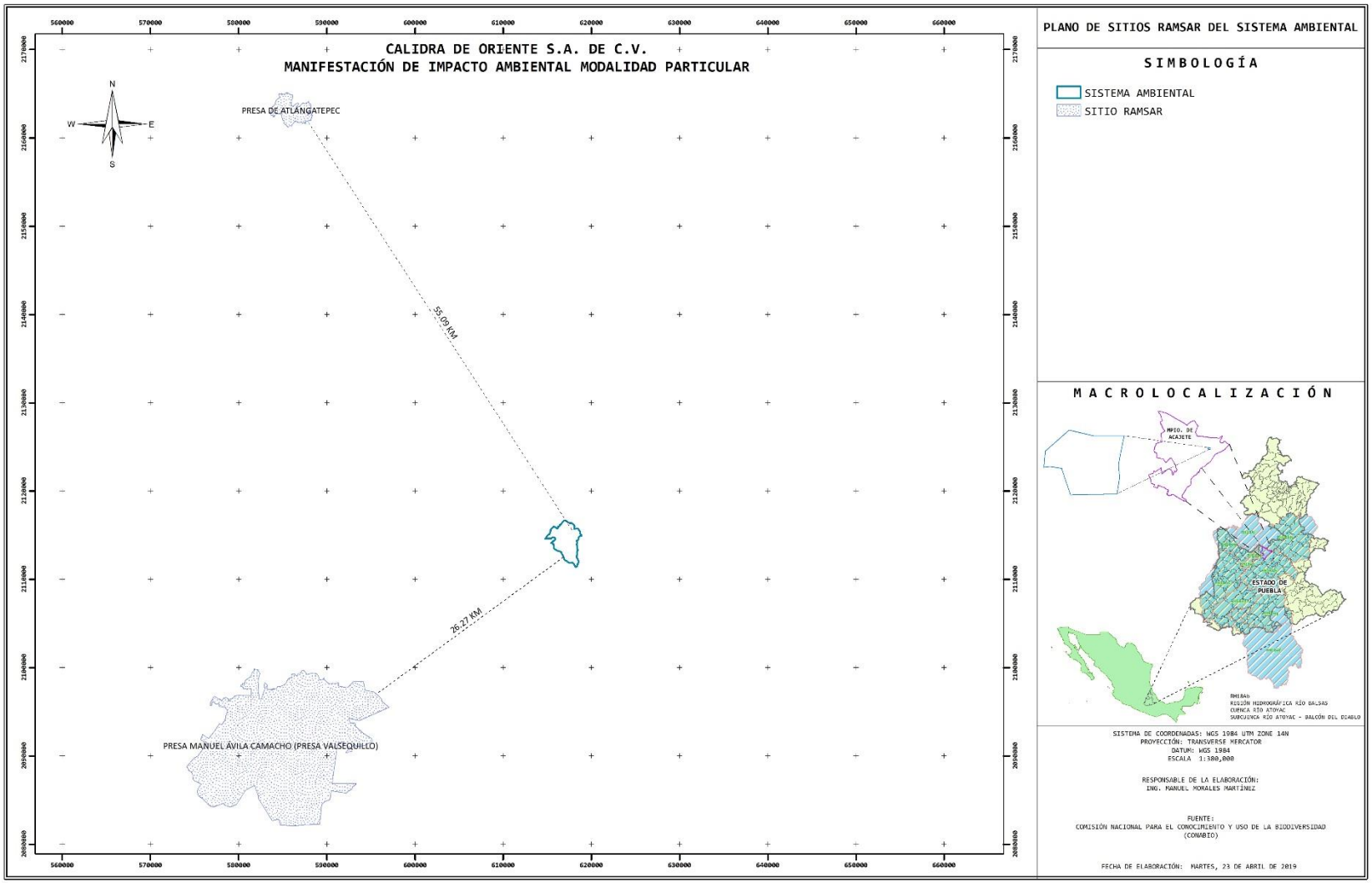


Figura IV.98. Sitios Ramsar cercanas al SA.

IV.3.1.2.1.7 ECOSISTEMAS

Un ecosistema es un conjunto formado por un espacio determinado y todos los seres vivos que lo habitan. Por ello podemos decir que están formados por el medio físico y los seres vivos que en él se encuentran. Los ecosistemas se pueden clasificar en terrestres (bosques, praderas o desiertos) o acuáticos (de agua dulce o de agua salada). Los ecosistemas se consideran como de sostén de la vida sobre el planeta para la especie humana y todas las otras formas de vida. La biología humana tiene una necesidad fundamental de alimento, agua, aire limpio, protección contra la intemperie y relativa estabilidad climática[xliii].

De acuerdo con CONABIO, en su portal Biodiversidad mexicana[xliv] un "**ecosistema**" es el conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico; mediante procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis, y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes. Las especies del ecosistema, incluyendo bacterias, hongos, plantas y animales dependen unas de otras. Las relaciones entre las especies y su medio, resultan en el flujo de materia y energía del ecosistema. El significado del concepto de ecosistema ha evolucionado desde su origen. El término acuñado en los años 1930's, se adscribe a los botánicos ingleses Roy Clapham (1904-1990) y Sir Arthur Tansley (1871-1955). En un principio se aplicó a unidades de diversas escalas espaciales, desde un pedazo de tronco degradado, un charco, una región o la biosfera entera del planeta, siempre y cuando en ellas pudieran existir organismos, ambiente físico e interacciones.



Imagen IV.16. Clasificación de ecosistemas de México de acuerdo a CONABIO.

Más recientemente, se le ha dado un énfasis geográfico y se ha hecho análogo a las formaciones o tipos de vegetación; por ejemplo, matorral, bosque de pinos, pastizal, etc. Esta simplificación ignora el hecho de que los límites de algunos tipos de vegetación son discretos, mientras que los límites de los ecosistemas no lo son. A las zonas de transición entre ecosistemas se les conoce como "**ecotonos**".

Debido a su ubicación geográfica y a su diverso relieve, México tiene una gran diversidad de ecosistemas, que van desde lo más alto de las montañas hasta los mares profundos, pasando por desiertos y arrecifes de coral, bosques nublados y lagunas costeras.



Imagen IV.17. Mapa de ecosistemas de México[xlv].

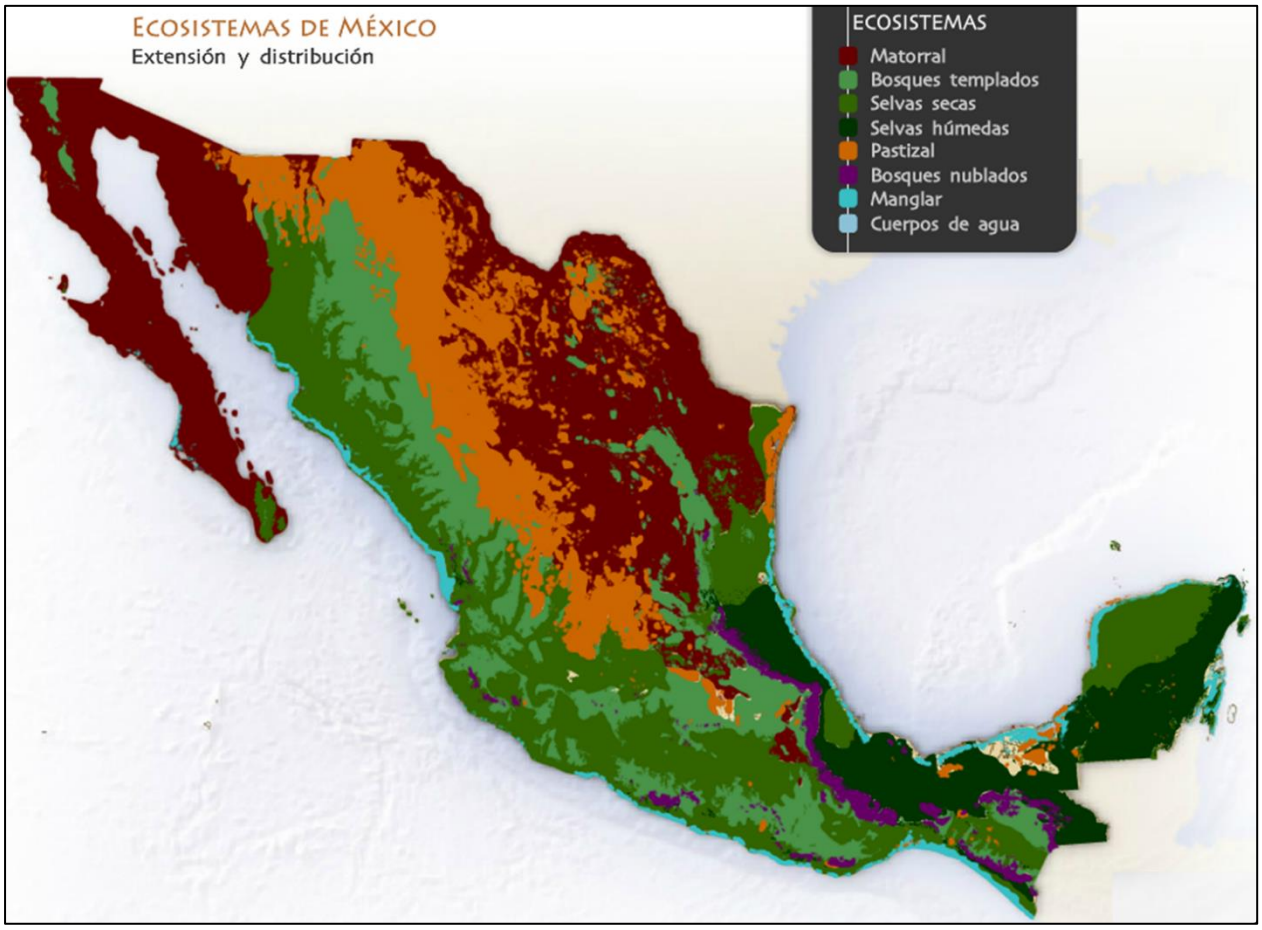


Imagen IV.18. Mapa de ecosistemas potenciales de México[xlvi].

La pérdida y fragmentación del hábitat está considerada como una de las causas principales de la actual crisis de biodiversidad. Los procesos responsables de esta pérdida son múltiples y difíciles de separar (pérdida regional de hábitat, insularización causada por la reducción y el aislamiento progresivo de los fragmentos de hábitat, efectos de borde, etc.)[xlvii].

Con la fragmentación y destrucción de un hábitat se produce un cambio progresivo en la configuración del paisaje que puede definirse adecuadamente mediante las tendencias de cinco variables paisajísticas que cambian simultáneamente y que tienen, en conjunto, una incidencia perniciosa sobre la supervivencia de las especies afectadas:

- Una pérdida regional en la cantidad de hábitat, con la consiguiente reducción del tamaño de las poblaciones de los organismos afectados.
- Una disminución del tamaño medio y un aumento del número de los fragmentos de hábitat resultantes.
- Un aumento de la distancia entre fragmentos, con la consiguiente dificultad para el intercambio de individuos entre las poblaciones aisladas, así como para reponerse, por recolonización, de una eventual extinción.
- Por último, se produce un aumento de la relación perímetro/superficie y, por consiguiente, una mayor exposición del hábitat fragmentado a múltiples interferencias procedentes de los hábitats periféricos, conocidos genéricamente como “matriz de hábitat”.

Aunando a lo anterior, se demuestra en las figuras siguientes que no existe desde el 2007 una fragmentación drástica en sus ecosistemas, esto se valoró con información fehaciente de Google Earth; solo en la figura que hace referencia al año 2007, existía un área que se encontraba provista de vegetación forestal, sin embargo en los últimos años se ha ido modificando esas áreas en mínimos porcentajes dentro del SA, no obstante estos trabajos de desmonte cuentan con autorizaciones para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en materia de impacto ambiental; otra de las causas por la que existe un poco de perdida son los asentamientos urbanos o llamado también crecimiento poblacional.

Sin embargo en la actualidad existen pequeñas superficies de áreas que antes no presentaban vegetación forestal y que se ha ido revegetando y aumentando en masa forestal, y sin olvidar que una de las principales medidas de mitigación que se propone para evitar la pérdida del hábitat y especies es la reforestación y el rescate y reubicación de individuos. Por lo cual se puede aludir que estas se van recuperando con el paso del tiempo. En la figura que hace alusión al año 2007, se presentaba una superficie que se encontraba erosionada, pero en el año con el que se hace el contraste, en estas áreas se han llevado a cabo actividades de obras de conservación para prevenir y contrarrestar que es SA siga degradándose.

Comparado con las áreas donde se pretende hacer el proyecto dentro del SA, derivado de esto no provocara una fragmentación en su ecosistema, porque se establecerá una reforestación en áreas aledañas y se propone un programa de rescate de flora para evitar la pérdida y mortalidad de los individuos.

Como medidas de mitigación para evitar daños al ecosistema y la diversidad que habita estos ecosistemas se propone lo siguiente:

- Como medida de prevención, para evitar la pérdida de especies se proponen un programa de rescate y reubicación de flora silvestre, del AP; en el cual se aplican ciertos criterios para determinar que especies y cuantos individuos son susceptibles para su rescate y posteriormente su reubicación.
- Como medida compensatoria, se propone una reforestación con el fin de no causar más daños al SA y que la fauna silvestre tenga que ser desplazada por estos cambios.

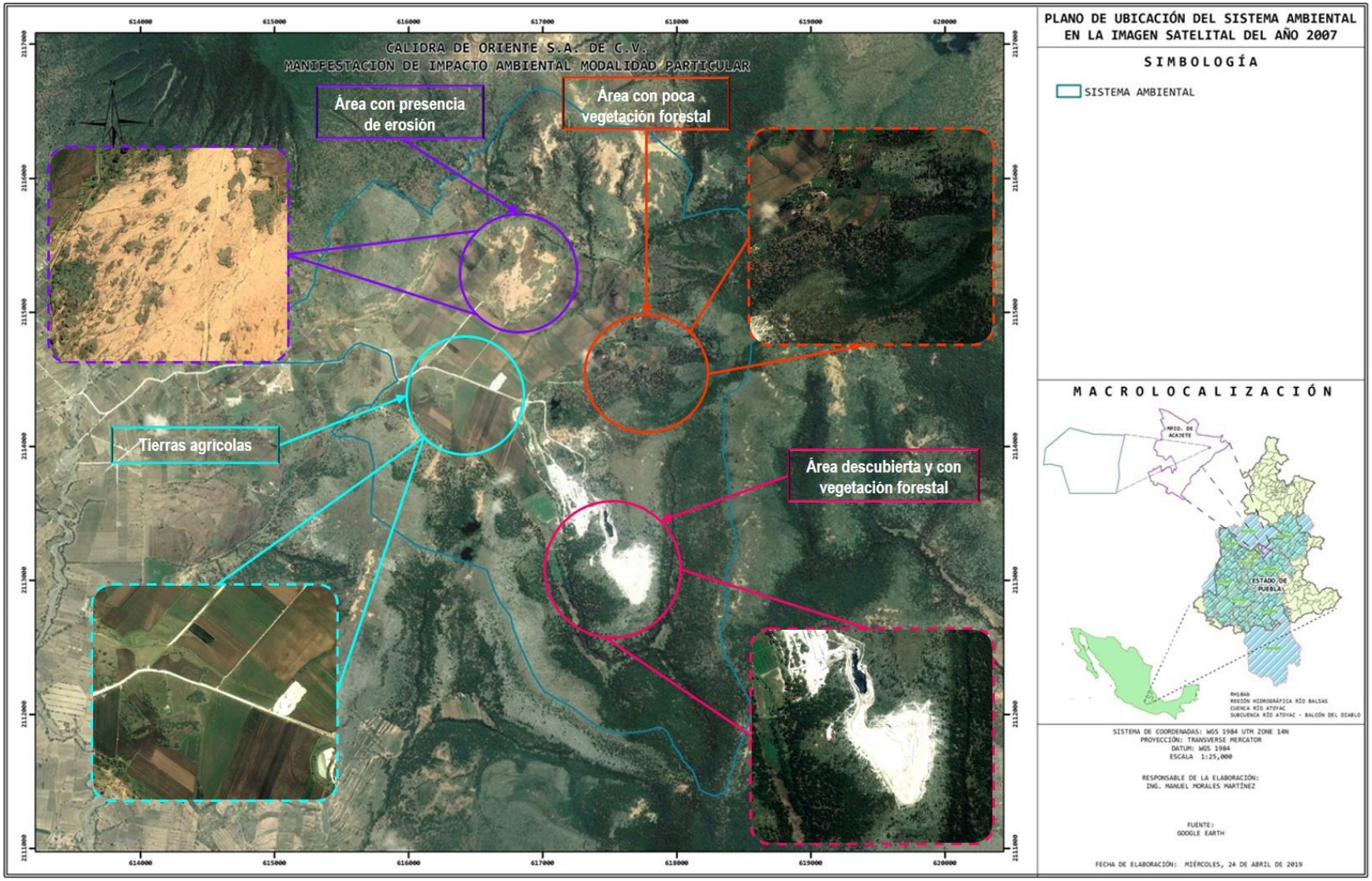


Figura IV.99. Mapa de ubicación del SA año 2007.

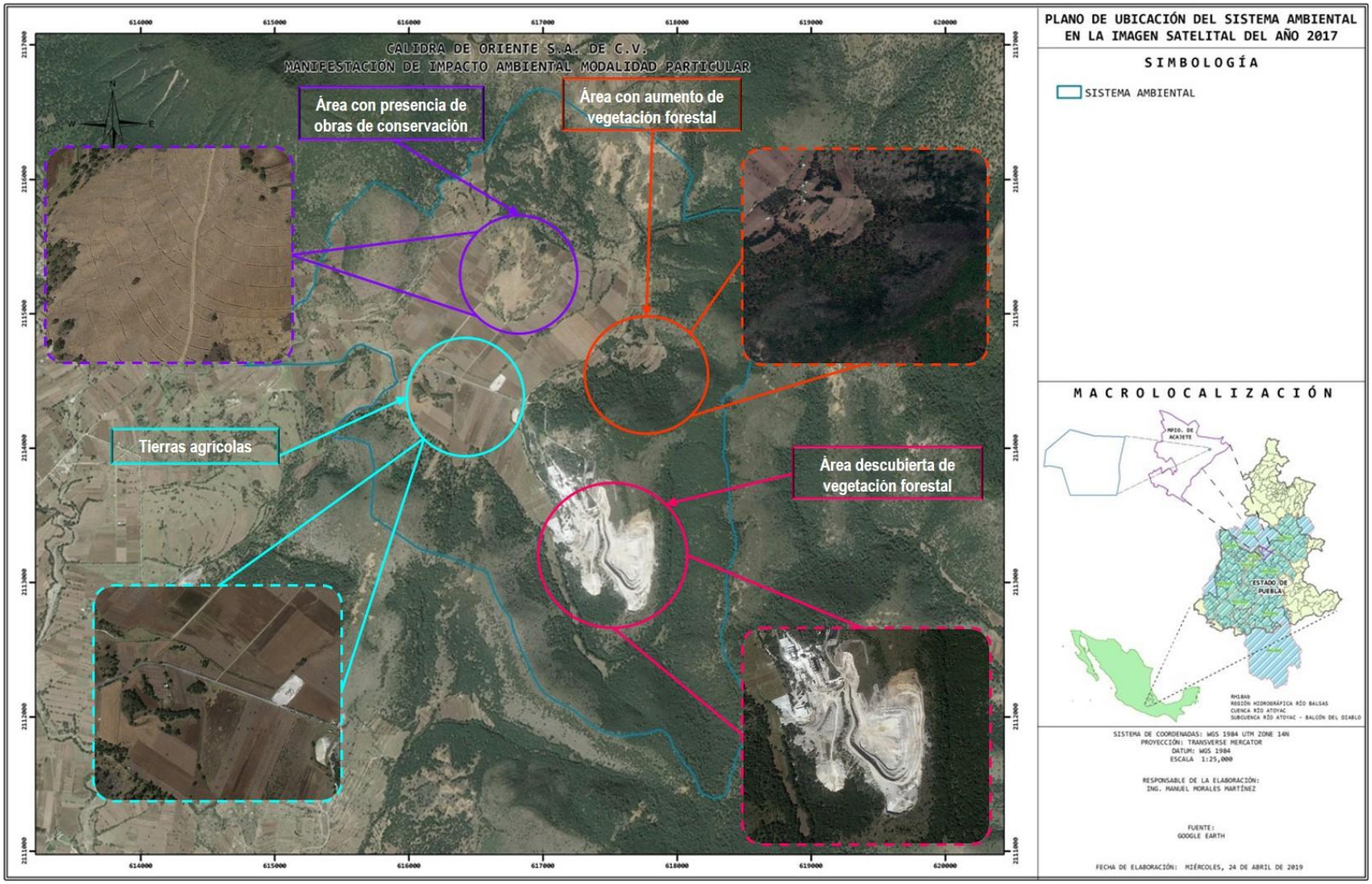


Figura IV.100. Mapa de ubicación del SA (2017).

IV.3.1.2.1.8 ECOSISTEMAS AMBIENTALMENTE SENSIBLES

La diversidad biológica o biodiversidad es un término que se refiere a la variedad de especies y ecosistemas que encontramos en nuestro planeta. En el caso de los bosques, corresponde a la variedad de estos (manglares, selvas, boreales), los hábitats que existen en ellos y a la enorme variedad de plantas, animales, hongos y organismos que los conforman. La biodiversidad es la base de la producción de los bienes y servicios que obtenemos de los bosques y actúa como una póliza de seguro que permite mantener sus funciones en el largo plazo y en la vida diaria. Algunos ejemplos de los bienes y servicios que los bosques proporcionan a las sociedades humanas son recursos inmediatos como refugio, alimento, leña y carbón; procesos como la fijación de carbono y regulación del clima; así como espacios para la recreación y sitios con valor cultural y religioso[xlviii]. Su distribución restringida puede deberse a condicionantes naturales, como condiciones climáticas o geológicas, o a los efectos de las actividades humanas. Algunos ejemplos de estos hábitats son:

- Bosque de niebla o mesófilo de montaña.
- Bosque ribereño.
- Bosques de viejo crecimiento o bosques antiguos.
- Humedales.



Imagen IV.19. Concentraciones de diversidad biológica que contengan especies endémicas o especies raras, amenazadas o en peligro, y que son de importancia significativa a escala global, regional o nacional[xlix]

La sensibilidad ambiental se define como la capacidad de un ecosistema para soportar alteraciones o cambios originados por acciones antrópicas, sin sufrir alteraciones importantes que le impidan alcanzar un equilibro dinámico que mantenga un nivel aceptable en su estructura y función. En concordancia con esta definición se debe tener en cuenta el concepto de tolerancia ambiental, que representa la capacidad del medio a aceptar o asimilar cambios en función de sus características actuales. Así, el grado de sensibilidad ambiental dependerá del nivel de conservación o degradación del ecosistema y sobre todo de la presencia de acciones externas (antrópicas). A continuación, se presenta una breve descripción de estos hábitats:

☎ **Bosque mesófilo de montaña**[I]

Los bosque mesófilo de montaña son muy variable en composición de especies pero con estructura y clima muy similares. Está dominado por árboles en varios estratos, con abundancia de helechos y epífitas. El follaje del 50% de sus especies de árboles se pierde durante alguna época del año. Comparten lluvias frecuentes, nubosidad, neblina y humedad atmosférica altas durante todo el año. Estos bosques han funcionado como refugios para especies durante los cambios climáticos de los últimos miles de años. Se distribuyen en zonas muy húmedas. Ocupan el 1% (18, 534 km²) del territorio nacional, en pequeñas porciones de 20 estados, en altitudes entre 600 y 3,100 msnm. Se ubican preferentemente en las partes altas de la Sierra Madre Oriental (Sierra de Juárez), Sierra Norte de Chiapas, Sierra Madre del Sur (Guerrero y Oaxaca) y de Jalisco. Son los ambientes preferidos para sembrar café, sobre todo el de buena calidad "café de altura", a la sombra de los árboles del dosel. Los servicios ambientales que prestan en mayor grado son: captura de agua y de carbono, conservación de la biodiversidad y del suelo, formación de abundante materia orgánica, conservación de acervos genéticos, belleza paisajística, filtración de contaminantes del aire, suelo y agua, regulación del clima, mantenimiento de ciclos minerales de gases y agua. Proveen productos forestales como alimentos, medicinas, leña, maderas, fibras naturales y remedios medicinales. También proporciona una serie de atractivos del paisaje como espacios para la recreación.

La mayor parte del año está inmerso en neblina o nubes bajas, con lluvias abundantes y vientos húmedos en las laderas con influencia del mar (barlovento). La temperatura media anual oscila entre los 12° y los 23° C, aunque en invierno las temperaturas pueden caer por debajo del 0 ° C. Crece en terrenos con suelos ácidos profundos o muy someros e inclinados, ricos en materia orgánica y humedad todo el año. Las principales amenazas son la tala clandestina, los incendios, los desmontes para agricultura, ganadería, desarrollo urbano y caminos. Su lenta regeneración, la reducción de su distribución y su continua perturbación han ocasionado que sean considerados frágiles, en peligro de extinción y con prioridad de conservación.

Los BMM son en realidad un grupo de comunidades distribuidas en las montañas, las cuales poseen estructura, afinidad florística y composición de especies diversas. Dado su complejo origen y naturaleza la clasificación y definición del BMM posee por lo tanto dificultades y ambigüedad. No obstante, podemos decir que el BMM en México se caracteriza por presentar en su dosel una composición de especies donde predominan árboles caducifolios de clima templado (de afinidad holártica), por ejemplo géneros de liquidambar (*Liquidambar*), encinos *(Quercus*), hayas (*Fagus*) y pinos (*Pinus*) mientras el sotobosque está conformado principalmente por especies tropicales perennifolias (de afinidad neotropical), como por ejemplo arbustos de las familias Acanthaceae, Rubiaceae y Myrsinaceae, y en las copas de los árboles abundan las epífitas de las familias Orchidaceae, Bromeliaceae, Piperaceae y Araceae (Challenger, 1998; Rzedowski, 2006)[Ii].

Pese a ocupar una extensión tan reducida, el BMM es el ecosistema que alberga la mayor diversidad de especies de flora y fauna en relación a su área (Challenger 1998)[Iii]; se calcula que alrededor de 2, 500 a 3, 000 especies de plantas vasculares habitan exclusiva y preferentemente en estos bosques (Rzedowski 1996). Algunos elementos característicos de estos bosques son los helechos arborescentes, frecuentemente utilizados para elaborar maquique o xaxim (*Alsophila firma*, *Cyathea fulva*, *Dicksonia gigantea*) y la abundancia de epífitas como bromelias, también conocidas como tencho o ech (*Tillandsia eizii*, *T. ponderosa*, *T. imperialis*), helechos (de los géneros *Elaphoglossum*, *Polypodium*, *Psilotum*), orquídeas (sobresalen las del genero *Encyclia*) y musgos. Entre las especies de fauna más emblemáticas cabe mencionar al quetzal (*Pharomachrus mocinno*) y al pavón (*Oreophasis derbianus*), que se encuentran en peligro de extinción, el hocofaisán (*Crax rubra*), que está amenazado, y varias especies de colibríes del género *Eupherusa*.



Imagen IV.20. Panorama de un bosque mesófilo de montaña (BMM).

☎ **Humedales**[iii].

Una descripción simple de un humedal es la de terrenos cuyos suelos están permanente o periódicamente inundados o saturados, en ambientes con agua dulce o con algún grado de salinidad. Esta definición no señala el tipo de vegetación cuyas especies pueden servir como bioindicadores, pues son siempre más abundantes en sitios de humedal y frecuentemente dependen de la abundancia de agua para su subsistencia. La definición oficial de humedal está en el artículo 3º, inciso XXX de la Ley de Aguas Nacionales[iv]: "zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos, ciénagas y marismas, cuyos límites los constituyen el tipo de vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional; las áreas en donde el suelo es predominantemente hídrico; y las áreas lacustres o de suelos permanentemente húmedos por la descarga natural de acuíferos". La definición resulta más completa al incluir otras características de estos ambientes y al reconocer a ciertos ecosistemas como humedales, sin embargo se requiere detallar más la descripción para considerar a todos los tipos de ecosistema o ambientes que pueden ser considerados como humedales.

La vegetación de estos ambientes frecuentemente crece sobre sus propias raíces, por lo que contribuye en su formación y conservación, aumentando el relieve en un ambiente que constantemente se está hundiendo debido a la compactación y al aumento en el nivel de mar. Por su efecto amortiguador al recibir y procesar materia orgánica y sedimentos continentales, tienen una función fundamental en los ciclos biogeoquímicos. Además, estos ecosistemas pueden considerarse reguladores de los procesos de perturbación y disturbios, tanto naturales como antrópicos, al fungir como controladores de la erosión de suelos y proveedores de protección de los efectos de eventos climáticos como tormentas y huracanes. Un

servicio no considerado, que se relaciona con la presencia de vegetación típica de humedal, es el de servir de bioindicadores de áreas de riesgo para la construcción de centros de población, al tratarse de terrenos inundables.

Más comprehensiva es la definición de la Convención Ramsar de la UNESCO: "Son humedales las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros. Adicionalmente los humedales podrán incluir sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal".

Los humedales son zonas donde el agua es el principal factor controlador del medio y la vida vegetal y animal asociada a él. Los humedales se dan donde la capa freática se halla en la superficie terrestre o cerca de ella o donde la tierra está cubierta por aguas poco profundas. La Convención de Ramsar aplica un criterio amplio a la hora de determinar qué humedales quedan sujetos a sus disposiciones. Con arreglo al texto de la Convención (artículo 1.1), se entiende por humedales: "las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros". Además, a efectos de proteger sitios coherentes, el artículo 2.1 estipula que los humedales que se incluirán en la Lista de Ramsar de Humedales de Importancia Internacional: "podrán comprender sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal".

En general, se reconocen cinco tipos de humedales principales:

- Marinos (humedales costeros, inclusive lagunas costeras, costas rocosas y arrecifes de coral).
- Estuarinos (incluidos deltas, marismas de marea y manglares).
- Lacustres (humedales asociados con lagos).
- Ribereños (humedales adyacentes a ríos y arroyos).
- Palustres (es decir, "pantanosos" - marismas, pantanos y ciénagas).

Según el texto de la Convención se considera humedales marinos los que alcanzan una profundidad de hasta seis metros en marea baja. Las categorías enumeradas a continuación sólo tienen por objeto aportar un marco muy amplio que facilite la identificación rápida de los principales hábitat de humedales representados en cada sitio:

"Humedales marinos y costeros"

A) Aguas marinas someras permanentes, en la mayoría de los casos de menos de seis metros de profundidad en marea baja; se incluyen bahías y estrechos.
B) Lechos marinos submareales; se incluyen praderas de algas, praderas de pastos marinos, praderas marinas mixtas tropicales.
C) Arrecifes de coral.
D) Costas marinas rocosas; incluye islotes rocosos y acantilados.
E) Playas de arena o de guijarros; incluye barreras, bancos, cordones, puntas e islotes de arena; incluye sistemas y hondonales de dunas.

F) Estuarios; aguas permanentes de estuarios y sistemas estuarinos de deltas.
G) Bajos intermareales de lodo, arena o con suelos salinos ("saladillos").
H) Pantanos y esteros (zonas inundadas) intermareales; incluye marismas y zonas inundadas con agua salada, praderas halófilas, salitrales, zonas elevadas inundadas con agua salada, zonas de agua dulce y salobre inundadas por la marea.
I) Humedales intermareales arbolados; incluye manglares, pantanos de "nipa", bosques inundados o inundables mareales de agua dulce.
J) Lagunas costeras salobres/saladas; lagunas de agua entre salobre y salada con por lo menos una relativamente angosta conexión al mar.
K) Lagunas costeras de agua dulce; incluye lagunas deltaicas de agua dulce.
Zk(a) Sistemas kársticos y otros sistemas hídricos subterráneos, marinos y costeros.

"Humedales continentales"

L) Deltas interiores (permanentes).
M) Ríos/arroyos permanentes; incluye cascadas y cataratas.
N) Ríos/arroyos estacionales/intermitentes/irregulares.
O) Lagos permanentes de agua dulce (de más de 8 ha); incluye grandes madre viejas (meandros o brazos muertos de río).
P) Lagos estacionales/intermitentes de agua dulce (de más de 8 ha); incluye lagos en llanuras de inundación.
Q) Lagos permanentes salinos/salobres/alcalinos.
R) Lagos y zonas inundadas estacionales/intermitentes salinos/salobres/alcalinos.
Sp) Pantanos/esteros/charcas permanentes salinas/salobres/alcalinos.
Ss) Pantanos/esteros/charcas estacionales/intermitentes salinos/salobres/alcalinos.
Tp) Pantanos/esteros/charcas permanentes de agua dulce; charcas (de menos de 8 ha), pantanos y esteros sobre suelos inorgánicos, con vegetación emergente en agua por lo menos durante la mayor parte del período de crecimiento.
Ts) Pantanos/esteros/charcas estacionales/intermitentes de agua dulce sobre suelos inorgánicos; incluye depresiones inundadas (lagunas de carga y recarga), "potholes", praderas inundadas estacionalmente, pantanos de ciperáceas.
U) Turberas no arboladas; incluye turberas arbustivas o abiertas ("bog"), turberas de gramíneas o carrizo ("fen"), bofedales, turberas bajas.
Va) Humedales alpinos/de montaña; incluye praderas alpinas y de montaña, aguas estacionales originadas por el deshielo.
Vt) Humedales de la tundra; incluye charcas y aguas estacionales originadas por el deshielo.
W) Pantanos con vegetación arbustiva; incluye pantanos y esteros de agua dulce dominados por vegetación arbustiva, turberas arbustivas ("carr"), arbustales de Alnus sp; sobre suelos inorgánicos.
Xf) Humedales boscosos de agua dulce; incluye bosques pantanosos de agua dulce, bosques inundados estacionalmente, pantanos arbolados; sobre suelos inorgánicos.
Xp) Turberas arboladas; bosques inundados turbosos.
Y) Manantiales de agua dulce, oasis.
Zg) Humedales geotérmicos.
Zk(b) Sistemas kársticos y otros sistemas hídricos subterráneos, continentales.



Imagen IV.21. Panorama de un humedal (H).

☎ **Bosque ribereño**[lv].

El término zona riparia designa la región de transición y de interacciones entre los medios terrestre y acuático. Esta zona se caracteriza por una flora y una fauna cuya composición está fuertemente determinada por la intensidad luminosa, el contenido en agua y la granulometría del suelo. De los insectos característicos de esta zona, muchas especies son aladas, que tienen la particularidad de resistir largo tiempo la inmersión, lo que es una adaptación a la supervivencia en un medio frecuentemente inundado. Las zonas de transición entre el medio terrestre y los ecosistemas acuáticos poseen un "poder tampón", es decir, tienen la capacidad de absorber y almacenar elementos. Tienen otro rasgo que los hace importantes: con frecuencia son excepcionalmente fértiles y productivos. Las áreas riparias que yacen en las planicies de inundación, generalmente, demuestran ser ricas en nutrientes, debido a que siempre que una corriente de agua escapa de sus bancos, deja un depósito de sedimentos tras de sí y, con el tiempo, se crea un rico suelo aluvial, la clase de suelo que hace populares a los valles de los ríos entre los campesinos. El agua que fluye a través de una zona riparia también facilita el reciclamiento de los nutrientes y, así, el desarrollo de las plantas mediante el movimiento del oxígeno a través del suelo y la remoción del bióxido de carbono, así como de los productos metabólicos residuales (D. Granados-Sánchez *et al*., 2005)[lvi].

Los bosques ribereños son sistemas complejos y únicos en términos de sus características biofísicas y procesos ecológicos, dado que constituyen una interface entre los ecosistemas terrestres y los acuáticos. Estos bosques contribuyen al albergar una alta diversidad de especies vegetales y animales, así como al sostener numerosos procesos biológicos; siendo esta contribución muchas veces proporcionalmente mayor a la superficie que ocupan dentro de una cuenca (Sabo *et al.*, 2005)[lvii]. En México, la condición ecológica de los bosques ribereños a escala nacional nunca ha sido evaluada, pero a escalas locales, y en particular en el trópico, algunos estudios han demostrado los altos niveles de degradación y transformación

que estos ecosistemas han sufrido y los impactos que esto puede tener no solo a nivel ecológico (Ramírez-Martínez, 2010)[lviii], sino también sobre el bienestar de las poblaciones locales asociadas a ellos.

Son considerados como corredores ecológicos que mantienen la conectividad del paisaje a lo largo de gradientes ambientales extensos y dinámicos; estos son considerados como corredores ribereños por sus hábitats diversos, dinámicos y complejos, ya que son la interface entre los sistemas terrestres y los acuáticos, por lo que abarcan diferentes gradientes ambientales, comunidades y procesos ecológicos.

Los corredores ribereños son hábitats diversos, dinámicos y complejos, ya que son la interface entre los sistemas terrestres y los acuáticos, por lo que abarcan diferentes gradientes ambientales, comunidades y procesos ecológicos. Estos ambientes controlan el flujo de materia y energía entre ambos sistemas, mantienen una alta biodiversidad y son un hábitat crítico para la conservación de especies raras y amenazadas, por lo que pueden ser considerados como refugios para estas especies. Aunque es difícil delimitar los corredores ribereños, espacialmente éstos incluyen el canal del río y la porción más alta del cauce donde se alcanza el nivel máximo del río.

Estos ambientes controlan el flujo de materia y energía entre ambos sistemas, mantienen una alta biodiversidad y son un hábitat crítico para la conservación de especies raras y amenazadas, por lo que pueden ser considerados como refugios para estas especies (NAIMAN, 1993)[lix]. Aunque es difícil delimitar los corredores ribereños, espacialmente éstos incluyen el canal del río y la porción más alta del cauce donde se alcanza el nivel máximo del río. por lo tanto, la posición y tamaño del río en la red hídrica, el régimen hidrológico y la geomorfología local tienen influencia en la vegetación y en las comunidades de organismos asociadas a ella (por ejemplo, aves, mamíferos, invertebrados, algas), que a su vez afectan la diversidad de atributos funcionales del mismo río (como los ciclos biogeoquímicos).



Imagen IV.22. Panorama de un bosque ribereño (BR).

☎ **Bosque de viejo crecimiento o bosques antiguos[lx]**

Uno de las patrimonios más importantes de un país se centra en sus recursos naturales, y México se puede apreciar de poseer una de las diversidades biológicas más importantes del planeta (Rzedowski, 1978). Esta riqueza, sin embargo, en las últimas décadas ha venido en franco deterioro a consecuencia de un proceso acelerado de deforestación, del aprovechamiento deficiente de los recursos forestales, el sobrepastoreo y a cambios intensivos de uso del suelo (CONAFOR, 2008). Los bosques vírgenes de pino-encino que en la década de 1950 el hábitat del carpintero imperial (*Campephilus imperialis*), ahora desaparecido y de otra fauna endémica, ya para finales de la década de 1990 representaban menos del uno por ciento de la vegetación original (Lammertink et al., 1997) y en la actualidad prácticamente son inexistentes, a excepción de pequeños rodales muy dispersos que por su ubicación en cañadas o sitios escarpados e inaccesibles de áreas montañosas no han sido explotados y que todavía son el ambiente donde se desarrolla la guacamaya serrana (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*); así como, de otros taxa endémicos. Estos relictos de bosques viejos han permitido conocer la esperanza de vida de las especies que los conforman y la fisonomía que caracteriza a los individuos longevos (Villanueva-Díaz et al., 2006).

Existe la creencia generalizada de que los árboles viejos son aquellos individuos vigorosos, de follaje exuberante y de dimensiones colosales que crecen en suelos profundos, fértiles y con una provisión adecuada de humedad, lo cual es erróneo. Su hábitat es completamente distinto, es decir, crecen en suelos someros, escarpados, de escasa fertilidad, muchas veces situados en sitios con vientos frecuentes e intensos y dependientes del agua que se almacena en el perfil del suelo antes o durante la estación de crecimiento, lo cual implica que no tienen aportación de agua de las áreas aledañas y sobreviven únicamente con el suministro de la lluvia. Aunque cada especie exhibe características fenotípicas muy peculiares de añejamiento inherentes a su genotipo y a la influencia de factores externos, como los climáticos y la competencia inter e intraespecífica, ciertas particularidades morfológicas parecieran ser comunes entre la mayoría de los árboles longevos algunas de ellas son que el tallo y las ramas principales se tuercen longitudinalmente, la madera exhibe grano espiralado, la copa es aplanada y de reducida superficie debido a la muerte de los extremos superiores de las ramas terminales, las principales son escasas y colgantes, la corteza es delgada y pareciera que hubiera desprendimiento de la misma; en algunas especies y en las coníferas se observa descortezamiento, cambio en su coloración, entre otra característica. Así mismo, hay que considerar que los ejemplares viejos, particularmente de coníferas, se ubican en rodales donde no ha existido aprovechamiento o este ha sido muy reducido.

Los especímenes centenarios o milenarios están confinados a lugares de difícil acceso; se llegan a localizar en terrenos ejidales de sitios remotos, áreas naturales protegidas y en asentamientos urbanos o rurales, así como en predios particulares donde los ejemplares han sido conservados porque tienen algún valor sentimental que los liga con sus propietarios o con la misma comunidad. Parte del proceso metodológico en el presente trabajo se fundamentó en estudios que describen la situación geográfica y estado actual de los bosques de coníferas y en investigaciones botánicas y ecológicas que indican la distribución de aquellas especies que por su naturaleza alcanzan largos períodos de vida. En la ubicación del arbolado longevo, también se consideró el conocimiento que sobre el particular tenían los ejidatarios, comuneros y prestadores de servicios técnicos forestales. Además se hicieron recorridos exploratorios para verificar la existencia de este tipo de arbolado en los lugares sugeridos y para proceder a la toma de núcleos de crecimiento o virutas, secciones transversales, muestras botánicas, de germoplasma (cuando existía), así como para la medición de variables morfológicas (altura, diámetro normal) y para hacer la descripción fisiográfica del sitio (tipo de suelo, especies asociadas, etc.).



Imagen IV.23. Panorama de un bosque de viejo crecimiento o bosques antiguos.

Por lo anterior, con respecto al tipo de vegetación de bosque de encino en las áreas del SA no se considera dentro de estos tipos de ecosistemas.

<u>Con toda la información anterior, se demuestra que el proyecto no provocara afectaciones para este tipo de ecosistema dentro del SA.</u>

Nota: se anexan los planos de la flora de las áreas del SA (ANEXO 14. **ANEXO CARTOGRÀFICO**) por capítulo IV (FLORA SA).

IV.3.1.2.2 ÁREA DE INFLUENCIA (AI)

FUENTE DE DETERIORO

La vegetación del estado de Puebla ofrece una amplia diversidad florística que se desarrolla en diversos ecosistemas, producto de la interacción de los diferentes factores climáticos, geológicos, edáficos, fisiográficos, y ecológicos. Esta variedad florística está determinada además, por el gradiente altitudinal que influye en la heterogeneidad de las comunidades que viven en un lugar o en otro. Sin embargo dicha diversidad puede verse afectada por algunas fuentes de deterioro natural o antropogénica como lo es:

- **Crecimiento poblacional**

La generación de nuevos proyectos productivos en áreas con poca población genera una migración de áreas cercanas a las áreas del proyecto a causa del incremento de oportunidades laborales, esta migración genera impactos en los alrededores, el impacto ambiental inmediato de los asentamientos urbanos deriva de los procesos locales de contaminación, cambio de naturaleza de las áreas de zonas agrícolas o forestales a urbanas. El área que se urbanizan o se incrementa la población requiere agua, alimentos y

energía para sostener sus procesos. El proceso de urbanización de la población genera que en el medio urbano se pierde la transparencia de las relaciones con los bienes y servicios ambientales que aportan los ecosistemas naturales[lxi].

De acuerdo a lo reportado por INEGI, en su carta de uso de suelo y vegetación serie VI (2016) comparado con su serie III (2005) las áreas de agricultura han disminuido, mientras que la superficie de bosque de encino-pino aumento en 36.6710 ha.

Cuadro IV.78. Comparativo entre la serie 3 y 6 de INEGI en uso de suelo y vegetación en el AI.

Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie (ha)		Estado
	Serie III	Serie VI	
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	36.6710	-	Disminuyo
BOSQUE DE ENCINO-PINO	30.3236	66.9946	Aumento
TOTAL	**66.9946**	**66.9946**	

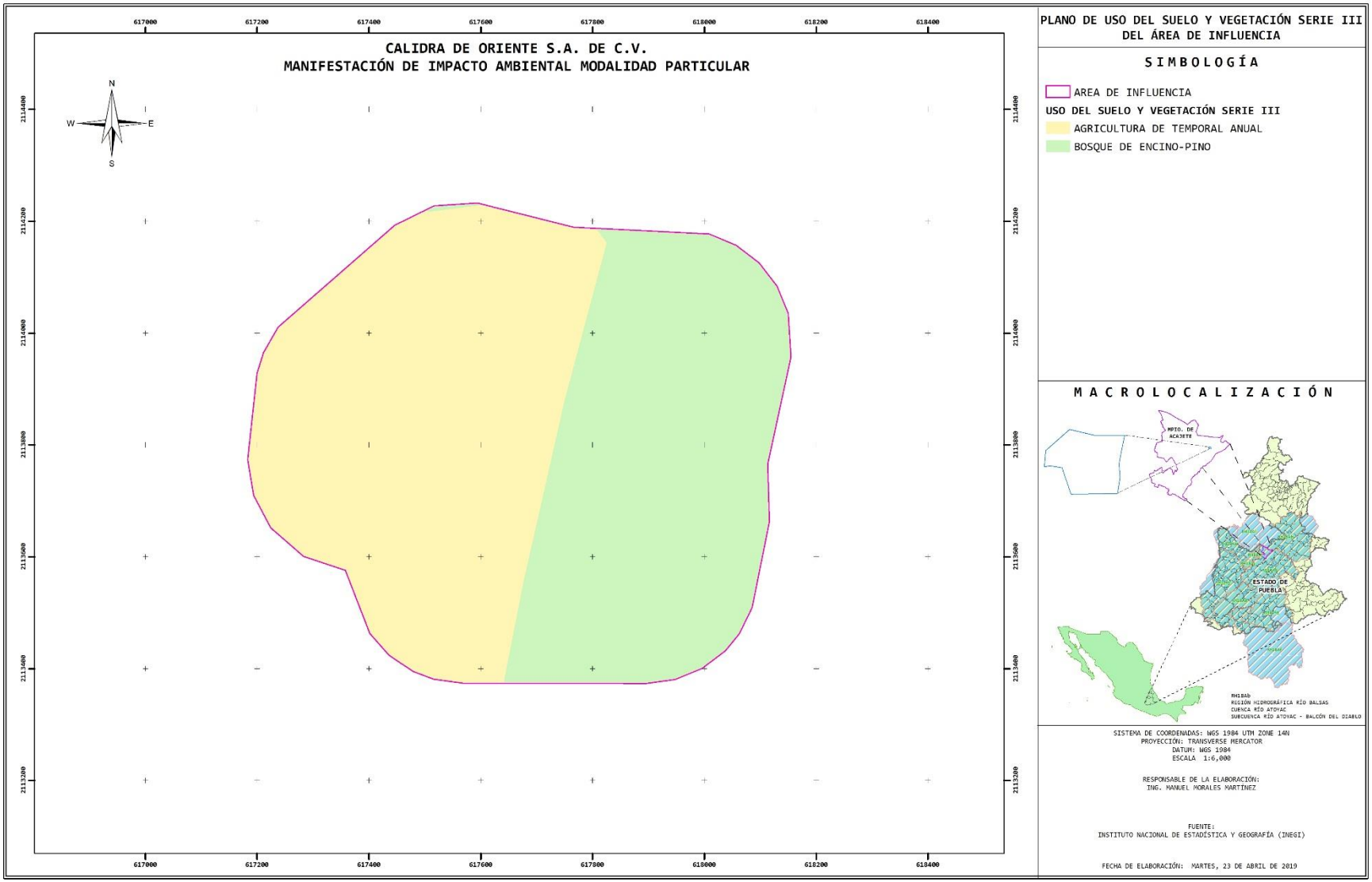


Figura IV.101. Mapa de ubicación del AI en la carta de tipos de vegetación de la zona (Serie III).

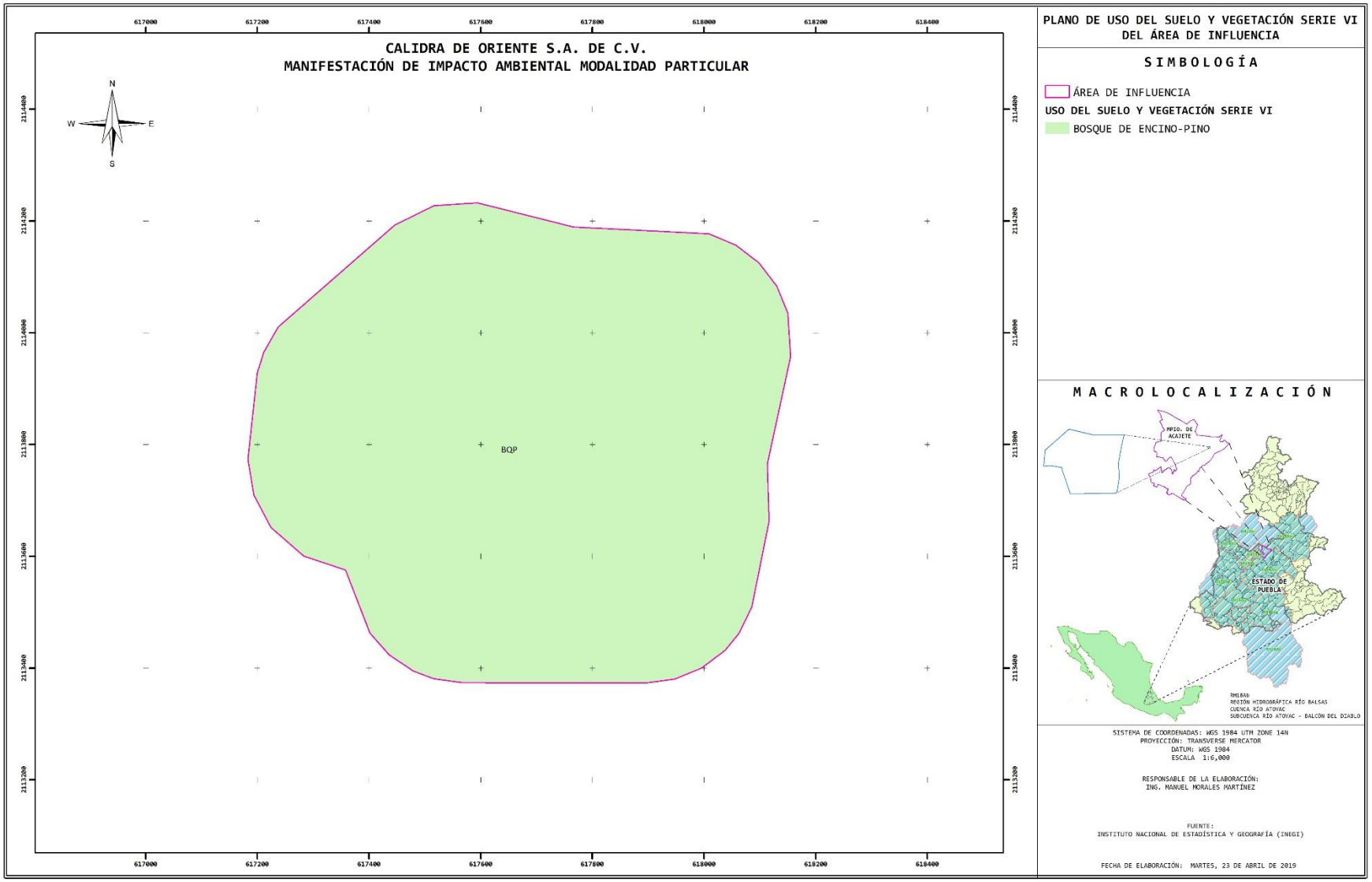


Figura IV.102. Mapa de ubicación del AI en la carta de tipos de vegetación de la zona (Serie VI).

El tipo de vegetación presente en el área de influencia está representada por **bosque de encino**. En los párrafos siguientes se describen las características de estructura y composición de las comunidades vegetales existentes en el área de influencia; se presenta además la metodología empleada para la obtención de datos florísticos y la estimación de los indicadores de diversidad en los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífitas y/o cactáceas de un ecosistema similar (bosque de encino) al que se verá intervenido por la ejecución del proyecto que nos ocupa en el presente documento. La descripción de algunas metodologías no se describirá como tal, derivado de que ya fueron descritas en el apartado del medio biótico en el SA.

TIPO DE VEGETACIÓN

De acuerdo a la carta de INEGI, Uso de Suelo y Vegetación escala 1: 250,000. Serie VI, el tipo de vegetación y uso del AI corresponden a:

Cuadro IV.79. Tipo de vegetación y uso del AI (INEGI, Serie VI).

Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie (ha)	
	Serie VI	Porcentaje (%)
BOSQUE DE ENCINO-PINO	66.9946	100.0%
TOTAL	**66.9946**	**100%**

Sin embargo, de acuerdo a los recorridos en campo el tipo de vegetación corresponde a **bosque de encino,** a continuación se presenta la descripción de los tipos de vegetación de acuerdo a bibliografía:

☎ Bosque de encino-pino[lxii]

Esta forma de vida, se constituye principalmente por especies de *Quercus* y *Pinus*, son bosques por lo general bajos, con troncos delgados y de crecimiento lento. Se distribuye a lo largo de una franja climática norte-sur, que comprende las laderas occidentales de la Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico, además de pequeñas zonas sobre laderas y lomeríos pertenecientes a la Sierra Madre del Sur. Los climas en los que se desarrolla son: templados y semicálidos subhúmedos, y en menor grado semisecos; la temperatura media va de 14 a 18° C, las precipitaciones en la porción norte son mayores de 1,500 mm, mientras que al sur las lluvias no sobrepasan los 800 mm. Este tipo de vegetación se encuentra sobre diversos tipos de roca, tanto ígneas, como sedimentarias y metamórficas, que forman suelos de escaso desarrollo, tipo Regosol y Cambisol que comúnmente descansan sobre lechos rocosos.

Al norte y sureste de Acajete existe una comunidad compuesta en el estrato arbóreo, con alturas hasta de 7 m por: *Quercus rugosa* (encino), *Q. crassifolia*, *Q. obtusata*, *Q. crassipes*, *Q. glabrescens* (encino), *Pinus leiophylla* (ocote chino), *Arbutus xalapensis* (madroño) y *Juniperus deppeana* (sabino) y en el estrato arbustivo de 1 m: *Baccharis conferta* (escobilla), *Eupatorium* sp., *Muhlenbergia macroura* y *Salvia elegans* (mirto). En la ladera oriental de la sierra de Eloxochitlán, se localiza un bosque secundario, con elementos como: en el estrato arbóreo con poco más de 4 m: *Quercus castanea* y *Pinus cembroides*; en el estrato arbustivo de 1.5 m: *Arctostaphylos polyfolia*, *Rhus terebinthifolia*, *Dodonaea viscosa*, *Opuntia* sp., *Agave* sp. y *Arbutus* sp.; en el estrato herbáceo de 0.30 m se encuentran entre otras: *Cheilanthes* sp., *Polypodium guttatum* y *Satureja* sp.

Estos bosques al igual que los descritos anteriormente, han sido afectados en forma muy severa, de tal manera que actualmente se encuentran en estado secundario (arbóreo, arbustivo y herbáceo) como consecuencia de las actividades pecuarias y agrícolas, así como por la explotación de especies con fines maderables, para la extracción de leña, elaboración de carbón, etc., lo que ocasiona pérdidas de suelo por efecto de la erosión.

Cuadro IV.80. Especies para bosque de encino-pino.

Familia	Género	Especie	Nombre común	Estatus
Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	-
Agavaceae	*Agave*	*Agave sp.*	Maguey	-
Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus sp.*	Madroño	-
Ericaceae	*Arctostaphylos*	*Arctostaphylos polifolia*	Manzanillo	-
Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Escobilla	-
Pteridaceae	*Cheilanthes*	*Cheilanthes sp.*	Helechos	-
Sapindaceae	*Dodonaea*	*Dodonaea viscosa*	Chapulistle	-
Asteraceae	*Eupatorium*	*Eupatorium sp.*	Lengua tzeltal	-
Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Sabino	-
Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón	-
Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia sp.*	Nopal	-
Pinaceae	*Pinus*	*Pinus cembroides*	Pino	-
Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	-
Grammitidaceae	*Polypodium*	*Polypodium guttatum*	Helechos	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Encino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassifolia*	Encino colorado	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus obtusata*	Encino prieto	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus rugosa*	Encino	-
Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus terebinthifolia*	Zumaqui cimarrón	-
Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia elegans*	Mirto	-
Lamiaceae	*Satureja*	*Satureja sp.*	Ajedrea	-

☎ Bosque de encino[lxiii]

Este tipo de vegetación rara vez se presenta puro, debido a la afinidad ecológica que comparte con otras comunidades, generalmente domina *Quercus* y se encuentran mezclados elementos como: *Pinus*, *Alnus, Prunus, Nyssa* y *Ostria* entre otras; la forma de los árboles es muy diversa, así como el grosor de los troncos, que generalmente se ramifican a corta altura del suelo, son variadas también: la estructura y el tamaño de las hojas, las cuales en su mayoría se caen en la época seca del año.

El bosque de encino se distribuye principalmente en el estado, hacia las inmediaciones de la Sierra Nevada, en el volcán la Malinche y el Pico de Orizaba, en pequeñas zonas del valle de Puebla, así como a lo largo de una franja norte-sur en la Sierra Madre del Sur; es aquí donde el bosque se encuentra limitado por condiciones de aridez. Los climas donde se desarrolla son semicálido subhúmedo con lluvias en verano y semicálido semiseco; la temperatura oscila entre los 16 y 22° C y precipitaciones en general, de 600 a 800 mm anuales. Muchos de estos bosques se encuentran en condiciones secundarias (arbórea, arbustiva y herbácea), provocado por las constantes quemas realizadas para la introducción de pastos, que en muchos casos, debido a la falta de manejo de los hatos de ganado, ocasiona el sobrepastoreo que tiempo después propicia la erosión.

Cuadro IV.81. Especies para bosque de encino.

Familia	Género	Especie	Nombre común	Estatus
Pinaceae	*Abies*	*Abies religiosa*	Oyamel	-
Agavaceae	*Acaena*	*Acaena elongata*	Cadillo	-
Adiantaceae	*Adiantum*	*Adiantum sp.*	Culantrillo	-
Euphorbiaceae	*Alchornea*	*Alchornea latifolia*	Canaco	-
Betulaceae	*Alnus*	*Alnus firmifolia*	Aile	-
Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus glandulosa*	Madroño	-
Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus sp.*	Madroño	-
Ericaceae	*Arctostaphylos*	*Arctostaphylos arguta*	Borracho	-
Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium sp.*	Escolopedria	-
Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Escoba	-
Berberidaceae	*Berberis*	*Berberis moranensis*	Encino chino	-
Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja microphylla*	Hierba de tepozán	-
Asteraceae	*Calea*	*Calea integrifolia*	Estafiate	-
Tiliaceae	*Carpodiptera*	*Carpodiptera ameliae*	Alzaprima	-
Solanaceae	*Cestrum*	*Cestrum anagyris*	Galan de noche	-
Rosaceae	*Crataegus*	*Crataegus sp.*	Majuelo	-
Araliaceae	*Dendropanax*	*Dendropanax arboreus*	Cajeta	-
Cactaceae	*Echinocereus*	*Echinocereus pulchellus*	Alicoche flor de tierra	Pr
Cactaceae	*Echinofossulocactus*	*Echinofossulocactus sp.*	Stenocactus	-
Asteraceae	*Eupatorium*	*Eupatorium glabratum*	Chamizo blanco	-
Moraceae	*Ficus*	*Ficus glaucescens*	Cara muinane	-
Garryaceae	*Garrya*	*Garrya laurifolia*	Árbol amargo	-
Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus flaccida*	Sabino	-
Campanulaceae	*Lobelia*	*Lobelia parviflora*	Tupa	-
Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Cactus	-
Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria esperanzaensis*	Biznaga de chilitos	-
Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa pigra*	Carpinchera	-
Polygalaceae	*Monnina*	*Monnina xalapensis*	Hierba de la mula	-
Apocynaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia metcalfei*	Liendrilla chica	-
Pinaceae	*Pinus*	*Pinus sp.*	Ocote	-
Rosaceae	*Prunus*	*Prunus capuli*	Capulín	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus aff. mexicana*	Encino mexicano	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus affinis*	Encino rojo	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus candicans*	Corturapi	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Encino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassifolia*	Encino hoja ancha	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino colorado	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus excelsa*	Encino rojo	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus furfuracea*	Roble	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus galeottii*	Encino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	-

Familia	Género	Especie	Nombre común	Estatus
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucoides*	Encino blanco	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucophylla*	Encino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus laeta*	Laeta	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus laurina*	Laurelillo	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus liebmannii*	Encino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus magnoliifolia.*	Encino amarillo	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus martensiana*	Encino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus mexicana*	Encino mexicano	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus obscura*	Encino negro	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus obtusata*	Encino bellota	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus ocoteaefolia*	Encino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus oleoides*	Encino roble	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus polymorpha*	Encino roble	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus resinosa*	Encino de resino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus rugosa*	Encino rugosa	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus sororia*	Encino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus sp.*	Encino común	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus stipularis*	Encino rojo	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus trinitatis*	Roble común	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus xalapensis*	Encino rojo	-
Rubiaceae	*Randia*	*Randia laetevirens*	Palo chichón	-
Salicaceae	*Salix*	*Salix paradoxa*	Borreguito	-
Euphorbiaceae	*Sapium*	*Sapium lateriflorum*	Amate capulín	-
Anacardiaceae	*Tapirira*	*Tapirira macrophylla*	Caobilla	-
Rutaceae	*Zanthoxylum*	*Zanthoxylum sp.*	Limoncillo	-
Celastraceae	*Zinowiewia*	*Zinowiewia integerrima*	Nacedero	-
Flacourtiaceae	*Zuelania*	*Zuelania guidonia*	Volador	-

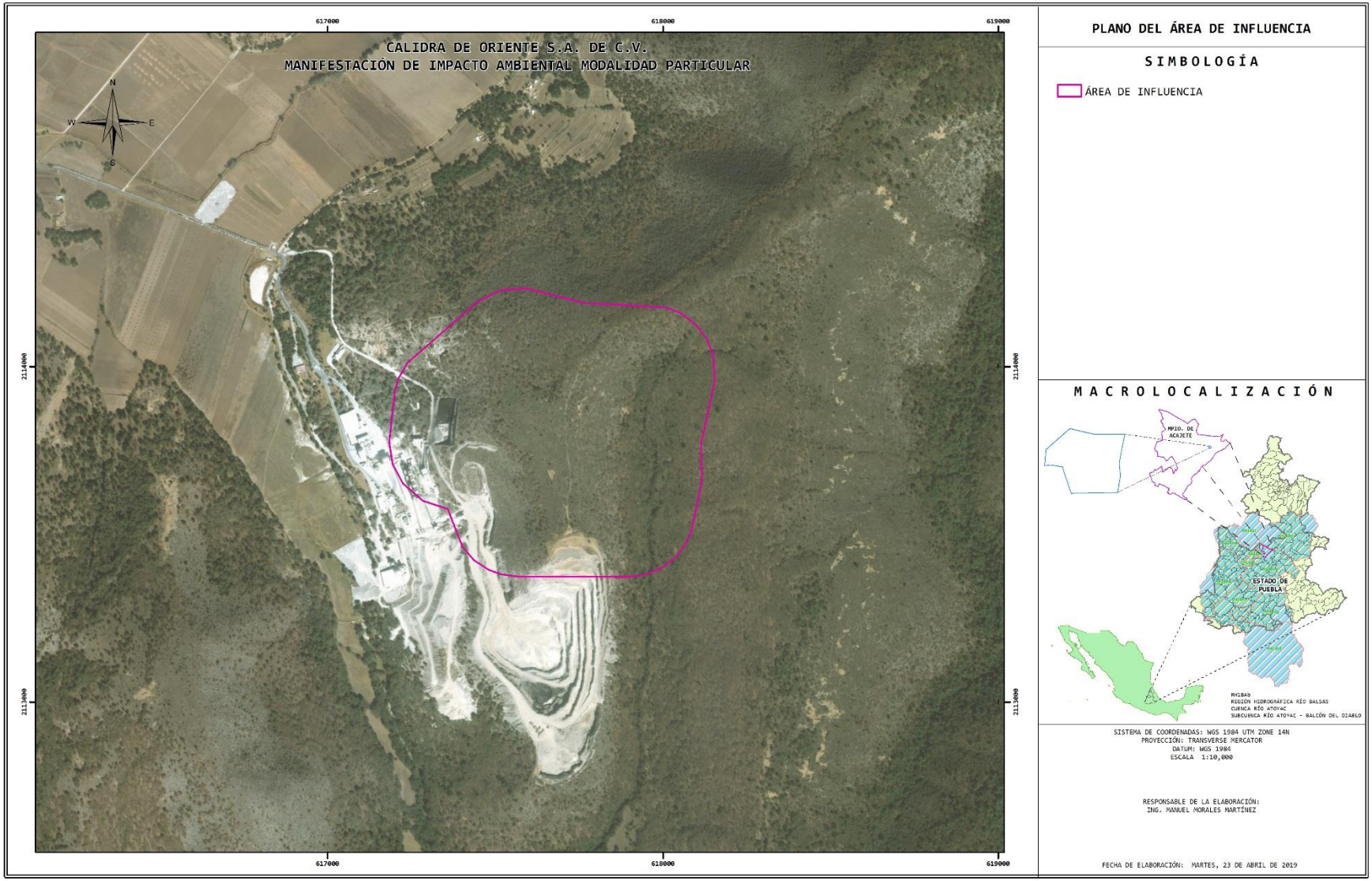


Figura IV.103. Mapa de ubicación del AI.

IV.3.1.2.2.1 ESTADO DE CONSERVACIÓN EN LA SUPERFICIE DEL AI

De acuerdo a los recorridos realizados por las áreas del AI, la vegetación presenta una diversidad baja en un estado de conservación pobre con perturbación; este estado se caracterizó de acuerdo a los resultados obtenidos por el índice de Shannon-Wiener el cual tiene como finalidad manifestar la heterogeneidad de una comunidad. Este índice puede tomar valores que van de 0 a 5, de acuerdo a los valores obtenidos se considera que las condiciones ambientales y de la biodiversidad se encuentran en:

- 5 condiciones óptimas / diversidad muy alta.
- 4 muy buen estado / diversidad alta.
- 3 a 4 buen estado / diversidad media-alta.
- 2 a 3 estado moderado / diversidad media.
- 1 a 2 pobre con perturbación / diversidad baja.
- 0 a 1 mal estado / diversidad muy baja.

Aunado a lo anterior el resultado para las áreas del AI es que se encuentra con una diversidad baja en un estado de conservación pobre con perturbación mostrando valores para **BE** en el estrato arbóreo: una diversidad baja con un estado de conservación pobre con perturbación **(H= 1.8458)**, arbustivo: una diversidad baja con un estado de conservación pobre con perturbación **(H= 1.9086)**, herbáceo: una diversidad baja con un estado de conservación pobre con perturbación **(H= 1.4353)** y epífitas y/o cactáceas: una diversidad baja con un estado de conservación pobre con perturbación **(H= 1.0249)**; dichos valores están como una diversidad baja; es por esto que se alude que tendría una diversidad baja en un estado de conservación pobre con perturbación. Por lo anterior, desafortunadamente el AI ya se encuentra fragmentada por diversos factores y su lenta capacidad para recuperarse de la perturbación.



Imagen IV.24. Estado de conservación de bosque de encino para el AI.

IV.3.1.2.2.2 METODOLOGÍA QUE SE EMPLEÓ EN LA TOMA DE DATOS PARA LA FLORA

Para llevar a cabo la toma de información en el AI se llevó a cabo un muestreo, siguiendo la metodología descrita en apartado muestreo del SA; el tipo de muestreo empleado es el muestreo al azar, el cual garantiza que todos los individuos que componen la población tienen la misma oportunidad de ser incluidos en la muestra. Esta significa que la probabilidad de selección de un sujeto a estudio "x" es independiente de la probabilidad que tienen el resto de los sujetos que forman parte de la población[lxiv].

FORMA, TAMAÑO Y NÚMERO DE SITIOS

Para el muestreo se realizaron sitios en el AI, como a continuación se describe.

e) Estrato arbóreo:
Con radio de 17.84 m (1,000 m^2)= 10 sitios.

f) Estrato arbustivo:
Con un radio de 5.64 m (100 m^2)= 10 sitios.

g) Estrato herbáceo:
Se realizaron sitios con un largo de 1 x 1 m de ancho= 10 sitios.

h) Estrato epífitas y/o cactáceas:
Con radio de 17.84 m (1,000 m^2)= 10 sitios.

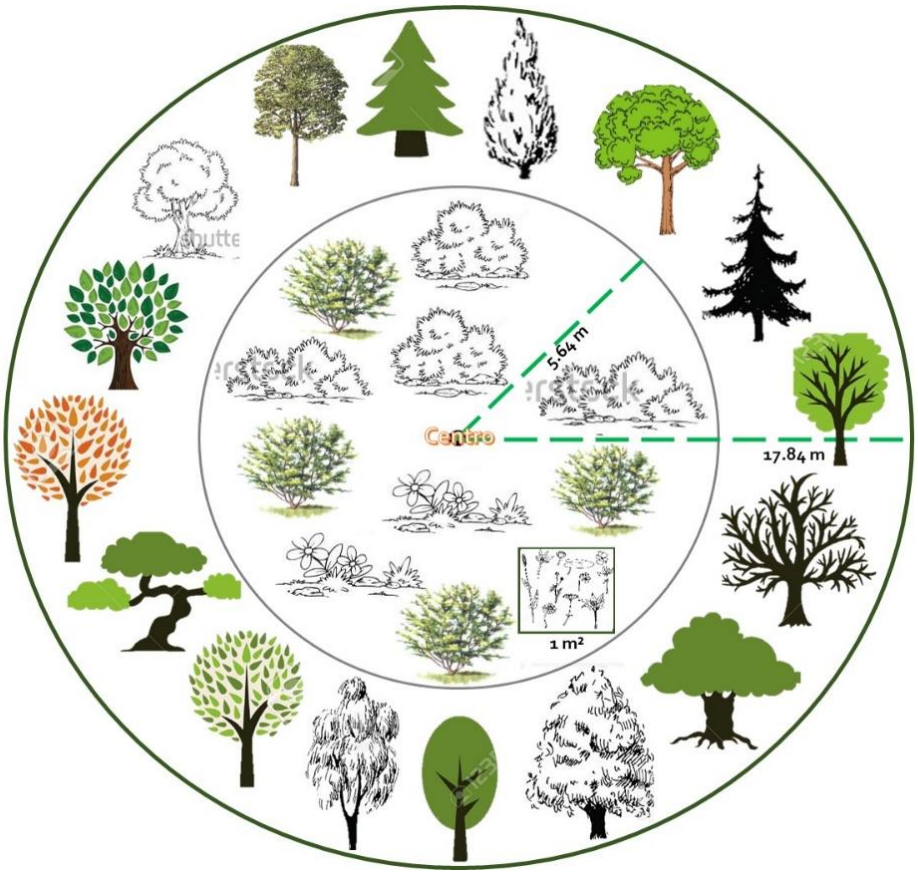


Imagen IV.25. Ejemplo delimitación de sitios de muestreos de bosque de encino para el AI.

Se conformaron 4 brigadas de 2 personas, las actividades comenzaron a las 9:00 am y se detuvieron a las 5:00 pm. El material utilizado para la toma de información, formatos para la captura de la información, delimitación de sitios y muestras botánicas fue el mismo que en el muestreo realizado en el sistema ambiental.

Procedimiento de toma de datos:

En las siguientes fotografías se muestra la delimitación de los sitios de muestreo, así como el levantamiento de información realizada.



Imagen IV.26. Delimitación sitio de muestro y levantamiento de datos.

TEMPORADA DE MUESTREO EN CAMPO

Cabe señalar que el muestreo se realizó en dos temporadas: el primero fue en los meses de octubre y noviembre y el segundo en los meses de enero y febrero, estas temporadas se caracteriza por presentar los primeros y últimos meses de cantidad con menor precipitación en todo el año por lo cual se alude que en estas épocas, las especies se encuentran con la menor cantidad de hojas y en menor cantidad la variedad de especies, sin embargo las áreas del AI ya se encuentra en su mayoría fragmentado, ya sea por la implementación de la agricultura, pastoreo entre otros aspectos. A continuación, se presenta un diagrama

ombrotérmico de la estación de influencia del AI, demostrando los meses con mayor y menor precipitación, referente a la estación meteorológica 21136 (Acajete).

Cuadro IV.82. Datos climáticos de la estación meteorológica 21136 (Acajete).

MES	PRECIPITACIÓN (mm)	TEMPERATURA (°C)
Enero	12.5	12.2
Febrero	17.0	12.8
Marzo	11.1	15.0
Abril	36.9	16.0
Mayo	108.4	16.1
Junio	159.5	15.6
Julio	107.4	15.0
Agosto	121.7	15.1
Septiembre	124.8	15.2
Octubre	45.6	14.7
Noviembre	8.4	13.4
Diciembre	1.8	11.9

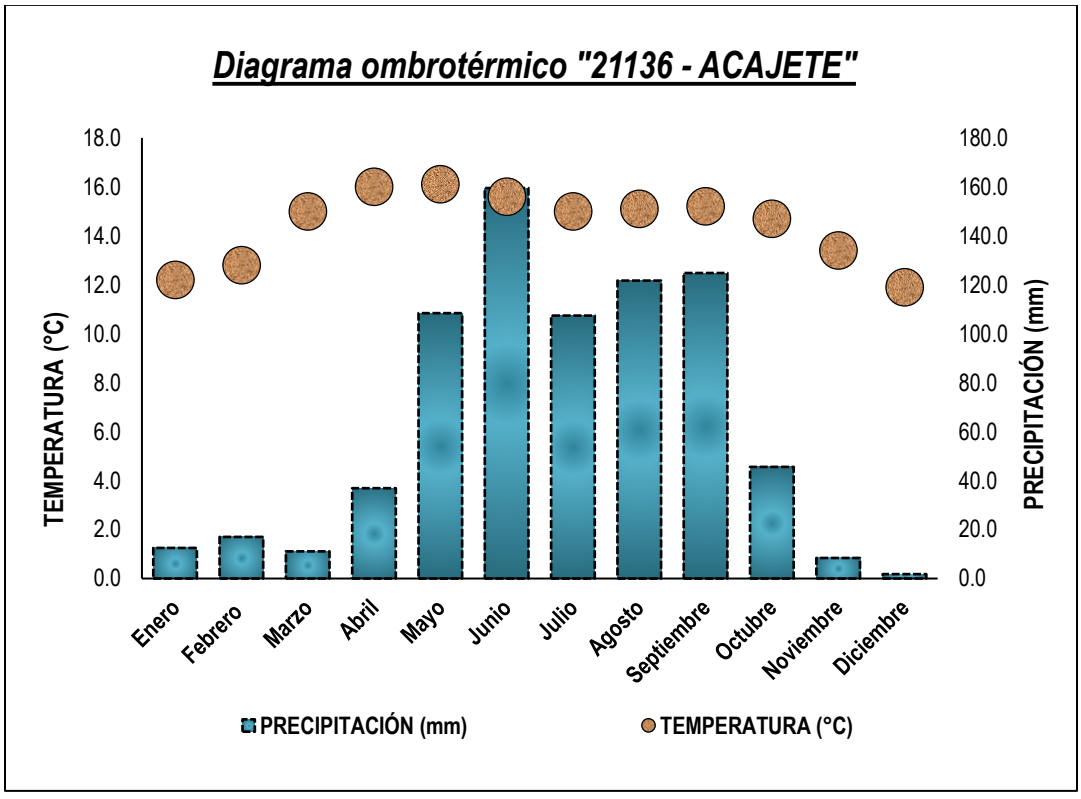


Figura IV.104. Diagrama Ombrotérmico de la estación meteorológica 21136 (Acajete).

PLANOS DEL MUESTREO

En los cuadros y figuras siguientes se presentan los sitios de flora para los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífitas y/o cactáceas en el levantamiento de información de campo para el área de influencia.

Cuadro IV.83. Coordenadas de muestreo del estrato arbóreo de bosque de encino para el AI.

ESTRATO ARBÓREO		
ID	X	Y
1	617212	2113933
2	617476	2114043
3	617766	2114042
4	617864	2114146
5	617759	2114170
6	617617	2114126
7	618044	2114035
8	617931	2113545
9	618029	2113556
10	618028	2113742

Cuadro IV.84. Coordenadas de muestreo del estrato arbustivo de bosque de encino para el AI.

ESTRATO ARBUSTIVO		
ID	X	Y
1	617212	2113933
2	617476	2114043
3	617766	2114042
4	617864	2114146
5	617759	2114170
6	617617	2114126
7	618044	2114035
8	617931	2113545
9	618029	2113556
10	618028	2113742

Cuadro IV.85. Coordenadas de muestreo del estrato herbáceo de bosque de encino para el AI.

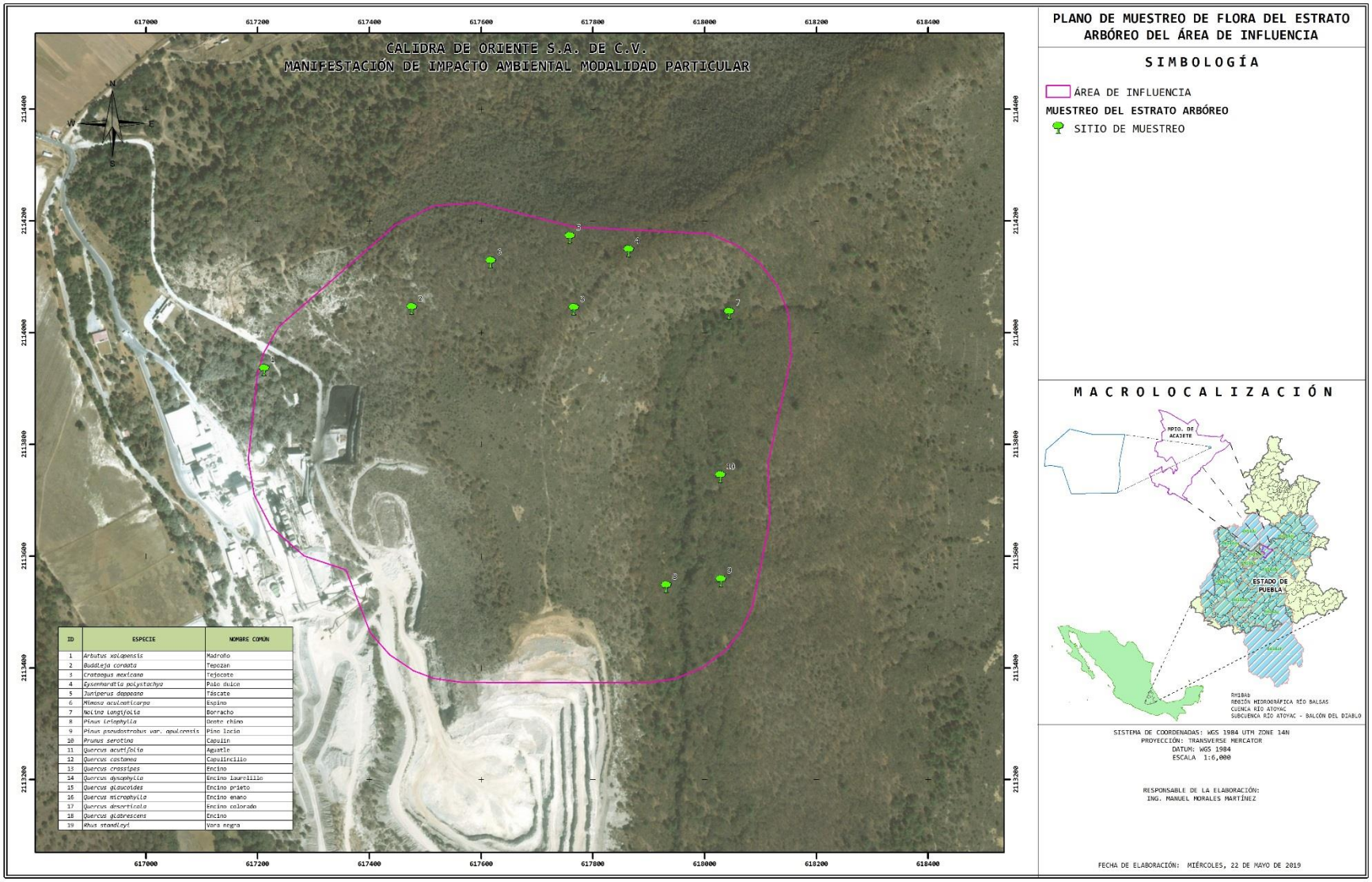
ESTRATO HERBÁCEO					
ID	CENTRAL		ID	VÉRTICE	
	X	Y		X	Y
1	617212	2113933	1	617211.5	2113932.5
			2	617211.5	2113933.5
			3	617212.5	2113933.5
			4	617212.5	2113932.5
2	617476	2114043	1	617475.5	2114042.5
			2	617475.5	2114043.5
			3	617476.5	2114043.5

ESTRATO HERBÁCEO					
ID	CENTRAL		ID	VÉRTICE	
	X	Y		X	Y
			4	617476.5	2114042.5
3	617766	2114042	1	617765.5	2114041.5
			2	617765.5	2114042.5
			3	617766.5	2114042.5
			4	617766.5	2114041.5
4	617864	2114146	1	617863.5	2114145.5
			2	617863.5	2114146.5
			3	617864.5	2114146.5
			4	617864.5	2114145.5
5	617759	2114170	1	617758.5	2114169.5
			2	617758.5	2114170.5
			3	617759.5	2114170.5
			4	617759.5	2114169.5
6	617617	2114126	1	617616.5	2114125.5
			2	617616.5	2114126.5
			3	617617.5	2114126.5
			4	617617.5	2114125.5
7	618044	2114035	1	618043.5	2114034.5
			2	618043.5	2114035.5
			3	618044.5	2114035.5
			4	618044.5	2114034.5
8	617931	2113545	1	617930.5	2113544.5
			2	617930.5	2113545.5
			3	617931.5	2113545.5
			4	617931.5	2113544.5
9	618029	2113556	1	618028.5	2113555.5
			2	618028.5	2113556.5
			3	618029.5	2113556.5
			4	618029.5	2113555.5
10	618031	2113731	1	618030.5	2113730.5
			2	618030.5	2113731.5
			3	618031.5	2113731.5
			4	618031.5	2113730.5

Cuadro IV.86. Coordenadas de muestreo del estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AI.

ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS		
ID	X	Y
1	617212	2113933
2	617476	2114043
3	617766	2114042

ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS		
ID	**X**	**Y**
4	617864	2114146
5	617759	2114170
6	617617	2114126
7	618044	2114035
8	617931	2113545
9	618029	2113556
10	618028	2113742



ID	ESPECIE	NOMBRE COMUN
1	Arbutus xalapensis	Madroño
2	Buddleja cordata	Tepozan
3	Crataegus mexicana	Tejocote
4	Eysenhardtia polystachya	Palo dulce
5	Juniperus deppeana	Táscate
6	Mimosa aculeaticarpa	Espino
7	Nolina longifolia	Borracho
8	Pinus leiophylla	Ocote chino
9	Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio
10	Prunus serotina	Capulin
11	Quercus acutifolia	Aguatle
12	Quercus castanea	Capulincillo
13	Quercus crassipes	Encino
14	Quercus dysophylla	Encino Laurelillo
15	Quercus glaucoides	Encino prieto
16	Quercus microphylla	Encino enano
17	Quercus obtusata	Encino colorado
18	Quercus glabrescens	Encino
19	Rhus standleyi	Vara negra

Figura IV.105. Sitios de muestreo para el estrato arbóreo de bosque de encino para el AI.

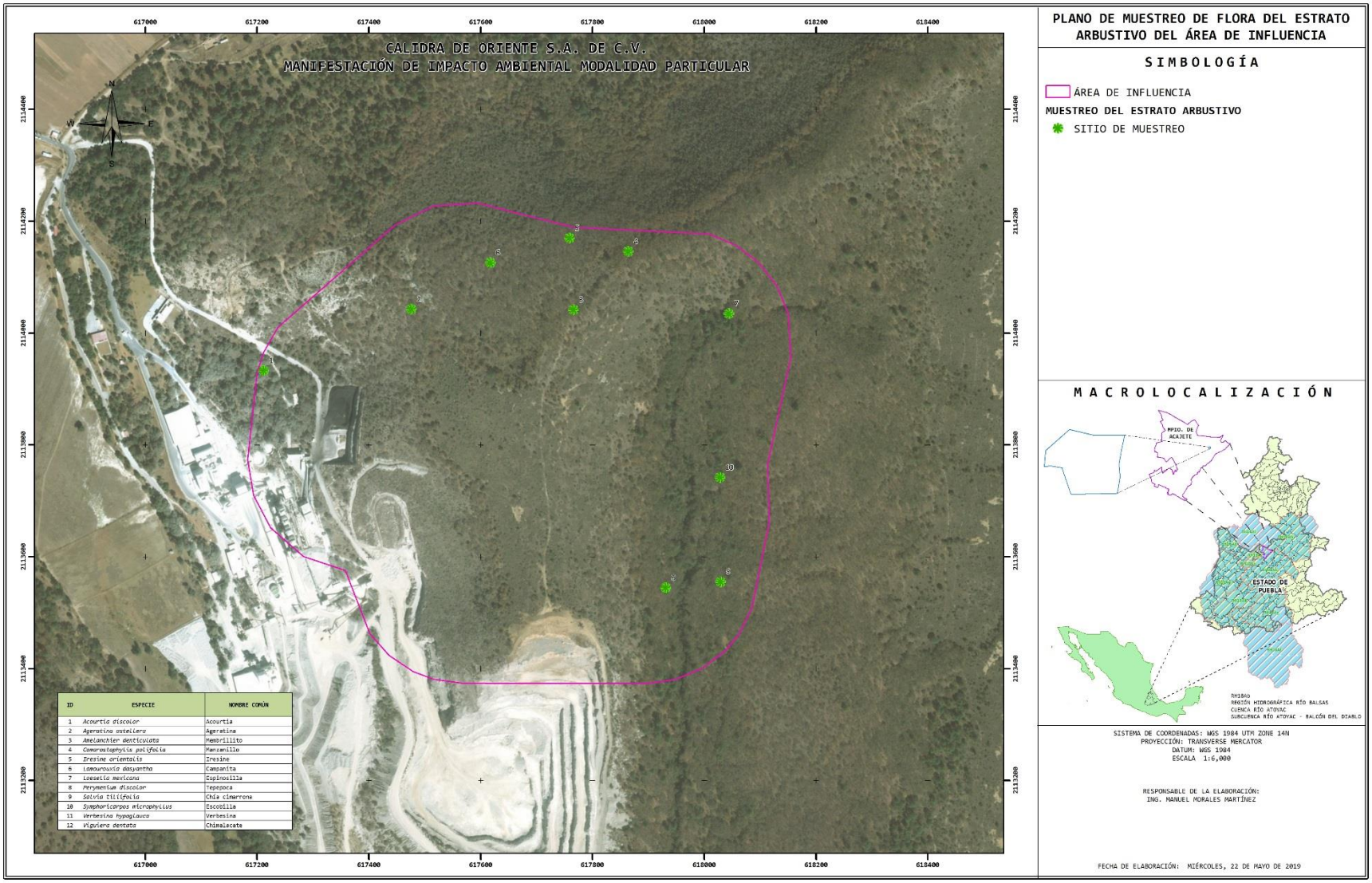


Figura IV.106. Sitios de muestreo para el estrato arbustivo de bosque de encino para el AI.

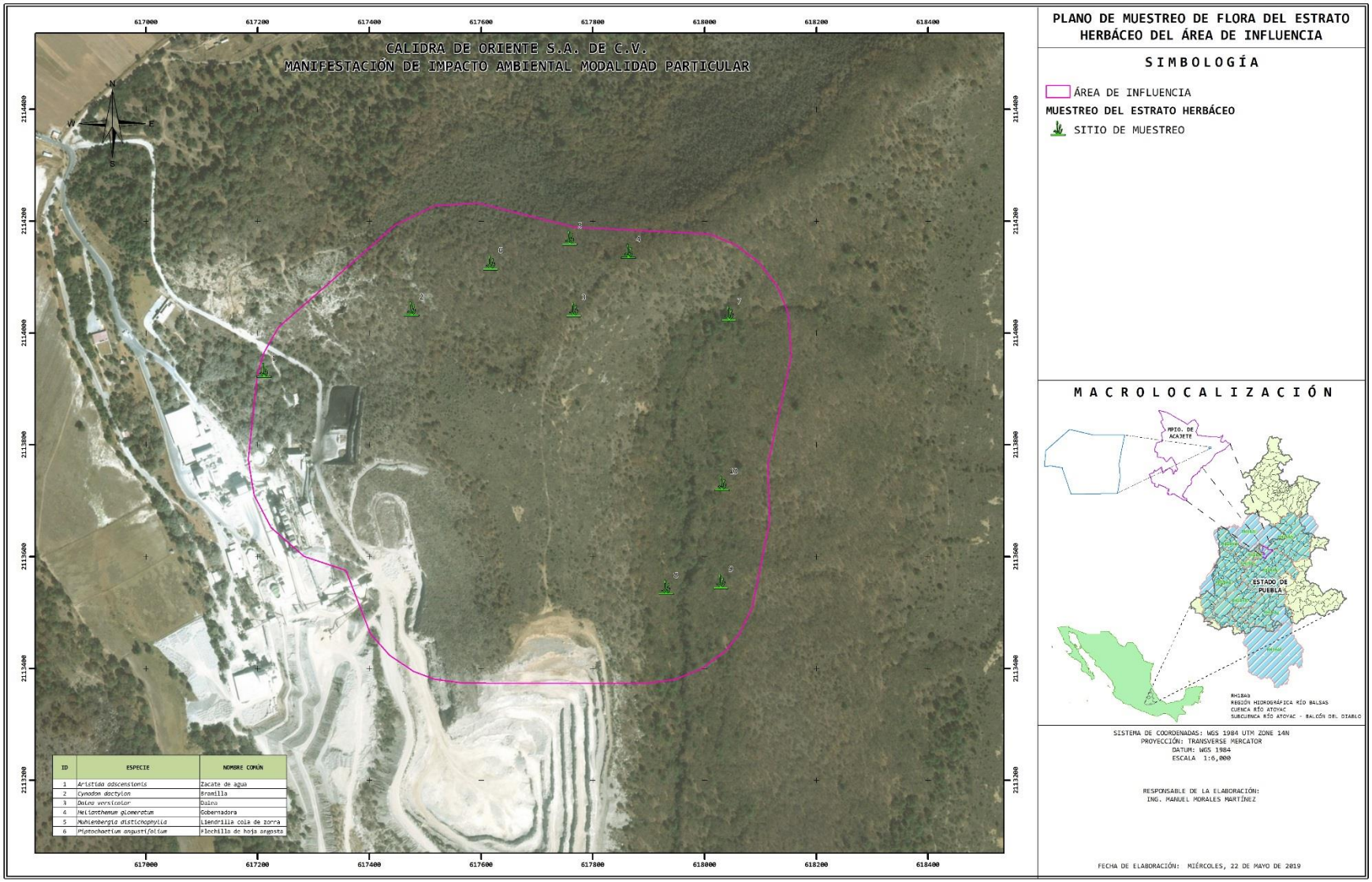


Figura IV.107. Sitios de muestreo para el estrato herbáceo de bosque de encino para el AI.

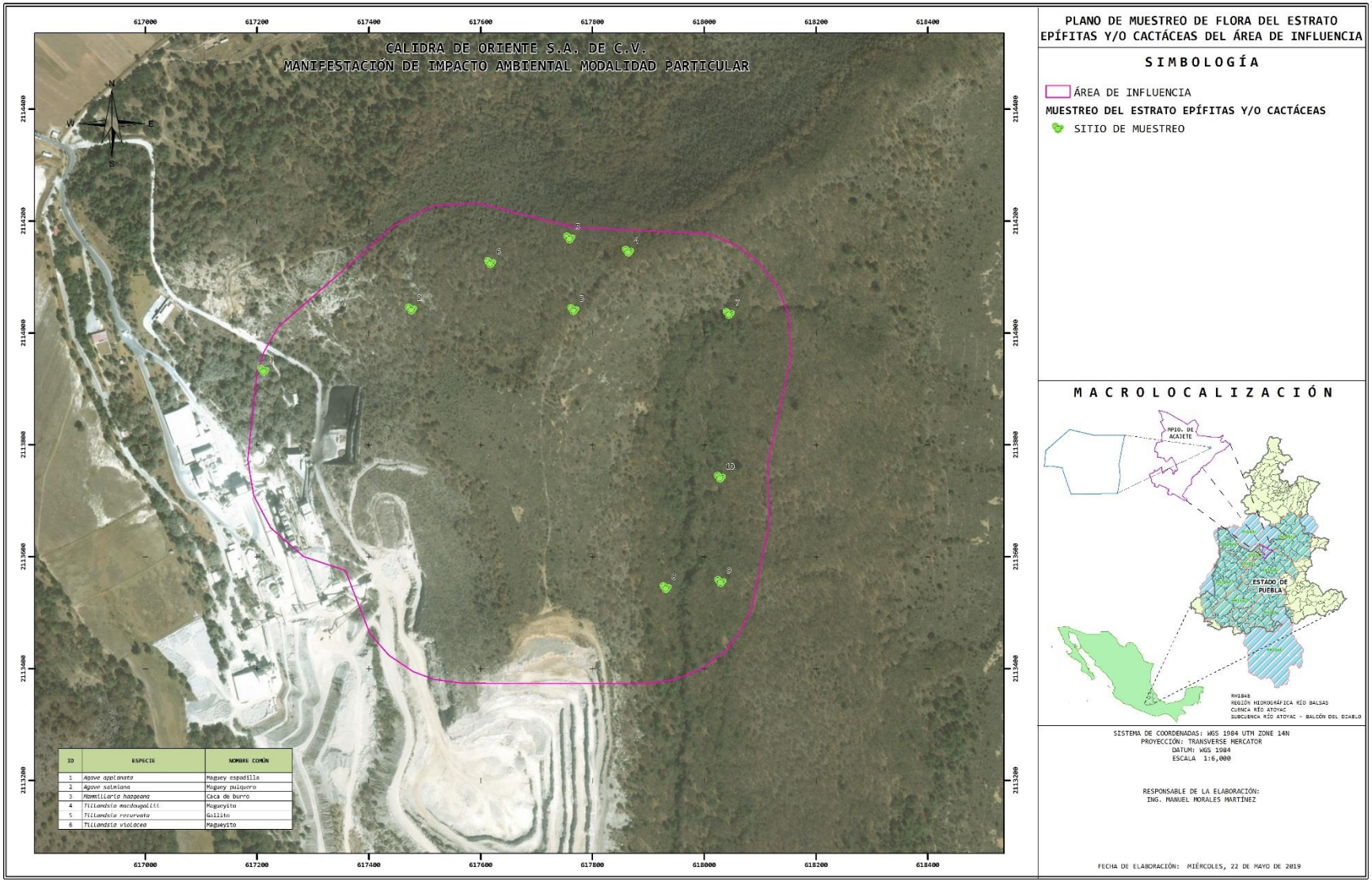


Figura IV.108. Sitios de muestreo para el estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AI.

IV.3.1.2.2.3 COMPOSICIÓN DE POBLACIONES Y COMUNIDADES

IV.3.1.2.2.3.1 TAMAÑO DE MUESTRA

La determinación del número de parcelas o puntos de muestreo es la base del diseño de la metodología del muestreo, si bien es sabido que entre más sean los puntos a emplear es mejor, debido a que el porcentaje de error en el muestreo disminuye, generalmente existen limitaciones financieras y de tiempo, por lo que biólogos y ecólogos recurren a diversos métodos como auxiliadores en la determinación del número adecuado de muestras, para que el muestreo sea estadísticamente representativo y que los datos tengan una distribución normal (Bautista, *et al.,* 2011[lxv]; Mostacedo y Fredericksen, 2000[lxvi]).

Los criterios que generalmente se utilizan para determinar el tamaño de la muestra son la relación entre la superficie a muestrear y la superficie total, y la homogeneidad espacial de la variable o población a estudiarse. En este sentido, el número de muestreos aumenta cuando las variables de estudio son heterogéneas. Ante esta situación, los ecólogos utilizan ciertas herramientas para mantener la representatividad y confiabilidad estadística (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Con la finalidad de determinar si el muestreo realizado en el AI fue suficiente y estadísticamente representativo, se empleó el siguiente modelo matemático, mismo que fue propuesto por Mostacedo y Fredericksen en el Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal.

$$n = \frac{t^2\, CV^2}{E^2 + \frac{t^2\, CV^2}{N}}$$

Donde:

n = Número de unidades muéstrales estadísticamente representativas.

E = Error con el que se quiere obtener los valores (en ecología vegetal generalmente es del 20% [Mostacedo y Fredericksen, 2000]).

t = Valor que se obtiene de las tablas “t de Student”. 19 grados de libertad y 95 % de probabilidad y dos colas

N = Total de unidades muéstrales en toda la población.

CV = Coeficiente de variación, que deriva de:

$$CV = \frac{s * 100}{\bar{x}}$$

Donde:

S = Desviación estándar

$\bar{x}$ = Promedio

A continuación se presenta el tamaño de muestra:

Cuadro IV.87. Representatividad estadística del muestreo de bosque de encino para el AI.

Tipo de vegetación	PM	Número de especies registradas
Bosque de encino	1	16
Bosque de encino	2	17
Bosque de encino	3	11
Bosque de encino	4	10
Bosque de encino	5	15
Bosque de encino	6	21
Bosque de encino	7	16
Bosque de encino	8	19
Bosque de encino	9	23
Bosque de encino	10	18
Promedio (ẋ)		17
Muestras (n)		10
Desviación estándar (S)		4.0332
Coeficiente de variación (CV)		24.2964
95% de probabilidad t=		2.262
E=		20
N=		294
Total de sitios 95% (n=)		**7**

De acuerdo con la superficie del área de influencia el tipo de vegetación de bosque de encino (29.3974 hectáreas), el número total de unidades muéstrales en toda la población es de 294.

Cuadro IV.88. Datos utilizados para el tamaño de muestra de bosque de encino para el AI.

Superficie de AI		Tamaño de la muestra	Total de unidades muéstrales en toda la población
Ha	**m²**	**m²**	**N**
29.3974	293,974	1,000	294

Sustituyendo los valores obtenidos, en el modelo matemático empleado, se tiene que:

$$n = \frac{t^2\, CV^2}{E^2 + \frac{t^2\, CV^2}{N}}$$

Donde:

$$n = \frac{2.262 * 24.2964^2}{20^2 + \frac{2.262 * 24.2964^2}{294}} = 7$$

De acuerdo con el resultado del modelo matemático empleado, con **siete** unidades muéstrales es suficiente para determinar que el muestreo es estadísticamente representativo. Sin embargo con el propósito de llevar a cabo un análisis más profundo y significativo de la diversidad presente del estado actual del área de influencia se realizó un total de 10 puntos. Toda vez que la distribución de los puntos de muestreo fue realizada al azar, el cual se basó en el tipo de vegetación que será removido a consecuencia del proyecto, es decir: el trabajo de campo se concentró en áreas con el tipo de vegetación de bosque de encino; esto de acuerdo a lo observado en campo y basado en lo establecido en la Guía para la Interpretación de Cartografía Uso de Suelo y Vegetación, Serie VI de INEGI y los recorridos en campo. De igual forma se anexa la memoria de cálculo del tamaño de muestra de las áreas del AI para cada uno de los estratos presentes para la flora silvestre **(ANEXO 16. MEMORIAS DE CÁLCULO (DIGITAL)) por capítulo IV (ANEXO IV.G. TAMAÑO_MUESTRA AI).** Para determinar si el número de sitios de muestreo realizados son suficientes para conocer la diversidad florística presente en las áreas del AI, se estimó el esfuerzo de muestreo **(ANEXO 9. ESFUERZO_ MUESTREO AI)**, y los datos en Excel se presentan en el apartado **ANEXO 16. MEMORIAS DE CÁLCULO (DIGITAL) por capítulo IV (ANEXO IV.H. ESFUERZO_MUESTREO AI)**; a partir de la cual se establece que con el número de sitios realizados son suficientes.

En los apartados subsiguientes se describen las características de estructura y composición de las comunidades vegetales existentes en el área de influencia.

IV.3.1.2.2.4 ANÁLISIS DE LA RIQUEZA FLORÍSTICA.

Realizado el trabajo de identificación de las especies registradas, la información se utilizó para obtener los análisis de riqueza, abundancia y diversidad florística, los cuales se describen a continuación presentándose para el área de influencia de acuerdo a los sitios de muestreo levantados.

LISTADO DE ESPECIES DE FLORA (RIQUEZA) DEL AI EN BE

Cuadro IV.89. Listado de las especies de flora registradas para los diferentes estratos de bosque de encino para el AI.

ID AI	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
ESTRATO ARBÓREO				
1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño
2	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan
3	Rosaceae	*Crataegus*	*Crataegus mexicana*	Tejocote
4	Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce
5	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate
6	Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino
7	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho
8	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Ocote chino
9	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio
10	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulín
11	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus acutifolia*	Aguatle
12	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Capulincillo
13	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino
14	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo
15	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucoides*	Encino prieto
16	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano

ID AI	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
17	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus deserticola*	Encino colorado
18	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino
19	Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra
ESTRATO ARBUSTIVO				
1	Asteraceae	*Acourtia*	*Acourtia discolor*	Acourtia
2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina
3	Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito
4	Ericaceae	*Comarostaphylis*	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo
5	Amaranthaceae	*Iresine*	*Iresine orientalis*	Iresine
6	Scrophulariaceae	*Lamourouxia*	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita
7	Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia mexicana*	Espinosilla
8	Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca
9	Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona
10	Caprifoliaceae	*Symphoricarpus*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla
11	Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina
12	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate
ESTRATO HERBÁCEO				
1	Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua
2	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla
3	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea
4	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora
5	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra
6	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS				
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave applanata*	Maguey espadilla
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero
3	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria haageana*	Caca de burro
4	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito
5	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito
6	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia violacea*	Magueyito

INDIVIDUOS POR HECTÁREA Y TOTALES DEL AI EN BE

A continuación, se muestran los individuos por hectárea y totales para cada uno de los estratos, del muestreo realizado dentro del área de influencia para el tipo de vegetación muestreado (BE).

Cuadro IV.90. Individuos por hectárea y totales de las especies de flora de los estratos de bosque de encino para el AI.

SUP (HA)	ID AI	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	INDIVIDUOS POR HECTÁREA	N° INDIVIDUOS TOTAL
ESTRATO ARBÓREO							
29.3974	1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	17	500
	2	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	3	88
	3	Rosaceae	*Crataegus*	*Crataegus mexicana*	Tejocote	4	118

SUP (HA)	ID AI	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	INDIVIDUOS POR HECTÁREA	N° INDIVIDUOS TOTAL
	4	Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	15	441
	5	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	95	2,793
	6	Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	31	911
	7	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	69	2,028
	8	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	3	88
	9	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	50	1,470
	10	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulín	1	29
	11	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus acutifolia*	Aguatle	95	2,793
	12	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Capulincillo	32	941
	13	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	2	59
	14	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	7	206
	15	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	3	88
	16	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	2	59
	17	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus deserticola*	Encino colorado	164	4,821
	18	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	526	15,463
	19	Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	8	235
	Total					**1,127**	**33,131**
ESTRATO ARBUSTIVO							
	1	Asteraceae	*Acourtia*	*Acourtia discolor*	Acourtia	50	3,350
	2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	860	57,615
	3	Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	100	6,699
	4	Ericaceae	*Comarostaphylis*	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo	10	670
	5	Amaranthaceae	*Iresine*	*Iresine orientalis*	Iresine	260	17,419
	6	Scrophulariaceae	*Lamourouxia*	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita	460	30,818
29.3974	7	Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	370	24,788
	8	Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	30	2,010
	9	Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	70	4,690
	10	Caprifoliaceae	*Symphoricarpus*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	70	4,690
	11	Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina	860	57,615
	12	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	50	3,350
	Total					**3,190**	**213,713**
ESTRATO HERBÁCEO							
	1	Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	3,000	88,192
	2	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	7,000	205,782
	3	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	15,000	440,961
29.3974	4	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	7,000	205,782
	5	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	13,000	382,166
	6	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	45,000	1,322,883
	Total					**90,000**	**2,645,766**
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS							
29.3974	1	Agavaceae	*Agave*	*Agave applanata*	Maguey espadilla	51	1,499

SUP (HA)	ID AI	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	INDIVIDUOS POR HECTÁREA	N° INDIVIDUOS TOTAL
	2	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	74	2,175
	3	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria haageana*	Caca de burro	9	265
	4	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	310	9,113
	5	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	12	353
	6	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia violacea*	Magueyito	5	147
	Total					**461**	**13,552**

Nota: se anexa la memoria de cálculo de los individuos por hectárea y totales presentes dentro para el tipo de vegetación de bosque de encino en el AI **(ANEXO 16. MEMORIAS DE CÁLCULO (DIGITAL)) por capítulo IV (ANEXO IV.I. IND. POR HA. Y TOT. AI).**

DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES FLORÍSTICAS - ENDEMISMO

Cuadro IV.91. Endemismo de especies de flora registradas para los diferentes estratos de bosque de encino para el AI.

DISTRIBUCIÓN (ENDEMISMO) DE LAS ESPECIES PRESENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA				
FAMILIA	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**DISTRIBUCIÓN**
ARBÓREO				
Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	Nativa
Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	Nativa
Rosaceae	*Crataegus*	*Crataegus mexicana*	Tejocote	Nativa
Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	Nativa
Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	Nativa
Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	Nativa
Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	Nativa
Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	Endémica
Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	Nativa
Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulín	Nativa
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus acutifolia*	Aguatle	Endémica
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Capulincillo	Nativa
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	Endémica
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	Nativa
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	Endémica
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	Nativa
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus deserticola*	Encino colorado	Endémica
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	Endémica
Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	Nativa
ARBUSTIVO				
Asteraceae	*Acourtia*	*Acourtia discolor*	Acourtia	Nativa
Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	Nativa
Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	Nativa
Ericaceae	*Comarostaphylis*	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo	Nativa
Amaranthaceae	*Iresine*	*Iresine orientalis*	Iresine	Nativa

DISTRIBUCIÓN (ENDEMISMO) DE LAS ESPECIES PRESENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA				
FAMILIA	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**DISTRIBUCIÓN**
Scrophulariaceae	*Lamourouxia*	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita	Endémica
Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	Nativa
Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	Endémica
Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	Nativa
Caprifoliaceae	*Symphoricarpus*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	Nativa
Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina	Nativa
Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	Nativa
HERBÁCEO				
Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	Exótica
Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	Exótica
Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	Nativa
Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	Nativa
Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	Endémica
Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	Sin información
EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS				
Agavaceae	*Agave*	*Agave applanata*	Maguey espadilla	Endémica
Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	Endémica
Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria haageana*	Caca de burro	Endémica
Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	Endémica
Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia violacea*	Magueyito	Endémica

Como se observa se cuenta con una población representada por especies de distribución nativa endémica, de igual forma se presenta de manera gráfica la distribución de las especies de los cuatro estratos:

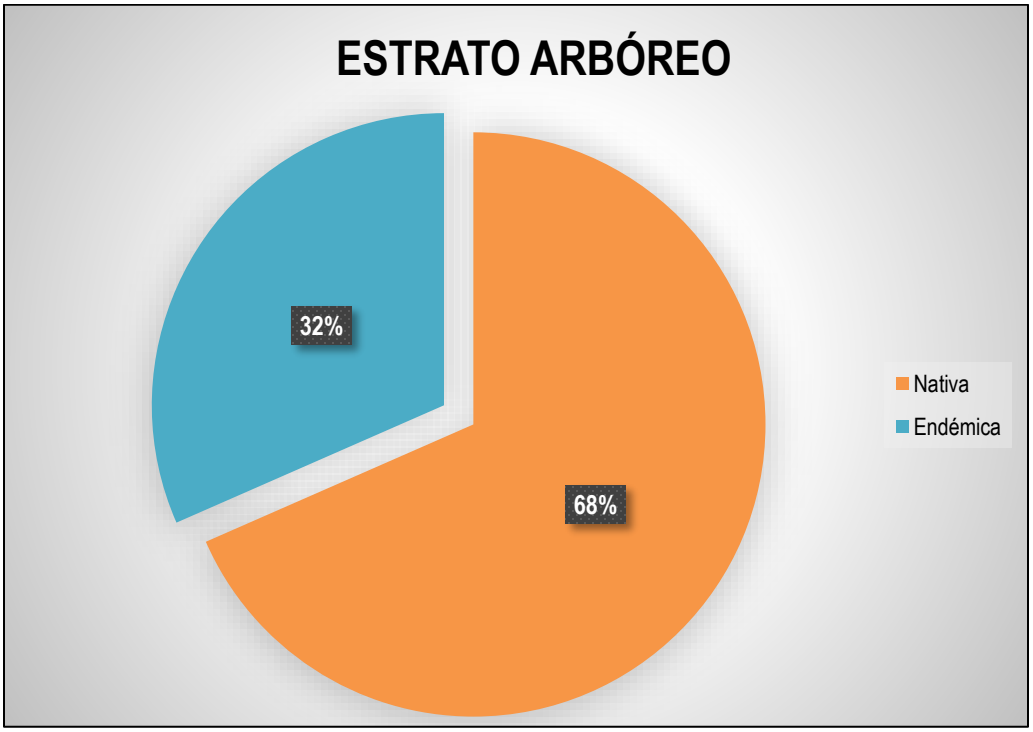


Figura IV.109. Distribución en el estrato arbóreo de bosque de encino para el AI.

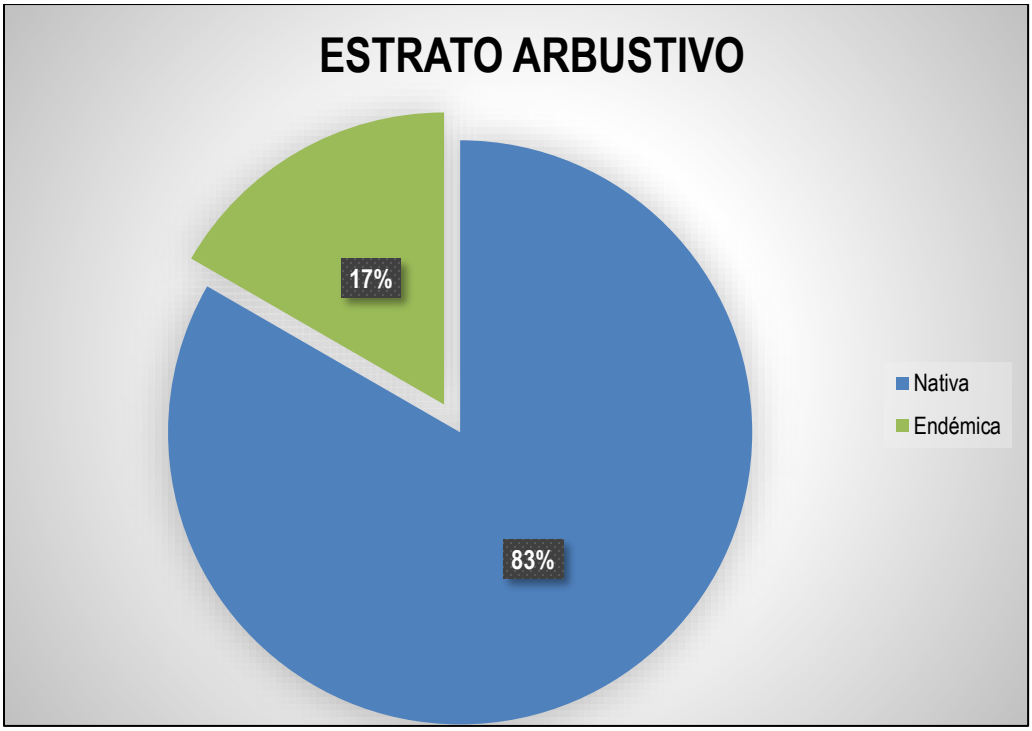


Figura IV.110. Distribución en el estrato arbustivo de bosque de encino para el AI.

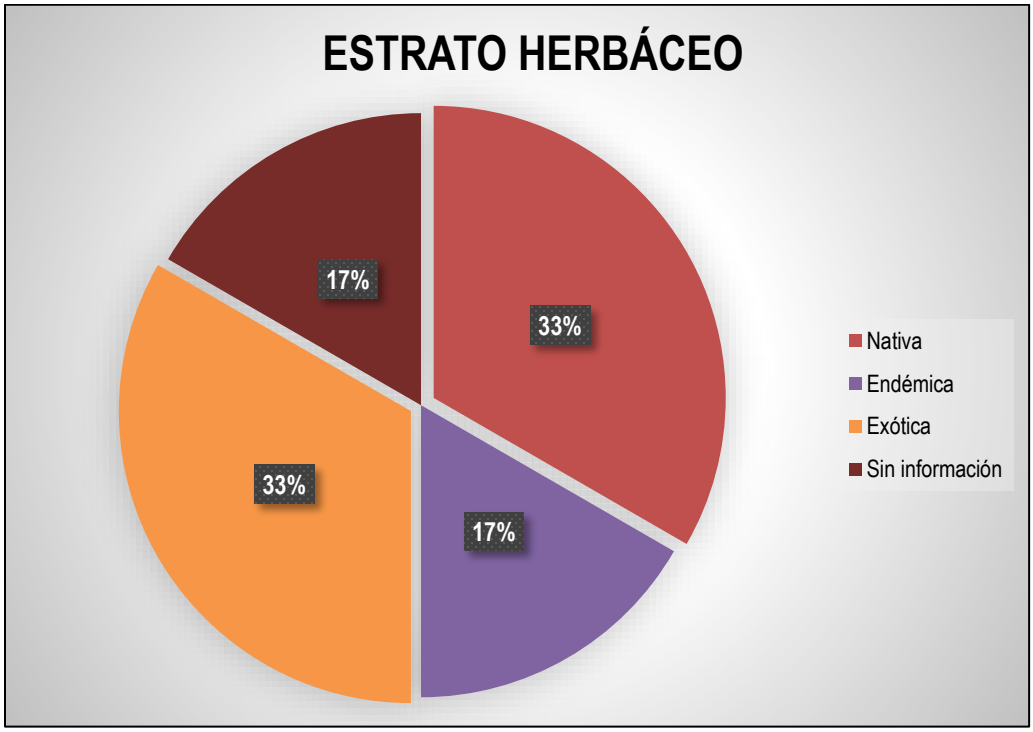


Figura IV.111. Distribución en el estrato herbáceo de bosque de encino para el AI.

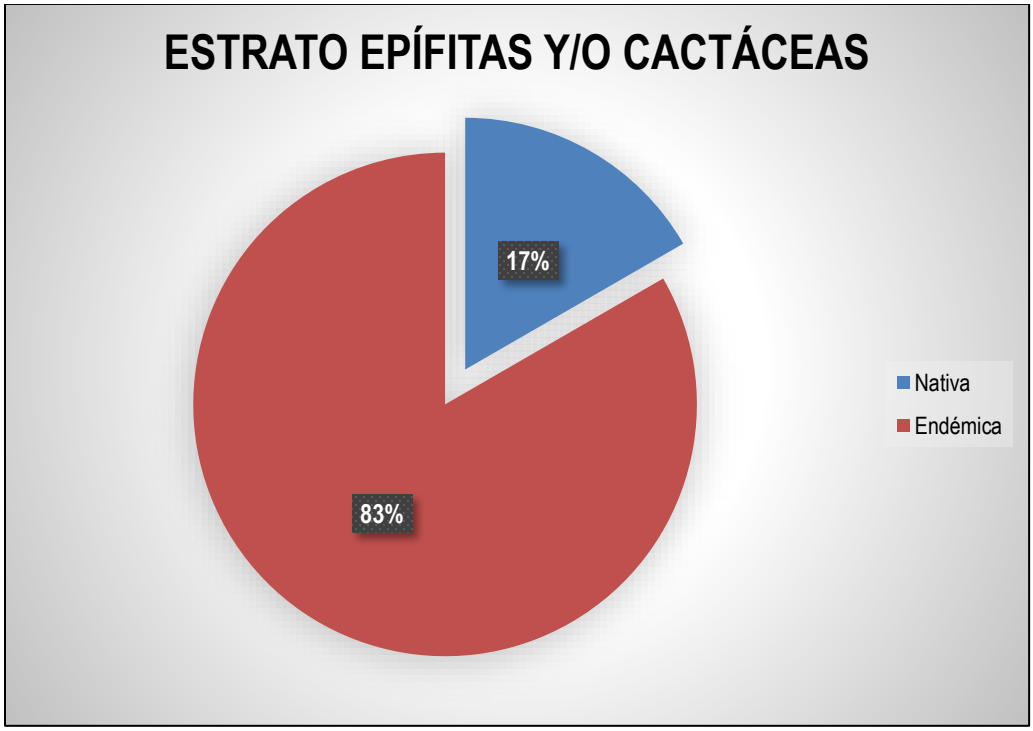


Figura IV.112. Distribución en el estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AI.

ESTATUS DE ESPECIES FLORÍSTICAS DE ACUERDO A LA NOM-059-SEMARNAT-2010

Cuadro IV.92. Estatus de las especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010 para los diferentes estratos de bosque de encino para el AI.

ESTATUS DE LAS ESPECIES PRESENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DENTRO DE LA NOM-059-SEMARNAT-2010				
FAMILIA	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**NOM-059**
ARBÓREO				
Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	S/C
Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	S/C
Rosaceae	*Crataegus*	*Crataegus mexicana*	Tejocote	S/C
Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	S/C
Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	S/C
Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	S/C
Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	S/C
Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	S/C
Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	S/C
Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulín	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus acutifolia*	Aguatle	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Capulincillo	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus deserticola*	Encino colorado	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	S/C
Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	S/C
ARBUSTIVO				
Asteraceae	*Acourtia*	*Acourtia discolor*	Acourtia	S/C
Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	S/C
Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	S/C
Ericaceae	*Comarostaphylis*	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo	S/C
Amaranthaceae	*Iresine*	*Iresine orientalis*	Iresine	S/C
Scrophulariaceae	*Lamourouxia*	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita	S/C
Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	S/C
Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	S/C
Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	S/C
Caprifoliaceae	*Symphoricarpus*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	S/C
Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina	S/C
Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	S/C
HERBÁCEO				
Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	S/C
Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	S/C
Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	S/C
Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	S/C

ESTATUS DE LAS ESPECIES PRESENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DENTRO DE LA NOM-059-SEMARNAT-2010				
FAMILIA	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**NOM-059**
Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	S/C
Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	S/C
EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS				
Agavaceae	*Agave*	*Agave applanata*	Maguey espadilla	S/C
Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	S/C
Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria haageana*	Caca de burro	S/C
Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	S/C
Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	S/C
Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia violacea*	Magueyito	S/C

Como se observa en el listado anterior, de las especies presentes en el AI, ninguna se encuentra en algún estatus dentro de la normativa nacional.

ESTATUS DE ESPECIES FLORÍSTICAS DE ACUERDO A CITES

A continuación se presenta el estatus de las especies de acuerdo con la normatividad internacional conforme en la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre, en sus siglas CITES; registradas para el tipo de vegetación en cada uno de los estratos presentes en el área de influencia.

Cuadro IV.93. Estatus de las especies de flora conforme en CITES para los diferentes estratos de bosque de encino para el AI.

ESTATUS DE LAS ESPECIES PRESENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DENTRO DE CITES				
FAMILIA	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**CITES**
ARBÓREO				
Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	S/C
Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	S/C
Rosaceae	*Crataegus*	*Crataegus mexicana*	Tejocote	S/C
Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	S/C
Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	S/C
Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	S/C
Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	S/C
Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	S/C
Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	S/C
Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulín	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus acutifolia*	Aguatle	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Capulincillo	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus deserticola*	Encino colorado	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	S/C
Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	S/C
ARBUSTIVO				
Asteraceae	*Acourtia*	*Acourtia discolor*	Acourtia	S/C
Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	S/C
Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	S/C
Ericaceae	*Comarostaphylis*	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo	S/C

ESTATUS DE LAS ESPECIES PRESENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DENTRO DE CITES				
FAMILIA	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**CITES**
Amaranthaceae	*Iresine*	*Iresine orientalis*	Iresine	S/C
Scrophulariaceae	*Lamourouxia*	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita	S/C
Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	S/C
Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	S/C
Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	S/C
Caprifoliaceae	*Symphoricarpus*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	S/C
Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina	S/C
Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	S/C
HERBÁCEO				
Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	S/C
Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	S/C
Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	S/C
Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	S/C
Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	S/C
Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	S/C
EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS				
Agavaceae	*Agave*	*Agave applanata*	Maguey espadilla	S/C
Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	S/C
Cactaceae	***Mammillaria***	***Mammillaria haageana***	**Caca de burro**	**II**
Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	S/C
Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	S/C
Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia violacea*	Magueyito	S/C

Para la normativa internacional como lo es el CITES, solo una especie de cactácea identificada en el AI se encuentran el apéndice II de esta normativa (*Mammillaria haageana*).

A continuación se presenta un plano de distribución de la especie, para demostrar que esta, no afectara su población, se presenta el plano de distribución de acuerdo a la información consultada en la página EncicloVida de CONABIO que es una plataforma digital para conocer a las especies de plantas, hongos y animales de México; esta fuente de información integra información que la CONABIO ha reunido a través del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB). También se identifican las especies con requerimientos especiales para el comercio internacional y las especies seleccionadas como prioritarias por el gobierno mexicano.

Sin embargo, se tendrá el debido respeto enfocado a la conservación de las especies, como medida prioritaria se prohíbe la extracción y el comercio de especies de flora silvestre. Aunque estas son especies que se encuentran en el apéndice II (el cual puede ser autorizado mediante la concesión de un permiso de exportación o certificado de reexportación y no es necesario un permiso de importación para estas especies) se prohíbe la extracción para cualquier uso de la biodiversidad.

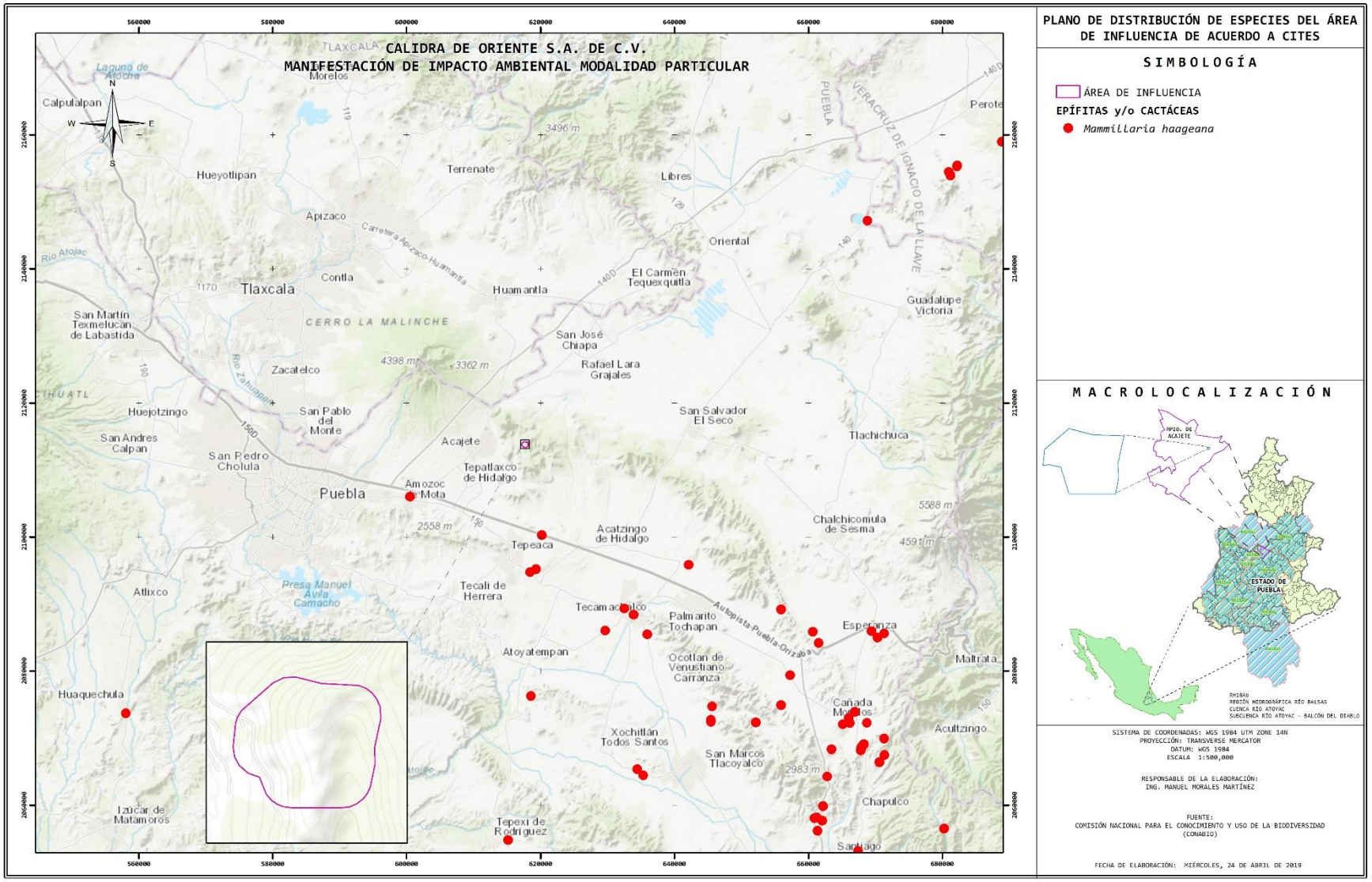


Figura IV.113. Mapa de distribución de especies del estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AI.

IV.3.1.2.2.5 DIVERSIDAD FLORÍSTICA

IV.3.1.2.2.5.1 DIVERSIDAD ALFA

DOMINANCIA, DIVERSIDAD Y VALOR DE IMPORTANCIA

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SIMPSON DEL AI

Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad puesto que toman en cuenta la dominancia de las especies con mayor representatividad, para lo cual el índice más común para utilizar es el índice de Simpson[lxvii]. El índice de dominancia de Simpson (también conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia) es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos. A medida que el valor del índice de Simpson se incrementa, la diversidad decrece por lo que es necesario calcular el complemento del índice de Simpson (1-0), asegurando de esta manera que el valor del índice aumenta con el incremento de la diversidad[lxviii]. Este índice puede tomar valores que van de 0 a 1, de acuerdo a los valores obtenidos se considera que las condiciones ambientales y de la biodiversidad se encuentran en:

- Mayor a 0.67 diversidad alta.
- 0.34 a 0.66 diversidad media.
- 0 a 0.33 diversidad baja.

Nota: la descripción de la metodología del índice se encuentra de forma más completa en el apartado del medio biótico para el SA en la metodología de diversidad alfa, cálculo del índice de Simpson.

A continuación, se muestra el cálculo del índice de Simpson de los diferentes estratos para el área de influencia.

Cuadro IV.94. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato arbóreo de bosque de encino para el AI.

ÁRBOLES							
ID AI	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)^2**
1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	500	0.0151	0.0002
2	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	88	0.0027	0.0000
3	Rosaceae	*Crataegus*	*Crataegus mexicana*	Tejocote	118	0.0035	0.0000
4	Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	441	0.0133	0.0002
5	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	2,793	0.0843	0.0071
6	Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	911	0.0275	0.0008
7	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	2,028	0.0612	0.0037
8	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	88	0.0027	0.0000
9	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	1,470	0.0444	0.0020
10	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulín	29	0.0009	0.0000
11	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus acutifolia*	Aguatle	2,793	0.0843	0.0071
12	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Capulincillo	941	0.0284	0.0008
13	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	59	0.0018	0.0000
14	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	206	0.0062	0.0000
15	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	88	0.0027	0.0000

ÁRBOLES							
ID AI	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
16	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	59	0.0018	0.0000
17	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus deserticola*	Encino colorado	4,821	0.1455	0.0212
18	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	15,463	0.4667	0.2178
19	Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	235	0.0071	0.0001
19	**Total**				**33,131**	**1**	**0.2610**
I. Simpson λ							**0.7390**
Dominancia							**0.2610**

En cuanto al estrato arbóreo muestra resultados para el índice de Simpson de 0.7390 lo que indica una diversidad alta, en cuanto a la dominancia de especies cuyo valor es proporcional, este es de 0.2610 lo que indica que la dominancia es baja, debido a que se encontraron un mayor número de especies y se encuentran distribuidas con mayor homogeneidad, es decir hay un número alto de especies, este estrato cuenta con 19 especies.

Cuadro IV.95. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato arbustivo de bosque de encino para el AI.

ARBUSTOS							
ID AI	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Asteraceae	*Acourtia*	*Acourtia discolor*	Acourtia	1,470	0.0157	0.0002
2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	25,282	0.2696	0.0727
3	Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	2,940	0.0313	0.0010
4	Ericaceae	*Comarostaphylis*	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo	294	0.0031	0.0000
5	Amaranthaceae	*Iresine*	*Iresine orientalis*	Iresine	7,643	0.0815	0.0066
6	Scrophulariaceae	*Lamourouxia*	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita	13,523	0.1442	0.0208
7	Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	10,877	0.1160	0.0135
8	Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	882	0.0094	0.0001
9	Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	2,058	0.0219	0.0005
10	Caprifoliaceae	*Symphoricarpus*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	2,058	0.0219	0.0005
11	Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina	25,282	0.2696	0.0727
12	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	1,470	0.0157	0.0002
12	**Total**				**93,778**	**1**	**0.1888**
I. Simpson λ							**0.8112**
Dominancia							**0.1888**

En cuanto al estrato arbustivo muestra resultados para el índice de Simpson de 0.8112 lo que indica una diversidad alta, en cuanto a la dominancia de especies cuyo valor es proporcional, este es de 0.1888 lo que indica que la dominancia en baja, debido a que se encontraron variedad de especies dentro de los sitios de muestreo, este estrato se encuentra representado por 12 especies.

Cuadro IV.96. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato herbáceo de bosque de encino para el AI.

HIERBAS							
ID AI	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	88,192	0.0333	0.0011
2	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	205,782	0.0778	0.0060

HIERBAS							
ID AI	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
3	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	440,961	0.1667	0.0278
4	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	205,782	0.0778	0.0060
5	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	382,166	0.1444	0.0209
6	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	1,322,883	0.5000	0.2500
6	**Total**				**2,645,766**	**1**	**0.3119**
I. Simpson λ							**0.6881**
Dominancia							**0.3119**

En cuanto al estrato herbáceo muestra resultados para el índice de Simpson de 0.6881 lo que indica una diversidad alta, en cuanto a la dominancia de especies cuyo valor es proporcional, este es de 0.3119 lo que indica que la dominancia es baja, debido a las especies encontradas (6).

Cuadro IV.97. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AI.

EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS							
ID AI	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave applanata*	Maguey espadilla	1,499	0.1106	0.0122
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	2,175	0.1605	0.0258
3	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria haageana*	Caca de burro	265	0.0195	0.0004
4	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	9,113	0.6725	0.4522
5	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	353	0.0260	0.0007
6	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia violacea*	Magueyito	147	0.0108	0.0001
6	**Total**				**13,552**	**1**	**0.4914**
I. Simpson λ							**0.5086**
Dominancia							**0.4914**

En cuanto al estrato herbáceo muestra resultados para el índice de Simpson de 0.5086 y una dominancia de 0.4914 lo que indica una diversidad y dominancia media. Esto se puede deber a que se encontró una relación con las especies dentro de los sitios de muestreo.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SHANNON–WIENER AI.

Existen diversos índices para cuantificar la biodiversidad, siendo uno de los más utilizados es el índice de Shannon-Wiener; este índice manifiesta la heterogeneidad de una comunidad, basándose en 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 S especies es muy homogénea, por ejemplo, porque existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes. Este índice puede tomar valores que van de 0 a 5, de acuerdo a los valores obtenidos se considera que las condiciones ambientales y de la biodiversidad se encuentran en:

- ☺ 5 condiciones óptimas / diversidad muy alta.
- ☺ 4 muy buen estado / diversidad alta.

- ☺ 3 a 4 buen estado / diversidad media-alta.
- ☺ 2 a 3 estado moderado / diversidad media.
- ☺ 1 a 2 pobre con perturbación / diversidad baja.
- ☺ 0 a 1 mal estado / diversidad muy baja.

Nota: así como se mencionó en el cálculo del índice de Simpson, para este caso también se describe este índice de forma más completa en la metodología de diversidad alfa, índice de Shannon-Wiener, del apartado de sistema ambiental.

A continuación, se presenta los individuos totales al igual que los índices de Shannon-Wiener de los cuatro estratos para el área de influencia.

Cuadro IV.98. Individuos totales por estratos de bosque de encino para el AI.

SUPERFICIE (HA)	ID AI	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS TOTAL
ESTRATO ARBÓREO						
29.3974	1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	500
	2	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	88
	3	Rosaceae	*Crataegus*	*Crataegus mexicana*	Tejocote	118
	4	Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	441
	5	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	2,793
	6	Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	911
	7	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	2,028
	8	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	88
	9	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	1,470
	10	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulín	29
	11	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus acutifolia*	Aguatle	2,793
	12	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Capulincillo	941
	13	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	59
	14	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	206
	15	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	88
	16	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	59
	17	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus deserticola*	Encino colorado	4,821
	18	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	15,463
	19	Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	235
	Total					**33,131**
ESTRATO ARBUSTIVO						
29.3974	1	Asteraceae	*Acourtia*	*Acourtia discolor*	Acourtia	3,350
	2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	57,615
	3	Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	6,699
	4	Ericaceae	*Comarostaphylis*	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo	670
	5	Amaranthaceae	*Iresine*	*Iresine orientalis*	Iresine	17,419
	6	Scrophulariaceae	*Lamourouxia*	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita	30,818

SUPERFICIE (HA)	ID AI	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS TOTAL
	7	Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	24,788
	8	Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	2,010
	9	Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	4,690
	10	Caprifoliaceae	*Symphoricarpus*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	4,690
	11	Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina	57,615
	12	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	3,350
	Total					**213,713**
ESTRATO HERBÁCEO						
29.3974	1	Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	88,192
	2	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	205,782
	3	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	440,961
	4	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	205,782
	5	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	382,166
	6	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	1,322,883
	Total					**2,645,766**
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS						
29.3974	1	Agavaceae	*Agave*	*Agave applanata*	Maguey espadilla	1,499
	2	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	2,175
	3	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria haageana*	Caca de burro	265
	4	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	9,113
	5	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	353
	6	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia violacea*	Magueyito	147
	Total					**13,552**

Conclusiones del cálculo del índice de Shannon–Wiener

Al calcular el indicador para cada uno de los estratos que componen al bosque de encino tenemos:

Que el estrato arbóreo es un estrato con valores del Índice de Shannon de **H= 1.8458**, y para **H Máx.= 2.9444**, con lo que se determina que se trata de un estrato pobre con perturbación con una diversidad baja representado por 19 especies arbóreas. Para el resto de los estratos se encuentran con valores similares a los del estrato arbóreo, con valores para el estrato arbustivo para el Índice de Shannon con un valor de **H= 1.9086**, y una **H Máx.= 2.4849**; para el estrato herbáceo se tiene un valor del Índice de Shannon de **H= 1.4353** y una **H Máx.= 1.7918**; por último, el estrato epífitas y cactáceas con el Índice de Shannon de **H= 1.0249** y la **H Máx.= 1.7918**.

Con la información anterior, podemos aludir que el área de influencia se trata de una diversidad baja con un estado de conservación pobre con perturbación.

Cuadro IV.99. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo de bosque de encino para el AI.

ÁRBOLES								
ID AI	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	500	0.0151	-4.1941	-0.0633
2	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	88	0.0027	-5.9287	-0.0158
3	Rosaceae	*Crataegus*	*Crataegus mexicana*	Tejocote	118	0.0035	-5.6410	-0.0200
4	Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	441	0.0133	-4.3193	-0.0575
5	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	2,793	0.0843	-2.4734	-0.2085
6	Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	911	0.0275	-3.5933	-0.0988
7	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	2,028	0.0612	-2.7932	-0.1710
8	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	88	0.0027	-5.9287	-0.0158
9	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	1,470	0.0444	-3.1153	-0.1382
10	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulín	29	0.0009	-7.0273	-0.0062
11	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus acutifolia*	Aguatle	2,793	0.0843	-2.4734	-0.2085
12	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Capulincillo	941	0.0284	-3.5616	-0.1011
13	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	59	0.0018	-6.3342	-0.0112
14	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	206	0.0062	-5.0814	-0.0316
15	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	88	0.0027	-5.9287	-0.0158
16	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	59	0.0018	-6.3342	-0.0112
17	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus deserticola*	Encino colorado	4,821	0.1455	-1.9274	-0.2805
18	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	15,463	0.4667	-0.7620	-0.3557
19	Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	235	0.0071	-4.9479	-0.0351
19	**Total**				**33,131**	**1**	-	**-1.8458**
							I. Shannon H	**1.8458**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**2.9444**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.6269**

Cuadro IV.100. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo de bosque de encino para el AI.

ARBUSTOS								
ID AI	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Asteraceae	*Acourtia*	*Acourtia discolor*	Acourtia	1,470	0.0157	-4.1558	-0.0651
2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	25,282	0.2696	-1.3108	-0.3534
3	Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	2,940	0.0313	-3.4626	-0.1085
4	Ericaceae	*Comarostaphylis*	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo	294	0.0031	-5.7652	-0.0181
5	Amaranthaceae	*Iresine*	*Iresine orientalis*	Iresine	7,643	0.0815	-2.5071	-0.2043
6	Scrophulariaceae	*Lamourouxia*	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita	13,523	0.1442	-1.9365	-0.2793
7	Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	10,877	0.1160	-2.1543	-0.2499
8	Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	882	0.0094	-4.6666	-0.0439
9	Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	2,058	0.0219	-3.8193	-0.0838
10	Caprifoliaceae	*Symphoricarpus*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	2,058	0.0219	-3.8193	-0.0838
11	Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina	25,282	0.2696	-1.3108	-0.3534
12	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	1,470	0.0157	-4.1558	-0.0651

ARBUSTOS								
ID AI	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
12	**Total**				**93,778**	**1**	-	**-1.9086**
							I. Shannon H	**1.9086**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**2.4849**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.7681**

Cuadro IV.101. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo de bosque de encino para el AI.

HIERBAS								
ID AI	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	88,192	0.0333	-3.4012	-0.1134
2	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	205,782	0.0778	-2.5539	-0.1986
3	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	440,961	0.1667	-1.7918	-0.2986
4	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	205,782	0.0778	-2.5539	-0.1986
5	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	382,166	0.1444	-1.9349	-0.2795
6	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	1,322,883	0.5000	-0.6931	-0.3466
6	**Total**				**2,645,766**	**1**	-	**-1.4353**
							I. Shannon H	**1.4353**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**1.7918**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.8011**

Cuadro IV.102. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AI.

EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS								
ID AI	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave applanata*	Maguey espadilla	1,499	0.1106	-2.2016	-0.2436
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	2,175	0.1605	-1.8293	-0.2936
3	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria haageana*	Caca de burro	265	0.0195	-3.9362	-0.0768
4	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	9,113	0.6725	-0.3968	-0.2668
5	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	353	0.0260	-3.6485	-0.0950
6	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia violacea*	Magueyito	147	0.0108	-4.5240	-0.0491
6	**Total**				**13,552**	**1**	-	**-1.0249**
							I. Shannon H	**1.0249**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**1.7918**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.5720**

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA DENTRO DEL AI.

Este valor es un parámetro que mide el valor de las especies, típicamente, en base a tres parámetros principales: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal), densidad y frecuencia. El índice de valor de importancia (I.V.I.) es la suma de estos tres parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal. El I.V.I. es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente.

En cualquier comunidad vegetal existen un diferente número de especies (con abundancia variable), que caracterizan a la misma, pero cada una de ellas compite por luz, CO_2, agua, nutrientes, espacio y otros. La (s) especie (s) que sea (n) más eficiente (s) en lograr aprovechas esta energía será (n) la (s) dominante (s). Entonces, cada una de las especies que conforma dicha comunidad en una forma descendente, serán incluidas desde las más eficientes hasta las menos eficientes, en aprovechar la energía del sistema.

La forma práctica de determinar este comportamiento ecológico en las comunidades, es por medio de los valores de importancia de cada una de las especies que componen la comunidad.

Nota: así como se mencionó en el cálculo del índice de Simpson y Shannon-Wiener, para este caso también se describe este índice de forma más completa en la metodología de diversidad alfa, índice de valor de importancia, del apartado de sistema ambiental.

El índice de valor de importancia se calculó para los cuatro estratos como se presenta a continuación:

Cuadro IV.103. Índice de valor de importancia del estrato arbóreo de bosque de encino para el AI.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO ARBÓREO										
ID AI	Especie	Nombre común	n	Densidad	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Cobertura (%)	Dominancia	Dominancia relativa (%)	IVI (%)
1	*Arbutus xalapensis*	Madroño	500	17	1.51	8.64	1.51	0.05	1.51	11.66
2	*Buddleja cordata*	Tepozan	88	3	0.27	2.47	0.27	0.01	0.27	3.00
3	*Crataegus mexicana*	Tejocote	118	4	0.35	1.23	0.35	0.01	0.35	1.94
4	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	441	15	1.33	2.47	1.33	0.05	1.33	5.13
5	*Juniperus deppeana*	Táscate	2,793	95	8.43	12.35	8.43	0.29	8.43	29.20
6	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	911	31	2.75	4.94	2.75	0.09	2.75	10.44
7	*Nolina longifolia*	Borracho	2,028	69	6.12	8.64	6.12	0.21	6.12	20.89
8	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	88	3	0.27	2.47	0.27	0.01	0.27	3.00
9	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	1,470	50	4.44	8.64	4.44	0.15	4.44	17.52
10	*Prunus serotina*	Capulín	29	1	0.09	1.23	0.09	0.00	0.09	1.41
11	*Quercus acutifolia*	Aguatle	2,793	95	8.43	9.88	8.43	0.29	8.43	26.74
12	*Quercus castanea*	Capulincillo	941	32	2.84	7.41	2.84	0.10	2.84	13.09
13	*Quercus crassipes*	Encino	59	2	0.18	1.23	0.18	0.01	0.18	1.59
14	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	206	7	0.62	2.47	0.62	0.02	0.62	3.71
15	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	88	3	0.27	1.23	0.27	0.01	0.27	1.77
16	*Quercus microphylla*	Encino enano	59	2	0.18	1.23	0.18	0.01	0.18	1.59
17	*Quercus deserticola*	Encino colorado	4,821	164	14.55	11.11	14.55	0.50	14.55	40.21
18	*Quercus glabrescens*	Encino	15,463	526	46.67	11.11	46.67	1.59	46.67	104.46
19	*Rhus standleyi*	Vara negra	235	8	0.71	1.23	0.71	0.02	0.71	2.65
19	∑		**33,131**	**1,127**	**100**	**100**	**100**	**3**	**100**	**300**

Para el estrato arbóreo la especie con mayor valor de importancia relativo es *Quercus glabrescens*, mientras la que registra menor valor de importancia es *Prunus serotina* tal como se muestra en el cuadro anterior.

Cuadro IV.104. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo de bosque de encino para el AI.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO ARBUSTIVO										
ID AI	Especie	Nombre común	n	Densidad	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Cobertura (%)	Dominancia	Dominancia relativa (%)	IVI (%)
1	*Acourtia discolor*	Acourtia	1,470	50	1.57	2.63	1.57	0.05	1.57	5.77

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO ARBUSTIVO										
ID AI	Especie	Nombre común	n	Densidad	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Cobertura (%)	Dominancia	Dominancia relativa (%)	IVI (%)
2	*Ageratina astellera*	Ageratina	25,282	860	26.96	21.05	26.96	0.92	26.96	74.97
3	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	2,940	100	3.13	13.16	3.13	0.11	3.13	19.43
4	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo	294	10	0.31	2.63	0.31	0.01	0.31	3.26
5	*Iresine orientalis*	Iresine	7,643	260	8.15	7.89	8.15	0.28	8.15	24.20
6	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita	13,523	460	14.42	7.89	14.42	0.49	14.42	36.73
7	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	10,877	370	11.60	10.53	11.60	0.39	11.60	33.72
8	*Perymenium discolor*	Tepepoca	882	30	0.94	2.63	0.94	0.03	0.94	4.51
9	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	2,058	70	2.19	5.26	2.19	0.07	2.19	9.65
10	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	2,058	70	2.19	7.89	2.19	0.07	2.19	12.28
11	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina	25,282	860	26.96	15.79	26.96	0.92	26.96	69.71
12	*Viguiera dentata*	Chimalacate	1,470	50	1.57	2.63	1.57	0.05	1.57	5.77
12	∑		**93,778**	**3,190**	**100**	**100**	**100**	**3**	**100**	**300**

Para el estrato arbustivo la especie con mayor valor de importancia es la especie *Ageratina astellera,* mientras la que registra menor valor de importancia es *Comarostaphylis polifolia.*

Cuadro IV.105. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo de bosque de encino para el AI.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO HERBÁCEO										
ID AI	Especie	Nombre común	n	Densidad	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Cobertura (%)	Dominancia	Dominancia relativa (%)	IVI (%)
1	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	88,192	3,000	3.33	4.76	3.33	0.11	3.33	11.43
2	*Cynodon dactylon*	Bramilla	205,782	7,000	7.78	9.52	7.78	0.26	7.78	25.08
3	*Dalea versicolor*	Dalea	440,961	15,000	16.67	19.05	16.67	0.57	16.67	52.38
4	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	205,782	7,000	7.78	9.52	7.78	0.26	7.78	25.08
5	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	382,166	13,000	14.44	19.05	14.44	0.49	14.44	47.94
6	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	1,322,883	45,000	50.00	38.10	50.00	1.70	50.00	138.10
6	∑		**2,645,766**	**90,000**	**100**	**100**	**100**	**3**	**100**	**300**

Para el estrato herbáceo la especie con mayor valor de importancia relativo es *Piptochaetium angustifolium,* mientras que la especies que registra un menor valor de importancia es *Aristida adscensionis*, tal como se muestra en el cuadro anterior.

Cuadro IV.106. Índice de valor de importancia del estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AI.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS										
ID AI	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Densidad**	**Densidad relativa (%)**	**Frecuencia relativa (%)**	**Cobertura (%)**	**Dominancia**	**Dominancia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Agave applanata*	Maguey espadilla	1,499	51	11.06	24.00	11.06	0.38	11.06	46.13
2	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	2,175	74	16.05	28.00	16.05	0.55	16.05	60.10
3	*Mammillaria haageana*	Caca de burro	265	9	1.95	4.00	1.95	0.07	1.95	7.90
4	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	9,113	310	67.25	24.00	67.25	2.29	67.25	158.49
5	*Tillandsia recurvata*	Gallito	353	12	2.60	8.00	2.60	0.09	2.60	13.21
6	*Tillandsia violacea*	Magueyito	147	5	1.08	12.00	1.08	0.04	1.08	14.17
6	∑		**13,552**	**461**	**100**	**100**	**100**	**3**	**100**	**300**

Correspondiente al estrato epífitas y/o cactáceas la especie con mayor valor de importancia relativo es *Tillandsia macdougallii,* mientras que la especies que registra un menor valor de importancia es *Mammillaria haageana*, tal como se muestra en el cuadro anterior.

Así como los anexos anteriores, para este caso de igual forma se anexa la memoria de cálculo de los valores de los índices de Shannon, Simpson e IVI de las áreas del **AI (ANEXO 16. MEMORIAS DE CÁLCULO (DIGITAL)) por capítulo IV (ANEXO IV.J. ÍNDICES_FLORA AI)**.

IV.3.1.2.2.5.2 DIVERSIDAD BETA

Existen dos maneras de calcular la diversidad beta (β), una es con el índice de similitud y la otra con un análisis multivariado de ordenamiento (en el cual se puede realizar un comparativo entre las áreas del SA, AI y AP), a continuación se presentan una de las maneras de calcular la diversidad beta (similitud), la segunda se presenta en la vegetación con respecto al AP.

ÍNDICE DE SIMILITUD

El grado de recambio de especies (diversidad beta), ha sido evaluado principalmente teniendo en cuenta proporciones o diferencias. Las proporciones pueden evaluarse con ayuda de índices, así como de coeficientes que nos indican qué tan similares/disímiles son dos comunidades o muestras. Muchas de estas similitudes y diferencias también se pueden expresar o visualizar por medio de distancias. Estas similitudes o diferencias pueden ser tanto de índole cualitativa (utilizando datos de presencia-ausencia) como de carácter cuantitativo (utilizando datos de abundancia proporcional de cada especie o grupo de estudio; por ejemplo: número de individuos, biomasa, densidad relativa, cobertura, etc.).

Los diferentes índices considerados en los métodos, se deben aplicar dependiendo de cómo son los datos (cualitativos/ cuantitativos).

- Similitud o disimilitud. Expresa el grado de semejanza en composición de especies y sus abundancias en dos muestras (comunidades).
  - Métodos cualitativos. Expresan la semejanza entre dos muestras sólo considerando la composición de especies.
    - Índice de Jaccard. Relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas.

El rango de este índice va desde cero (0) cuando no hay especies compartidas, hasta uno (1) cuando los dos sitios comparten las mismas especies. Este índice mide diferencias en la presencia o ausencia de especies. A continuación se presentan los valores obtenidos para el cálculo del índice de similitud.

Nota: así como los índices de diversidad alfa, para la diversidad beta, la descripción de la metodología de este índice se encuentra de forma más completa en la metodología de diversidad beta, índice de Similitud en el apartado de sistema ambiental.

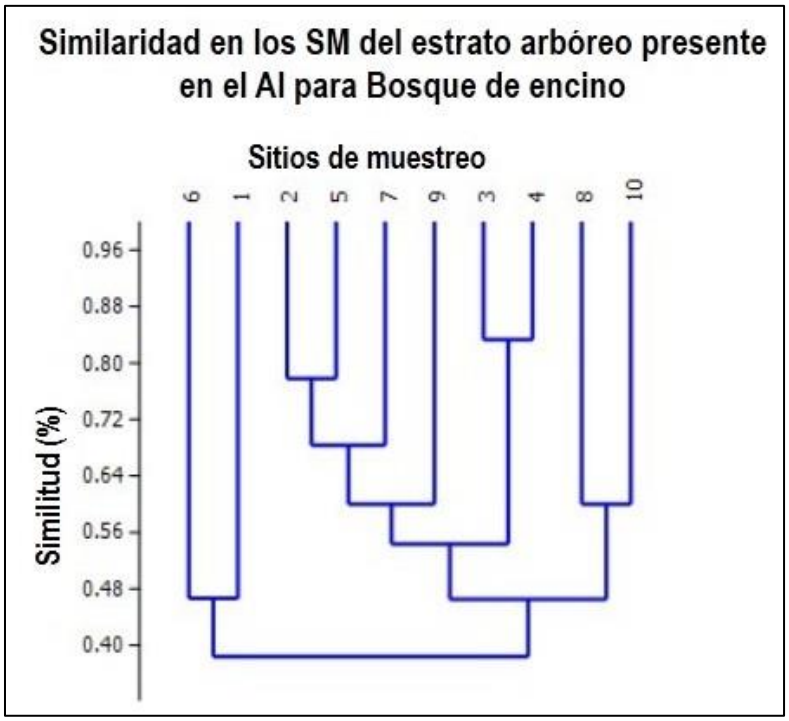


Figura IV.114. Dendrograma de similitud del estrato arbóreo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia de bosque de encino para el AI.

Para el estrato arbóreo de acuerdo a los valores obtenidos a partir del índice de similitud de Jaccard podemos decir que los sitios 6 y 1 son quienes tiene menor similaridad con el resto de los sitios muestreados, así mismo los sitios 4 y 3 presentan un mayor porcentaje de similitud con un 83% con respecto a las especies presentes para este estrato, como se puede corroborar en el siguiente cuadro:

Cuadro IV.107. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato arbóreo de bosque de encino para el AI.

SM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0.42	0.25	0.33	0.46	0.47	0.64	0.31	0.38	0.36
2		1	0.50	0.63	0.78	0.36	0.67	0.40	0.50	0.60
3			1	**0.83**	0.56	0.42	0.44	0.33	0.44	0.40
4				1	0.67	0.38	0.56	0.30	0.56	0.50
5					1	0.40	0.70	0.45	0.70	0.64
6						1	0.43	0.27	0.43	0.31
7							1	0.50	0.60	0.55
8								1	0.36	0.60
9									1	0.55
10										1

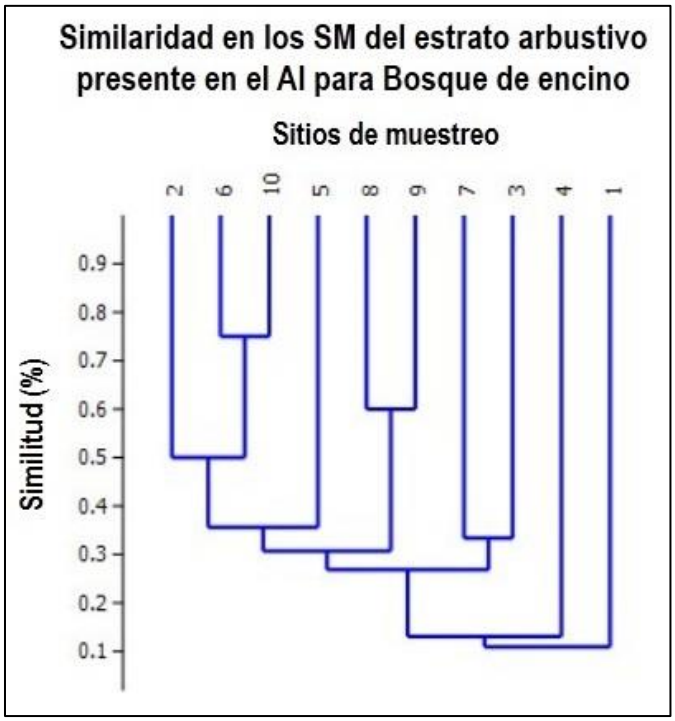


Figura IV.115. Dendrograma de similitud del estrato arbustivo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia de bosque de encino para el AI.

Para el estrato arbustivo de acuerdo a los valores obtenidos a partir del índice de similitud de Jaccard podemos decir que los sitios 4 y 1 son aquellos quienes tienen menor similaridad con el resto de los sitios muestreados con un porcentaje del 0% con respecto a las especies presentes para este estrato. Así mismo los sitios 6 y 10 tienen mayores valores de similitud entre sí con un 75%, es decir comparten una mayor proporción de especies, como se puede corroborar en el siguiente cuadro:

Cuadro IV.108. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato arbustivo de bosque de encino para el AI.

SM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0.17	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.22	0.22	0.17
2		1	0.25	0.00	0.17	0.40	0.40	0.50	0.33	0.60
3			1	0.00	0.33	0.33	0.33	0.13	0.13	0.25
4				1	0.33	0.33	0.00	0.13	0.00	0.25
5					1	0.50	0.20	0.22	0.10	0.40
6						1	0.20	0.38	0.22	**0.75**
7							1	0.38	0.22	0.40
8								1	0.60	0.50
9									1	0.20
10										1

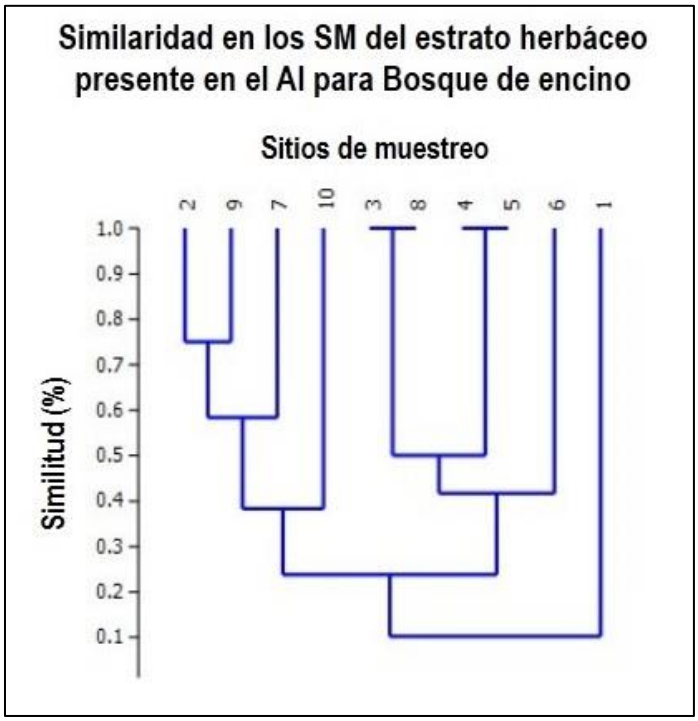


Figura IV.116. Dendrograma de similitud del estrato herbáceo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia de bosque de encino para el AI.

Para el estrato herbáceo de acuerdo a los valores obtenidos a partir del índice de similitud de Jaccard podemos decir que en general la similaridad de los sitios de muestreo se encuentra distribuida, sin embargo el sitio 1 presenta un menor porcentaje de similitud con respecto a otros sitios, contrario a los sitios 8 y 3 y 4 y 5, los cuales presentan un alto nivel de similitud, con un 100%; como se puede corroborar en el siguiente cuadro:

Cuadro IV.109. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato herbáceo de bosque de encino para el AI.

SM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.33
2		1	0.25	0.33	0.33	0.25	0.67	0.25	0.75	0.50
3			1	0.50	0.50	0.33	0.33	**1.00**	0.20	0.00
4				1	**1.00**	0.50	0.50	0.50	0.25	0.00
5					1	0.50	0.50	0.50	0.25	0.00
6						1	0.33	0.33	0.20	0.25
7							1	0.33	0.50	0.25
8								1	0.20	0.00
9									1	0.40
10										1

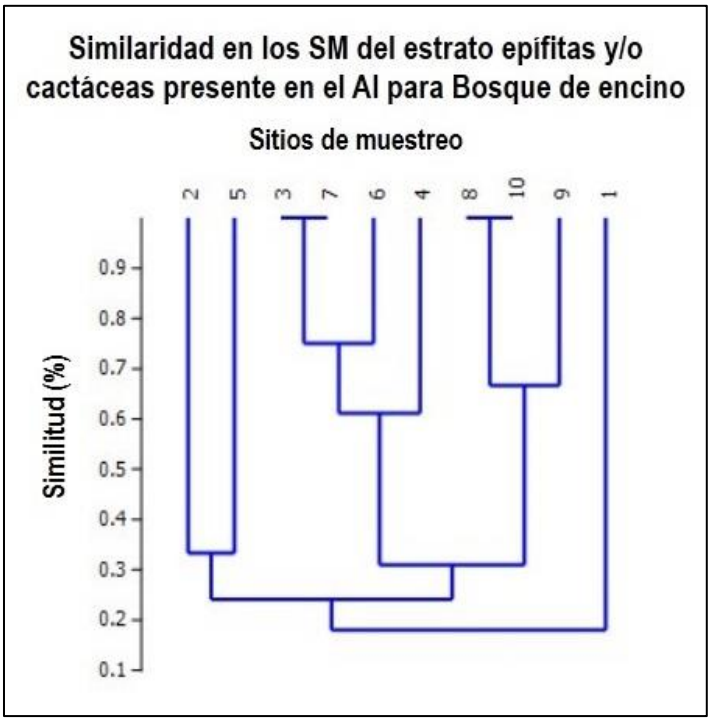


Figura IV.117. Dendrograma de similitud del estrato epífitas y/o cactáceas construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia de bosque de encino para el AI.

Para el estrato epífitas y/o cactáceas de acuerdo a los valores obtenidos a partir del índice de similitud de Jaccard podemos decir que el sitio que presenta una menor similitud con el resto de las muestras es el sitio 1, mientras que los sitios 3 y 7; 8 y 10 presentan una similitud del 100% lo que es posible corroborar en el siguiente cuadro:

Cuadro IV.110. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AI.

SM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0.00	0.25	0.33	0.33	0.20	0.25	0.00	0.25	0.00
2		1	0.00	0.00	0.33	0.20	0.00	0.33	0.25	0.33
3			1	0.67	0.25	0.75	**1.00**	0.25	0.20	0.25
4				1	0.33	0.50	0.67	0.33	0.25	0.33
5					1	0.50	0.25	0.33	0.25	0.33
6						1	0.75	0.50	0.40	0.50
7							1	0.25	0.20	0.25
8								1	0.67	**1.00**
9									1	0.67
10										1

IV.3.1.2.2.5.3 DIVERSIDAD GAMMA

Para este apartado se presenta en la vegetación con respecto al AP, derivado de que se hacen comparativos entre el (SA, AI y el AP).

IV.3.1.2.2.6 BIODIVERSIDAD

Uno de los principales impactos en la pérdida de biodiversidad es la presencia de especies invasoras, las cuales se ha considerado en los últimos años como una de las principales causas de la pérdida de biodiversidad a nivel global. Las especies invasoras afectan a las especies nativas de flora y fauna a través de la competencia, depredación, transmisión de enfermedades, modificación del hábitat y cambios en el funcionamiento de los ecosistemas. En circunstancias particulares, puede ocurrir hibridación con las especies nativas, alterando su acervo genético (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010)[lxix] y, en los casos más graves, producir la disminución de la biodiversidad de los ecosistemas al provocar la extinción de sus especies nativas.

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

La diversidad y la composición florística son atributos de las comunidades que permiten su comprensión y comparación. El concepto de diversidad tiene dos componentes principales: la riqueza de especies y la equitatividad. El primero se refiere al número de especies en una comunidad y el segundo a las proporciones relativas de cada especie, teniendo en cuenta que puede haber especies dominantes y especies raras en una comunidad (Krebs 1999). Por su parte, la composición florística se entiende como la enumeración de las especies de plantas presentes en un lugar, usualmente teniendo en cuenta su densidad y su distribución.

A continuación, se presenta la composición florística para el área de influencia:

Estructuralmente se distinguen cuatro estratos, arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífitas y/o cactáceas; para el estrato arbóreo se presentan individuos con diámetros que van desde 1 cm hasta 50 cm y alturas de 1.5 hasta 22 m con especies dominantes como *Quercus deserticola, Quercus glabrescens,* entre otras; el estrato arbustivo se encuentra mayor representado por especies como *Verbesina hypoglauca y Lamourouxia dasyantha;* para el estrato herbáceo se encuentra una mayor presencia de especies como *Piptochaetium angustifolium y Dalea versicolor* entre otras, el estrato epífitas y/o cactáceas, se encuentran representadas por especies de la familia Bromeliaceae y Agavaceae. De las especies identificadas durante el muestreo en el AI se encontró que el estrato con mayor número de especies es el arbóreo (19), seguido por el estrato arbustivo (12), continuando con el estrato herbáceo (6) y epífitas y/o cactáceas (6).

En total se registraron 19 especies de árboles en 11 géneros y 10 familias; para el estrato arbustivo se registraron 12 especies en 12 géneros y 8 familias; 6 especies de hierbas en 6 géneros y 3 familias; para las epífitas y/o cactáceas se registraron 6 especies, 3 géneros y 3 familias. De manera general las familias con mayor riqueza de especies fueron de las familias: Fagaceae (8), Asteraceae (5) y Poaceae (4); concentraron 39.5% del total de las especies encontradas. Las especies con las mayores densidades de los estratos fueron: *Quercus glabrescens* (526 individuos), *Ageratina astellera y Verbesina hypoglauca* (860), *Piptochaetium angustifolium* (45,000) y *Tillandsia macdougallii* (310). La diversidad y equitatividad por estrato fueron: arbóreo: **H= 1.8458** y **(J) H/H' max = 0.6269**, arbustivo: **H= 1.9086** y **(J) H/H' max = 0.7681**; herbáceo: **H= 1.4353** y **(J) H/H' max = 0.8011**; epífitas y/o cactáceas: **H= 1.0249** y (J) H/**H' max = 0.5720** respectivamente; valores que indican que la comunidad vegetal tiene una diversidad baja en un estado pobre con perturbación.

IV.3.1.2.2.6.1 ÁREAS DESTINADAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

En México para 2011, se contabilizaban 174 ANP y una superficie protegida ligeramente superior a los 25.5 millones de hectáreas, de las cuales 20.7 millones correspondían a zonas terrestres y poco más de 4.8 millones de hectáreas a zonas marinas; otra de las estrategias implementadas para proteger a la biodiversidad son los Humedales RAMSAR, que es la Convención de Humedales de Importancia Internacional, firmada en la ciudad iraní de Ramsar en 1971, es un tratado intergubernamental que constituye el marco para la acción nacional y la cooperación internacional en favor de la conservación y uso racional de los humedales de importancia mundial y de sus recursos dentro de los territorios de los países firmantes.

Con respecto al Programa de Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad, impulsado por la CONABIO, que aunque no se constituye como un instrumento normativo de planificación ni de regulación ambiental, sí permite caracterizar algunas partes del territorio que destacan por su importancia en materia de biodiversidad. La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) llevó a cabo un programa para identificar y diagnosticar regiones prioritarias para la conservación con base en su alta diversidad e integridad ecológica. Como resultado se identificaron 151 regiones prioritarias terrestres, 70 marinas y 110 en aguas continentales.

A continuación se presenta un plano de las áreas de conservación para el AI, en el cual se observan a que distancia se encuentra de alguna área destinada para la conservación de la biodiversidad o si está dentro de alguna.

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) - AI

*Con respecto al AI no se encuentran dentro de ninguna AICA; las más cercanas se encuentran a 5.61 km conocida como **La Malinche**, a 27.31 km conocida como **Presa de Valsequillo** y a 32.42 km conocida como **Valle de Tehuacan-Cuicatlan**.*

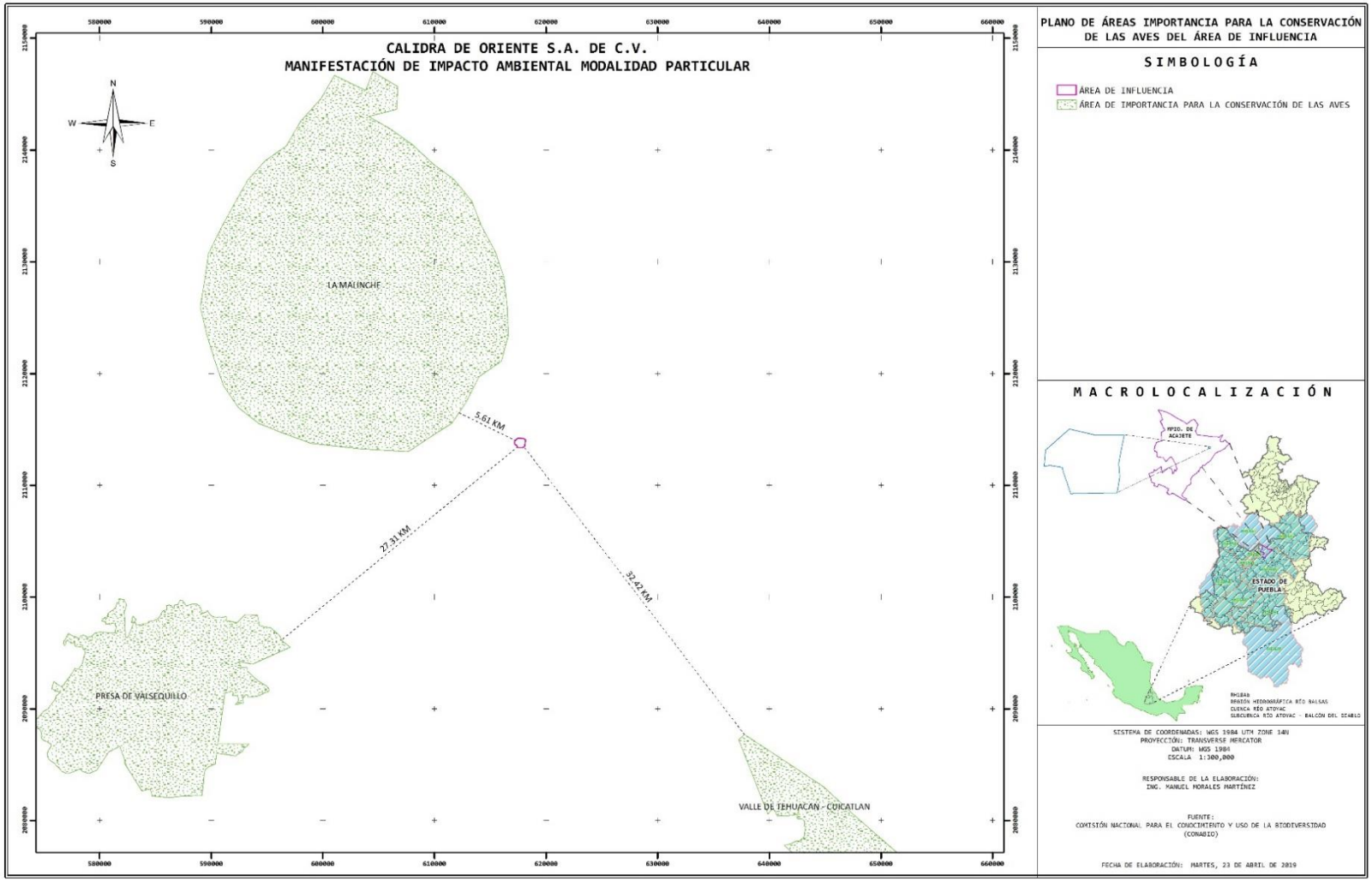


Figura IV.118. AICA'S cercanas al AI.

Áreas Naturales Protegidas (ANP) - AI

Con respecto al AI no se encuentran dentro de ninguna ANP; las más cercanas se encuentra a 7.4 km conocida como ***La montaña Malinche o Matlalcuéyatl*** *y a 32.46 km conocida como* ***Tehuacan-Cuicatlan****.*

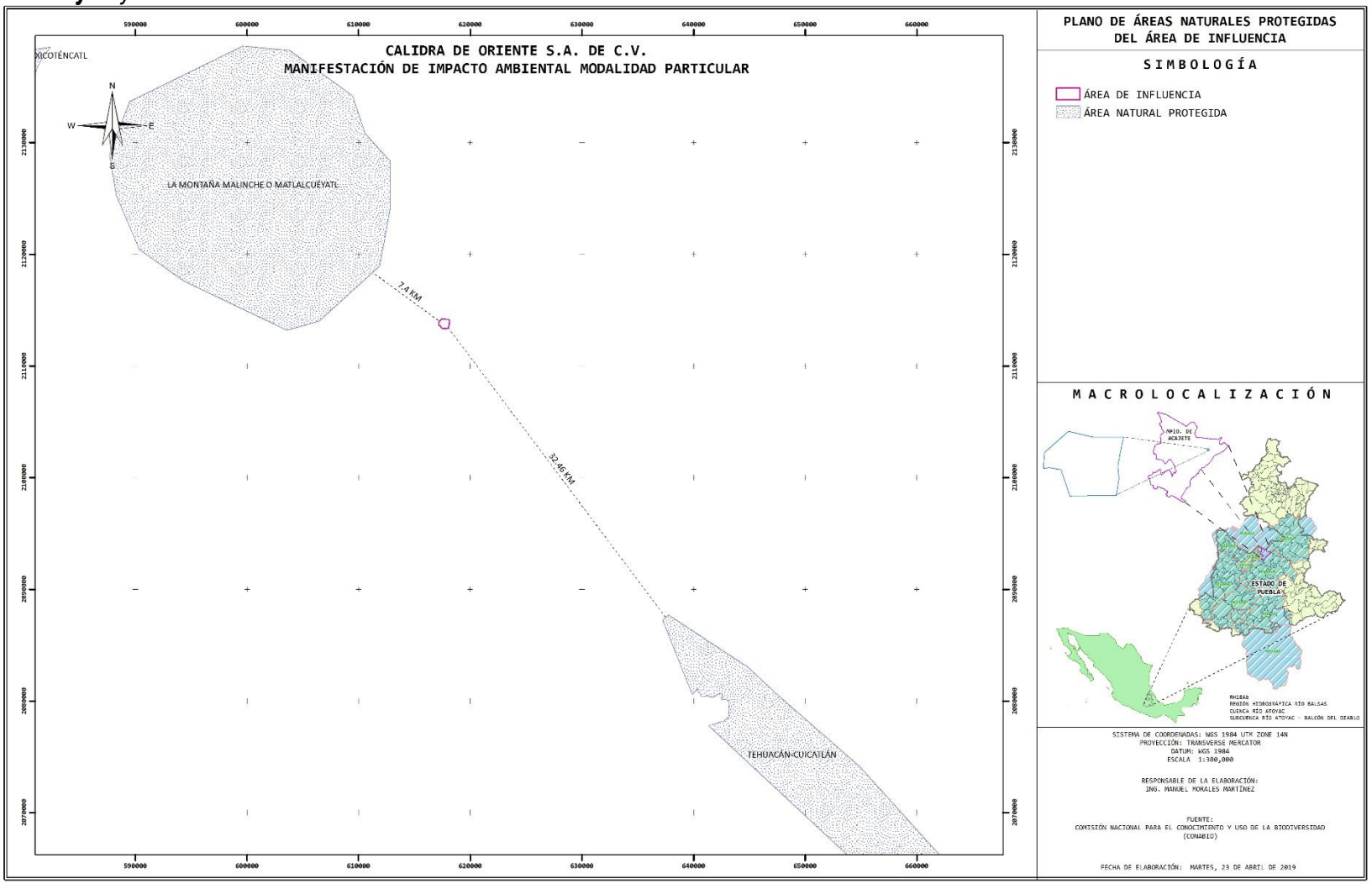


Figura IV.119. ANP'S cercanas al AI.

Corredores biológicos - AI

Con respecto al AI no se encuentran dentro de ningún corredor biológico como se puede apreciar a continuación.

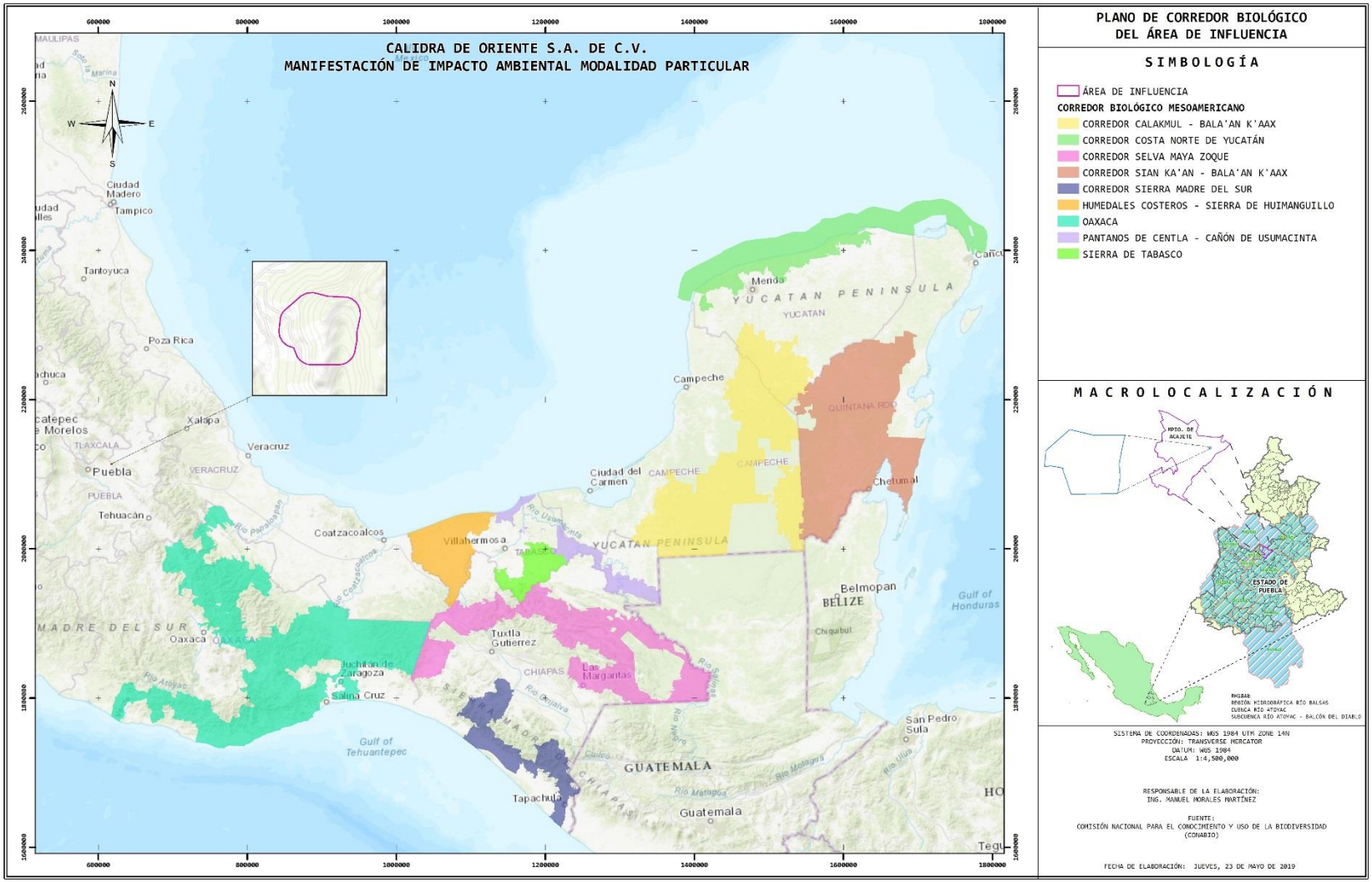


Figura IV.120. Corredores biológicos cercanos al AI.

Ecorregiones terrestres de México - AI

Con respecto al AI se encuentra localizada dentro de la ecorregión terrestre de México en el nivel 4 la cual lleva por nombre ***Lomeríos y sierras con bosques de coníferas, encinos y mixtos*** *con el numeral 13.4.2.2.*

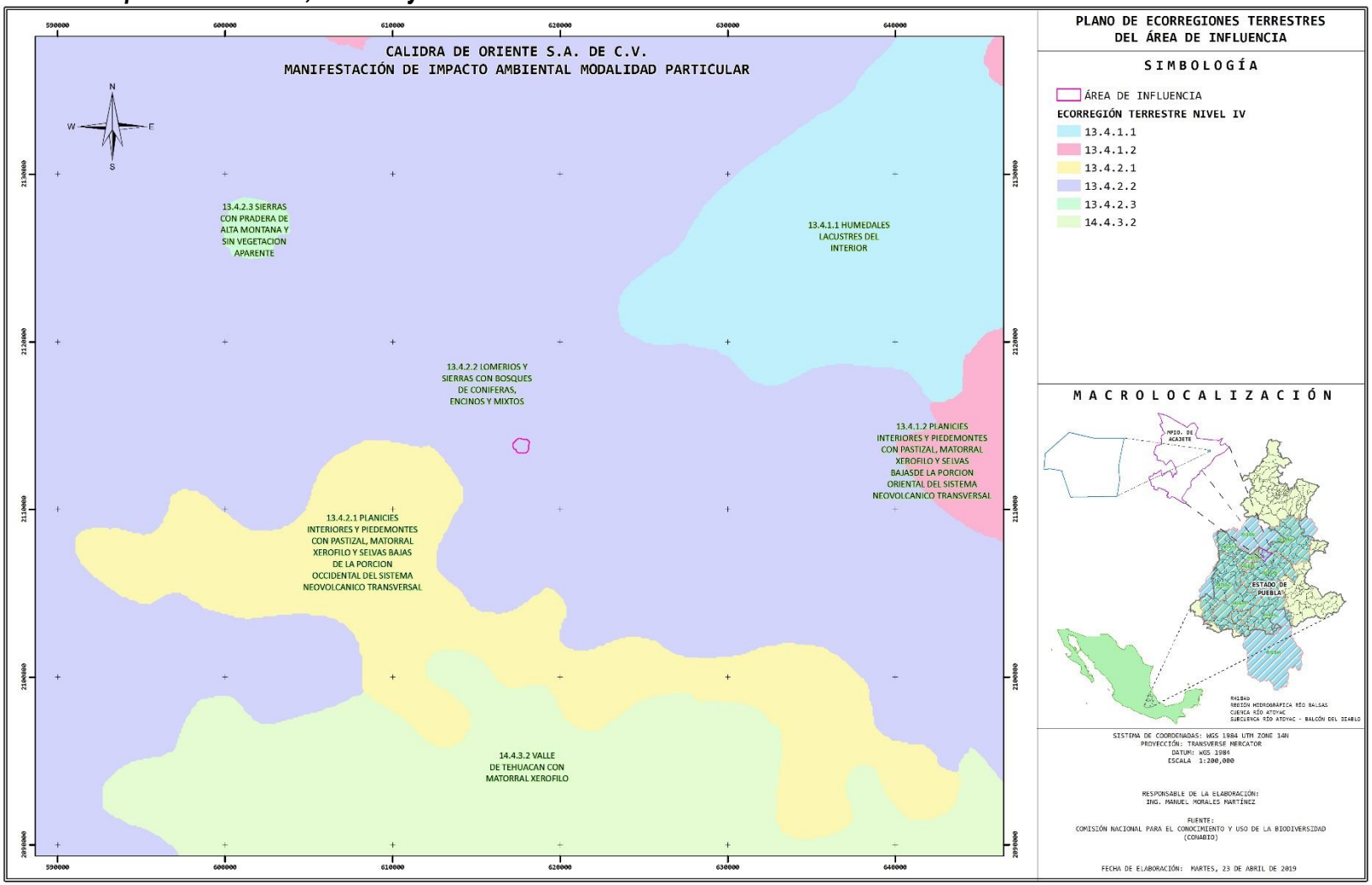


Figura IV.121. Mapa de ubicación del AI dentro de la Ecorregión 13.4.2.2.

Ecorregiones marinas de América del Norte - AI

Con respecto al AI no se encuentran dentro de ninguna ecorregión marina de América del Norte; la más cercana se encuentra a 168.39 km conocida como ***Nerítica Veracruzana*** *con numeral 14.1.1.*

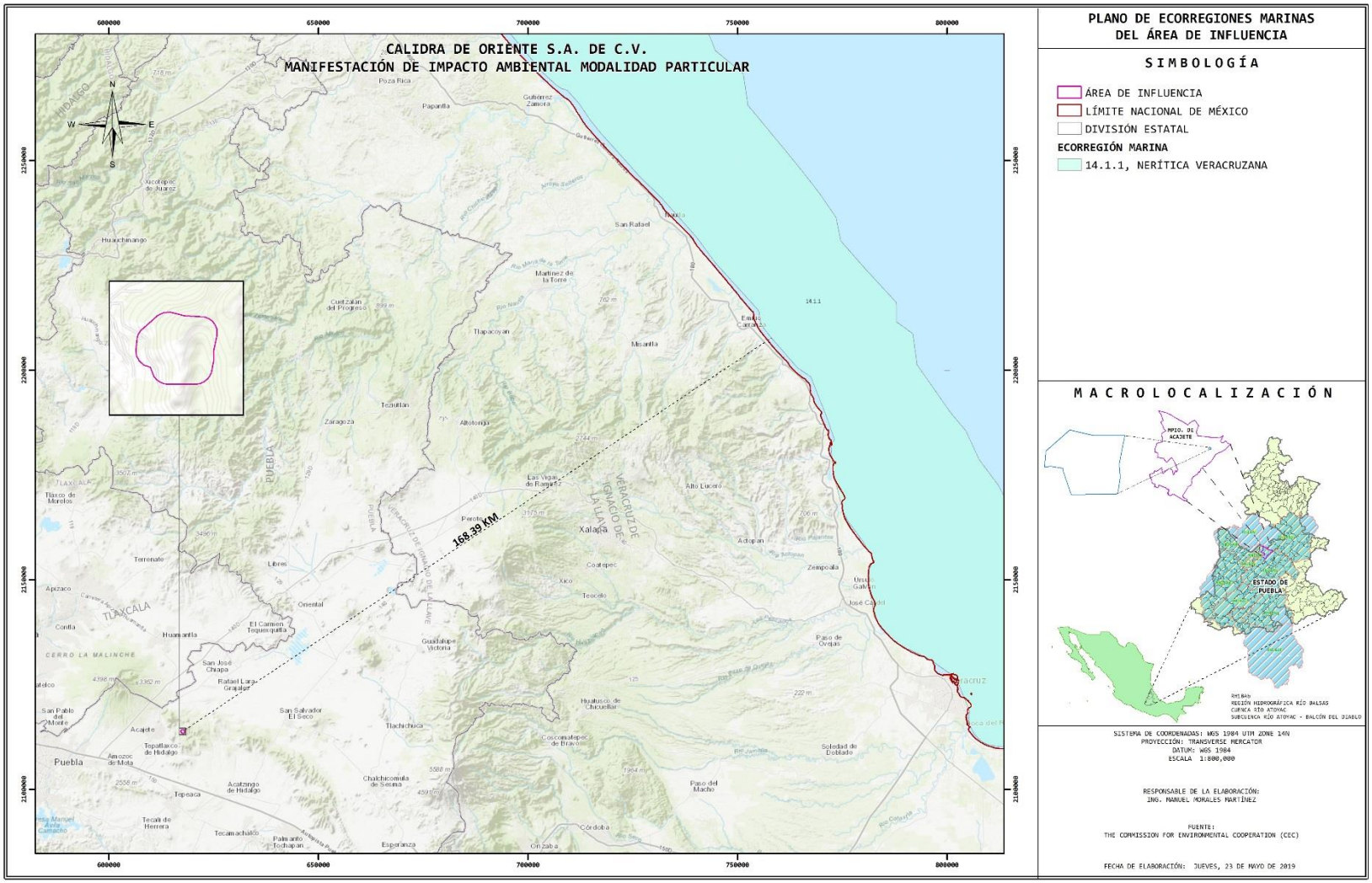


Figura IV.122. Ecorregiones marinas de América del Norte cercanas al AI.

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) - AI

Con respecto al AI no se encuentra dentro de ninguna RHP, la más cercana se encuentran a 0.72 km conocida como ***Cuenca Oriental****.*

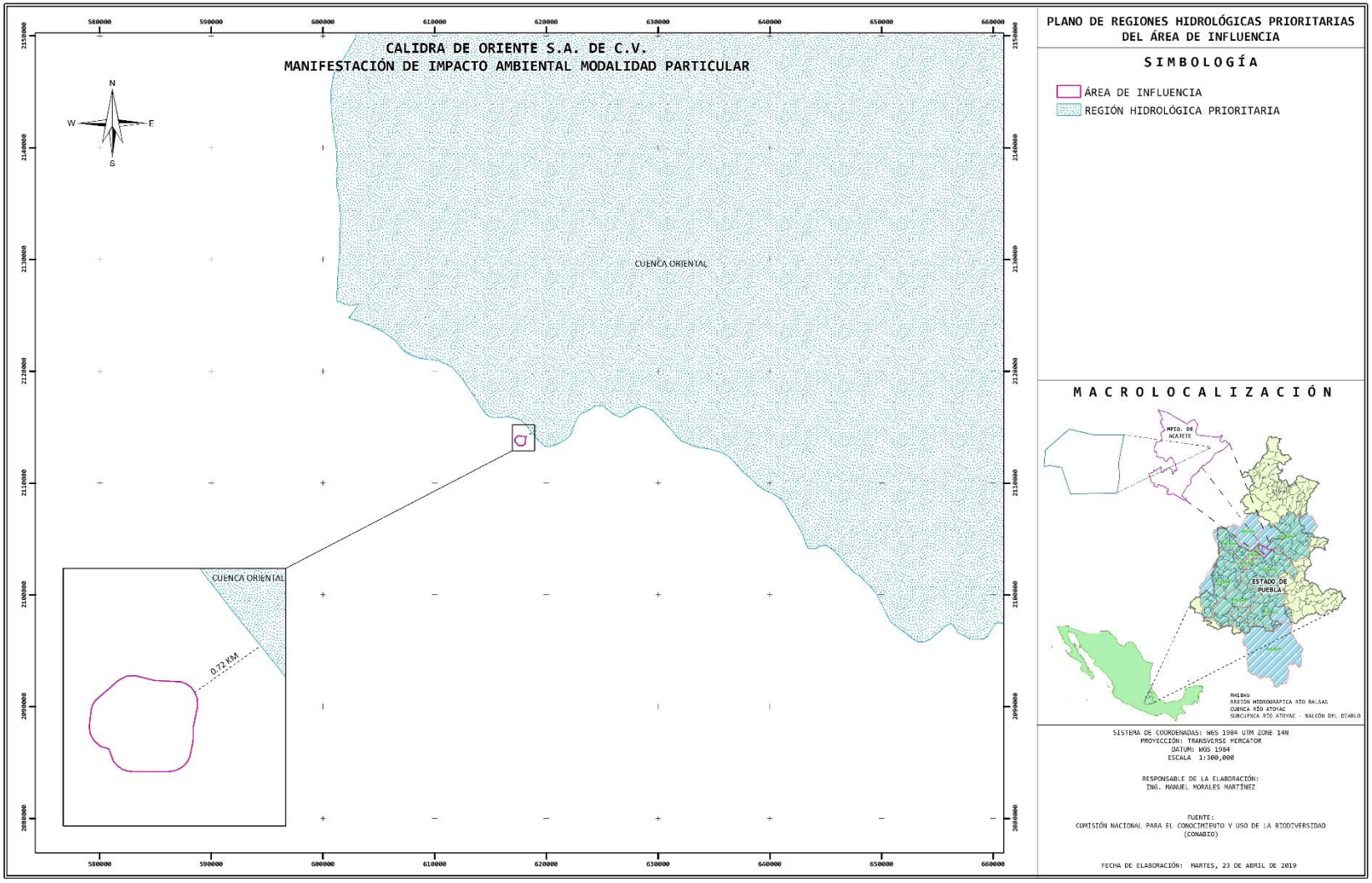


Figura IV.123. RHP's cercanas al AI.

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) - AI

*Con respecto al AI no se encuentran dentro de ninguna RTP; las más cercanas se encuentran a 7.94 km conocida como **La Malinche** y a 32.46 km conocida como **Valle de Tehuacan-Cuicatlan**.*

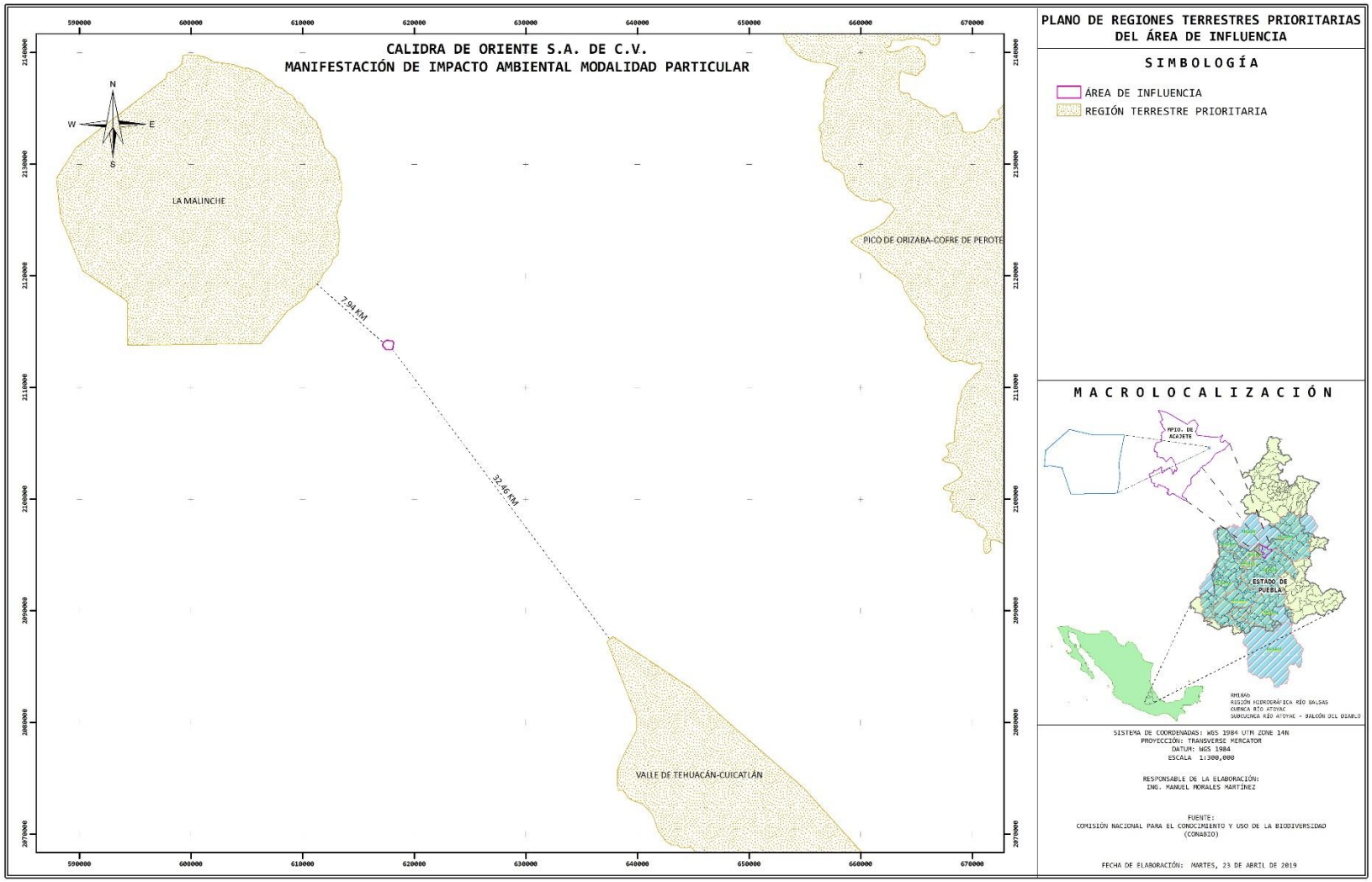


Figura IV.124. RTP'S cercanas al AI.

Sitios RAMSAR - AI

Con respecto al AI no se encuentran dentro de ningún Sitio Ramsar; los más cercanos se encuentran a 27.30 km conocida como ***Presa Manuel Ávila Camacho (Presa Valsequillo)*** *y a 56.11 km conocida como* ***Presa de Atlangatepec****.*

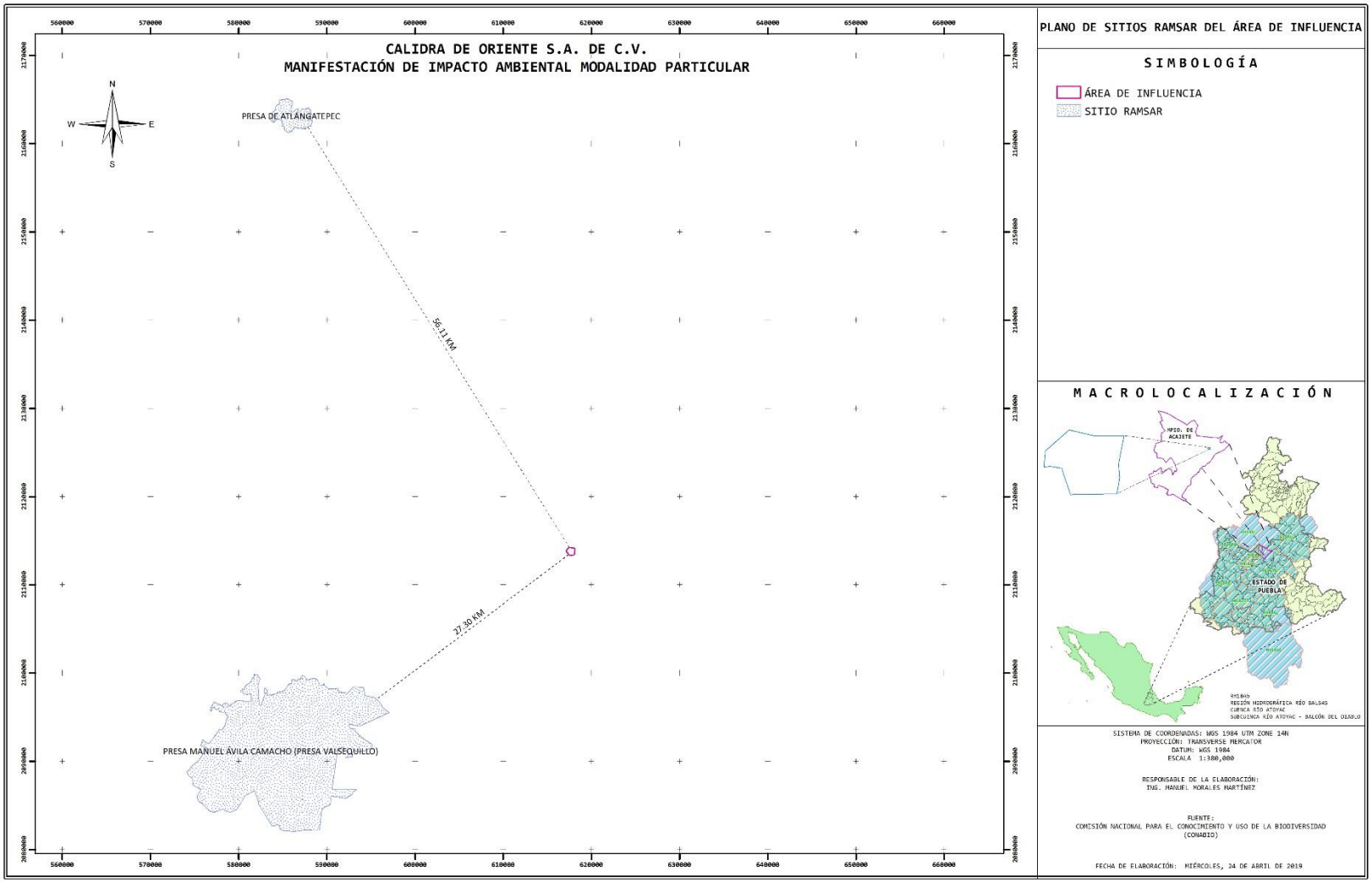


Figura IV.125. Sitios Ramsar cercanas al AI.

IV.3.1.2.2.7 ECOSISTEMAS

La pérdida y fragmentación del hábitat está considerada como una de las causas principales de la actual crisis de biodiversidad. Los procesos responsables de esta pérdida son múltiples y difíciles de separar (pérdida regional de hábitat, singularización causada por la reducción y el aislamiento progresivo de los fragmentos de hábitat, efectos de borde, etc.)[lxx].

Aunando a lo anterior, se demuestra en las figuras siguientes que desde el 2007 al 2018, existe la presencia de modificaciones al ecosistema; sin embargo así como en algunas áreas no contaba con vegetación, para el 2018 esa superficie ha ganado poca vegetación y otras áreas que a pesar de que era nula su vegetación es donde se han empezada o extraer algún material, cabe recordar que todos esos proyectos deberán contar con su respectivo aprobación. Con esto se alude de que si existe un pequeña fragmentación al hábitat también se observa que va en aumento de la vegetación en esas zona; esto se valoró con información fehaciente de Google Earth como se observa en las dos imágenes hay una mayor superficie forestal en la imagen actual 2018, por lo cual se puede aludir que estas se van recuperando con el paso del tiempo.

Como medidas de mitigación para evitar daños al ecosistema y la diversidad que habita estos ecosistemas se propone lo siguiente:

- Como medida de prevención, para evitar la pérdida de especies se proponen un programa de rescate y reubicación de flora silvestre, del AP; en el cual se aplican ciertos criterios para determinar que especies y cuantos individuos son susceptibles para su rescate y posteriormente su reubicación.
- Como medida compensatoria, se propone una reforestación con el fin de no causar más daños al AI y que la fauna silvestre tenga que ser desplazada por estos cambios.

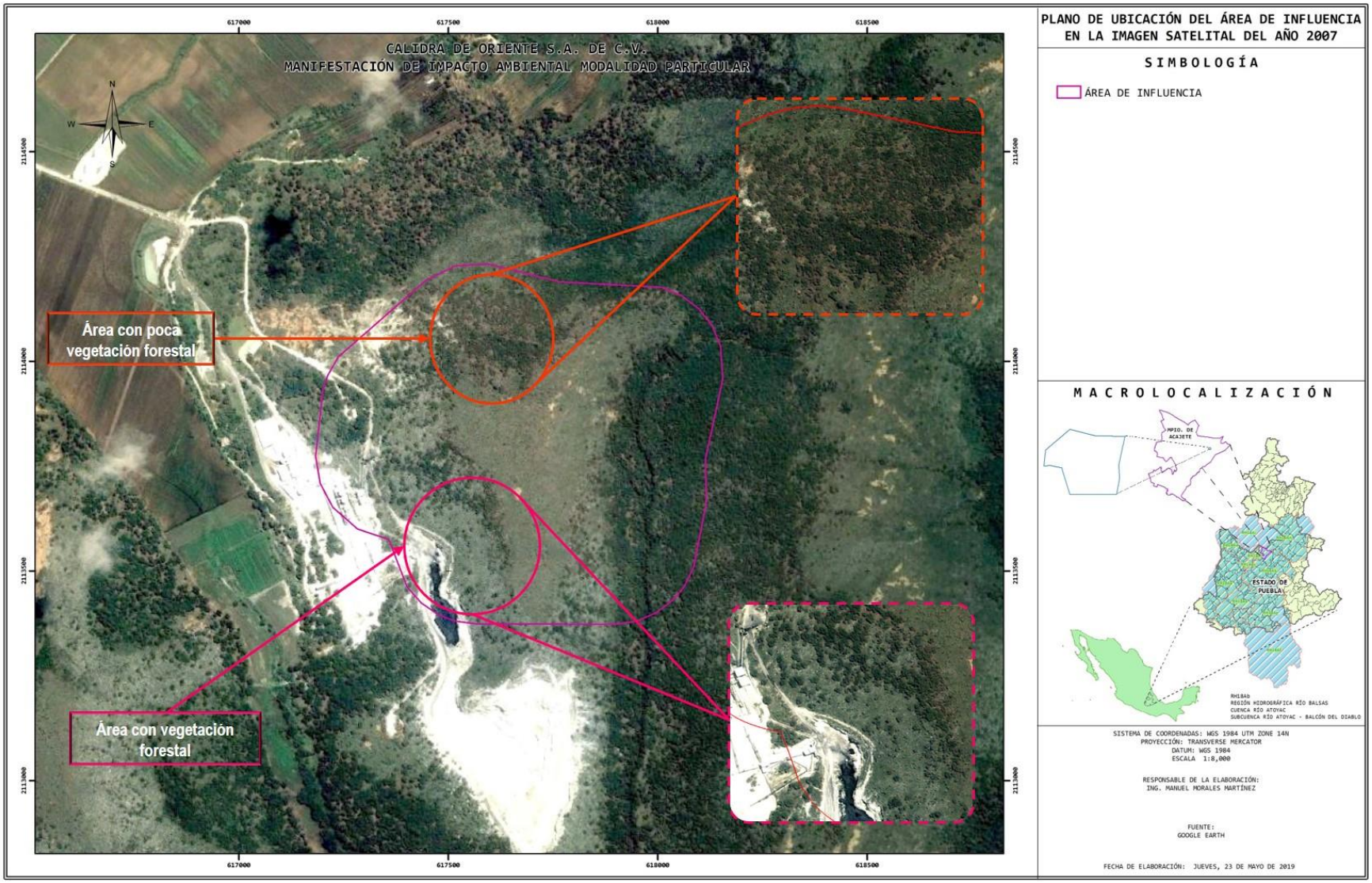


Figura IV.126. Mapa de ubicación del AI en el año 2007.

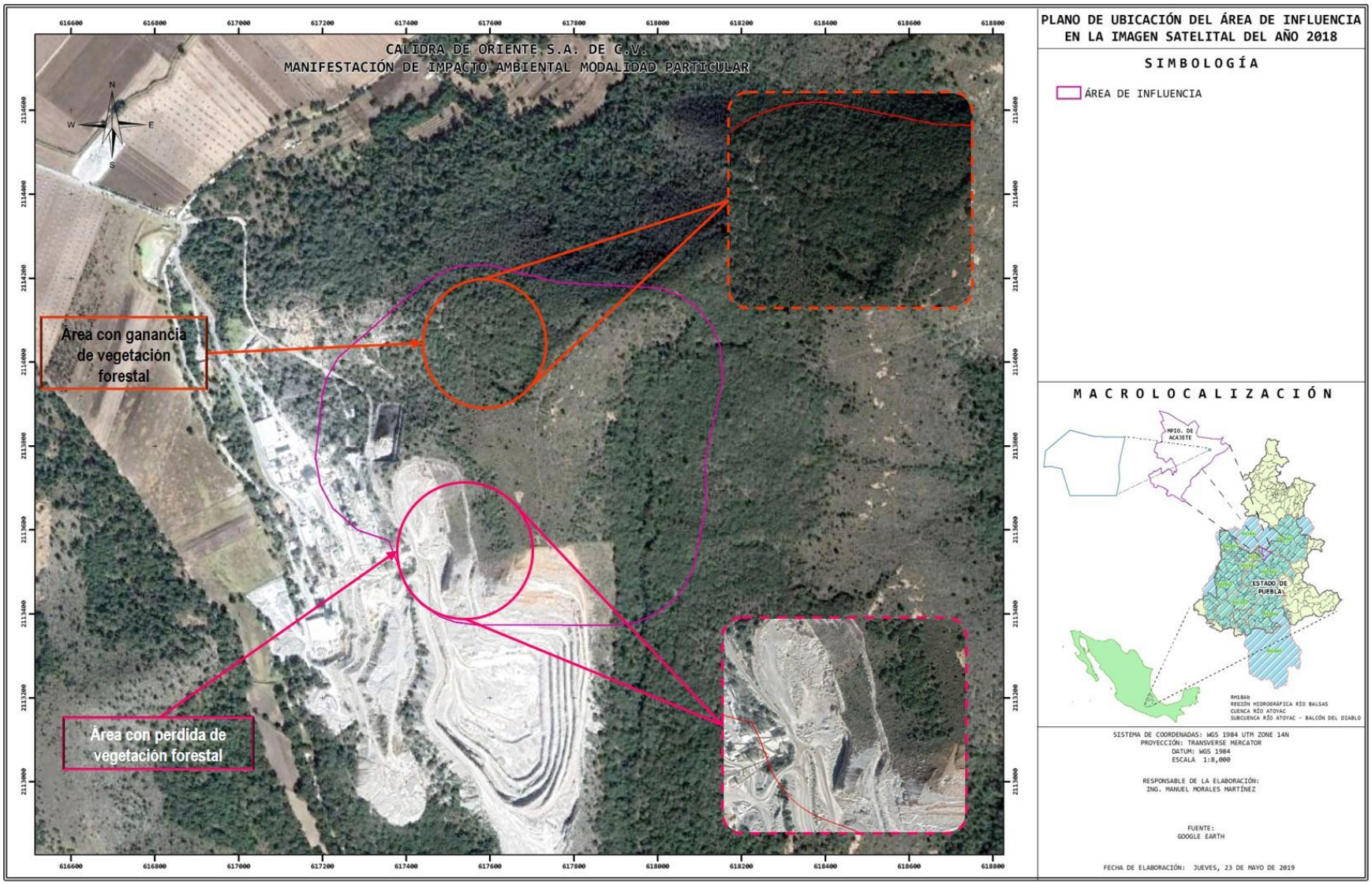


Figura IV.127. Mapa de ubicación del AI (2018).

IV.3.1.2.2.8 ECOSISTEMAS AMBIENTALMENTE SENSIBLES

La diversidad biológica o biodiversidad es un término que se refiere a la variedad de especies y ecosistemas que encontramos en nuestro planeta. En el caso de los bosques, corresponde a la variedad de estos (manglares, selvas, boreales), los hábitats que existen en ellos y a la enorme variedad de plantas, animales, hongos y organismos que los conforman. Su distribución restringida puede deberse a condicionantes naturales, como condiciones climáticas o geológicas, o a los efectos de las actividades humanas. Algunos ejemplos de estos hábitats son:

- Bosque de niebla o mesófilo de montaña.
- Bosque ribereño.
- Bosques de viejo crecimiento o bosques antiguos.
- Humedales.

La sensibilidad ambiental se define como la capacidad de un ecosistema para soportar alteraciones o cambios originados por acciones antrópicas, sin sufrir alteraciones importantes que le impidan alcanzar un equilibro dinámico que mantenga un nivel aceptable en su estructura y función.

Anteriormente, en el apartado de ecosistemas ambientalmente sensibles para el SA, se describieron los tipos de vegetación que son considerados, por lo cual a continuación solo se mencionara si se encuentra en alguno de estos tipos de vegetación.

Con toda la información anterior, se demuestra que el proyecto no provocara afectaciones para este tipo de ecosistema dentro del AI.

Nota: se anexan los planos de la flora de las áreas del AI **(ANEXO 14. ANEXO CARTOGRÀFICO) por capítulo IV (FLORA AI)**.

IV.3.1.2.3 ÁREA DEL PROYECTO (AP)

FUENTES DE DETERIORO

El impacto ambiental inmediato de los asentamientos urbanos deriva de los procesos locales de contaminación. La ciudad requiere agua, alimentos y energía para sostener sus procesos. Como resultado del consumo o transformación de bienes y servicios, las ciudades generan enormes cantidades de residuos sólidos y líquidos, además de contaminantes de la atmósfera, que afectan ecosistemas a nivel zona y región.[lxxi].

De acuerdo a lo reportado por INEGI, en su carta de uso de suelo y vegetación serie VI (2016) comparado con su serie III (2005) las áreas de agricultura han disminuido, mientras que la superficie de bosque de encino-pino aumento en 10.9892 ha.

Cuadro IV.111. Comparativo entre la serie 3 y 6 de INEGI en uso de suelo y vegetación en el AP.

Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie (Ha)		Estado
	Serie III	Serie VI	
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	10.9892	-	Disminuyo
BOSQUE DE ENCINO-PINO	8.0290	19.0182	Aumento
TOTAL	**19.0182**	**19.0182**	

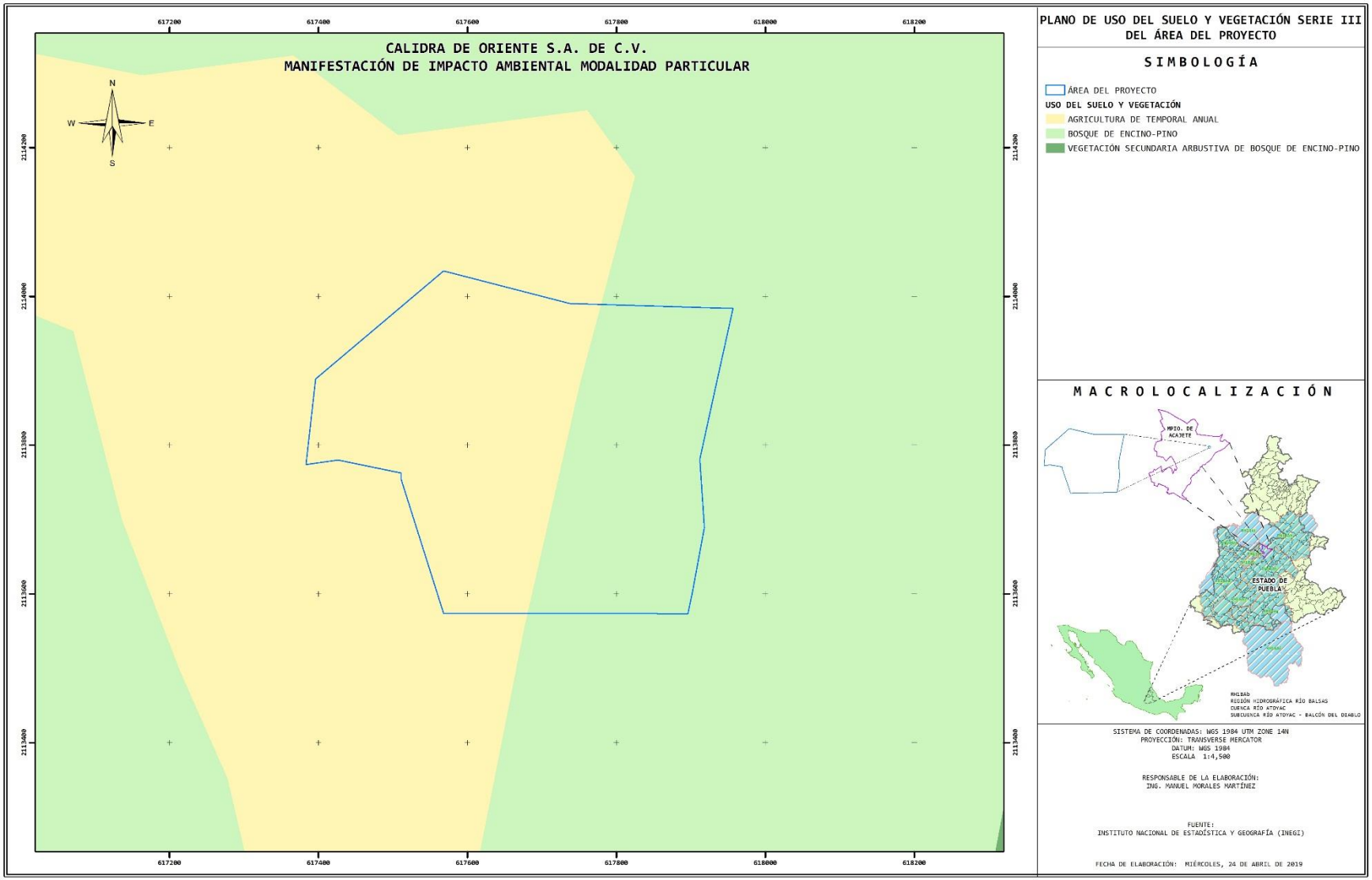


Figura IV.128. Mapa de ubicación del AP en la carta de tipos de vegetación de la zona (Serie III).

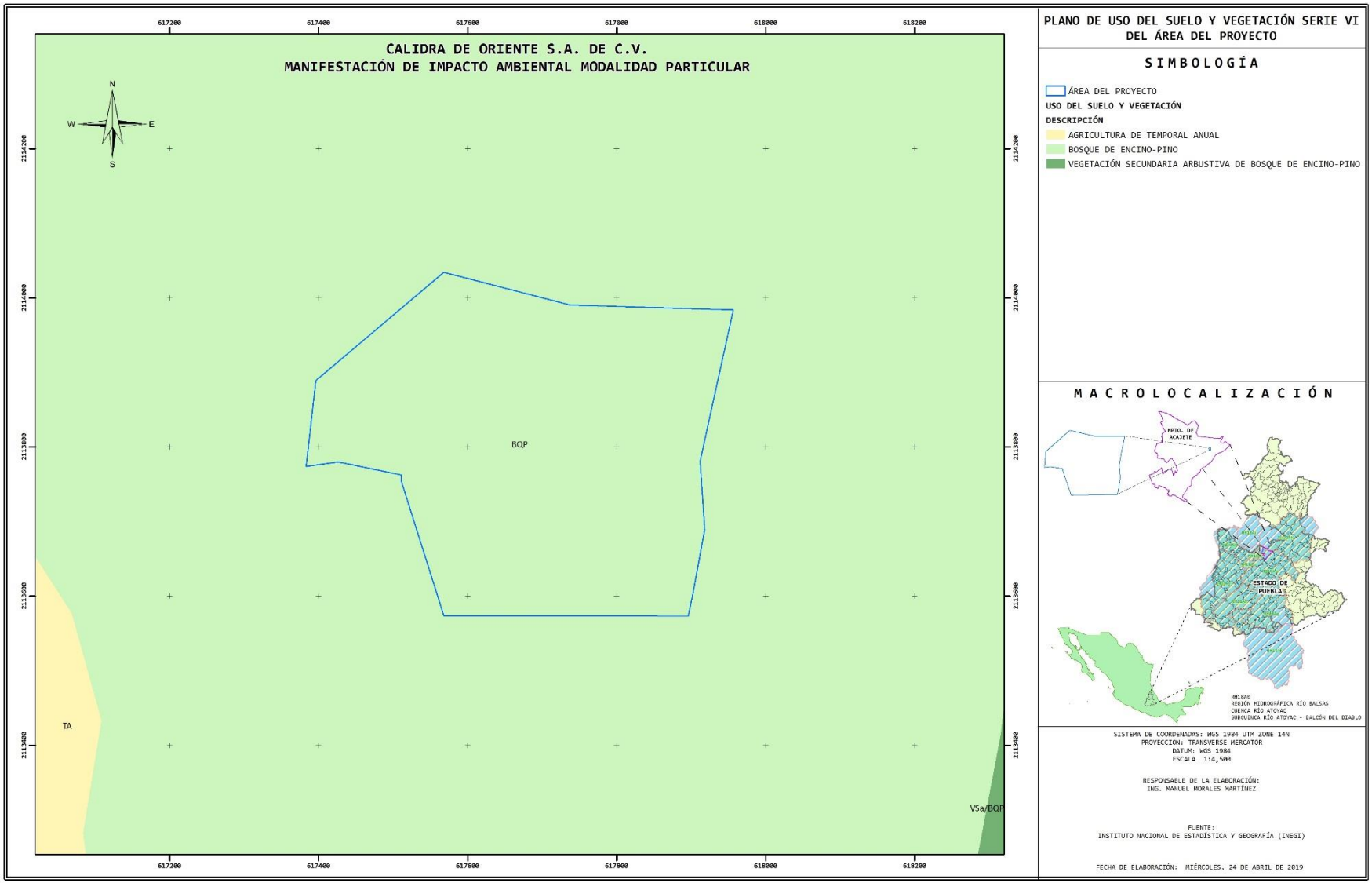


Figura IV.129. Mapa de ubicación del AP en la carta de tipos de vegetación de la zona (Serie VI).

El tipo de vegetación presente en el área del proyecto (AP) está representada por **bosque de encino**. En los párrafos siguientes se describen las características de estructura y composición de las comunidades vegetales existentes en el AP; se presenta además la metodología empleada para la obtención de datos florísticos y la estimación de los indicadores de diversidad en los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífitas y/o cactáceas de un ecosistema similar (bosque de encino) al que se verá intervenido por la ejecución del proyecto que nos ocupa en el presente documento. La descripción de algunas metodologías no se describirá como tal, derivado de que ya fueron descritas en el apartado del medio biótico en el SA.

TIPOS DE VEGETACIÓN

De acuerdo a la carta de INEGI, Uso de Suelo y Vegetación escala 1:250,000. Serie VI, el tipo de vegetación en el área del proyecto es: bosque de encino-pino.

Cuadro IV.112. Tipo de vegetación y uso del AP (INEGI, Serie VI).

Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie (ha)	
	Serie VI	Porcentaje (%)
BOSQUE DE ENCINO-PINO	19.0182	100%
TOTAL	**19.0182**	**100%**

Sin embargo de acuerdo a los recorridos en campo se observó que toda la superficie del área del proyecto (AP) tiene una cobertura forestal con un tipo de vegetación de bosque de encino (BE).

Cuadro IV.113. Tipo de vegetación en el área del proyecto (AP).

Uso de suelo en el AP	
Descripción	**Superficie (ha)**
BOSQUE DE ENCINO	19.0182
TOTAL	**19.0182**

De acuerdo a la bibliografía los tipos de vegetación se describen a continuación:

☎ Bosque de encino[lxxii]

Este tipo de vegetación rara vez se presenta puro, debido a la afinidad ecológica que comparte con otras comunidades, generalmente domina *Quercus* y se encuentran mezclados elementos como: *Pinus*, *Alnus, Prunus, Nyssa* y *Ostria* entre otras; la forma de los árboles es muy diversa, así como el grosor de los troncos, que generalmente se ramifican a corta altura del suelo, son variadas también: la estructura y el tamaño de las hojas, las cuales en su mayoría se caen en la época seca del año.

El bosque de encino se distribuye principalmente en el estado, hacia las inmediaciones de la Sierra Nevada, en el volcán la Malinche y el Pico de Orizaba, en pequeñas zonas del valle de Puebla, así como a lo largo de una franja norte-sur en la Sierra Madre del Sur; es aquí donde el bosque se encuentra limitado por condiciones de aridez. Los climas donde se desarrolla son semicálido subhúmedo con lluvias en verano y semicálido semiseco; la temperatura oscila entre los 16 y 22° C y precipitaciones en general, de 600 a 800 mm anuales. Muchos de estos bosques se encuentran en condiciones secundarias (arbórea, arbustiva y herbácea), provocado por las constantes quemas realizadas para la introducción de pastos, que en muchos casos, debido a la falta de manejo de los hatos de ganado, ocasiona el sobrepastoreo que tiempo después propicia la erosión.

Cuadro IV.114. Especies para bosque de encino.

Familia	Género	Especie	Nombre común	Estatus
Pinaceae	*Abies*	*Abies religiosa*	Oyamel	-
Agavaceae	*Acaena*	*Acaena elongata*	Cadillo	-
Adiantaceae	*Adiantum*	*Adiantum sp.*	Culantrillo	-
Euphorbiaceae	*Alchornea*	*Alchornea latifolia*	Canaco	-
Betulaceae	*Alnus*	*Alnus firmifolia*	Aile	-
Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus glandulosa*	Madroño	-
Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus sp.*	Madroño	-
Ericaceae	*Arctostaphylos*	*Arctostaphylos arguta*	Borracho	-
Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium sp.*	Escolopedria	-
Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Escoba	-
Berberidaceae	*Berberis*	*Berberis moranensis*	Encino chino	-
Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja microphylla*	Hierba de tepozán	-
Asteraceae	*Calea*	*Calea integrifolia*	Estafiate	-
Tiliaceae	*Carpodiptera*	*Carpodiptera ameliae*	Alzaprima	-
Solanaceae	*Cestrum*	*Cestrum anagyris*	Galan de noche	-
Rosaceae	*Crataegus*	*Crataegus sp.*	Majuelo	-
Araliaceae	*Dendropanax*	*Dendropanax arboreus*	Cajeta	-
Cactaceae	*Echinocereus*	*Echinocereus pulchellus*	Alicoche flor de tierra	Pr
Cactaceae	*Echinofossulocactus*	*Echinofossulocactus sp.*	Stenocactus	-
Asteraceae	*Eupatorium*	*Eupatorium glabratum*	Chamizo blanco	-
Moraceae	*Ficus*	*Ficus glaucescens*	Cara muinane	-
Garryaceae	*Garrya*	*Garrya laurifolia*	Árbol amargo	-
Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus flaccida*	Sabino	-
Campanulaceae	*Lobelia*	*Lobelia parviflora*	Tupa	-
Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Cactus	-
Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria esperanzaensis*	Biznaga de chilitos	-
Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa pigra*	Carpinchera	-
Polygalaceae	*Monnina*	*Monnina xalapensis*	Hierba de la mula	-
Apocynaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia metcalfei*	Liendrilla chica	-
Pinaceae	*Pinus*	*Pinus sp.*	Ocote	-
Rosaceae	*Prunus*	*Prunus capuli*	Capulín	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus aff. mexicana*	Encino mexicano	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus affinis*	Encino rojo	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus candicans*	Corturapi	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Encino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassifolia*	Encino hoja ancha	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino colorado	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus excelsa*	Encino rojo	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus furfuracea*	Roble	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus galeottii*	Encino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	-

Familia	Género	Especie	Nombre común	Estatus
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucoides*	Encino blanco	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucophylla*	Encino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus laeta*	Laeta	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus laurina*	Laurelillo	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus liebmannii*	Encino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus magnoliifolia.*	Encino amarillo	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus martensiana*	Encino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus mexicana*	Encino mexicano	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus obscura*	Encino negro	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus obtusata*	Encino bellota	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus ocoteaefolia*	Encino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus oleoides*	Encino roble	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus polymorpha*	Encino roble	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus resinosa*	Encino de resino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus rugosa*	Encino rugosa	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus sororia*	Encino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus sp.*	Encino común	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus stipularis*	Encino rojo	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus trinitatis*	Roble común	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus xalapensis*	Encino rojo	-
Rubiaceae	*Randia*	*Randia laetevirens*	Palo chichón	-
Salicaceae	*Salix*	*Salix paradoxa*	Borreguito	-
Euphorbiaceae	*Sapium*	*Sapium lateriflorum*	Amate capulín	-
Anacardiaceae	*Tapirira*	*Tapirira macrophylla*	Caobilla	-
Rutaceae	*Zanthoxylum*	*Zanthoxylum sp.*	Limoncillo	-
Celastraceae	*Zinowiewia*	*Zinowiewia integerrima*	Nacedero	-
Flacourtiaceae	*Zuelania*	*Zuelania guidonia*	Volador	-

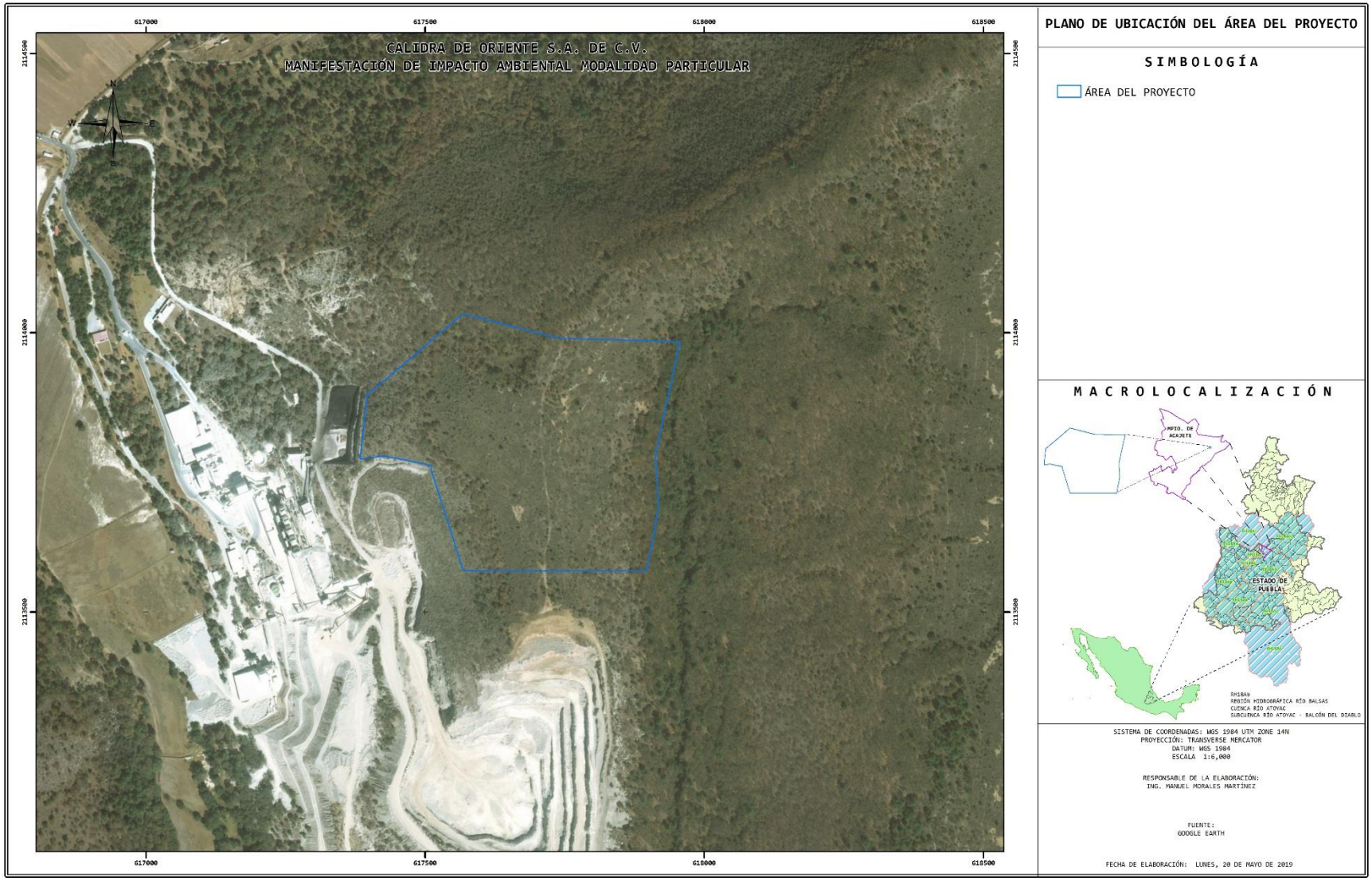


Figura IV.130. Mapa de ubicación del AP.

IV.3.1.2.3.1 ESTADO DE CONSERVACIÓN EN LA SUPERFICIE DEL AP

De acuerdo a los recorridos realizados por el área del AP, la vegetación presenta una diversidad baja en un estado de conservación pobre con perturbación; este estado se caracterizó de acuerdo a los resultados obtenidos por el índice de Shannon-Wiener el cual tiene como finalidad manifestar la heterogeneidad de una comunidad. Este índice puede tomar valores que van de 0 a 5, de acuerdo a los valores obtenidos se considera que las condiciones ambientales y de la biodiversidad se encuentran en:

- 5 condiciones óptimas / diversidad muy alta.
- 4 muy buen estado / diversidad alta.
- 3 a 4 buen estado / diversidad media-alta.
- 2 a 3 estado moderado / diversidad media.
- 1 a 2 pobre con perturbación / diversidad baja.
- 0 a 1 mal estado / diversidad muy baja.

Aunado a lo anterior el resultado para el área del AP se encuentra con una diversidad baja en un estado de conservación pobre con perturbación mostrando valores para **BE** en el estrato arbóreo: una diversidad baja con un estado de conservación pobre con perturbación **(H= 1.9146)**, arbustivo: una diversidad baja con un estado de conservación pobre con perturbación **(H= 1.4994)**, herbáceo: una diversidad baja con un estado de conservación pobre con perturbación **(H= 1.1877)** y epífitas y/o cactáceas: una diversidad baja con un estado de conservación pobre con perturbación **(H= 1.7789)**; dichos valores están como una diversidad baja; es por esto que se alude que tendría una diversidad baja en un estado de conservación pobre con perturbación. Por lo anterior, desafortunadamente el AP ya se encuentra fragmentada por diversos factores y su lenta capacidad para recuperarse de la perturbación.



Imagen IV.27. Estado de conservación de bosque de encino para el AP.

IV.3.1.2.3.2 METODOLOGÍA QUE SE EMPLEÓ EN LA TOMA DE DATOS PARA LA FLORA

Para llevar a cabo la toma de información en el AP se llevó a cabo un muestreo, siguiendo la metodología descrita en apartado muestreo del SA; el tipo de muestreo empleado es el muestreo al azar, el cual garantiza que todos los individuos que componen la población tienen la misma oportunidad de ser incluidos en la muestra. Esta significa que la probabilidad de selección de un sujeto a estudio "x" es independiente de la probabilidad que tienen el resto de los sujetos que forman parte de la población[lxxiii].

FORMA, TAMAÑO Y NÚMERO DE SITIOS

Para el muestreo se realizaron sitios en el AP, como a continuación se describe.

a) Estrato arbóreo:
Con radio de 12.61 m (500 m^2)= 10 sitios.

b) Estrato arbustivo:
Con un radio de 5.64 m (100 m^2)= 10 sitios.

c) Estrato herbáceo:
Se realizaron sitios con un largo de 1 x 1 m de ancho= 10 sitios.

d) Estrato epífitas y/o cactáceas:
Con radio de 12.61 m (500 m^2)= 10 sitios.

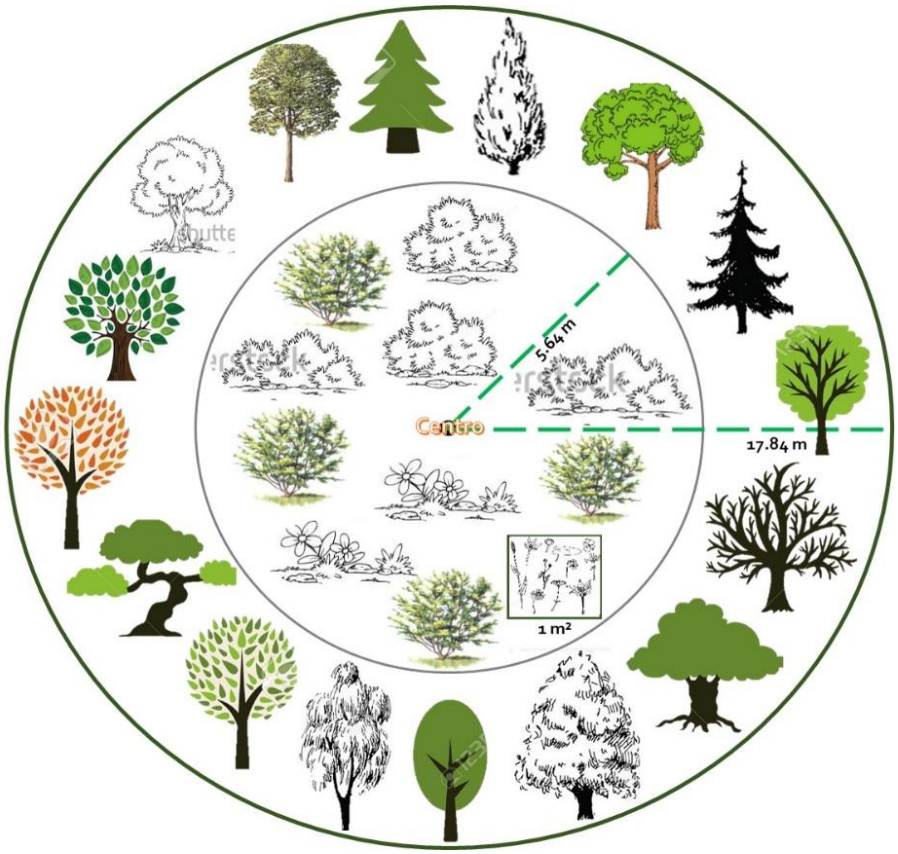


Imagen IV.28. Ejemplo delimitación de sitios de muestreos AP.

Se conformaron 4 brigadas de 2 personas, las actividades comenzaron a las 9:00 am y se detuvieron a las 5:00 pm. El material utilizado para la toma de información, formatos para la captura de la información, delimitación de sitios y muestras botánicas fue el mismo que en el muestreo realizado en el sistema ambiental.

Procedimiento de toma de datos:

En las siguientes fotografías se muestra la delimitación de los sitios de muestreo, así como el levantamiento de información realizada.



Imagen IV.29. Delimitación sitio de muestro y levantamiento de datos.

TEMPORADA DE MUESTREO EN CAMPO

Cabe señalar que el muestreo se realizó en dos temporadas: el primero fue en los meses de octubre y noviembre y el segundo en los meses de enero y febrero, estas temporadas se caracteriza por presentar los primeros y últimos meses de cantidad con menor precipitación en todo el año por lo cual se alude que en estas épocas, las especies se encuentran con la menor cantidad de hojas y en menor cantidad la variedad de especies, sin embargo el área del AP ya se encuentra en su mayoría fragmentado, ya sea por la implementación de la agricultura, pastoreo entre otros aspectos. A continuación, se presenta un diagrama ombrotérmico de la estacione de influencia del AP, demostrando los meses con mayor y menor precipitación, referente a la estación meteorológica 21136 (Acajete).

Cuadro IV.115. Datos climáticos de la estación meteorológica 21136 (Acajete).

MES	PRECIPITACIÓN (mm)	TEMPERATURA (°C)
Enero	12.5	12.2
Febrero	17.0	12.8
Marzo	11.1	15.0
Abril	36.9	16.0
Mayo	108.4	16.1
Junio	159.5	15.6
Julio	107.4	15.0
Agosto	121.7	15.1
Septiembre	124.8	15.2
Octubre	45.6	14.7
Noviembre	8.4	13.4
Diciembre	1.8	11.9

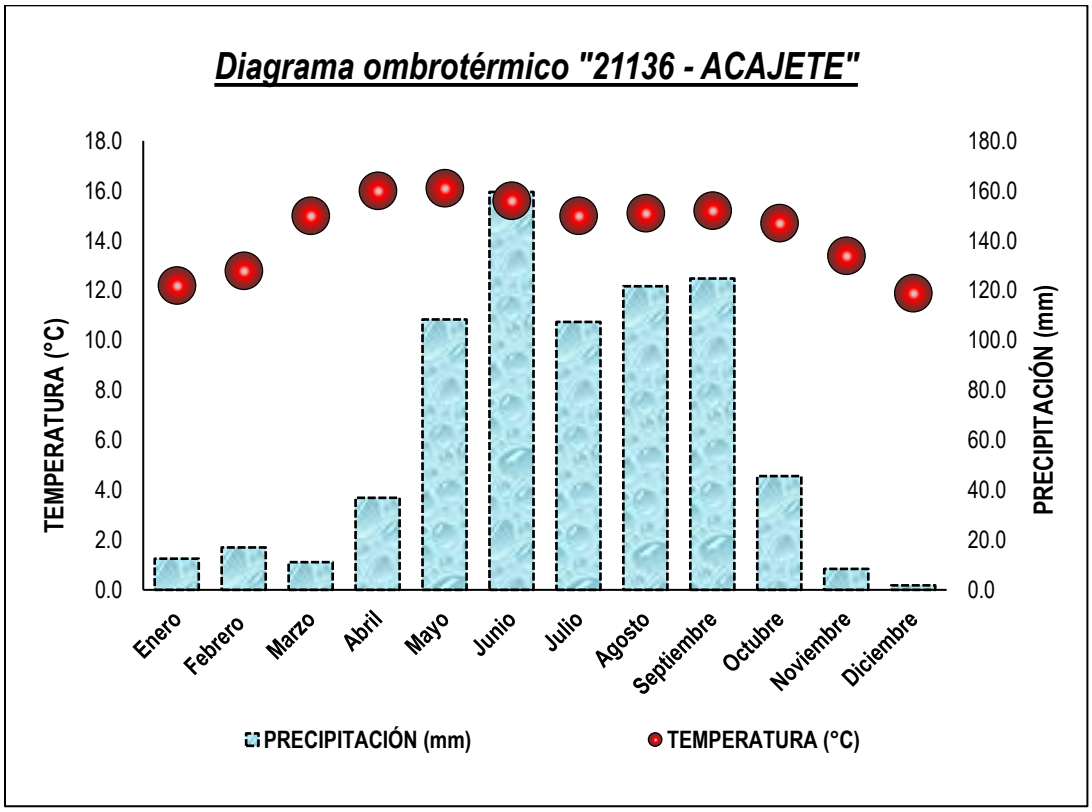


Figura IV.131. Diagrama Ombrotérmico de la estación meteorológica 21136 (Acajete).

PLANOS DEL MUESTREO

En los cuadros y figuras siguientes se presentan los sitios de flora para los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífitas y/o cactáceas en el levantamiento de información de campo para el área del proyecto.

Cuadro IV.116. Coordenadas de muestreo del estrato arbóreo de bosque de encino para el AP.

ESTRATO ARBÓREO		
ID	X	Y
1	617769	2113938
2	617903	2113912
3	617834	2113772
4	617761	2113621
5	617626	2113980
6	617554	2113884
7	617496	2113821
8	617624	2113755
9	617667	2113880
10	617633	2113638

Cuadro IV.117. Coordenadas de muestreo del estrato arbustivo de bosque de encino para el AP.

ESTRATO ARBUSTIVO		
ID	X	Y
1	617769	2113938
2	617903	2113912
3	617834	2113772
4	617761	2113621
5	617626	2113980
6	617554	2113884
7	617496	2113821
8	617624	2113755
9	617667	2113880
10	617633	2113638

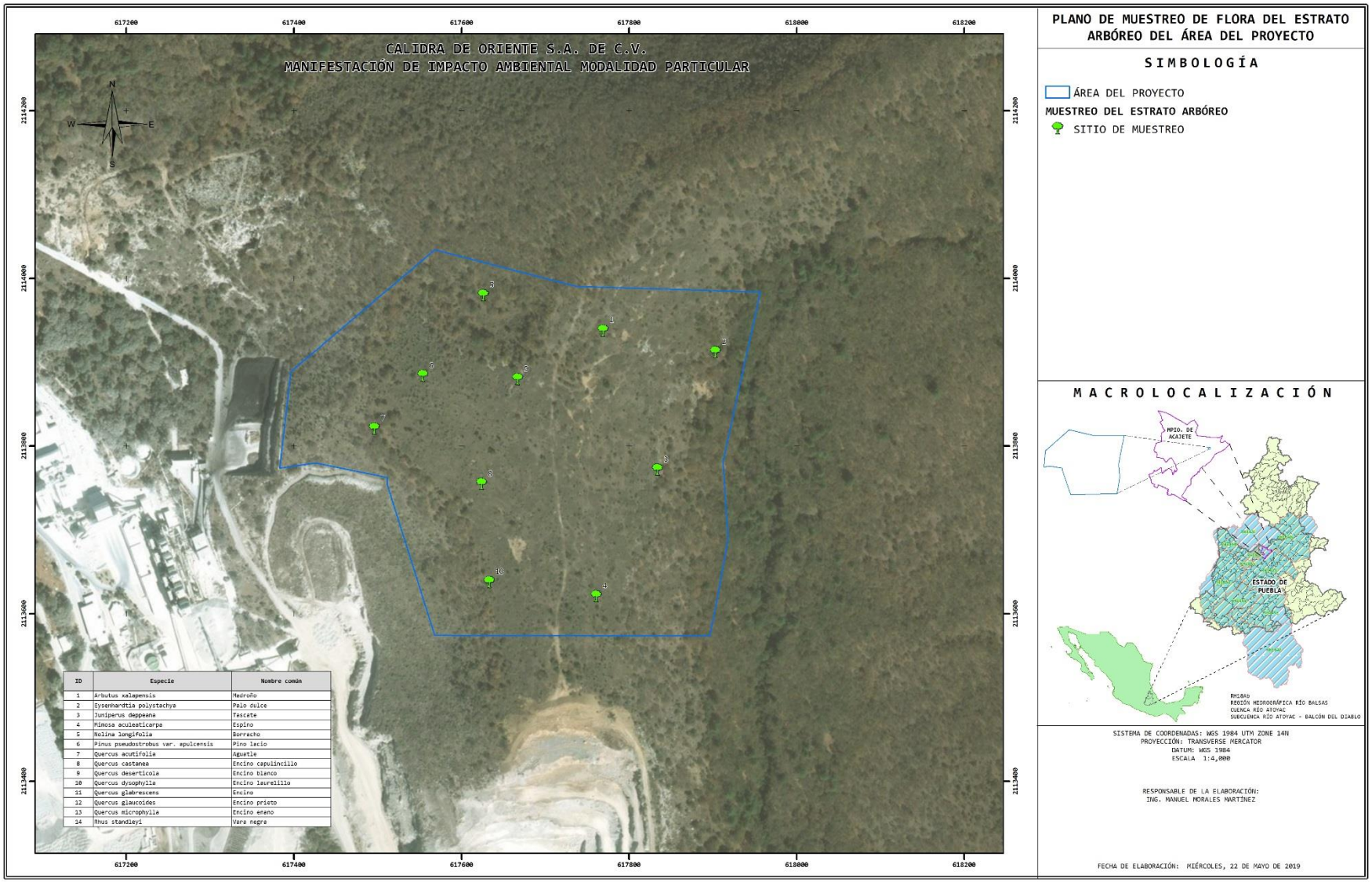
Cuadro IV.118. Coordenadas de muestreo del estrato herbáceo de bosque de encino para el AP.

ESTRATO HERBÁCEO					
ID	CENTRAL		ID	VÉRTICE	
	X	Y		X	Y
1	617769	2113938	1	617768.5	2113937.5
			2	617768.5	2113938.5
			3	617769.5	2113938.5
			4	617769.5	2113937.5
2	617903	2113912	1	617902.5	2113911.5
			2	617902.5	2113912.5
			3	617903.5	2113912.5
			4	617903.5	2113911.5
3	617834	2113772	1	617833.5	2113771.5
			2	617833.5	2113772.5
			3	617834.5	2113772.5
			4	617834.5	2113771.5
4	617761	2113621	1	617760.5	2113620.5

ESTRATO HERBÁCEO					
ID	CENTRAL		ID	VÉRTICE	
	X	Y		X	Y
			2	617760.5	2113621.5
			3	617761.5	2113621.5
			4	617761.5	2113620.5
5	617626	2113980	1	617625.5	2113979.5
			2	617625.5	2113980.5
			3	617626.5	2113980.5
			4	617626.5	2113979.5
6	617554	2113884	1	617553.5	2113883.5
			2	617553.5	2113884.5
			3	617554.5	2113884.5
			4	617554.5	2113883.5
7	617496	2113821	1	617495.5	2113820.5
			2	617495.5	2113821.5
			3	617496.5	2113821.5
			4	617496.5	2113820.5
8	617624	2113755	1	617623.5	2113754.5
			2	617623.5	2113755.5
			3	617624.5	2113755.5
			4	617624.5	2113754.5
9	617667	2113880	1	617666.5	2113879.5
			2	617666.5	2113880.5
			3	617667.5	2113880.5
			4	617667.5	2113879.5
10	617633	2113638	1	617632.5	2113637.5
			2	617632.5	2113638.5
			3	617633.5	2113638.5
			4	617633.5	2113637.5

Cuadro IV.119. Coordenadas de muestreo del estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AP.

ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS		
ID	X	Y
1	617769	2113938
2	617903	2113912
3	617834	2113772
4	617761	2113621
5	617626	2113980
6	617554	2113884
7	617496	2113821
8	617624	2113755
9	617667	2113880
10	617633	2113638



ID	Especie	Nombre común
1	Arbutus xalapensis	Madroño
2	Eysenhardtia polystachya	Palo dulce
3	Juniperus deppeana	Tescate
4	Mimosa aculeaticarpa	Espino
5	Nolina longifolia	Borracho
6	Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio
7	Quercus acutifolia	Aguatle
8	Quercus castanea	Encino capulincillo
9	Quercus deserticola	Encino blanco
10	Quercus dysophylla	Encino laurelillo
11	Quercus glabrescens	Encino
12	Quercus glaucoides	Encino prieto
13	Quercus microphylla	Encino enano
14	Rhus standleyi	Vara negra

Figura IV.132. Sitios de muestreo para el estrato arbóreo de bosque de encino para el AP.

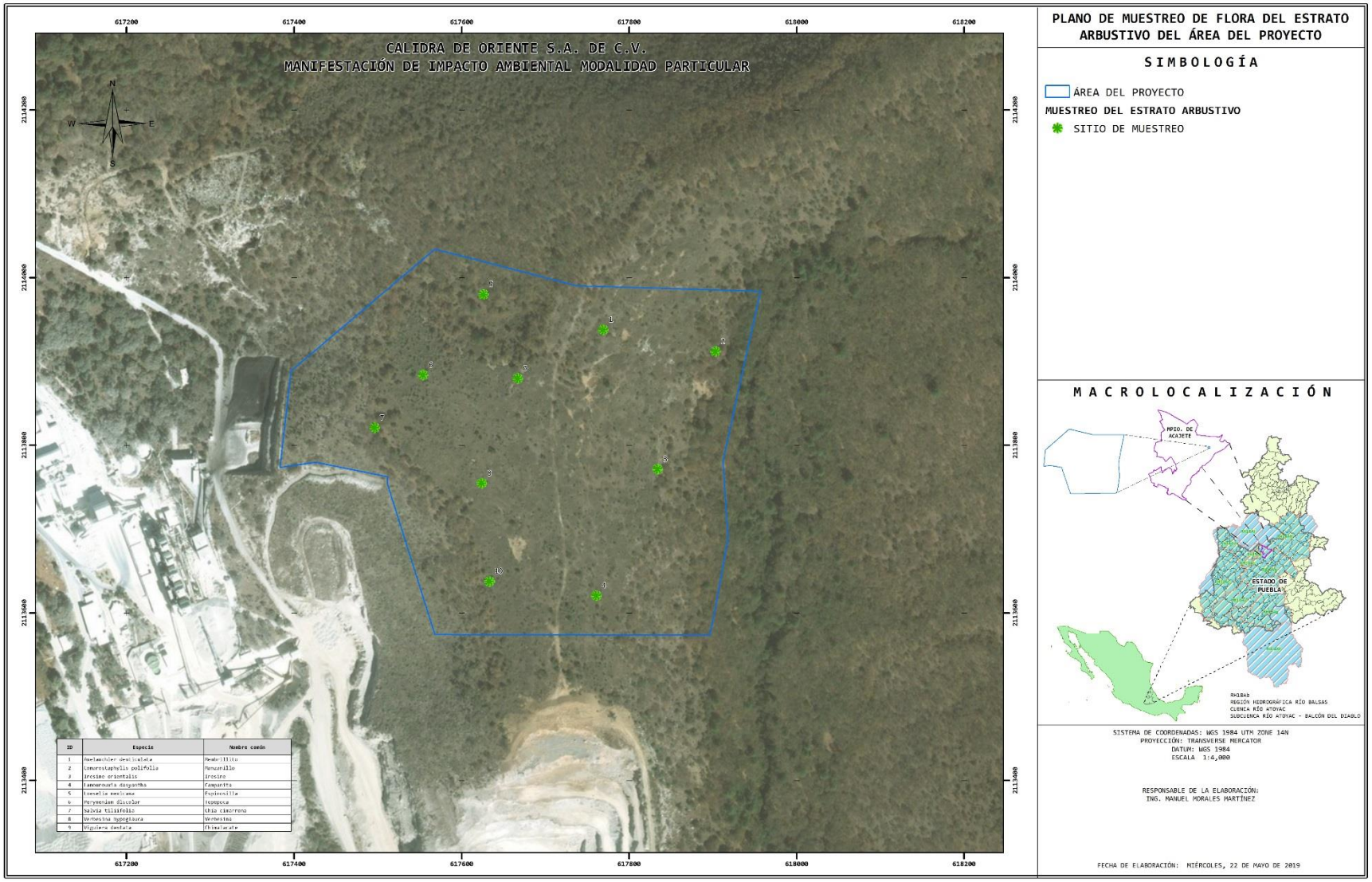


Figura IV.133. Sitios de muestreo para el estrato arbustivo de bosque de encino para el AP.

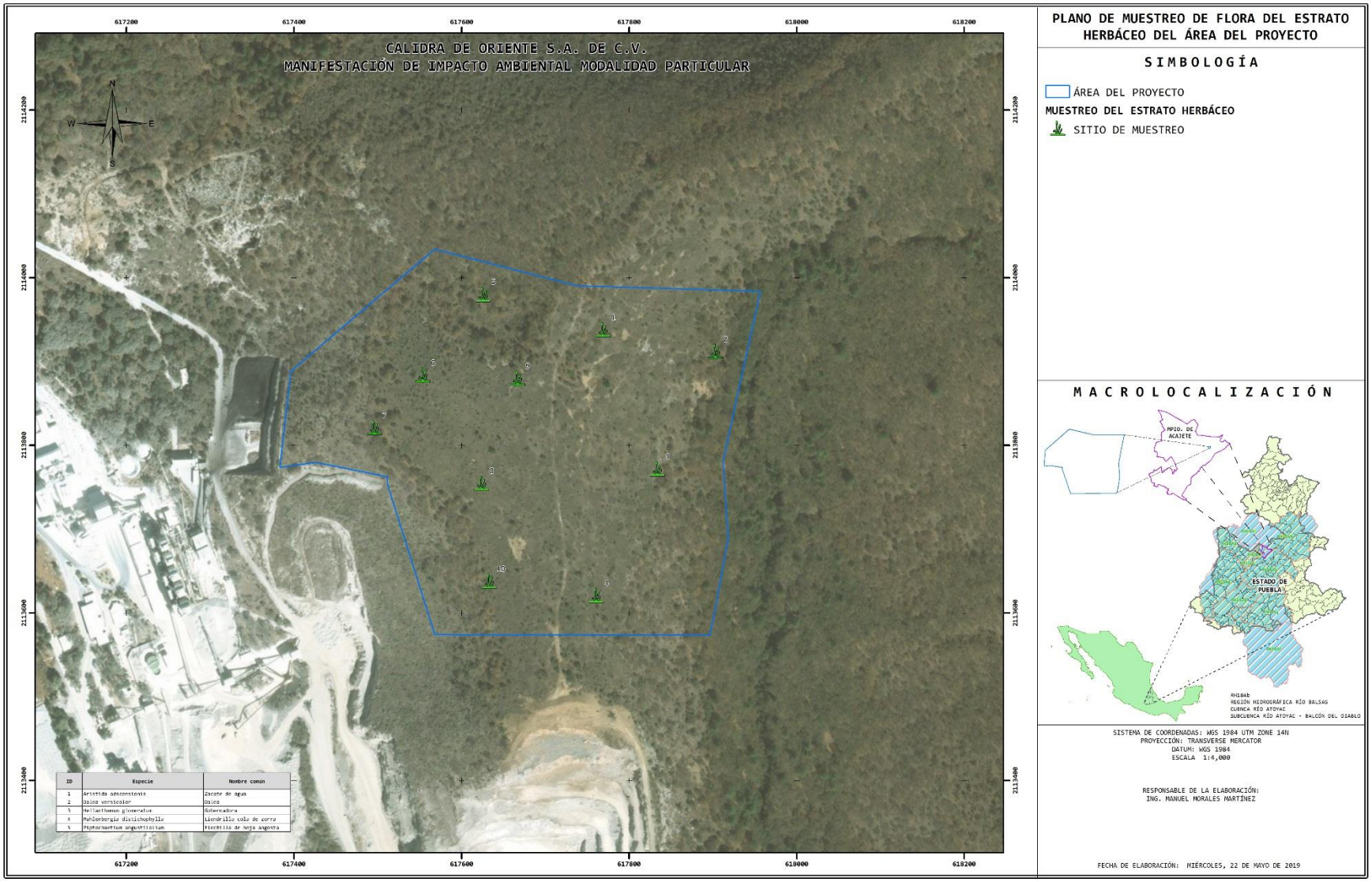


Figura IV.134. Sitios de muestreo para el estrato herbáceo de bosque de encino para el AP.

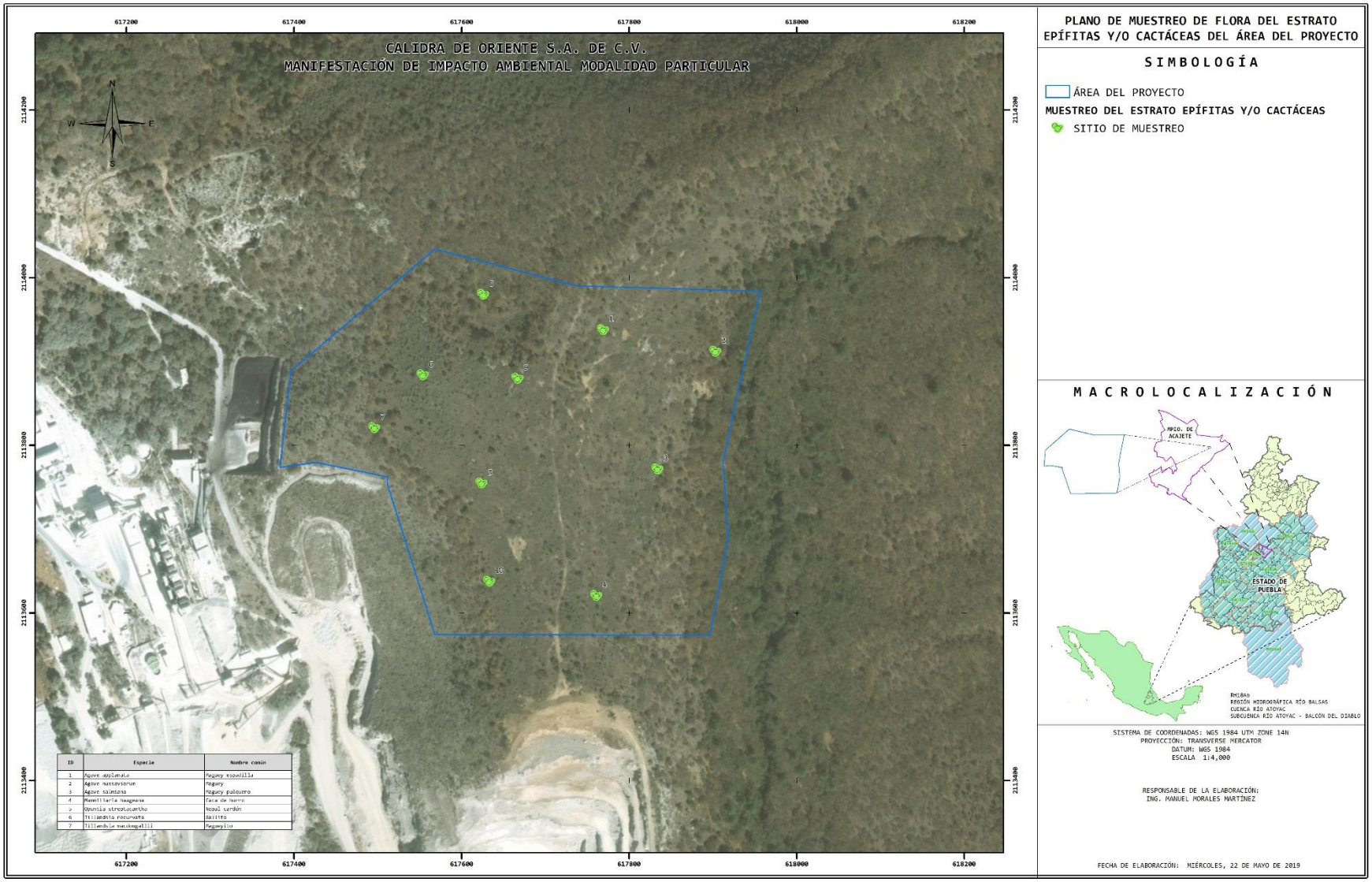


Figura IV.135. Sitios de muestreo para el estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AP.

IV.3.1.2.3.3 COMPOSICIÓN DE POBLACIONES Y COMUNIDADES

IV.3.1.2.3.3.1 TAMAÑO DE MUESTRA

La determinación del número de parcelas o puntos de muestreo es la base del diseño de la metodología del muestreo, si bien es sabido que entre más sean los puntos a emplear es mejor, debido a que el porcentaje de error en el muestreo disminuye, generalmente existen limitaciones financieras y de tiempo, por lo que biólogos y ecólogos recurren a diversos métodos como auxiliadores en la determinación del número adecuado de muestras, para que el muestreo sea estadísticamente representativo y que los datos tengan una distribución normal (Bautista, *et al.,* 2011[lxxiv]; Mostacedo y Fredericksen, 2000[lxxv]).

Los criterios que generalmente se utilizan para determinar el tamaño de la muestra son la relación entre la superficie a muestrear y la superficie total, y la homogeneidad espacial de la variable o población a estudiarse. En este sentido, el número de muestreos aumenta cuando las variables de estudio son heterogéneas. Ante esta situación, los ecólogos utilizan ciertas herramientas para mantener la representatividad y confiabilidad estadística (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Con la finalidad de determinar si el muestreo realizado en el AP fue suficiente y estadísticamente representativo, se empleó el siguiente modelo matemático, mismo que fue propuesto por Mostacedo y Fredericksen en el Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal.

$$n = \frac{t^2\, CV^2}{E^2 + \frac{t^2\, CV^2}{N}}$$

Donde:

n = Número de unidades muéstrales estadísticamente representativas.

E = Error con el que se quiere obtener los valores (en ecología vegetal generalmente es del 20% [Mostacedo y Fredericksen, 2000]).

t = Valor que se obtiene de las tablas “t de Student”. 19 grados de libertad y 95 % de probabilidad y dos colas

N = Total de unidades muéstrales en toda la población.

CV = Coeficiente de variación, que deriva de:

$$CV = \frac{s * 100}{\bar{x}}$$

Donde:

S = Desviación estándar

$\bar{x}$ = Promedio

A continuación se presenta el tamaño de muestra:

Cuadro IV.120. Representatividad estadística del muestreo de bosque de encino para el AP.

Tipo de vegetación	PM	Número de especies registradas
Bosque de encino	1	13

Tipo de vegetación	PM	Número de especies registradas
Bosque de encino	2	15
Bosque de encino	3	16
Bosque de encino	4	8
Bosque de encino	5	12
Bosque de encino	6	12
Bosque de encino	7	12
Bosque de encino	8	12
Bosque de encino	9	10
Bosque de encino	10	16
Promedio (ẋ)		13
Muestras (n)		10
Desviación estándar (S)		2.5473
Coeficiente de variación (CV)		20.2169
95% de probabilidad t=		2.262
E=		20
N=		380
Total de sitios 95% (n=)		**5**

De acuerdo con la superficie del área del proyecto el tipo de vegetación bosque de encino (19.0812 hectáreas), el número total de unidades muéstrales en toda la población es de 380.

Cuadro IV.121. Datos utilizados para el tamaño de muestra de bosque de encino para el AP.

Superficie de AP		Tamaño de la muestra	Total de unidades muéstrales en toda la población
Ha	**m²**	**m²**	**N**
19.0182	190,182	500	380

Sustituyendo los valores obtenidos, en el modelo matemático empleado, se tiene que:

$$n = \frac{t^2\, CV^2}{E^2 + \frac{t^2\, CV^2}{N}}$$

Donde:

$$n = \frac{2.262 * 20.2169^2}{20^2 + \frac{2.262 * 20.2169^2}{380}} = \mathbf{5}$$

De acuerdo con el resultado del modelo matemático empleado, con **cinco** unidades muéstrales es suficiente para determinar que el muestreo es estadísticamente representativo. Sin embargo con el propósito de llevar a cabo un análisis más profundo y significativo de la diversidad presente del estado actual del área de influencia se realizó un total de 10 puntos. Toda vez que la distribución de los puntos de muestreo fue realizada al azar, el cual se basó en el tipo de vegetación que será removido a consecuencia del proyecto, es decir: el trabajo de campo se concentró en áreas con el tipo de vegetación de bosque de encino; esto de acuerdo a lo observado en campo y basado en lo establecido en la Guía para la Interpretación de Cartografía Uso de Suelo y Vegetación, Serie VI de INEGI y los recorridos en campo. De igual forma se anexa la memoria de cálculo del tamaño de muestra del área del AP para cada uno de los estratos presentes para la flora silvestre **(ANEXO 16. MEMORIAS DE CÁLCULO (DIGITAL)) por capítulo II (ANEXO II.A. TAMAÑO_MUESTRA AP).** Para determinar si el número de sitios de muestreo realizados son suficientes para conocer la diversidad florística presente en el área del AP, se estimó el esfuerzo de muestreo **(ANEXO 10. ESFUERZO_ MUESTREO AP)**, y los datos en Excel se presentan en el apartado **ANEXO 16. MEMORIAS DE CÁLCULO (DIGITAL) por capítulo IV (ANEXO IV.K. ESFUERZO_MUESTREO AP)**; a partir de la cual se establece que con el número de sitios realizados son suficientes.

En los apartados subsiguientes se describen las características de estructura y composición de las comunidades vegetales existentes en el área del proyecto.

IV.3.1.2.3.4 ANÁLISIS DE LA RIQUEZA FLORÍSTICA.

Realizado el trabajo de identificación de las especies registradas, la información se utilizó para obtener los análisis de riqueza, abundancia y diversidad florística, los cuales se describen a continuación presentándose para el área del proyecto de acuerdo a los sitios de muestreo levantados.

LISTADO DE ESPECIES DE FLORA (RIQUEZA) DEL AP EN BE

Cuadro IV.122. Listado de las especies de flora registradas para los diferentes estratos de bosque de encino para el AP.

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059
ARBÓREO				
Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	S/C
Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	S/C
Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Tascate	S/C
Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	S/C
Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	S/C
Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus acutifolia*	Aguatle	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Encino capulincillo	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus deserticola*	Encino blanco	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	S/C
Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	S/C
ARBUSTIVO				
Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	S/C

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059
Ericaceae	*Comarostaphylis*	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo	S/C
Amaranthaceae	*Iresine*	*Iresine orientalis*	Iresine	S/C
Scrophulariaceae	*Lamourouxia*	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita	S/C
Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	S/C
Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	S/C
Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	S/C
Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina	S/C
Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	S/C
HERBÁCEO				
Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	S/C
Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	S/C
Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	S/C
Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	S/C
Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	S/C
EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS				
Agavaceae	*Agave*	*Agave applanata*	Maguey espadilla	S/C
Agavaceae	*Agave*	*Agave nussaviorum*	Maguey	S/C
Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	S/C
Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria haageana*	Caca de burro	S/C
Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	S/C
Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	S/C
Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	S/C

INDIVIDUOS POR HECTÁREA Y TOTALES DEL AP EN BE

A continuación, se muestran los individuos por hectárea y totales para cada uno de los estratos, del muestreo realizado dentro del área del proyecto.

Cuadro IV.123. Individuos por hectárea y totales de las especies de flora de los estratos de bosque de encino para el AP.

SUP. (HA)	ID AP	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	INDIVIDUOS POR HECTÁREA	N° INDIVIDUOS TOTAL
ESTRATO ARBÓREO							
19.0182	1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	2	38
	2	Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	14	266
	3	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus depeanna*	Tascate	92	1,750
	4	Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	26	494
	5	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	220	4,184
	6	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	22	418
	7	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus acutifolia*	Aguatle	8	152
	8	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Encino capulincillo	56	1,065
	9	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus deserticola*	Encino blanco	42	799
	10	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	214	4,070
	11	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	16	304
	12	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	84	1,598

SUP. (HA)	ID AP	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	INDIVIDUOS POR HECTÁREA	N° INDIVIDUOS TOTAL
ESTRATO ARBÓREO							
	13	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	498	9,471
	14	Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	16	304
	Total					**1,310**	**24,914**
ESTRATO ARBUSTIVO							
19.0182	1	Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	560	10,650
	2	Ericaceae	*Comarostaphylis*	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo	10	190
	3	Amaranthaceae	*Iresine*	*Iresine orientalis*	Iresine	40	761
	4	Scrophulariaceae	*Lamourouxia*	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita	230	4,374
	5	Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	70	1,331
	6	Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	170	3,233
	7	Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	70	1,331
	8	Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina	1,130	21,491
	9	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	50	951
	Total					**2,330**	**44,312**
ESTRATO HERBÁCEO							
19.0182	1	Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	37,000	703,673
	2	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	17,000	323,309
	3	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	161,000	3,061,930
	4	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	10,000	190,182
	5	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	51,000	969,928
	Total					**276,000**	**5,249,023**
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS							
19.0182	1	Agavaceae	*Agave*	*Agave aplanata*	Maguey espadilla	22	418
	2	Agavaceae	*Agave*	*Agave nussaviorum*	Maguey	68	1,293
	3	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	52	989
	4	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria haageana*	Caca de burro	48	913
	5	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	8	152
	6	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	16	304
	7	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	44	837
	Total					**258**	**4,907**

Nota: se anexa la memoria de cálculo de los individuos por hectárea y totales presentes dentro para el tipo de vegetación de bosque de encino en el AP **(ANEXO 16. MEMORIAS DE CÁLCULO (DIGITAL)) por capítulo IV (ANEXO IV.L. IND. POR HA. Y TOT. AP).**

DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES FLORÍSTICAS - ENDEMISMO

Cuadro IV.124. Endemismo de especies de flora registradas para los diferentes estratos de bosque de encino para el AP.

DISTRIBUCIÓN (ENDEMISMO) DE LAS ESPECIES PRESENTES EN EL ÁREA DEL PROYECTO				
FAMILIA	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**DISTRIBUCIÓN**
ARBÓREO				
Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	Nativa
Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	Nativa
Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Tascate	Nativa
Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	Nativa
Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	Nativa
Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	Nativa
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus acutifolia*	Aguatle	Endémica
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Encino capulincillo	Nativa
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus deserticola*	Encino blanco	Endémica
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	Nativa
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	Endémica
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	Endémica
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	Nativa
Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	Nativa
ARBUSTIVO				
Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	Nativa
Ericaceae	*Comarostaphylis*	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo	Nativa
Amaranthaceae	*Iresine*	*Iresine orientalis*	Iresine	Nativa
Scrophulariaceae	*Lamourouxia*	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita	Endémica
Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	Nativa
Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	Endémica
Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	Nativa
Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina	Nativa
Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	Nativa
HERBÁCEO				
Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	Exótica
Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	Nativa
Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	Nativa
Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	Endémica
Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	Sin información
EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS				
Agavaceae	*Agave*	*Agave applanata*	Maguey espadilla	Endémica
Agavaceae	*Agave*	*Agave nussaviorum*	Maguey	Endémica
Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	Endémica

DISTRIBUCIÓN (ENDEMISMO) DE LAS ESPECIES PRESENTES EN EL ÁREA DEL PROYECTO				
FAMILIA	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**DISTRIBUCIÓN**
Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria haageana*	Caca de burro	Endémica
Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	Endémica
Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	Endémica

Como se observa se cuenta con una población representada por especies de distribución nativa endémica, de igual forma se presenta de manera gráfica la distribución de las especies de los cuatro estratos:

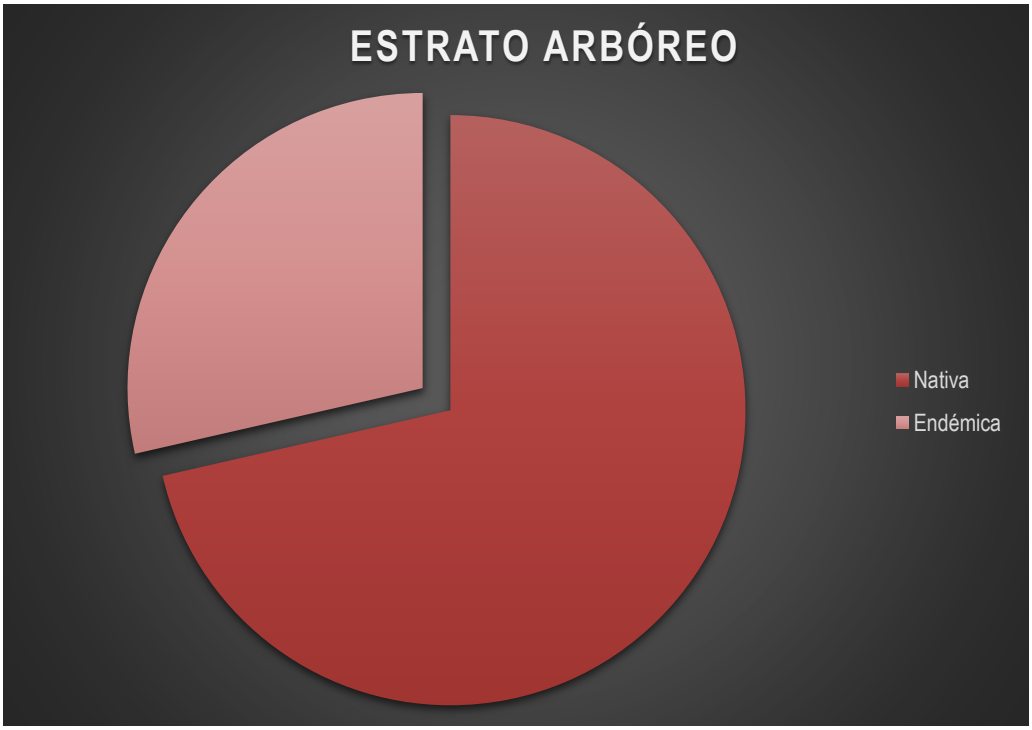


Figura IV.136. Distribución en el estrato arbóreo de bosque de encino para el AP.



Figura IV.137. Distribución en el estrato arbustivo de bosque de encino para el AP.

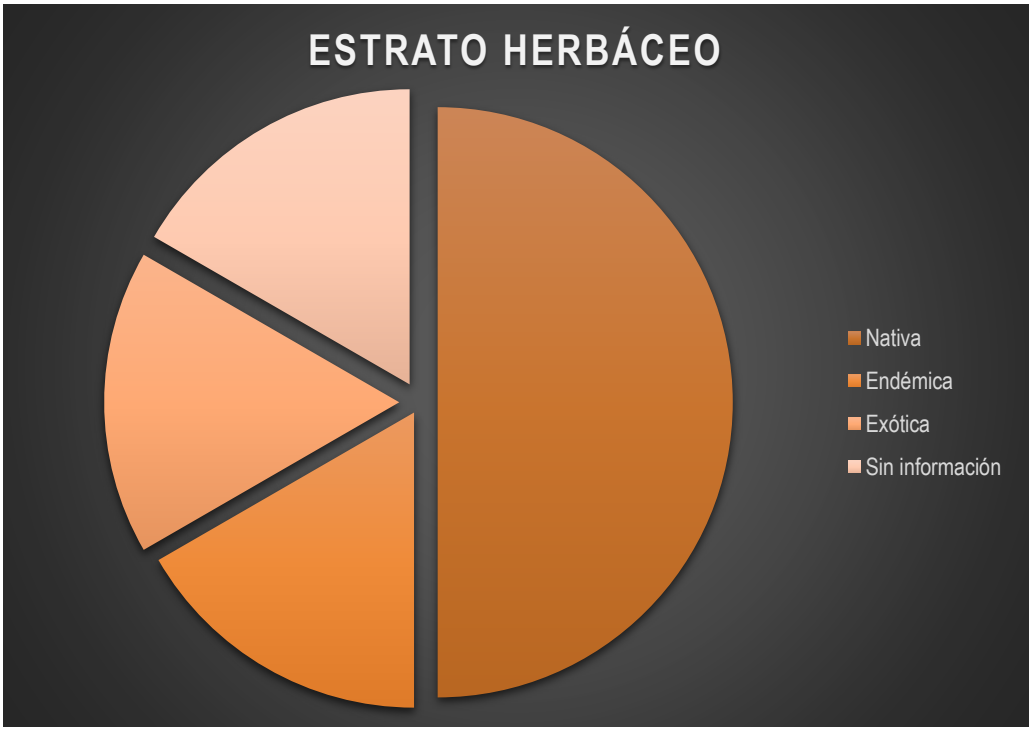


Figura IV.138. Distribución en el estrato herbáceo de bosque de encino para el AP.

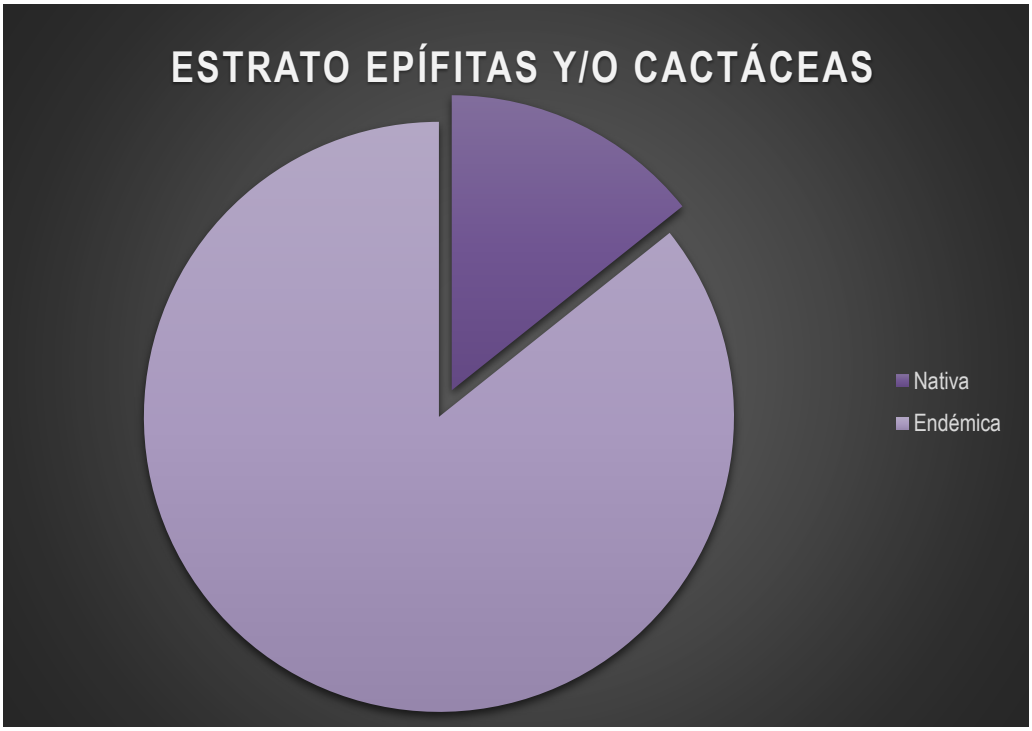


Figura IV.139. Distribución en el estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AP.

ESTATUS DE ESPECIES FLORÍSTICAS DE ACUERDO A LA NOM-059-SEMARNAT-2010

A continuación se presenta el estatus de las especies de acuerdo con la normatividad nacional conforme en la NOM-059-SEMARNAT-2010 registradas para cada uno de los estratos presentes en el área del proyecto.

Cuadro IV.125. Estatus de las especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010 para los diferentes estratos de bosque de encino para el AP.

ESTATUS DE LAS ESPECIES PRESENTES EN EL ÁREA DEL PROYECTO DENTRO DE LA NOM-059-SEMARNAT-2010				
FAMILIA	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**NOM-059**
ARBÓREO				
Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	S/C
Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	S/C
Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Tascate	S/C
Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	S/C
Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	S/C
Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus acutifolia*	Aguatle	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Encino capulincillo	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus deserticola*	Encino blanco	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	S/C

ESTATUS DE LAS ESPECIES PRESENTES EN EL ÁREA DEL PROYECTO DENTRO DE LA NOM-059-SEMARNAT-2010				
FAMILIA	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**NOM-059**
Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	S/C
ARBUSTIVO				
Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	S/C
Ericaceae	*Comarostaphylis*	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo	S/C
Amaranthaceae	*Iresine*	*Iresine orientalis*	Iresine	S/C
Scrophulariaceae	*Lamourouxia*	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita	S/C
Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	S/C
Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	S/C
Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	S/C
Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina	S/C
Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	S/C
HERBÁCEO				
Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	S/C
Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	S/C
Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	S/C
Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	S/C
Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	S/C
EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS				
Agavaceae	*Agave*	*Agave applanata*	Maguey espadilla	S/C
Agavaceae	*Agave*	*Agave nussaviorum*	Maguey	S/C
Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	S/C
Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria haageana*	Caca de burro	S/C
Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	S/C
Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	S/C
Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	S/C

Como se observa en el listado anterior, de las especies presentes en las áreas del proyecto ninguna se encuentra en algún estatus dentro de la normativa nacional.

ESTATUS DE ESPECIES FLORÍSTICAS DE ACUERDO A CITES

A continuación se presenta el estatus de las especies de acuerdo con la normatividad internacional conforme en la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre, en sus siglas CITES; registradas cada uno de los estratos presentes en el área del proyecto.

Cuadro IV.126. Estatus de las especies de flora conforme en CITES para los diferentes estratos de bosque de encino para el AP.

ESTATUS DE LAS ESPECIES PRESENTES EN EL ÁREA DEL PROYECTO DENTRO DE CITES				
FAMILIA	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**CITES**
ARBÓREO				
Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	S/C
Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	S/C
Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Tascate	S/C
Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	S/C

ESTATUS DE LAS ESPECIES PRESENTES EN EL ÁREA DEL PROYECTO DENTRO DE CITES				
FAMILIA	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**CITES**
Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	S/C
Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus acutifolia*	Aguatle	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Encino capulincillo	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus deserticola*	Encino blanco	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	S/C
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	S/C
Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	S/C
ARBUSTIVO				
Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	S/C
Ericaceae	*Comarostaphylis*	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo	S/C
Amaranthaceae	*Iresine*	*Iresine orientalis*	Iresine	S/C
Scrophulariaceae	*Lamourouxia*	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita	S/C
Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	S/C
Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	S/C
Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	S/C
Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina	S/C
Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	S/C
HERBÁCEO				
Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	S/C
Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	S/C
Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	S/C
Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	S/C
Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	S/C
EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS				
Agavaceae	*Agave*	*Agave applanata*	Maguey espadilla	S/C
Agavaceae	*Agave*	*Agave nussaviorum*	Maguey	S/C
Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	S/C
Cactaceae	***Mammillaria***	***Mammillaria haageana***	**Caca de burro**	**II**
Cactaceae	***Opuntia***	***Opuntia streptacantha***	**Nopal cardón**	**II**
Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	S/C
Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	S/C

Para la normativa internacional como lo es el CITES, de las especies de cactáceas identificadas en el AP se encuentran el apéndice II de esta normativa.

A continuación se presenta un plano de distribución de las especies, para demostrar que estas, no afectaran su población, se presenta el plano de distribución de acuerdo a la información consultada en la página EncicloVida de CONABIO que es una plataforma digital para conocer a las especies de plantas, hongos y animales de México; esta fuente de información integra información que la CONABIO ha reunido a través del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB).

También se identifican las especies con requerimientos especiales para el comercio internacional y las especies seleccionadas como prioritarias por el gobierno mexicano.

Sin embargo, se tendrá el debido respeto enfocado a la conservación de las especies, como medida prioritaria se prohíbe la extracción y el comercio de especies de flora silvestre. Aunque estas son especies que se encuentran en el apéndice II (el cual puede ser autorizado mediante la concesión de un permiso de exportación o certificado de reexportación y no es necesario un permiso de importación para estas especies) se prohíbe la extracción para cualquier uso de la biodiversidad.

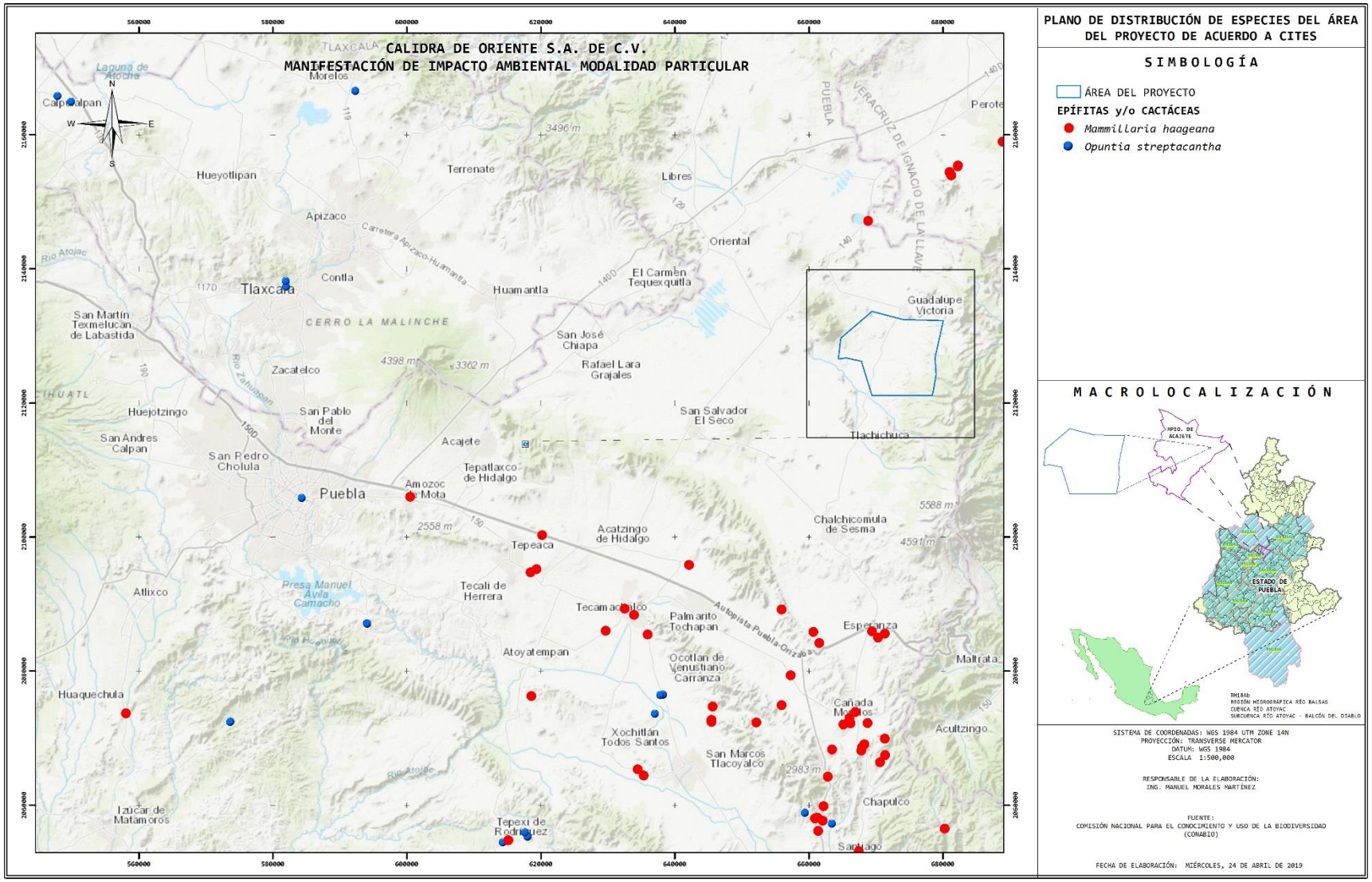


Figura IV.140. Mapa de distribución de especies del estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AP.

NÚMERO DE INDIVIDUOS POR SITIO Y POR ESPECIE DEL ESTRATO ARBÓREO, ARBUSTIVO, HERBÁCEO Y EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS PRESENTES EN EL ÁREA DEL AP.

A continuación, se presentan los sitios de muestreo para el tipo de vegetación:

Cuadro IV.127. Número de individuos por especies presentes en cada sitio de muestreo del AP (sitio 1).

Sitio 1					
Coordenada					
617769			2207945		
Estrato	**Especie**	**Forma**	**Número de individuos**	**DN promedio**	**ALT promedio**
Arbóreo	*Juniperus deppeana*	Adulto	1	27.00	3.00
	Mimosa aculeaticarpa	Renuevo	1		
	Nolina longifolia	Renuevo	11		
		Adulto	4	19.80	2.40
	Quercus castanea	Adulto	1	18.00	4.00
	Quercus dysophylla	Renuevo	24		
	Quercus glabrescens	Renuevo	1		
	Quercus microphylla	Renuevo	16		
SUBTOTAL			**59**		
Coordenada					
617769			2207945		
Arbustos	*Comarostaphylis polifolia*		1		
SUBTOTAL			**1**		
Coordenada					
617769			2207945		
Hierbas	*Aristida adscensionis*		14		
	Helianthemum glomeratum		95		
SUBTOTAL			**109**		
Coordenada					
617769			2207945		
Epífitas y/o cactáceas	*Agave salmiana*		11		
	Mammillaria haageana		8		
	Tillandsia recurvata		8		
SUBTOTAL			**27**		
TOTAL			**196**		

Cuadro IV.128. Número de individuos por especies presentes en cada sitio de muestreo del AP (sitio 2).

Sitio 2					
Coordenada					
617903			2113912		
Estrato	**Especie**	**Forma**	**Número de individuos**	**DN promedio**	**ALT promedio**
Arbóreo	*Juniperus deppeana*	Adulto	4	24.00	3.50
	Nolina longifolia	Renuevo	4		

Sitio 2					
Coordenada					
		Adulto	9	19.60	2.75
	Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Renuevo	1		
	Quercus castanea	Adulto	11	15.30	3.30
	Quercus dysophylla	Renuevo	17		
	Quercus glabrescens	Adulto	6	6.92	2.17
SUBTOTAL			**52**		
Coordenada					
617903			**2113912**		
Arbustos	*Iresine orientalis*		4		
	Loeselia mexicana		1		
	Perymenium discolor		5		
	Verbesina hypoglauca		10		
SUBTOTAL			**20**		
Coordenada					
617903			**2113912**		
Hierbas	*Aristida adscensionis*		10		
	Piptochaetium angustifolium		2		
SUBTOTAL			**12**		
Coordenada					
617903			**2113912**		
Epífitas y/o cactáceas	*Agave salmiana*		9		
	Mammillaria haageana		3		
	Opuntia streptacantha		1		
SUBTOTAL			**13**		
TOTAL			**97**		

Cuadro IV.129. Número de individuos por especies presentes en cada sitio de muestreo del AP (sitio 3).

Sitio 3					
Coordenada					
617834			**2113772**		
Estrato	**Especie**	**Forma**	**Número de individuos**	**DN promedio**	**ALT promedio**
Arbóreo	*Juniperus deppeana*	Adulto	3	15.75	2.50
	Mimosa aculeaticarpa	Renuevo	2		
	Nolina longifolia	Renuevo	4		
		Adulto	6	20.43	2.50
	Quercus castanea	Renuevo	1		
		Adulto	7	14.88	3.75
	Quercus dysophylla	Renuevo	3		
	Quercus glabrescens	Adulto	1	5.33	2.00
SUBTOTAL			**27**		
Coordenada					

Sitio 3			
617834		2113772	
Arbustos	*Amelanchier denticulata*	56	
	Verbesina hypoglauca	10	
SUBTOTAL		66	
Coordenada			
617834		2113772	
Hierbas	*Aristida adscensionis*	9	
	Castilleja tenuiflora	2	
	Helianthemum glomeratum	12	
	Piptochaetium angustifolium	3	
SUBTOTAL		26	
Coordenada			
617834		2113772	
Epífitas y/o cactáceas	*Agave applanata*	11	
	Agave salmiana	6	
	Mammillaria haageana	12	
	Opuntia streptacantha	2	
SUBTOTAL		31	
TOTAL		150	

Cuadro IV.130. Número de individuos por especies presentes en cada sitio de muestreo del AP (sitio 4).

Sitio 4					
Coordenada					
617761			2113621		
Estrato	**Especie**	**Forma**	**Número de individuos**	**DN promedio**	**ALT promedio**
Arbóreo	*Juniperus deppeana*	Renuevo	5		
		Adulto	1	13.50	2.00
	Mimosa aculeaticarpa	Renuevo	3		
	Nolina longifolia	Adulto	6	19.71	2.00
	Quercus castanea	Adulto	3	16.67	3.00
	Quercus dysophylla	Renuevo	63		
SUBTOTAL			81		
Coordenada					
617761			2113621		
No hay arbustos					
Coordenada					
617761			2113621		
Hierbas	*Aristida adscensionis*		4		
	Helianthemum glomeratum		24		
	Piptochaetium angustifolium		12		
SUBTOTAL			40		
Coordenada					

Sitio 4		
617761	2113621	
No hay epífitas y/o cactáceas		
TOTAL	121	

Cuadro IV.131. Número de individuos por especies presentes en cada sitio de muestreo del AP (sitio 5).

Sitio 5					
Coordenada					
617626			2207945		
Estrato	Especie	Forma	Número de individuos	DN promedio	ALT promedio
Arbóreo	*Arbutus xalapensis*	Adulto	1	22.00	6.00
	Juniperus deppeana	Renuevo	1		
		Adulto	6	30.50	7.00
	Nolina longifolia	Adulto	2	18.50	2.75
	Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Renuevo	7		
	Quercus deserticola	Adulto	2	22.00	5.25
	Quercus glaucoides	Adulto	5	17.00	6.40
SUBTOTAL			24		
Coordenada					
617626			2207945		
Arbustos	*Lamourouxia dasyantha*		19		
	Perymenium discolor		12		
	Verbesina hypoglauca		32		
SUBTOTAL			63		
Coordenada					
617626			2207945		
Hierbas	*Piptochaetium angustifolium*		10		
SUBTOTAL			10		
Coordenada					
617626			2207945		
Epífitas y/o cactáceas	*Agave nussaviorum*		3		
	Tillandsia macdougallii		12		
SUBTOTAL			15		
TOTAL			112		

Cuadro IV.132. Número de individuos por especies presentes en cada sitio de muestreo del AP (sitio 6).

Sitio 6					
Coordenada					
617554			2113884		
Estrato	Especie	Forma	Número de individuos	DN promedio	ALT promedio
Arbóreo	*Juniperus deppeana*	Renuevo	2		
		Adulto	2	25.00	1.90
	Nolina longifolia	Renuevo	7		

Sitio 6					
Coordenada					
		Adulto	14	20.79	2.60
	Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Adulto	2	9.50	3.85
	Quercus deserticola	Renuevo	1		
		Adulto	7	9.86	4.50
	Quercus glaucoides	Renuevo	1		
		Adulto	5	10.00	3.90
	Quercus microphylla	Renuevo	43		
SUBTOTAL			**84**		
Coordenada					
617554			**2113884**		
Arbustos	*Verbesina hypoglauca*		8		
	Viguiera dentata		4		
SUBTOTAL			**12**		
Coordenada					
617554			**2113884**		
Hierbas	*Dalea versicolor*		2		
	Helianthemum glomeratum		12		
	Piptochaetium angustifolium		8		
SUBTOTAL			**22**		
Coordenada					
617554			**2113884**		
Epífitas y/o cactáceas	*Agave nussaviorum*		5		
SUBTOTAL			**5**		
TOTAL			**123**		

Cuadro IV.133. Número de individuos por especies presentes en cada sitio de muestreo del AP (sitio 7).

Sitio 7					
Coordenada					
617496			**2113821**		
Estrato	**Especie**	**Forma**	**Número de individuos**	**DN promedio**	**ALT promedio**
Arbóreo	*Eysenhardtia polystachya*	Renuevo	4		
	Juniperus deppeana	Adulto	6	25.17	5.00
	Quercus deserticola	Adulto	10	15.10	5.70
	Quercus glaucoides	Renuevo	9		
		Adulto	10	16.11	5.89
SUBTOTAL			**39**		
Coordenada					
617496			**2113821**		
Arbustos	*Loeselia mexicana*		6		
	Salvia tiliifolia		7		
	Verbesina hypoglauca		37		

Sitio 7			
SUBTOTAL		**50**	
Coordenada			
617496		**2113821**	
Hierbas	*Muhlenbergia distichophylla*	6	
	Piptochaetium angustifolium	2	
SUBTOTAL		**8**	
Coordenada			
617496		**2113821**	
Epífitas y/o cactáceas	*Agave nussaviorum*	13	
	Opuntia streptacantha	1	
	Tillandsia macdougallii	10	
SUBTOTAL		**24**	
TOTAL		**121**	

Cuadro IV.134. Número de individuos por especies presentes en cada sitio de muestreo del AP (sitio 8).

Sitio 8					
Coordenada					
617624			**2113755**		
Estrato	**Especie**	**Forma**	**Número de individuos**	**DN promedio**	**ALT promedio**
Arbóreo	*Eysenhardtia polystachya*	Renuevo	3		
	Juniperus deppeana	Renuevo	8		
	Nolina longifolia	Renuevo	7		
		Adulto	7	20.71	2.46
	Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Adulto	1	3.00	1.70
	Quercus deserticola	Renuevo	1		
	Quercus glaucoides	Renuevo	7		
	Quercus microphylla	Renuevo	56		
SUBTOTAL			**90**		
Coordenada					
617624			**2113755**		
No hay arbustos					
Coordenada					
617624			**2113755**		
Hierbas	*Dalea versicolor*		2		
	Helianthemum glomeratum		12		
	Muhlenbergia distichophylla		2		
	Piptochaetium angustifolium		5		
SUBTOTAL			**21**		
Coordenada					
617624			**2113755**		
Epífitas y/o cactáceas	*Agave nussaviorum*		3		

Sitio 8		
SUBTOTAL	**3**	
TOTAL	**114**	

Cuadro IV.135. Número de individuos por especies presentes en cada sitio de muestreo del AP (sitio 9).

Sitio 9					
Coordenada					
617667			**2113880**		
Estrato	**Especie**	**Forma**	**Número de individuos**	**DN promedio**	**ALT promedio**
Arbóreo	*Juniperus deppeana*	Renuevo	3		
		Adulto	1	4.00	2.10
	Nolina longifolia	Renuevo	5		
		Adulto	7	23.14	2.03
	Quercus acutifolia	Renuevo	1		
	Quercus glaucoides	Renuevo	2		
	Quercus microphylla	Renuevo	72		
SUBTOTAL			**90**		
Coordenada					
617667			**2113880**		
Arbustos	*Lamourouxia dasyantha*		4		
	Verbesina hypoglauca		11		
SUBTOTAL			**15**		
Coordenada					
617667			**2113880**		
Hierbas	*Dalea versicolor*		4		
	Piptochaetium angustifolium		6		
SUBTOTAL			**10**		
Coordenada					
617667			**2113880**		
Epífitas y/o cactáceas	*Agave nussaviorum*		2		
SUBTOTAL			**2**		
TOTAL			**117**		

Cuadro IV.136. Número de individuos por especies presentes en cada sitio de muestreo del AP (sitio 10).

Sitio 10					
Coordenada					
617633			**2113638**		
Estrato	**Especie**	**Forma**	**Número de individuos**	**DN promedio**	**ALT promedio**
Arbóreo	*Juniperus deppeana*	Renuevo	2		
		Adulto	1	12.00	2.00
	Mimosa aculeaticarpa	Renuevo	7		
	Nolina longifolia	Renuevo	3		
		Adulto	14	16.71	3.29

Sitio 10					
	Quercus acutifolia	Adulto	3	17.00	5.00
	Quercus castanea	Adulto	5	12.60	6.00
	Quercus glaucoides	Adulto	3	8.00	3.17
	Quercus microphylla	Renuevo	62		
	Rhus standleyi	Renuevo	8		
SUBTOTAL			**108**		
Coordenada					
617633			**2113638**		
Arbustos	*Verbesina hypoglauca*		5		
	Viguiera dentata		1		
SUBTOTAL			**6**		
Coordenada					
617633			**2113638**		
Hierbas	*Dalea versicolor*		9		
	Helianthemum glomeratum		6		
	Muhlenbergia distichophylla		2		
	Piptochaetium angustifolium		3		
SUBTOTAL			**20**		
Coordenada					
617633			**2113638**		
Epífitas y/o cactáceas	*Agave nussaviorum*		8		
	Mammillaria haageana		1		
SUBTOTAL			**8**		
TOTAL			**4227304**		

De igual forma se anexa memoria de cálculo de los sitios de muestreo por tipo de vegetación de las áreas del proyecto **(ANEXO 16. MEMORIAS DE CÁLCULO (DIGITAL)) por capítulo IV (ANEXO IV.M. ESPECIES_POR SITIO AP).**

IV.3.1.2.3.5 DIVERSIDAD FLORÍSTICA

IV.3.1.2.3.5.1 DIVERSIDAD ALFA

DOMINANCIA, DIVERSIDAD Y VALOR DE IMPORTANCIA

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SIMPSON DEL AP

Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad puesto que toman en cuenta la dominancia de las especies con mayor representatividad, para lo cual el índice más común para utilizar es el índice de Simpson[lxxvi]. El índice de dominancia de Simpson (también conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia) es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos.

A medida que el valor del índice de Simpson se incrementa, la diversidad decrece por lo que es necesario calcular el complemento del índice de Simpson (1-0), asegurando de esta manera que el valor del índice aumenta con el incremento de la diversidad[lxxvii]. Este índice puede tomar valores que van de 0 a 1, de acuerdo a los valores obtenidos se considera que las condiciones ambientales y de la biodiversidad se encuentran en:

- Mayor a 0.67 diversidad alta.
- 0.34 a 0.66 diversidad media.
- 0 a 0.33 diversidad baja.

Nota: la descripción de la metodología del índice se encuentra de forma más completa en el apartado del medio biótico para el SA en la metodología de diversidad alfa, cálculo del índice de Simpson.

A continuación, se muestra el cálculo del índice de Simpson de los diferentes estratos para el área del proyecto.

Cuadro IV.137. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato arbóreo de bosque de encino para el AP.

ÁRBOLES							
ID AP	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**$p(i)^2$**
1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	38	0.0015	0.0000
2	Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	266	0.0107	0.0001
3	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Tascate	1,750	0.0702	0.0049
4	Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	494	0.0198	0.0004
5	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	4,184	0.1679	0.0282
6	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	418	0.0168	0.0003
7	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus acutifolia*	Aguatle	152	0.0061	0.0000
8	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Encino capulincillo	1,065	0.0427	0.0018
9	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus deserticola*	Encino blanco	799	0.0321	0.0010
10	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	4,070	0.1634	0.0267
11	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	304	0.0122	0.0001
12	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	1,598	0.0641	0.0041
13	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	9,471	0.3802	0.1445
14	Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	304	0.0122	0.0001
14	**Total**				**24,914**	**1**	**0.2124**
I. Simpson λ							**0.7876**
Dominancia							**0.2124**

En cuanto al estrato arbóreo muestra resultados para el índice de Simpson de 0.7876 lo que indica una diversidad alta, en cuanto a la dominancia de especies cuyo valor es proporcional, este es de 0.2124 lo que indica que la dominancia es baja, y por lo tanto una diversidad alta entre estos dos valores, debido a que se encontró variedad en las especies dentro de los sitios de muestreo.

Cuadro IV.138. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato arbustivo de bosque de encino para el AP.

ARBUSTOS							
ID AP	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	560	0.2403	0.0578
2	Ericaceae	*Comarostaphylis*	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo	10	0.0043	0.0000
3	Amaranthaceae	*Iresine*	*Iresine orientalis*	Iresine	40	0.0172	0.0003
4	Scrophulariaceae	*Lamourouxia*	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita	230	0.0987	0.0097
5	Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	70	0.0300	0.0009
6	Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	170	0.0730	0.0053
7	Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	70	0.0300	0.0009
8	Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina	1,130	0.4850	0.2352
9	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	50	0.0215	0.0005
9	**Total**				**2,330**	**1**	**0.3106**
I. Simpson λ							**0.6894**
Dominancia							**0.3106**

En cuanto al estrato arbustivo muestra resultados para el índice de Simpson de 0.6894 lo que indica una diversidad alta, en cuanto a la dominancia de especies cuyo valor es proporcional, este es de 0.3106 lo que indica que la dominancia en baja, este estrato se encuentra representado por 9 especies.

Cuadro IV.139. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato herbáceo de bosque de encino para el AP.

HIERBAS							
ID AP	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	703,673	0.1341	0.0180
2	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	323,309	0.0616	0.0038
3	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	3,061,930	0.5833	0.3403
4	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	190,182	0.0362	0.0013
5	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	969,928	0.1848	0.0341
5	**Total**				**5,249,023**	**1**	**0.3975**
I. Simpson λ							**0.6025**
Dominancia							**0.3975**

En cuanto al estrato herbáceo muestra resultados para el índice de Simpson de 0.6025 lo que indica una diversidad media, en cuanto a la dominancia de especies cuyo valor es proporcional, este es de 0.3975 lo que indica que la dominancia también resulta con valores medios. Esto se puede deber a que se encontró una relación con las especies dentro de los sitios de muestreo.

Cuadro IV.140. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AP.

EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS							
ID AP	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave aplanata*	Maguey espadilla	418	0.0853	0.0073
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave nussaviorum*	Maguey	1,293	0.2636	0.0695
3	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	989	0.2016	0.0406
4	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria haageana*	Caca de burro	913	0.1860	0.0346
5	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	152	0.0310	0.0010

EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS							
ID AP	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)^2**
6	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	304	0.0620	0.0038
7	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	837	0.1705	0.0291
7	**Total**				**4,907**	**1**	**0.1859**
I. Simpson λ							**0.8141**
Dominancia							**0.1859**

En cuanto al estrato herbáceo muestra resultados para el índice de Simpson de 0.8141 lo que indica una diversidad alta, en cuanto a la dominancia de especies cuyo valor es proporcional, este es de 0.1859 lo que indica que la dominancia es baja, debido a que se encontraron un mayor número de especies y se encuentran distribuidas con mayor homogeneidad, lo cual da como resultado una menor dominancia.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SHANNON–WIENER AP.

Existen diversos índices para cuantificar la biodiversidad, siendo uno de los más utilizados es el índice de Shannon-Wiener; este índice manifiesta la heterogeneidad de una comunidad, basándose en 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 S especies es muy homogénea, por ejemplo, porque existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes. Este índice puede tomar valores que van de 0 a 5, de acuerdo a los valores obtenidos se considera que las condiciones ambientales y de la biodiversidad se encuentran en:

- ☺ 5 condiciones óptimas / diversidad muy alta.
- ☺ 4 muy buen estado / diversidad alta.
- ☺ 3 a 4 buen estado / diversidad media-alta.
- ☺ 2 a 3 estado moderado / diversidad media.
- ☺ 1 a 2 pobre con perturbación / diversidad baja.
- ☺ 0 a 1 mal estado / diversidad muy baja.

Nota: así como se mencionó en el cálculo del índice de Simpson, para este caso también se describe este índice de forma más completa en la metodología de diversidad alfa, índice de Shannon-Wiener, del apartado de sistema ambiental.

A continuación, se presenta los individuos totales al igual que los índices de Shannon-Wiener de los cuatro estratos para el área del proyecto.

Cuadro IV.141. Individuos totales por estrato de bosque de encino para el AP.

SUPERFICIE (HA)	ID AP	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS TOTAL
ESTRATO ARBÓREO						
19.0182	1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	38
	2	Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	266
	3	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus depeanna*	Tascate	1,750
	4	Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	494

SUPERFICIE (HA)	ID AP	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS TOTAL
	5	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	4,184
	6	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	418
	7	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus acutifolia*	Aguatle	152
	8	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Encino capulincillo	1,065
	9	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus deserticola*	Encino blanco	799
	10	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	4,070
	11	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	304
	12	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	1,598
	13	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	9,471
	14	Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	304
	Total					**24,914**
ESTRATO ARBUSTIVO						
19.0182	1	Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	10,650
	2	Ericaceae	*Comarostaphylis*	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo	190
	3	Amaranthaceae	*Iresine*	*Iresine orientalis*	Iresine	761
	4	Scrophulariaceae	*Lamourouxia*	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita	4,374
	5	Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	1,331
	6	Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	3,233
	7	Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	1,331
	8	Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina	21,491
	9	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	951
	Total					**44,312**
ESTRATO HERBÁCEO						
19.0182	1	Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	703,673
	2	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	323,309
	3	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	3,061,930
	4	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	190,182
	5	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	969,928
	Total					**5,249,023**
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS						
19.0182	1	Agavaceae	*Agave*	*Agave aplanata*	Maguey espadilla	418
	2	Agavaceae	*Agave*	*Agave nussaviorum*	Maguey	1,293
	3	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	989
	4	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria haageana*	Caca de burro	913
	5	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	152
	6	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	304
	7	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	837
	Total					**4,907**

Conclusiones del cálculo del índice de Shannon–Wiener

Al calcular el indicador para cada uno de los estratos que componen al bosque de encino tenemos:

Que el estrato arbóreo es un estrato con valores del Índice de Shannon de **H= 1.9146**, y para **H Máx.= 2.6391**, con lo que se determina que se trata de un estrato pobre con perturbación con una diversidad baja representado por 14 especies arbóreas. Para el resto de los estratos se encuentran con valores similares a los del estrato arbóreo, con valores para el estrato arbustivo para el Índice de Shannon con un valor de **H= 1.4994**, y una **H Máx.= 2.1972** con 9 especies; para el estrato herbáceo se tiene un valor del Índice de Shannon de **H= 1.1877** y una **H Máx.= 1.6094** con 5 especies; por último, el estrato epífitas y cactáceas con el Índice de Shannon de **H= 1.7789** y la **H Máx.= 1.9459** con 7 especies.

Con la información anterior, podemos aludir que el área del proyecto se trata de una diversidad baja con un estado de conservación pobre con perturbación.

Cuadro IV.142. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo de bosque de encino para el AP.

ÁRBOLES								
ID AP	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	38	0.0015	-6.4846	-0.0099
2	Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	266	0.0107	-4.5387	-0.0485
3	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Tascate	1,750	0.0702	-2.6560	-0.1865
4	Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	494	0.0198	-3.9197	-0.0778
5	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	4,184	0.1679	-1.7842	-0.2996
6	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	418	0.0168	-4.0867	-0.0686
7	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus acutifolia*	Aguatle	152	0.0061	-5.0983	-0.0311
8	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Encino capulincillo	1,065	0.0427	-3.1524	-0.1348
9	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus deserticola*	Encino blanco	799	0.0321	-3.4401	-0.1103
10	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	4,070	0.1634	-1.8118	-0.2960
11	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	304	0.0122	-4.4052	-0.0538
12	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	1,598	0.0641	-2.7470	-0.1761
13	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	9,471	0.3802	-0.9672	-0.3677
14	Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	304	0.0122	-4.4052	-0.0538
14	**Total**				**24,914**	**1**	-	**-1.9146**
							I. Shannon H	**1.9146**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**2.6391**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.7255**

Cuadro IV.143. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo de bosque de encino para el AP.

ARBUSTOS								
ID AP	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	10,650	0.2403	-1.4257	-0.3427
2	Ericaceae	*Comarostaphylis*	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo	190	0.0043	-5.4510	-0.0234
3	Amaranthaceae	*Iresine*	*Iresine orientalis*	Iresine	761	0.0172	-4.0647	-0.0698
4	Scrophulariaceae	*Lamourouxia*	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita	4,374	0.0987	-2.3155	-0.2286

ARBUSTOS								
ID AP	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
5	Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	1,331	0.0300	-3.5051	-0.1053
6	Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	3,233	0.0730	-2.6178	-0.1910
7	Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	1,331	0.0300	-3.5051	-0.1053
8	Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina	21,491	0.4850	-0.7237	-0.3510
9	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	951	0.0215	-3.8416	-0.0824
9	**Total**				**44,312**	**1**	-	**-1.4994**
							I. Shannon H	**1.4994**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**2.1972**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.6824**

Cuadro IV.144. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo de bosque de encino para el AP.

HIERBAS								
ID AP	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	703,673	0.1341	-2.0095	-0.2694
2	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	323,309	0.0616	-2.7872	-0.1717
3	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	3,061,930	0.5833	-0.5390	-0.3144
4	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	190,182	0.0362	-3.3178	-0.1202
5	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	969,928	0.1848	-1.6886	-0.3120
5	**Total**				**5,249,023**	**1**	-	**-1.1877**
							I. Shannon H	**1.1877**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**1.6094**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.7380**

Cuadro IV.145. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AP.

EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS								
ID AP	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave applanata*	Maguey espadilla	418	0.0853	-2.4619	-0.2099
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave nussaviorum*	Maguey	1,293	0.2636	-1.3335	-0.3515
3	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	989	0.2016	-1.6017	-0.3228
4	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria haageana*	Caca de burro	913	0.1860	-1.6818	-0.3129
5	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	152	0.0310	-3.4735	-0.1077
6	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	304	0.0620	-2.7804	-0.1724
7	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	837	0.1705	-1.7688	-0.3017
7	**Total**				**4,907**	**1**	-	**-1.7789**
							I. Shannon H	**1.7789**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**1.9459**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.9142**

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA DENTRO DEL AI.

Este valor es un parámetro que mide el valor de las especies, típicamente, en base a tres parámetros principales: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal), densidad y frecuencia. El índice de valor de importancia (I.V.I.) es la suma de estos tres parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal. El I.V.I. es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente.

En cualquier comunidad vegetal existen un diferente número de especies (con abundancia variable), que caracterizan a la misma, pero cada una de ellas compite por luz, CO_2, agua, nutrientes, espacio y otros. La (s) especie (s) que sea (n) más eficiente (s) en lograr aprovechas esta energía será (n) la (s) dominante (s). Entonces, cada una de las especies que conforma dicha comunidad en una forma descendente, serán incluidas desde las más eficientes hasta las menos eficientes, en aprovechar la energía del sistema.

La forma práctica de determinar este comportamiento ecológico en las comunidades, es por medio de los valores de importancia de cada una de las especies que componen la comunidad.

Nota: así como se mencionó en el cálculo del índice de Simpson y Shannon-Wiener, para este caso también se describe este índice de forma más completa en la metodología de diversidad alfa, índice de valor de importancia, del apartado de sistema ambiental.

El índice de valor de importancia se calculó para los cuatro estratos, como a continuación se presenta:

Cuadro IV.146. Índice de valor de importancia del estrato arbóreo de bosque de encino para el AP.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO ARBÓREO										
ID AP	Especie	Nombre común	n	Densidad	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Cobertura (%)	Dominancia	Dominancia relativa (%)	IVI (%)
1	*Arbutus xalapensis*	Madroño	38	2	0.15	1.67	0.15	0.01	0.15	1.97
2	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	266	14	1.07	3.33	1.07	0.06	1.07	5.47
3	*Juniperus deppeana*	Tascate	1,750	92	7.02	16.67	7.02	0.37	7.02	30.71
4	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	494	26	1.98	6.67	1.98	0.10	1.98	10.64
5	*Nolina longifolia*	Borracho	4,184	220	16.79	15.00	16.79	0.88	16.79	48.59
6	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	418	22	1.68	6.67	1.68	0.09	1.68	10.03
7	*Quercus acutifolia*	Aguatle	152	8	0.61	3.33	0.61	0.03	0.61	4.55
8	*Quercus castanea*	Encino capulincillo	1,065	56	4.27	8.33	4.27	0.22	4.27	16.88
9	*Quercus deserticola*	Encino blanco	799	42	3.21	6.67	3.21	0.17	3.21	13.08
10	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	4,070	214	16.34	6.67	16.34	0.86	16.34	39.34
11	*Quercus glabrescens*	Encino	304	16	1.22	5.00	1.22	0.06	1.22	7.44
12	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	1,598	84	6.41	10.00	6.41	0.34	6.41	22.82
13	*Quercus microphylla*	Encino enano	9,471	498	38.02	8.33	38.02	2.00	38.02	84.36
14	*Rhus standleyi*	Vara negra	304	16	1.22	1.67	1.22	0.06	1.22	4.11
14	∑		**24,914**	**1,310**	**100**	**100**	**100**	**5**	**100**	**300**

Para el estrato arbóreo la especie con mayor valor de importancia relativo es *Quercus dysophylla*, mientras la que registra menor valor de importancia es *Arbutus xalapensis* tal como se muestra en el cuadro anterior.

Cuadro IV.147. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo de bosque de encino para el AP.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO ARBUSTIVO										
ID AP	Especie	Nombre común	n	Densidad	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Cobertura (%)	Dominancia	Dominancia relativa (%)	IVI (%)
1	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	10,650	560	24.03	5.26	24.03	1.26	24.03	53.33
2	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo	190	10	0.43	5.26	0.43	0.02	0.43	6.12
3	*Iresine orientalis*	Iresine	761	40	1.72	5.26	1.72	0.09	1.72	8.70
4	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita	4,374	230	9.87	10.53	9.87	0.52	9.87	30.27
5	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	1,331	70	3.00	10.53	3.00	0.16	3.00	16.53
6	*Perymenium discolor*	Tepepoca	3,233	170	7.30	10.53	7.30	0.38	7.30	25.12

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO ARBUSTIVO										
ID AP	Especie	Nombre común	n	Densidad	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Cobertura (%)	Dominancia	Dominancia relativa (%)	IVI (%)
7	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	1,331	70	3.00	5.26	3.00	0.16	3.00	11.27
8	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina	21,491	1,130	48.50	36.84	48.50	2.55	48.50	133.84
9	*Viguiera dentata*	Chimalacate	951	50	2.15	10.53	2.15	0.11	2.15	14.82
9	∑		**44,312**	**2,330**	**100**	**100**	**100**	**5**	**100**	**300**

Para el estrato arbustivo la especie con mayor valor de importancia es *Verbesina hypoglauca,* mientras la que registra menor valor de importancia es *Comarostaphylis polifolia.*

Cuadro IV.148. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo de bosque de encino para el AP.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO HERBÁCEO										
ID AP	Especie	Nombre común	n	Densidad	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Cobertura (%)	Dominancia	Dominancia relativa (%)	IVI (%)
1	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	703,673	37,000	13.41	15.38	13.41	0.70	13.41	42.20
2	*Dalea versicolor*	Dalea	323,309	17,000	6.16	15.38	6.16	0.32	6.16	27.70
3	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	3,061,930	161,000	58.33	23.08	58.33	3.07	58.33	139.74
4	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	190,182	10,000	3.62	11.54	3.62	0.19	3.62	18.78
5	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	969,928	51,000	18.48	34.62	18.48	0.97	18.48	71.57
5	∑		**5,249,023**	**276,000**	**100**	**100**	**100**	**5**	**100**	**300**

Para el estrato herbáceo la especie con mayor valor de importancia relativo es *Helianthemum glomeratum,* mientras que la especie que registra un menor valor de importancia es *Muhlenbergia distichophylla*, tal como se muestra en el cuadro anterior.

Cuadro IV.149. Índice de valor de importancia del estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AP.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS										
ID AP	Especie	Nombre común	n	Densidad	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Cobertura (%)	Dominancia	Dominancia relativa (%)	IVI (%)
1	*Agave applanata*	Maguey espadilla	418	22	8.53	5.00	8.53	0.45	8.53	22.05
2	*Agave nussaviorum*	Maguey	1,293	68	26.36	30.00	26.36	1.39	26.36	82.71
3	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	989	52	20.16	15.00	20.16	1.06	20.16	55.31
4	*Mammillaria haageana*	Caca de burro	913	48	18.60	20.00	18.60	0.98	18.60	57.21
5	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	152	8	3.10	15.00	3.10	0.16	3.10	21.20

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS										
ID AP	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Densidad**	**Densidad relativa (%)**	**Frecuencia relativa (%)**	**Cobertura (%)**	**Dominancia**	**Dominancia relativa (%)**	**IVI (%)**
6	*Tillandsia recurvata*	Gallito	304	16	6.20	5.00	6.20	0.33	6.20	17.40
7	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	837	44	17.05	10.00	17.05	0.90	17.05	44.11
7	∑		**4,907**	**258**	**100**	**100**	**100**	**5**	**100**	**300**

Para el estrato epífitas y/o cactáceas la especie con mayor valor de importancia relativo es *Agave nussaviorum,* mientras que la especie que registra un menor valor de importancia es *Tillandsia recurvata*, tal como se muestra en el cuadro anterior.

Así como los anexos anteriores, para este caso de igual forma se anexa la memoria de cálculo de los valores de los índices de Shannon, Simpson e IVI del área del AP **(ANEXO 16. MEMORIAS DE CÁLCULO (DIGITAL)) por capítulo IV (ANEXO IV.N. ÍNDICES_FLORA AP)**.

IV.3.1.2.3.5.2 DIVERSIDAD BETA

Existen dos maneras de calcular la diversidad beta (β), una es con el índice de similitud y la otra con un análisis multivariado de ordenamiento (en el cual se puede realizar un comparativo entre las áreas de AP, AI y SA), a continuación se presentan las dos maneras de calcular la diversidad beta.

ÍNDICE DE SIMILITUD

El grado de recambio de especies (diversidad beta), ha sido evaluado principalmente teniendo en cuenta proporciones o diferencias. Las proporciones pueden evaluarse con ayuda de índices, así como de coeficientes que nos indican qué tan similares/disímiles son dos comunidades o muestras. Muchas de estas similitudes y diferencias también se pueden expresar o visualizar por medio de distancias. Estas similitudes o diferencias pueden ser tanto de índole cualitativa (utilizando datos de presencia-ausencia) como de carácter cuantitativo (utilizando datos de abundancia proporcional de cada especie o grupo de estudio; por ejemplo: número de individuos, biomasa, densidad relativa, cobertura, etc.).

Los diferentes índices considerados en los métodos, se deben aplicar dependiendo de cómo son los datos (cualitativos/ cuantitativos).

- Similitud o disimilitud. Expresa el grado de semejanza en composición de especies y sus abundancias en dos muestras (comunidades).
  - Métodos cualitativos. Expresan la semejanza entre dos muestras sólo considerando la composición de especies.
    - Índice de Jaccard. Relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas.

El rango de este índice va desde cero (0) cuando no hay especies compartidas, hasta uno (1) cuando los dos sitios comparten las mismas especies. Este índice mide diferencias en la presencia o ausencia de especies. A continuación se presentan los valores obtenidos para el cálculo del índice de similitud.

Nota: así como los índices de diversidad alfa, para la diversidad beta, la descripción de la metodología de este índice se encuentra de forma más completa en la metodología de diversidad beta, índice de Similitud en el apartado de sistema ambiental.

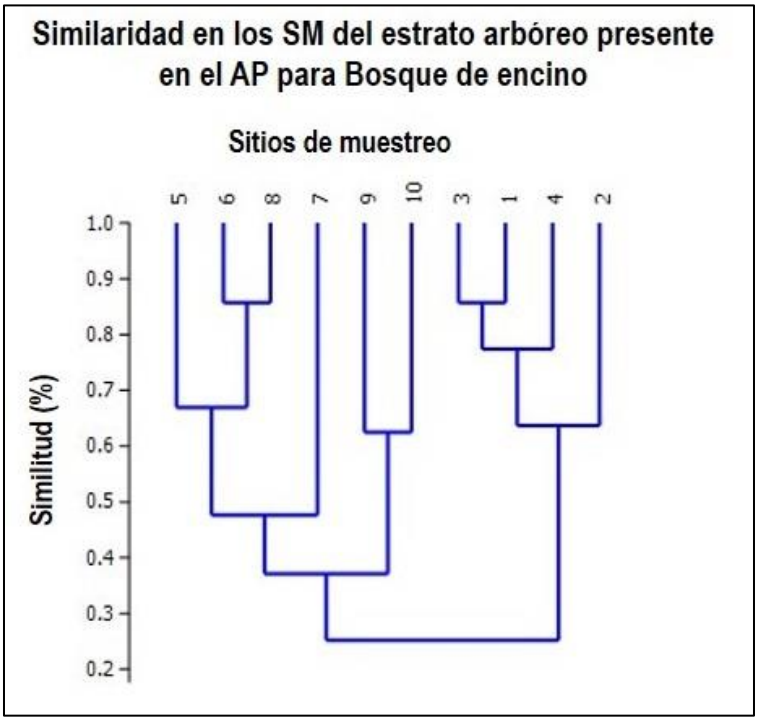


Figura IV.141. Dendrograma de similitud del estrato arbóreo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia de bosque de encino para el AP.

Para el estrato arbóreo de acuerdo a los valores obtenidos a partir del índice de similitud de Jaccard podemos decCir que el sitio 7 es quien tiene menor similaridad con el resto de los sitios muestreados con un porcentaje del 11%, así mismo los sitios 3 y 1 así como los sitios 8 y 6 que presentan un mayor porcentaje de similitud con un 86% con respecto a las especies presentes para este estrato, como se puede corroborar en el siguiente cuadro:

Cuadro IV.150. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato arbóreo de bosque de encino para el AP.

SITIOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0.63	**0.86**	0.71	0.18	0.30	0.10	0.27	0.33	0.50
2		1	0.71	0.57	0.33	0.33	0.11	0.30	0.22	0.27
3			1	0.83	0.20	0.20	0.11	0.18	0.22	0.40
4				1	0.22	0.22	0.13	0.20	0.25	0.44
5					1	0.71	0.43	0.63	0.38	0.27
6						1	0.43	**0.86**	0.57	0.40
7							1	0.57	0.29	0.20
8								1	0.50	0.36
9									1	0.63
10										1

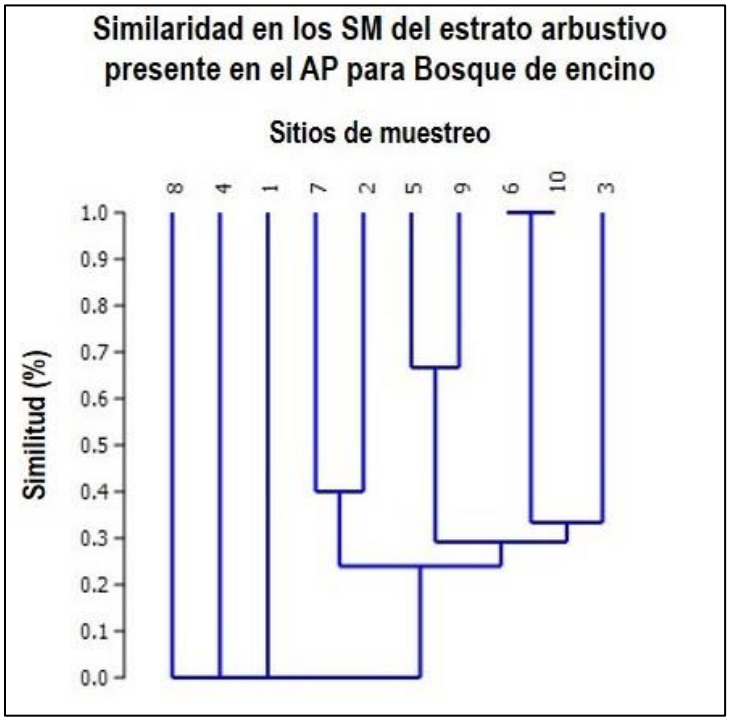


Figura IV.142. Dendrograma de similitud del estrato arbustivo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia de bosque de encino para el AP.

Para el estrato arbustivo de acuerdo a los valores obtenidos a partir del índice de similitud de Jaccard podemos decir que los sitios 8, 4 y 1 son aquellos quienes tienen menor similaridad con el resto de los sitios muestreados con un porcentaje del 0% con respecto a las especies presentes para este estrato, para los sitios 8 y 4 el valor de 0 resulta ya que no hubo presencia de ese estrato para esos sitios de muestreo, mientras que el sitio uno solo presenta una especie y la cual se reporta solo en él. Así mismo los sitios 6 y 10 tienen mayores valores de similitud entre sí con un 100%, es decir comparten las mismas especies, como se puede corroborar en el siguiente cuadro:

Cuadro IV.151. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato arbustivo de bosque de encino para el AP.

SITIOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2		1	0.20	0.00	0.40	0.20	0.40	0.00	0.20	0.20
3			1	0.00	0.25	0.33	0.25	0.00	0.33	0.33
4				0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5					1	0.25	0.20	0.00	0.67	0.25
6						1	0.25	0.00	0.33	**1.00**
7							1	0.00	0.25	0.25
8								0	0.00	0.00
9									1	0.33
10										1

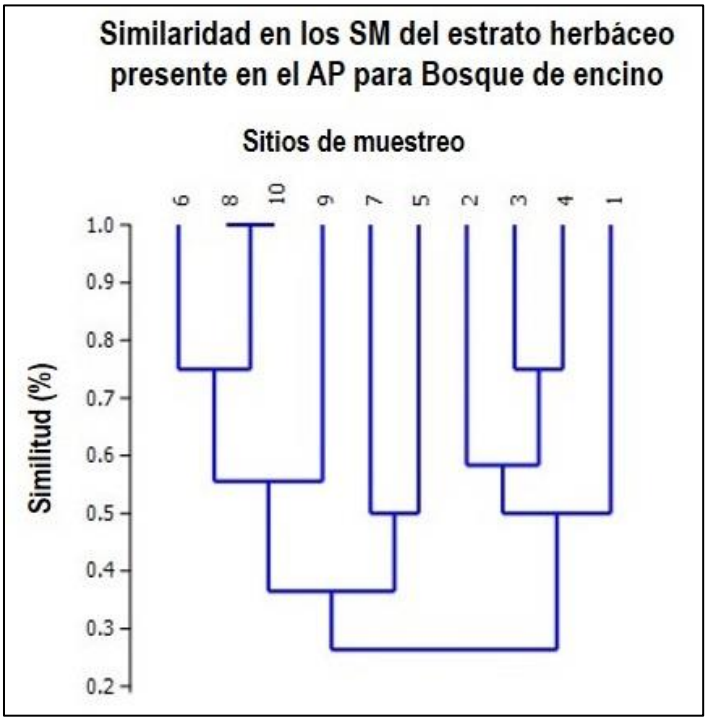


Figura IV.143. Dendrograma de similitud del estrato herbáceo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia de bosque de encino para el AP.

Para el estrato herbáceo de acuerdo a los valores obtenidos a partir del índice de similitud de Jaccard podemos decir que en general la similaridad de los sitios de muestreo se encuentra distribuida, sin embargo el sitio 1 presenta un menor porcentaje de similitud con respecto a otros sitios, contrario a los sitios 8 y 10 los cuales presentan un alto nivel de similitud, con un 100%; como se puede corroborar en el siguiente cuadro:

Cuadro IV.152. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato herbáceo de bosque de encino para el AP.

SITIOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0.33	0.50	0.67	0.00	0.25	0.00	0.20	0.00	0.20
2		1	0.50	0.67	0.50	0.25	0.33	0.20	0.33	0.20
3			1	**0.75**	0.25	0.40	0.20	0.33	0.20	0.33
4				1	0.33	0.50	0.25	0.40	0.25	0.40
5					1	0.33	0.50	0.25	0.50	0.25
6						1	0.25	0.75	0.67	0.75
7							1	0.50	0.33	0.50
8								1	0.50	**1.00**
9									1	0.50
10										1

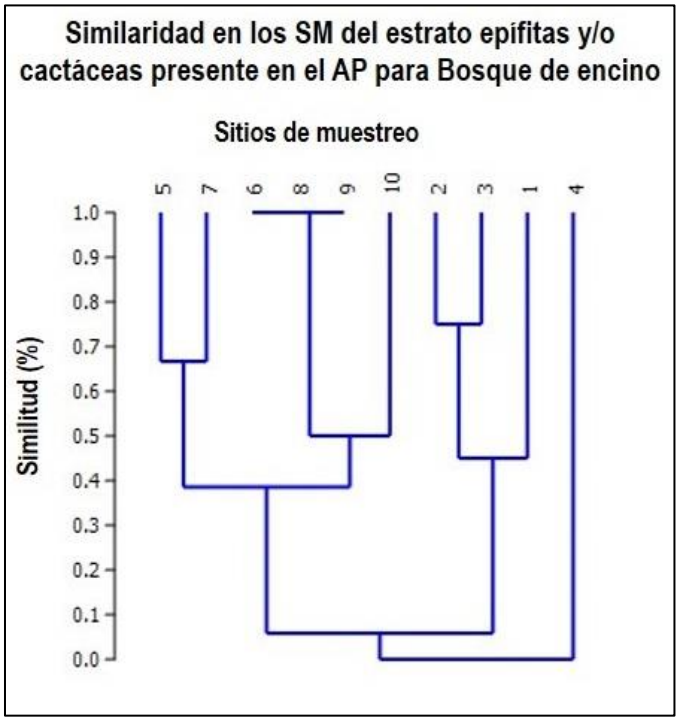


Figura IV.144. Dendrograma de similitud del estrato epífitas y/o cactáceas construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia de bosque de encino para el AP.

Para el estrato epífitas y/o cactáceas de acuerdo a los valores obtenidos a partir del índice de similitud de Jaccard podemos decir que el sitio que presenta una menor similitud con el resto de las muestras es el sitio 4, mientras que los sitios 6, 8 y 9 presentan una similitud del 100% lo que es posible corroborar en el siguiente cuadro:

Cuadro IV.153. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato epífitas y/o cactáceas de bosque de encino para el AP.

SITIOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0.50	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25
2		1	0.75	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.25
3			1	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.20
4				0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5					1	0.50	0.67	0.50	0.50	0.33
6						1	0.33	1.00	1.00	0.50
7							1	0.33	0.33	0.25
8								1	1.00	0.50
9									1	0.50
10										1

ANÁLISIS MULTIVARIADO DE ORDENAMIENTO

La beta-diversidad (β), es la tasa de cambio de especies de dos comunidades vegetales adyacentes (área del proyecto y sistema ambiental regional). Refleja, por lo tanto, la diferencia de composición de ambas comunidades y, en última instancia, la heterogeneidad del paisaje.

A continuación se muestra un análisis multivariado de ordenamiento, el cual nos permite determinar si existe una tasa de recambio de especies (similitud o disimilitud). Las relaciones de similitud y disimilitud se analizan sobre varios ejes (eje 1 y eje 2), los cuales indican las distancias entre las muestras dentro del espacio de ordenamiento. En este caso, para cada unidad de análisis se calcularon los centroides (promedio de los valores del eje 1 y 2) con sus respectivos IC 95 %. De tal manera que, si los IC 95 % de los centroides no se solapan sobre alguno de los ejes, se puede asumir diferencias significativas entre las unidades de análisis. El análisis de multivariado de ordenamiento para la flora en las unidades de análisis (AP, AI y SA) que se muestra a continuación se llevó a cabo para el tipo de vegetación de bosque de encino.

- **Bosque de encino**

Para tal tipo de vegetación, se registraron especies de flora pertenecientes a los cuatro estratos (arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífitas y/o cactáceas). Por lo tanto, el comparativo se llevará a cabo con los estratos:

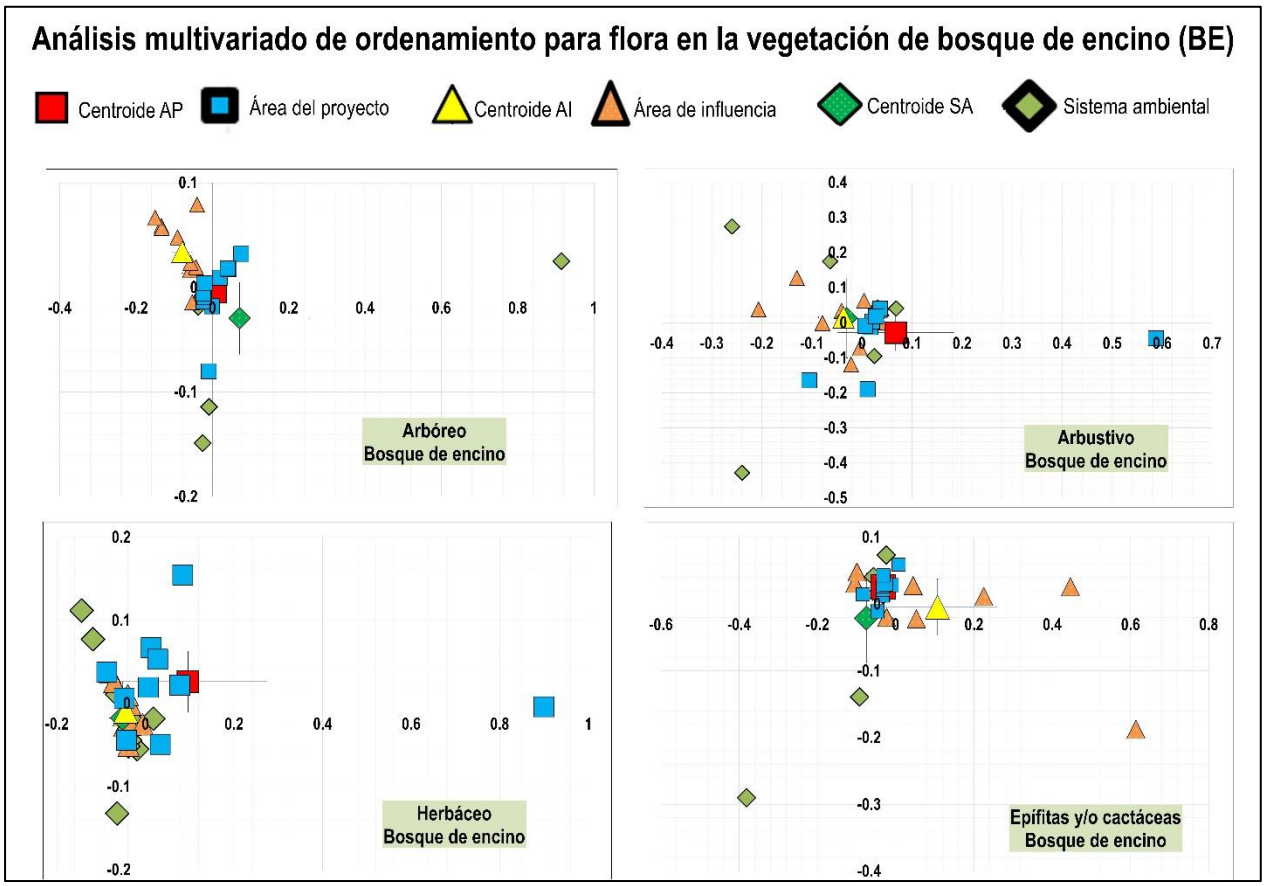


Figura IV.145. Comparativo de la diversidad beta de flora en la vegetación correspondiente a bosque de encino en las unidades de análisis (AP, AI y SA).

De acuerdo a los resultados obtenidos para el tipo de vegetación correspondiente a bosque encino, para los cuatro estratos (árboles, arbustos, hierbas y epífitas y/o cactáceas), los IC 95 % se solapan en ambos ejes, lo cual indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las unidades de análisis, a excepción del estrato arbóreo, el cual presenta para el área de influencia la cual sí presenta diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, no significa que las comunidades de flora de las unidades de análisis sean iguales o diferentes, ya que existe una diferencia en cuanto a la identidad de las

especies y el número de individuos presentes tanto en el área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental. Ya que el área del proyecto presenta únicamente una porción de especies de flora del área de influencia y sistema ambiental, siendo el resto de especies que únicamente se encuentran en las áreas fuera del proyecto, lo que les confiere una diferencia entre áreas.

Por lo tanto, la magnitud del cambio en la composición de especies se encuentra dado a lo largo de una gradiente ambiental; es decir, de un área con menor disponibilidad de recursos y superficie reducida (área del proyecto), hacia otras áreas con elevada capacidad de carga (K) y amplia gama de ecosistemas (AI y SA). Ya que los resultados sugieren que a mayor gradiente ambiental o comunidades de paisajes, el recambio de especies y diversidad aumentan. Ya que como se observa, al aumentar la superficie del área sujeta a estudio, la dinámica ecosistemática cambia, aumenta la disponibilidad de recursos y hábitats; por lo tanto, las condiciones ambientales permiten el establecimiento de nuevas especies (se presenta un recambio de especies), conforme el gradiente ambiental incrementa.

IV.3.1.2.3.5.3 DIVERSIDAD GAMMA

La gamma-diversidad, es la diversidad intrínseca de un paisaje, e integra las componentes alfa y beta de la diversidad. Estima la variedad de especies en una zona determinada (SA, AI y/o AP, incluyendo todas las comunidades que se encuentran en ella (ambas unidades de análisis). Por lo tanto, a continuación se muestra el comparativo de la diversidad gamma (curvas de rarefacción) tanto del AP, como del AI y el SA. En este análisis, el nivel de solapamiento de los 95% IC entre comunidades nos dirá si existen diferencias entre las unidades de análisis, en cuanto a su riqueza de especies. Pero la comparación de las curvas del AP, AI y SA con la curva combinada de ambas comunidades nos indicará si difieren o no en su composición de especies. El análisis de rarefacción gamma para la flora en las tres unidades de análisis que se muestra a continuación se llevó a cabo para el tipo de vegetación de bosque de encino:

- **Bosque de encino**

Para tal tipo de vegetación, se registraron especies de flora pertenecientes a los cuatro estratos (arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífitas y/o cactáceas). Por lo tanto, el comparativo se llevará a cabo con cada uno de estos estratos:

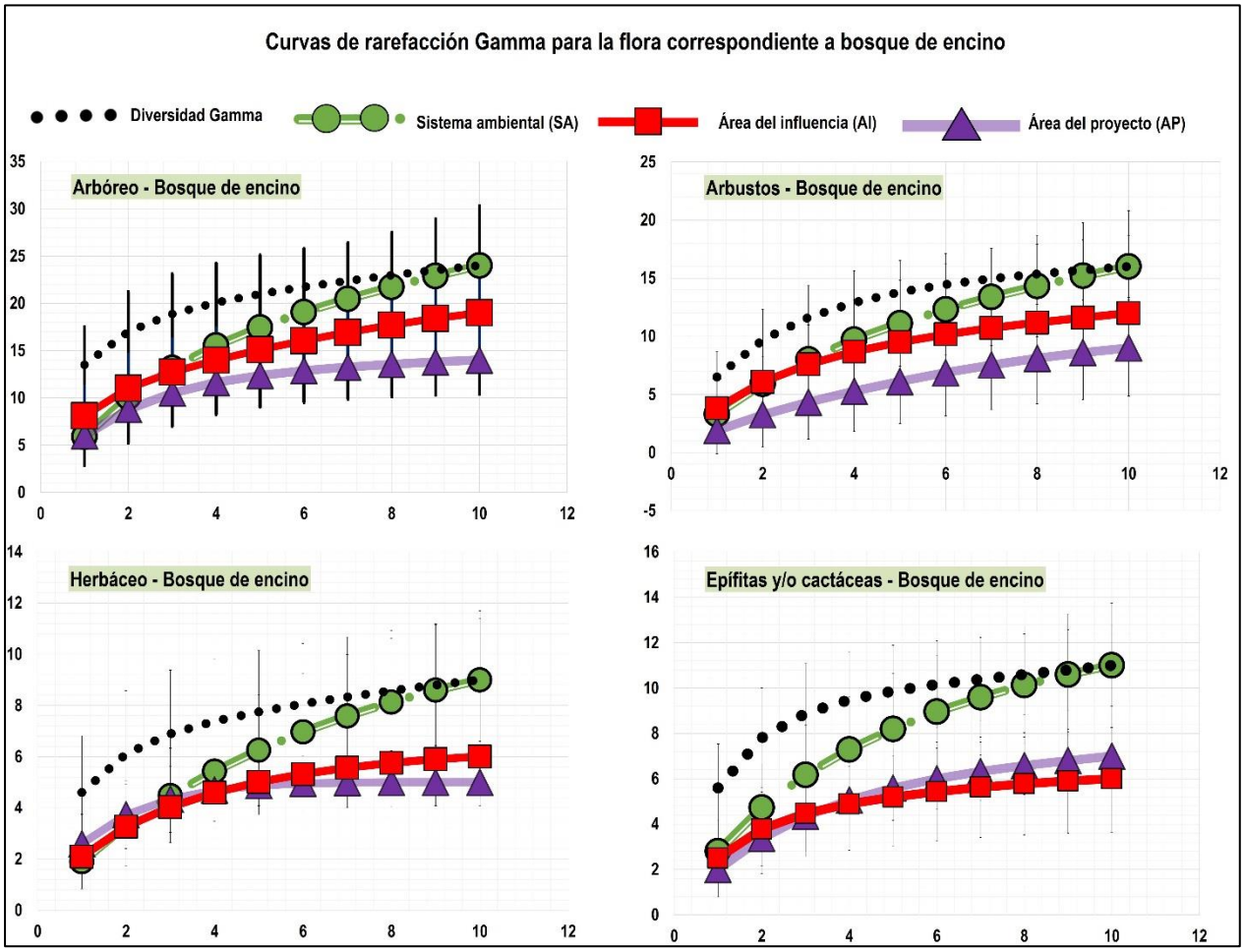


Figura IV.146. Comparativo de la diversidad gamma de flora en la vegetación correspondiente a bosque de encino en tres unidades de análisis (SA, AI y AP).

Como se puede observar, los estratos presentan la misma tendencia. Es decir, la curva gamma representa a la totalidad de especies de flora que se encuentran en bosque de encino tanto en el área del proyecto, como en el AI y SA. Por lo tanto, se observa que los IC 95 % se solapan en las dos curvas de rarefacción correspondiente a la diversidad gamma y SA. Lo cual indica que, el SA, no aporta especies diferentes a la diversidad gamma, ya que todas las especies de flora que arroja la curva de rarefacción gamma, se encuentran representadas en el SA, por lo tanto, ambas curvas son similares. En la figura anterior se presentan de manera gráfica los resultados del comparativo de diversidad entre el área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental para los cuatro estratos, por lo cual fue posible identificar que en todos los estratos a excepción del estrato epífitas y/o cactáceas todas las especies del AP se encuentran identificadas en las otras áreas de estudio así como una suma en la riqueza de especies. Si bien en algunos casos la diversidad del SA inicia más baja que las otras áreas se muestra después un crecimiento, es decir que la riqueza de especies del SA supera al AP y AI, ya que cuenta con una mayor riqueza de especies, sin embargo la curva Gamma que conjunta toda la diversidad de flora de la vegetación correspondiente a bosque de encino a las zonas de estudio.

Por otro lado, en el caso del área del proyecto todas las especies de flora se encuentran representadas tanto en el AI como en el SA y en la curva gamma a excepción del estrato epífitas y/o cactáceas para el cual algunas especies no se encuentran representadas en el AI, sin embargo si están presentes en el sistema ambiental y con un número de individuos representativo, por lo cual no se compromete a dichas especies, ni se genera fragmentación grave en su distribución ya que presentan una amplia presencia en las unidades de análisis. En resumen, el área del proyecto, AI y el SA presentan una composición específica de flora similar, ya que el área del proyecto no aporta especies nuevas al SA. Por lo tanto, indica que el área del proyecto representa una pequeña porción de la biodiversidad presente en SA, ya que la composición de biodiversidad, en lo que a flora se refiere, tiende a ser homogénea.

IV.3.1.2.3.6 BIODIVERSIDAD

México es uno de los países más diversos del planeta desde el punto de vista biológico. Su compleja fisiografía e historia geológica y climática, principalmente, han creado una variada gama de condiciones que hacen posible la coexistencia de especies de origen tropical y boreal, y que también han permitido, al paso del tiempo, una intensa diversificación de muchos grupos taxonómicos en las zonas continentales de su territorio y a lo largo de sus zonas costeras y oceánicas (Espinosa et al., 2008). De este modo, en los tres niveles en los que se estudia la biodiversidad (ecosistemas, especies y genes), México posee una riqueza especialmente importante. En el mundo se han descrito hasta la fecha entre 1.7 y 2 millones de especies, aunque algunos estudios sugieren que esta cifra podría incrementarse en el futuro con la descripción de nuevas especies entre los 5 y los 30 millones (May, 1988; CBD, 2002). A pesar de representar tan sólo 1.5% de la superficie terrestre del planeta, se estima que en México habita entre 10 y 12% de las especies del mundo[lxxviii].

Uno de los principales impactos en la pérdida de biodiversidad es la presencia de especies invasoras, las cuales se ha considerado en los últimos años como una de las principales causas de la pérdida de biodiversidad a nivel global. Las especies invasoras afectan a las especies nativas de flora y fauna a través de la competencia, depredación, transmisión de enfermedades, modificación del hábitat y cambios en el funcionamiento de los ecosistemas. En circunstancias particulares, puede ocurrir hibridación con las especies nativas, alterando su acervo genético (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010)[lxxix] y, en los casos más graves, producir la disminución de la biodiversidad de los ecosistemas al provocar la extinción de sus especies nativas.

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

La diversidad y la composición florística son atributos de las comunidades que permiten su comprensión y comparación. El concepto de diversidad tiene dos componentes principales: la riqueza de especies y la equitatividad. El primero se refiere al número de especies en una comunidad y el segundo a las proporciones relativas de cada especie, teniendo en cuenta que puede haber especies dominantes y especies raras en una comunidad (Krebs 1999). Por su parte, la composición florística se entiende como la enumeración de las especies de plantas presentes en un lugar, usualmente teniendo en cuenta su densidad y su distribución.

A continuación, se presenta la composición florística para el área del proyecto:

Estructuralmente se distinguen cuatro estratos: arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífitas y/o cactáceas; para el estrato arbóreo se presentan individuos con diámetros que van desde los 3 cm hasta 42 cm y alturas de 1.3 hasta 9 m con especies dominantes como *Quercus dysophylla, Quercus microphylla,* entre otras; el estrato arbustivo se encuentra dominado por especies como *Verbesina hypoglauca y Lamourouxia dasyantha;* para el estrato herbáceo se encuentra una mayor presencia de especies como *Piptochaetium angustifolium, Aristida adscensionis* entre otras, el estrato epifitas y/o cactáceas se encuentran representadas por especies de la familia Cactaceae y Agavaceae. De las especies identificadas durante el muestreo en el AP se encontró que el estrato con mayor número de especies es el arbóreo (14), seguido por el estrato arbustivo (9), continuando con el estrato de epífitas y/o cactáceas (7) y finalizando con el estrato herbáceo (5).

En total se registraron 14 especies de árboles en 8 géneros y 8 familias; para el estrato arbustivo se registraron 9 especies en 9 géneros y 7 familias; 5 especies de hierbas en 5 géneros y 3 familias; para las epífitas y/o cactáceas se registraron 7 especies, 4 géneros y 3 familias. De manera general las familias con mayor riqueza de especies fueron: Quercus (7), Asteraceae (3), Poaceae (3) y Agavaceae (3); concentraron 44.44% del total de las especies encontradas. Las especies con las mayores densidades de los estratos fueron: *Quercus dysophylla* (214), *Verbesina hypoglauca* (1,130), *Helianthemum glomeratum* (161,000) y *Agave nussaviorum* (68). La diversidad y equitatividad por estrato fueron: **H= 1.9146** y **(J) H/H' max = 0.7255**, arbustivo: **H= 1.4994** y **(J) H/H' max = 0.6824**; herbáceo: **H= 1.1877** y **(J) H/H' max = 0.7380**; epífitas y/o cactáceas: **H= 1.7789** y (J) H**/H' max = 0.9142** respectivamente; valores que indican que la comunidad vegetal tiene una diversidad baja en un estado pobre con perturbación.

FORMACIONES VEGETALES

La formación es una comunidad vegetal de orden superior, compuesta por una o varias sinusias, con fisionomía homogénea. Una sinusia es una comunidad de plantas de estructura uniforme, caracterizada por poseer un solo tipo de forma vital[lxxx]. Se reconocen dentro de las formaciones cuatro unidades de orden superior: lignosa, herbosa, deserta y errantia.

- **Lignosa** incluye formaciones de plantas leñosas dominadas por árboles o por arbustos.
- **Herbosa** comprende formaciones dominadas por especies herbáceas.
- **Deserta** se usa para aquellas formaciones con vegetación muy abierta por escasez de agua líquida, efecto de la salinidad, movilidad del suelo o escaso desarrollo edáfico.
- **Errantia** comprende las formaciones principalmente integradas por plantas no vasculares y polen o espermatofitos errantes en agua, suelo o aire.

Existen diferentes metodologías de criterios y ordenación, los más comunes y utilizables son dos:

- Fitosociológica: sistema jerárquico de clasificación de la vegetación.
- Cuantitativa: tipificación y ordenación estadística de los resultados obtenidos en los inventarios levantados en campo.

CUANTITATIVA

La **riqueza específica** es la forma sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. En los cuadros siguientes se muestra la riqueza específica para el SA, AI y AP.

Cuadro IV.154. Riqueza específica de flora en el SA, AI y AP en bosque de encino.

Proyecto	"*CALIDRA DE ORIENTE S.A. DE C.V*"			
	RIQUEZA ESPECÍFICA BOSQUE DE ENCINO			
ÁREA	ESTRATO	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Área del Proyecto (AP)	Arbóreo	8	8	14
	Arbustivo	7	9	9
	Herbáceo	3	5	5
	Epífitas y/o cactáceas	3	4	7
Área de Influencia (AI)	Arbóreo	10	11	19
	Arbustivo	8	12	12
	Herbáceo	3	6	6
	Epífitas y/o cactáceas	3	3	5
Sistema Ambiental (SA)	Arbóreo	14	16	25
	Arbustivo	9	15	17
	Herbáceo	6	10	10
	Epífitas y/o cactáceas	3	4	11

Los resultados obtenidos de los diversos análisis de flora realizados, se conjuntaron con el objetivo de determinar y cuantificar la riqueza de organismos de las zonas.

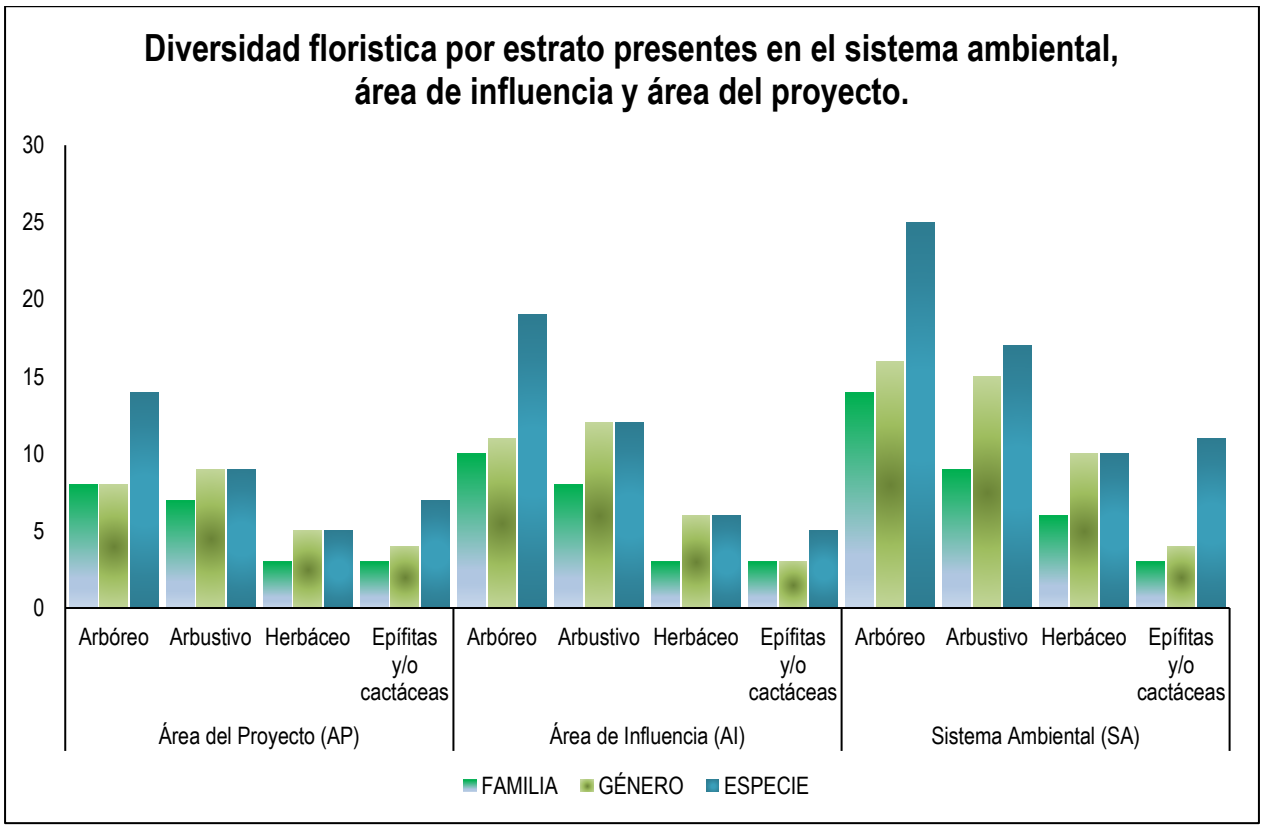


Figura IV.147. Comparativo de la riqueza especifica existente en el SA, AI y AP.

A continuación, se muestra el índice de Shannon y Simpson para la flora silvestre por estrato.

Cuadro IV.155. Índice de Shannon – Wienner de flora en SA, AI y AP en bosque de encino por estrato.

Proyecto	$H = -\sum_{i=1}^{S} Pi * ln\ Pi$			
"CALIDRA DE ORIENTE S.A. DE C.V."				
BOSQUE DE ENCINO				
Área del Proyecto (AP)	**Arbóreo**	**Arbustivo**	**Herbáceo**	**Epífitas y/o cactáceas**
	H = 1.9146	H = 1.4994	H = 1.1877	H = 1.7789
	H' máx.= 2.6391	H' máx.= 2.1972	H' máx.= 1.6094	H' máx.= 1.9459
	J= 0.7255	J= 0.6824	J= 0.7380	J= 0.9142
Área de Influencia (AI)	**Arbóreo**	**Arbustivo**	**Herbáceo**	**Epífitas y/o cactáceas**
	H = 1.8458	H = 1.9086	H = 1.4353	H = 1.0249
	H' máx.= 2.9444	H' máx.= 2.4849	H' máx.= 1.7918	H' máx.= 1.7918
	J= 0.6269	J= 0.7681	J= 0.8011	J= 0.5720
Sistema Ambiental (SA)	**Arbóreo**	**Arbustivo**	**Herbáceo**	**Epífitas y/o cactáceas**
	H = 1.9446	H = 2.4272	H = 1.6076	H = 1.9915
	H' máx.= 3.2189	H' máx.= 2.8332	H' máx.= 2.3026	H' máx.= 2.3979
	J= 0.6041	J= 0.8567	J= 0.6982	J= 0.8305

Cuadro IV.156. Índice de Simpson de flora en SA, AI y AP en bosque de encino por estrato.

Proyecto	$\lambda = 1 - \sum_{i=1}^{S} Pi^2$			
"CALIDRA DE ORIENTE S.A. DE C.V."				
BOSQUE DE ENCINO				
Área del Proyecto (AP)	**Arbóreo**	**Arbustivo**	**Herbáceo**	**Epífitas y/o cactáceas**
	I. Simpson λ = 0.7876	I. Simpson λ = 0.6894	I. Simpson λ = 0.6025	I. Simpson λ = 0.8141
	Dominancia = 0.2124	Dominancia = 0.3106	Dominancia = 0.3975	Dominancia = 0.1859
Área de Influencia (AI)	**Arbóreo**	**Arbustivo**	**Herbáceo**	**Epífitas y/o cactáceas**
	I. Simpson λ = 0.7390	I. Simpson λ = 0.8112	I. Simpson λ = 0.6881	I. Simpson λ = 0.5086
	Dominancia = 0.2610	Dominancia = 0.1888	Dominancia = 0.3119	Dominancia = 0.4914
Sistema Ambiental (SA)	**Arbóreo**	**Arbustivo**	**Herbáceo**	**Epífitas y/o cactáceas**
	I. Simpson λ = 0.7573	I. Simpson λ = 0.8760	I. Simpson λ = 0.7378	I. Simpson λ = 0.8429
	Dominancia = 0.2427	Dominancia = 0.1240	Dominancia = 0.2622	Dominancia = 0.1571

De acuerdo a los resultados presentados en los cuadros anteriores podemos hacer un análisis de diversidad de especies existente en el sistema ambiental, el área de influencia y el área del proyecto, como se presentan a continuación:

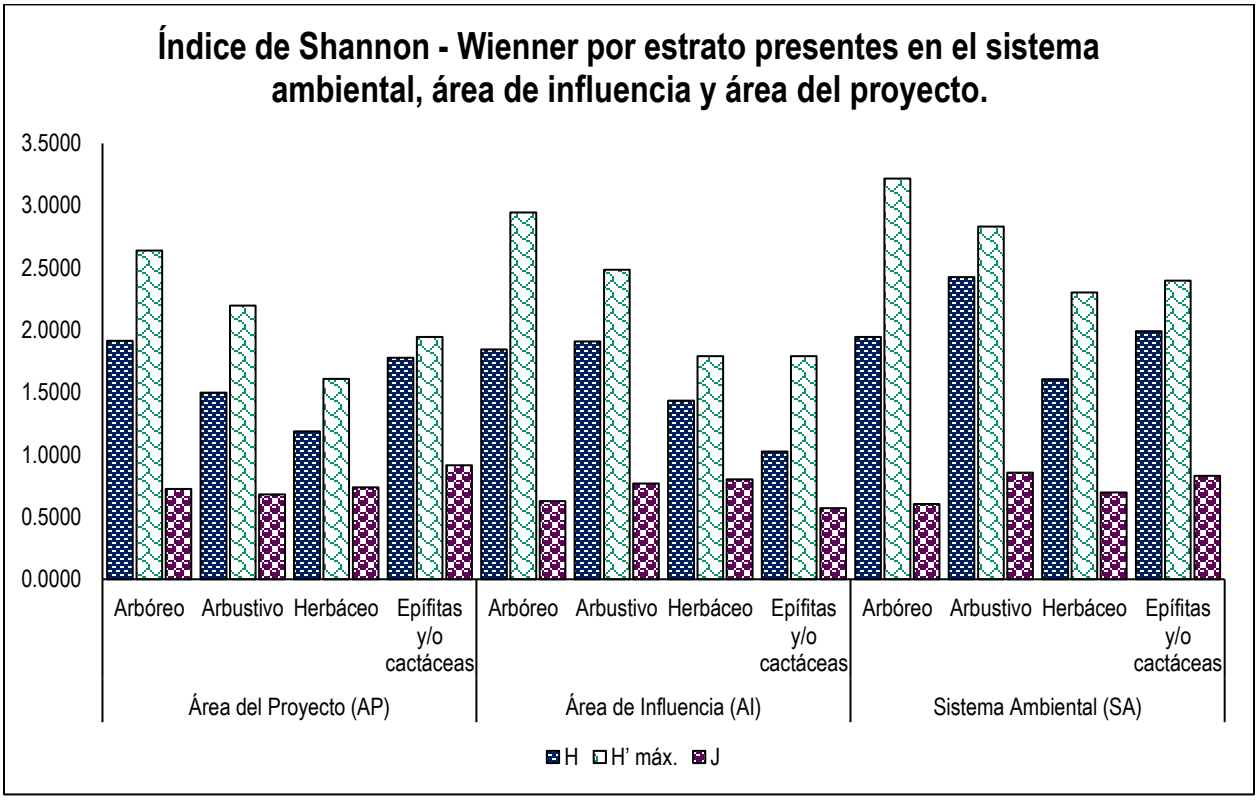


Figura IV.148. Comparativo del índice de Shannon – Wienner en el SA, AI y AP.

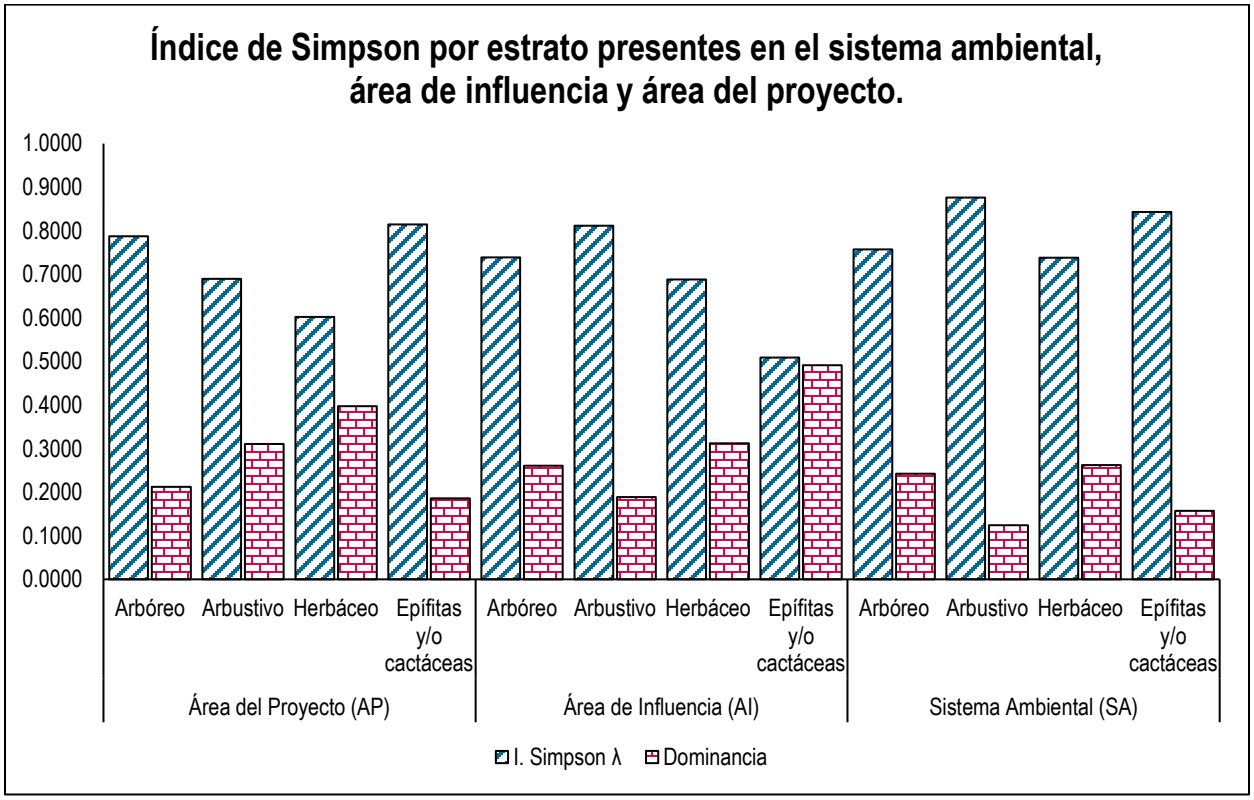


Figura IV.149. Comparativo del índice de Simpson en el sistema SA, AI y AP.

En los gráficos anteriores se puede apreciar con mayor claridad cómo se comportan los índices en el sistema ambiental comparado con el área de influencia y esta a su vez con el área del proyecto.

IV.3.1.2.3.6.1 ÁREAS DESTINADAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

En México para 2011, se contabilizaban 174 ANP y una superficie protegida ligeramente superior a los 25.5 millones de hectáreas, de las cuales 20.7 millones correspondían a zonas terrestres y poco más de 4.8 millones de hectáreas a zonas marinas; otra de las estrategias implementadas para proteger a la biodiversidad son los Humedales RAMSAR, que es la Convención de Humedales de Importancia Internacional, firmada en la ciudad iraní de Ramsar en 1971, es un tratado intergubernamental que constituye el marco para la acción nacional y la cooperación internacional en favor de la conservación y uso racional de los humedales de importancia mundial y de sus recursos dentro de los territorios de los países firmantes.

Con respecto al Programa de Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad, impulsado por la CONABIO, que aunque no se constituye como un instrumento normativo de planificación ni de regulación ambiental, sí permite caracterizar algunas partes del territorio que destacan por su importancia en materia de biodiversidad. La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) llevó a cabo un programa para identificar y diagnosticar regiones prioritarias para la conservación con base en su alta diversidad e integridad ecológica. Como resultado se identificaron 151 regiones prioritarias terrestres, 70 marinas y 110 en aguas continentales.

A continuación se presenta un plano de las áreas de conservación para el AP, en el cual se observan a que distancia se encuentra de alguna área destinada para la conservación de la biodiversidad o si está dentro de alguna.

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) - AP

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ninguna AICA; las más cercanas se encuentran a 5.61 km conocida como ***La Malinche****, a 27.51 km conocida como* ***Presa de Valsequillo*** *y a 32.62 km conocida como* ***Valle de Tehuacan-Cuicatlan****.*

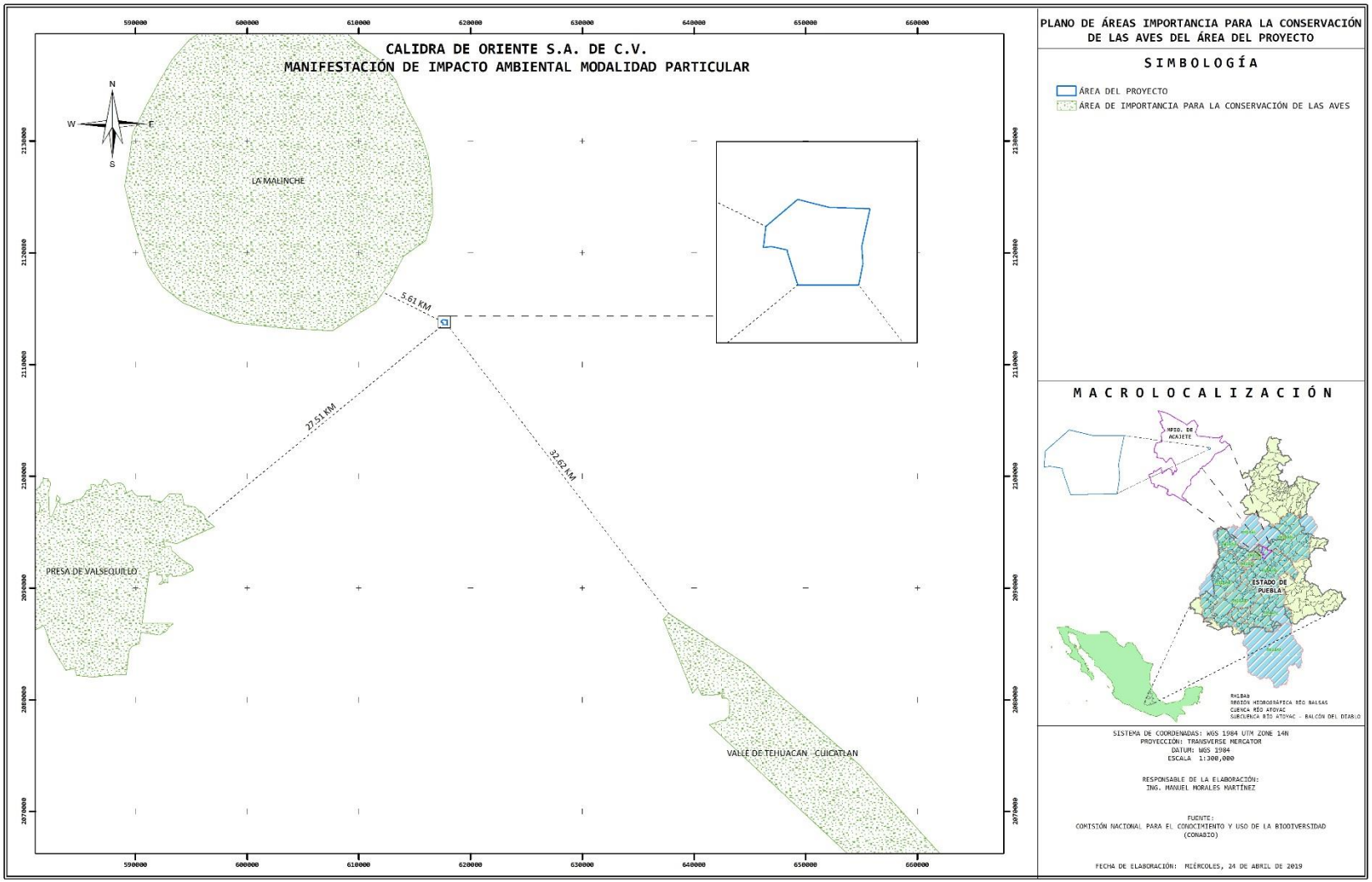


Figura IV.150. AICA'S cercanas al AP.

Áreas Naturales Protegidas (ANP) - AP

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ninguna ANP; las más cercanas se encuentra a 7.6 km conocida como ***La montaña Malinche o Matlalcuéyatl*** *y a 32.66 km conocida como* ***Tehuacan-Cuicatlan****.*

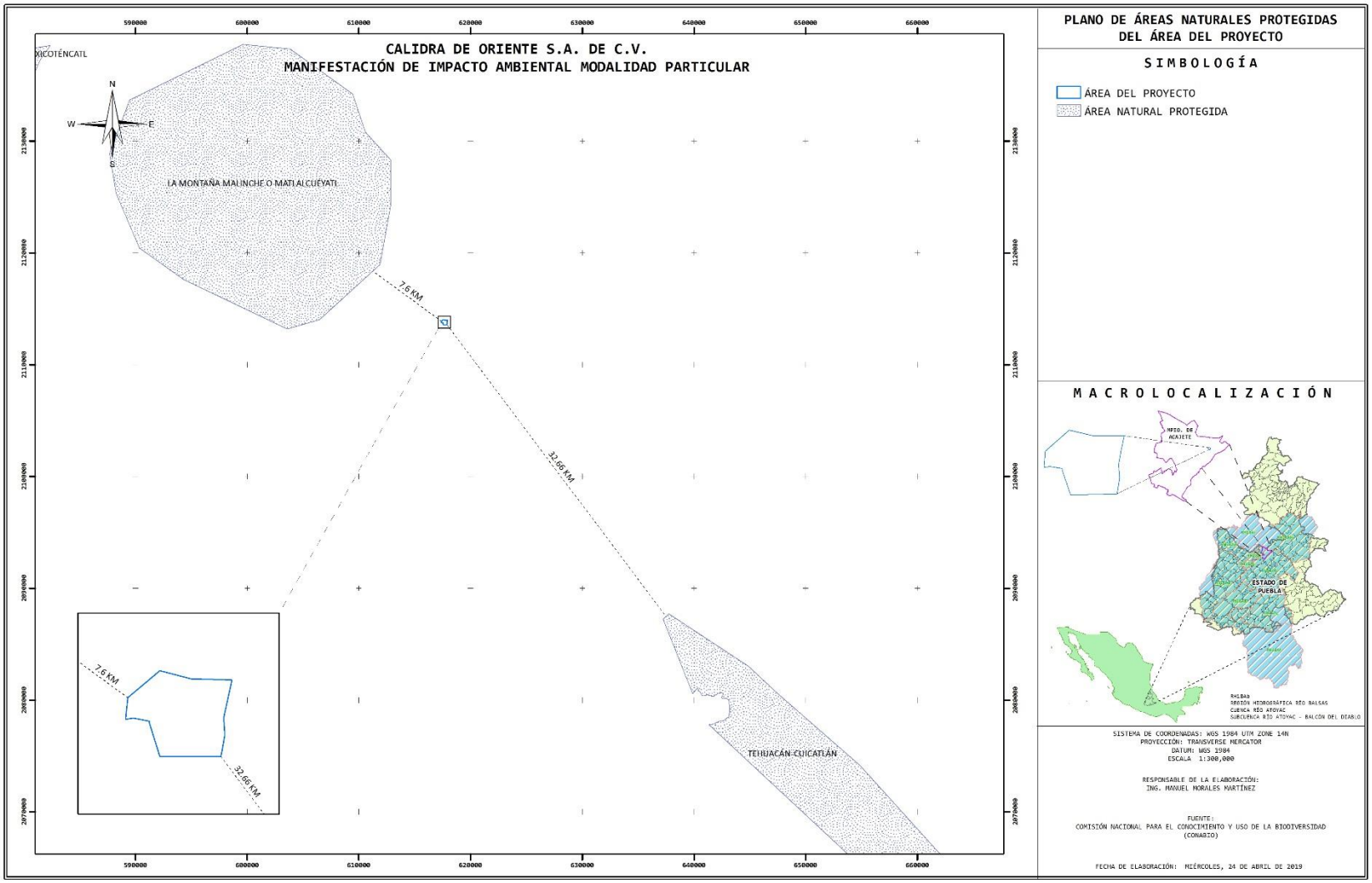


Figura IV.151. ANP'S cercanas al AP.

Corredores biológicos - AP

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ningún corredor biológico como se puede apreciar a continuación.

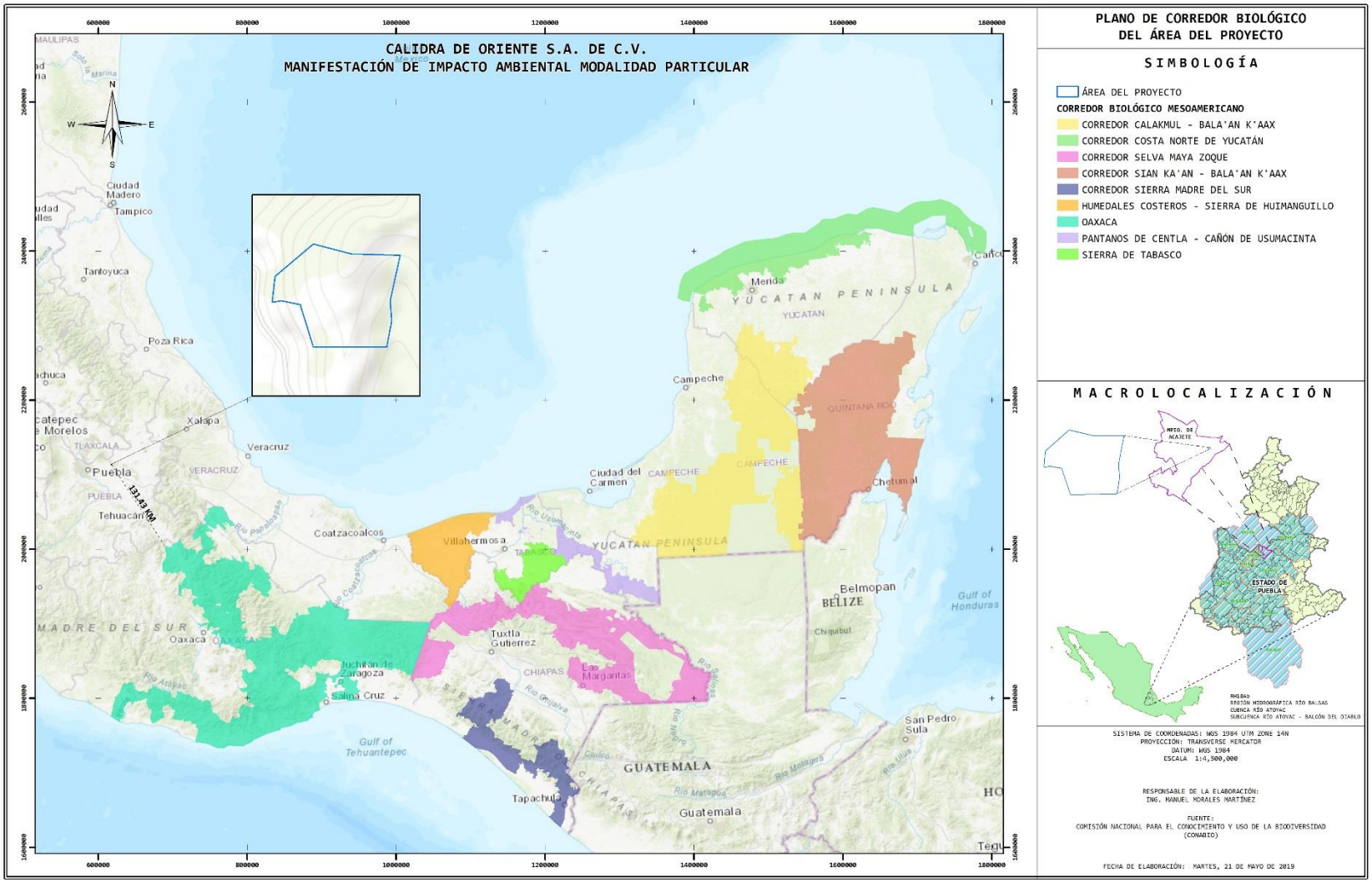


Figura IV.152. Corredores biológicos cercanos al AP.

Ecorregiones terrestres de México - AP

Con respecto al AP se encuentra localizada dentro de la ecorregión terrestre de México en el nivel 4 la cual lleva por nombre ***Lomeríos y sierras con bosques de coníferas, encinos y mixtos*** *con el numeral 13.4.2.2.*

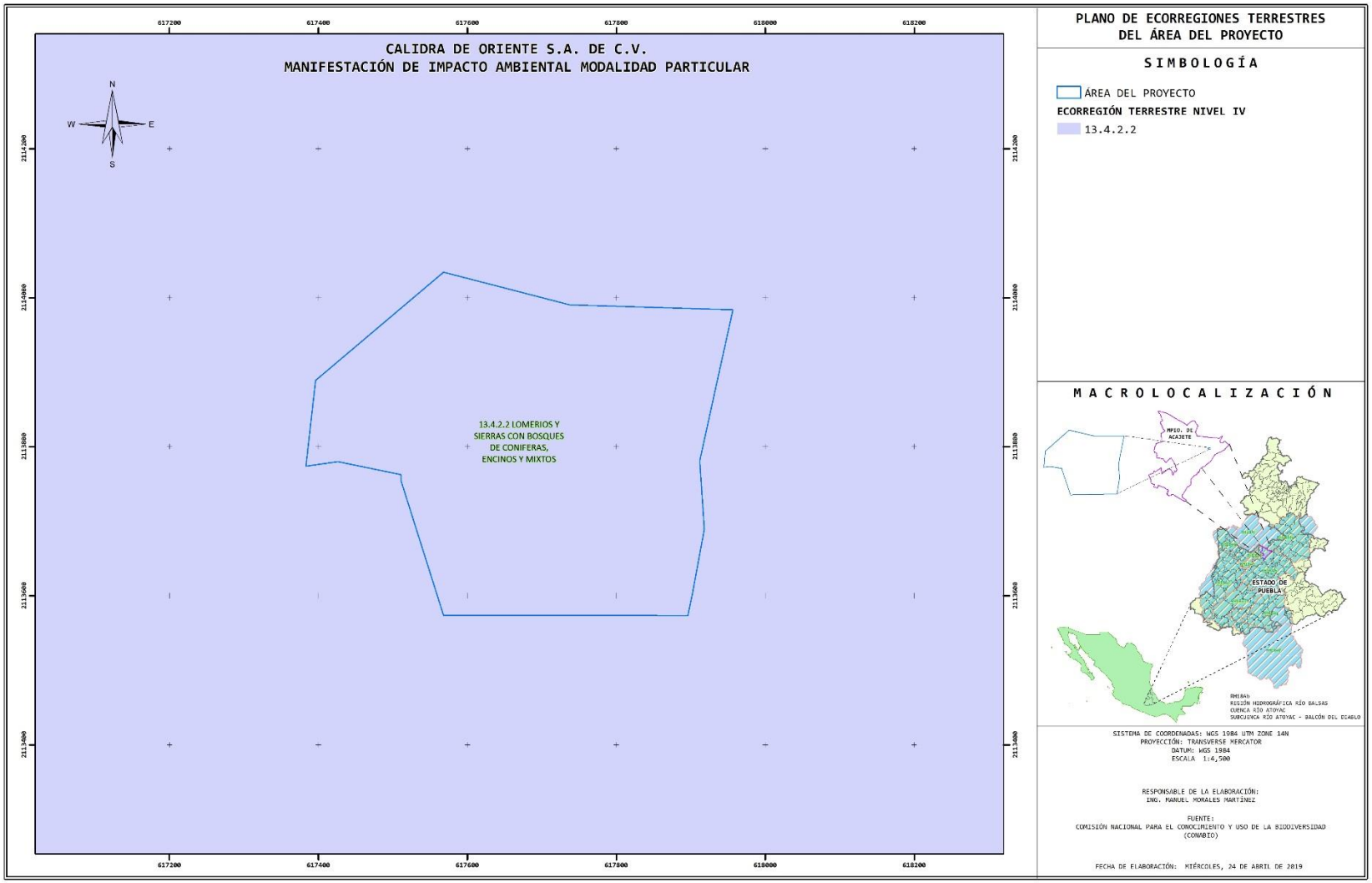


Figura IV.153. Mapa de ubicación del AP dentro de la Ecorregión 13.4.2.2.

Ecorregiones marinas de América del Norte - AP

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ninguna ecorregión marina de América del Norte; la más cercana se encuentra a 168.67 km conocida como ***Nerítica Veracruzana*** *con numeral 14.1.1.*

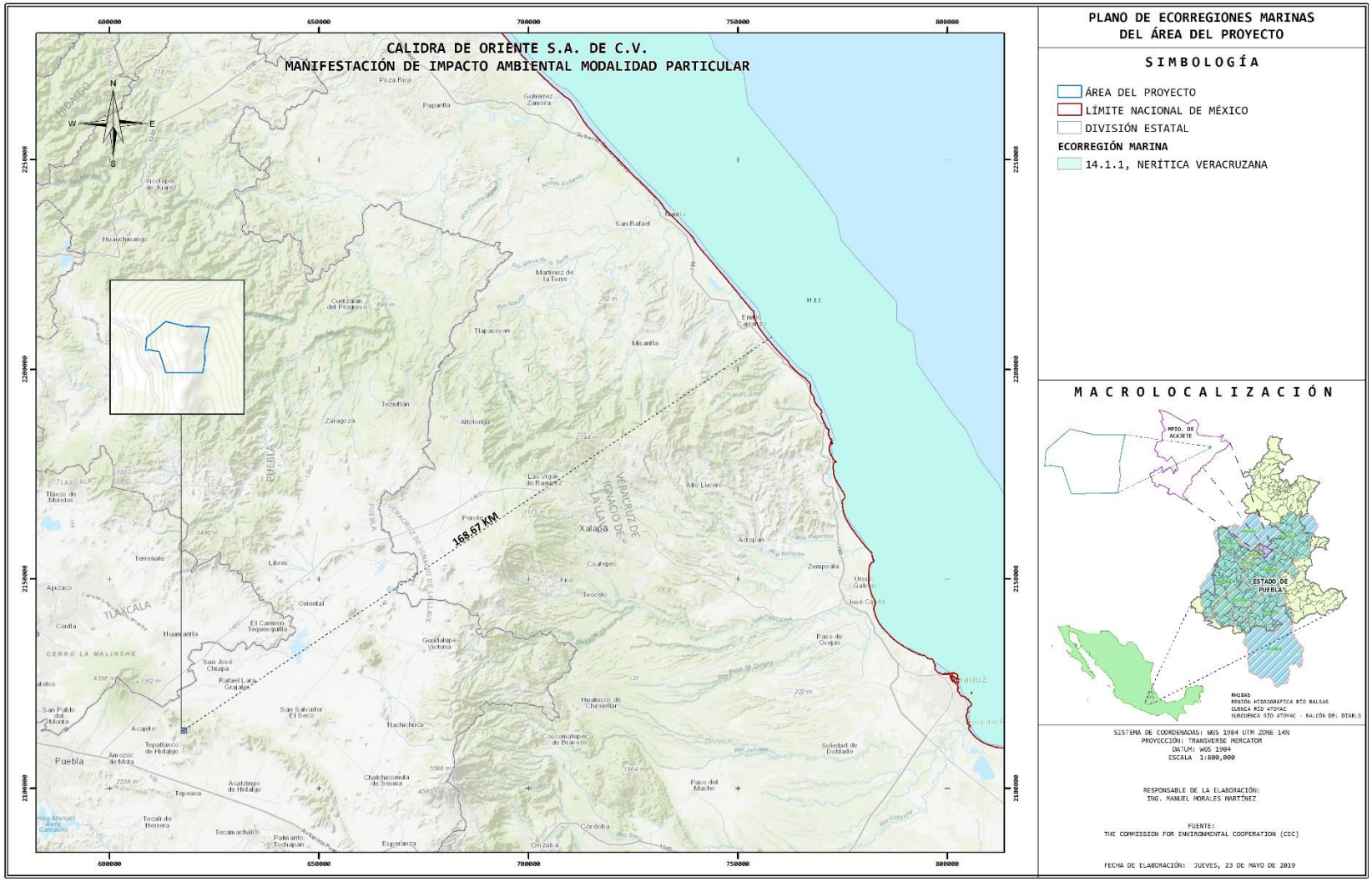


Figura IV.154. Ecorregiones marinas de América del Norte cercanas al AP.

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) - AP

Con respecto al AP no se encuentra dentro de ninguna RHP, la más cercana se encuentran a 0.92 km conocida como ***Cuenca Oriental****.*

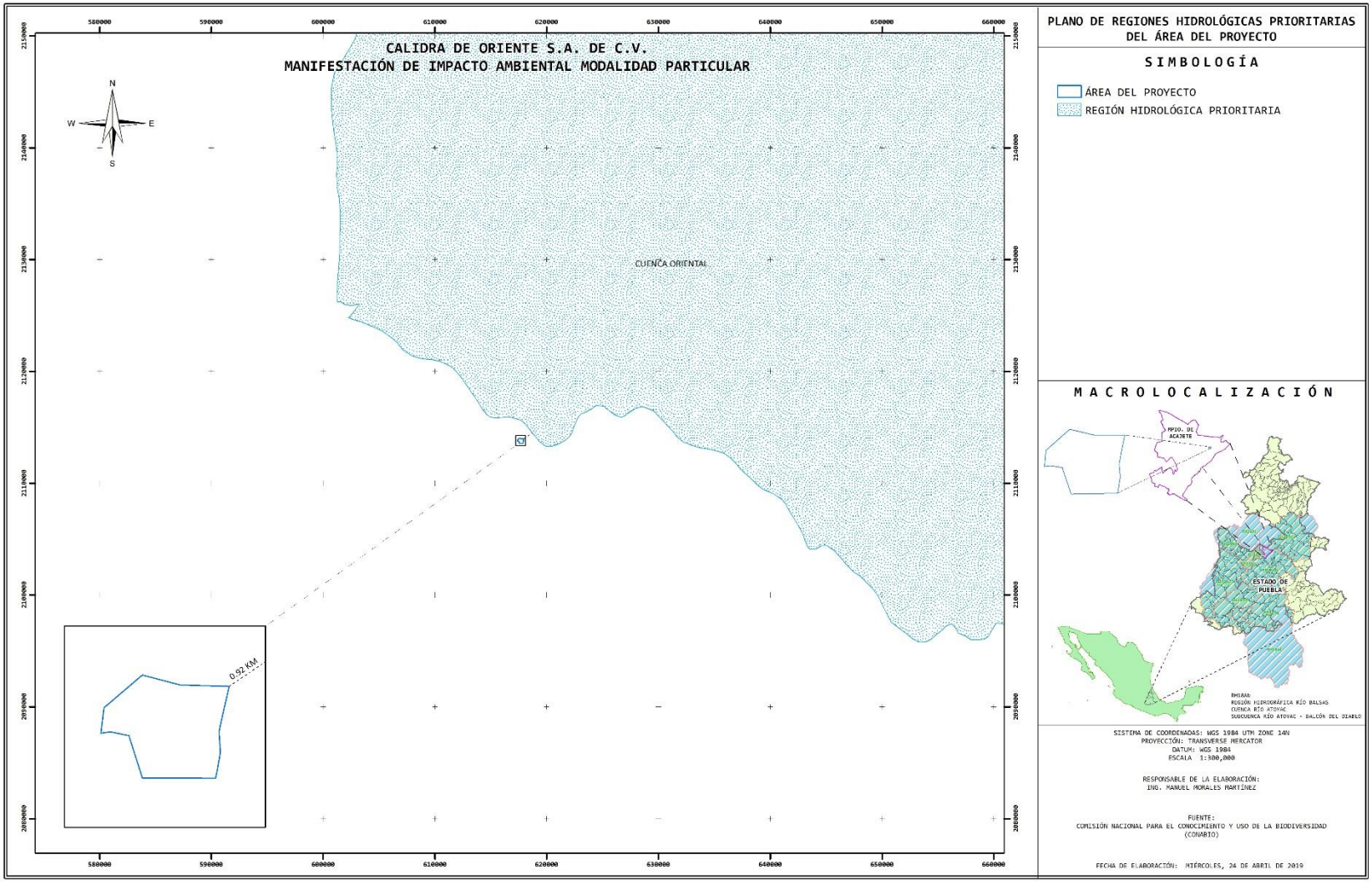


Figura IV.155. RHP's cercanas al AP.

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) - AP

*Con respecto al AP no se encuentran dentro de ninguna RTP; las más cercanas se encuentran a 8.14 km conocida como **La Malinche** y a 32.66 km conocida como **Valle de Tehuacan-Cuicatlan**.*

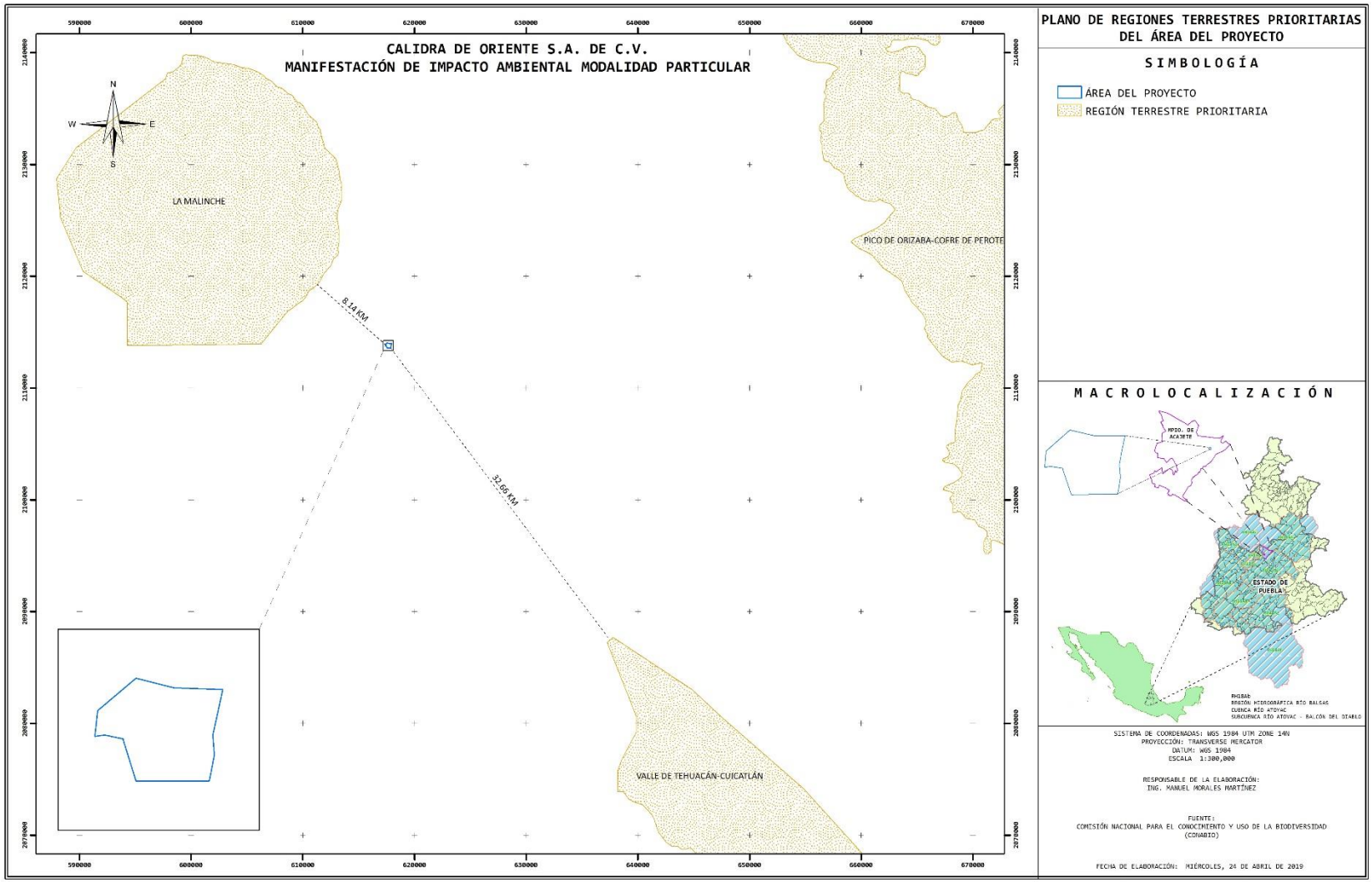


Figura IV.156. RTP'S cercanas al AP.

Sitios RAMSAR - AP

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ningún Sitio Ramsar; los más cercanos se encuentran a 27.5 km conocida como ***Presa Manuel Ávila Camacho (Presa Valsequillo)*** *y a 56.3 km conocida como* ***Presa de Atlangatepec****.*

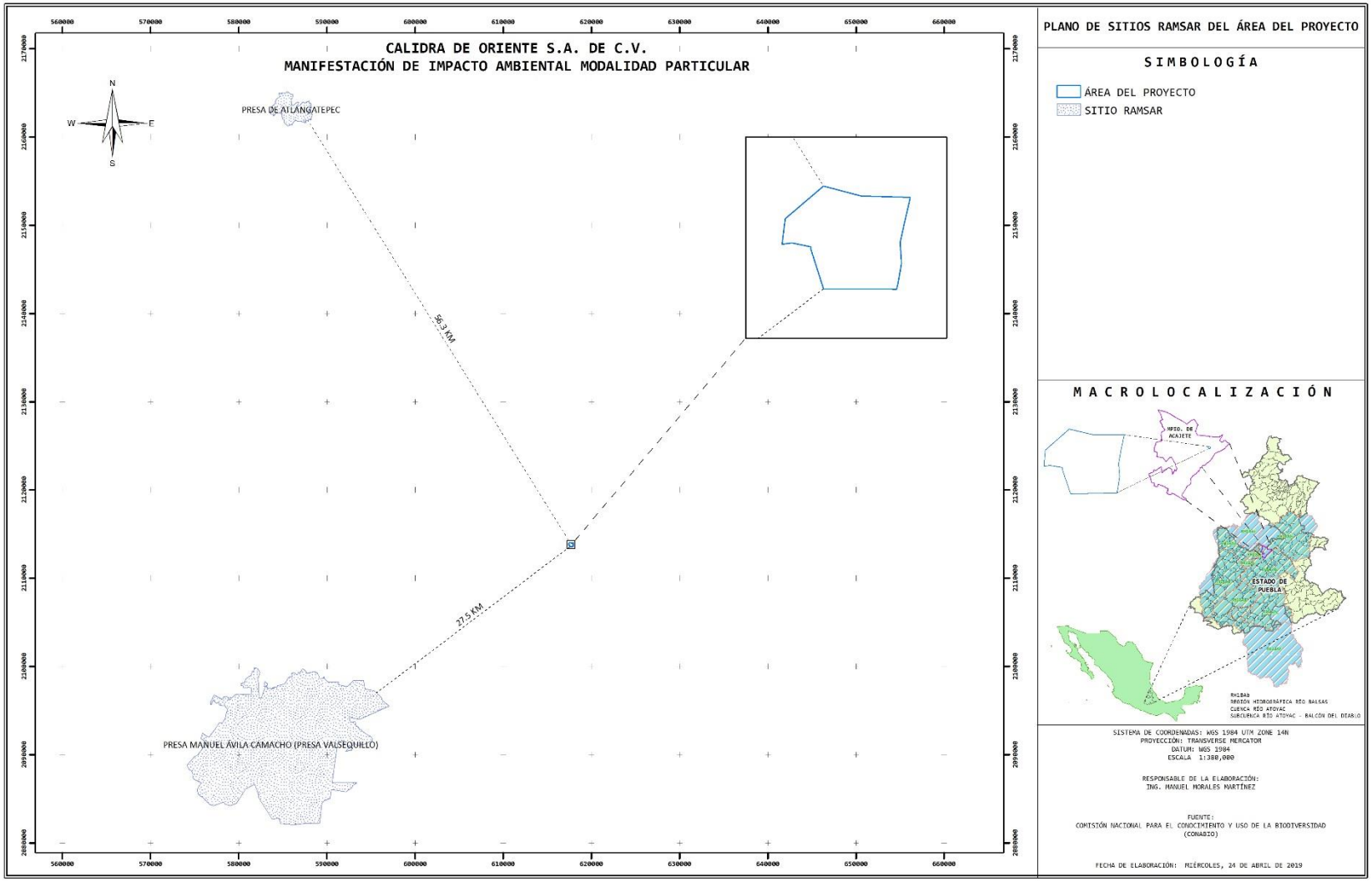


Figura IV.157. Sitios Ramsar cercanas al AP.

IV.3.1.2.3.7 ECOSISTEMAS

La pérdida y fragmentación del hábitat está considerada como una de las causas principales de la actual crisis de biodiversidad. Los procesos responsables de esta pérdida son múltiples y difíciles de separar (pérdida regional de hábitat, singularización causada por la reducción y el aislamiento progresivo de los fragmentos de hábitat, efectos de borde, etc.)[lxxxi].

Aunando a lo anterior, se demuestra en las figuras siguientes que desde el 2007 al 2018, no existe la presencia de modificaciones al ecosistema. Con esto se alude de que no existe un pequeña fragmentación al hábitat y derivado del proyecto provocara la menor fragmentación posible debido a que es un figura poligonal, la cual no causa en su menor afectación posible derivado a que solo se afecta esa superficie y no hace que se destruya ningún ecosistema; en cambio una figura linear, provoca una fragmentación mayor al ecosistema ya que lo divide. Esto se valoró con información fehaciente de Google Earth como se observa en las dos imágenes hay una mayor superficie forestal fuera del área del proyecto, por lo cual se puede aludir que estas se van recuperando con el paso del tiempo.

Como medidas de mitigación para evitar daños al ecosistema y la diversidad que habita estos ecosistemas se propone lo siguiente:

- Como medida de prevención, para evitar la pérdida de especies se proponen un programa de rescate y reubicación de flora silvestre, en el cual se aplican ciertos criterios para determinar que especies y cuantos individuos son susceptibles para su rescate y posteriormente su reubicación.
- Como medida compensatoria, se propone una reforestación con el fin de no causar más daños al AI y que la fauna silvestre tenga que ser desplazada por estos cambios.

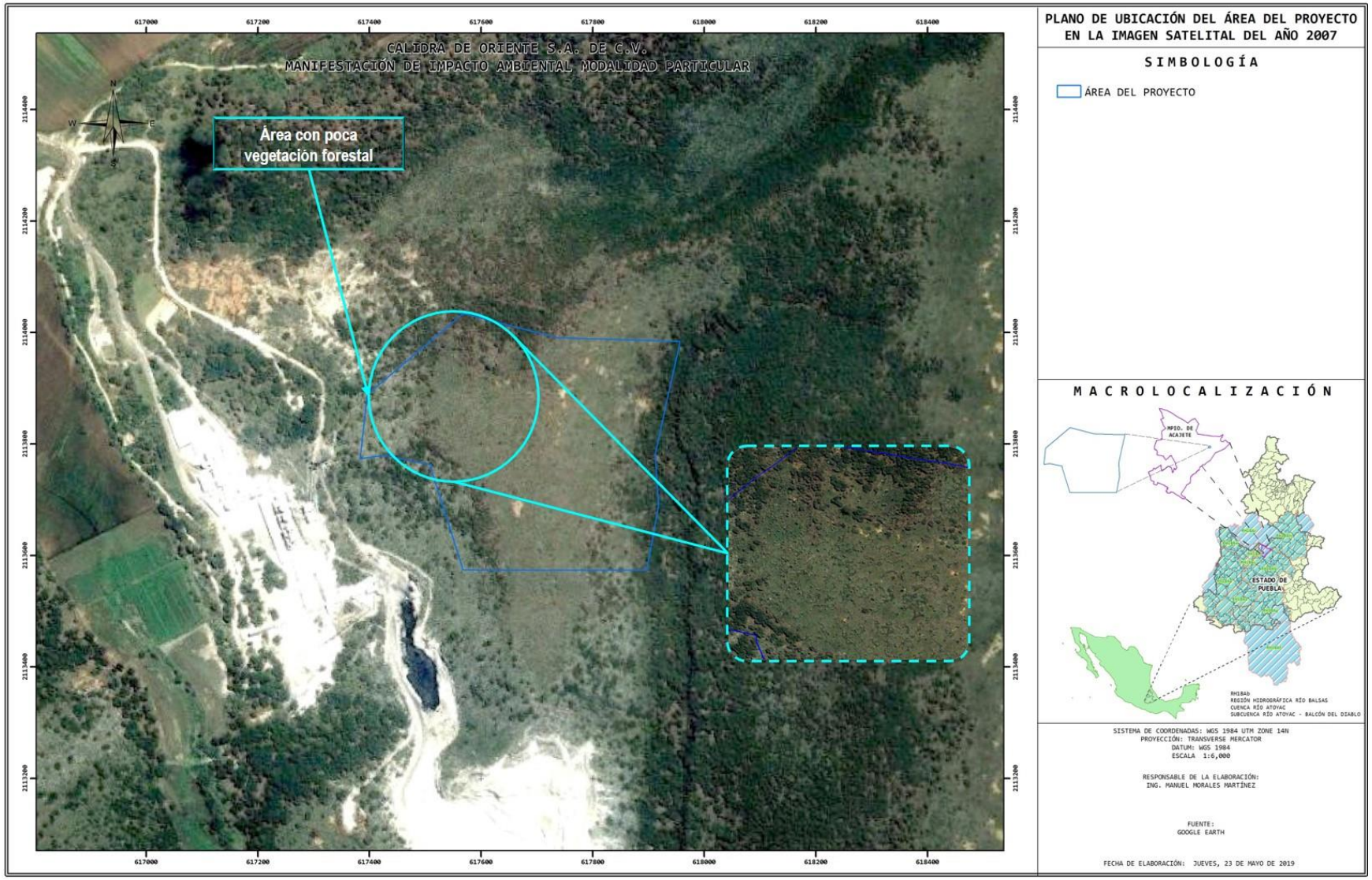


Figura IV.158. Mapa de ubicación del AP en el año 2007.

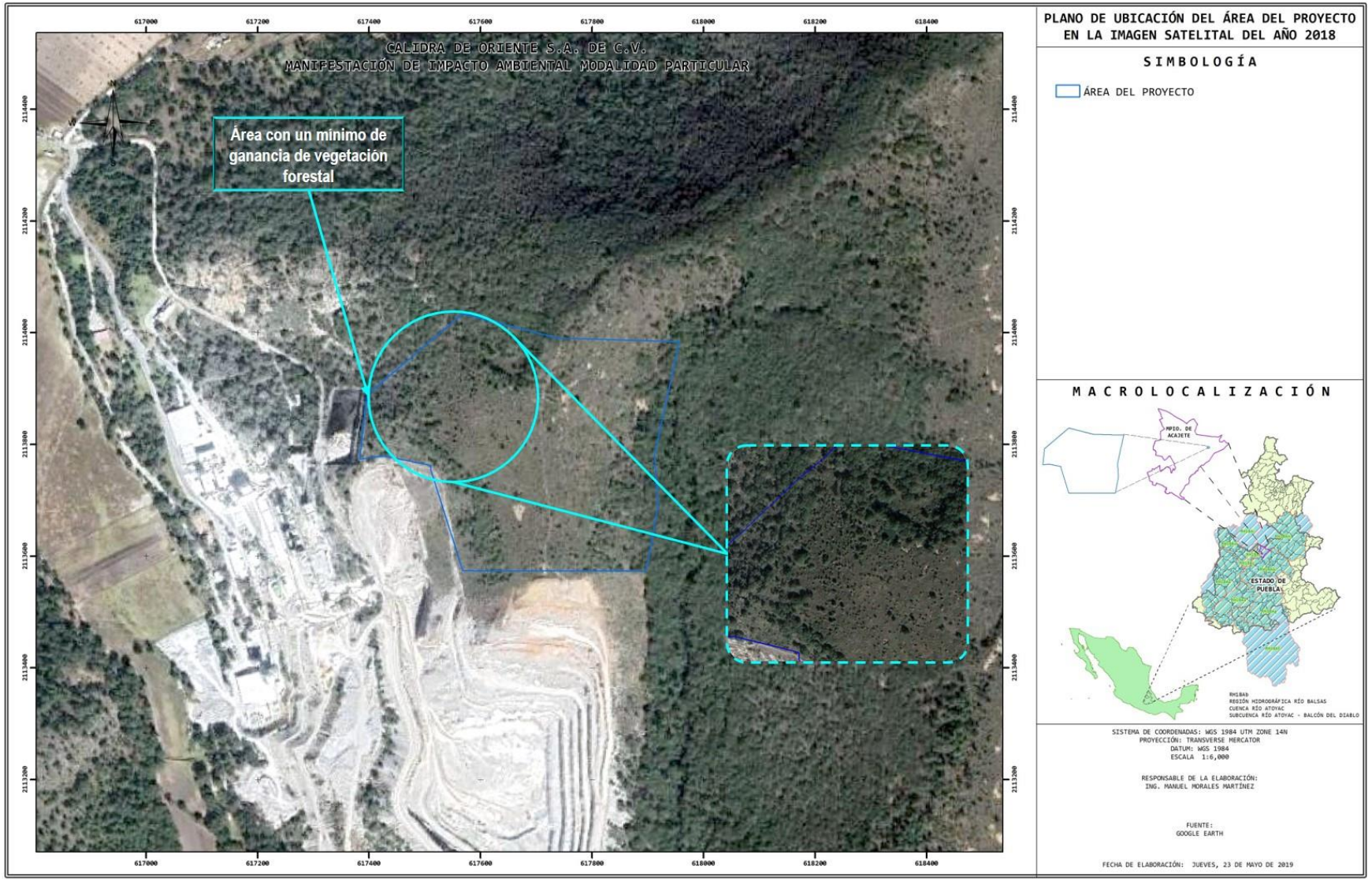


Figura IV.159. Mapa de ubicación del AP en el año de 2018.

IV.3.1.2.3.8 ECOSISTEMAS AMBIENTALMENTE SENSIBLES

La diversidad biológica o biodiversidad es un término que se refiere a la variedad de especies y ecosistemas que encontramos en nuestro planeta. En el caso de los bosques, corresponde a la variedad de estos (manglares, selvas, boreales), los hábitats que existen en ellos y a la enorme variedad de plantas, animales, hongos y organismos que los conforman. Su distribución restringida puede deberse a condicionantes naturales, como condiciones climáticas o geológicas, o a los efectos de las actividades humanas. Algunos ejemplos de estos hábitats son:

- Bosque de niebla o mesófilo de montaña.
- Bosque ribereño.
- Bosques de viejo crecimiento o bosques antiguos.
- Humedales.

La sensibilidad ambiental se define como la capacidad de un ecosistema para soportar alteraciones o cambios originados por acciones antrópicas, sin sufrir alteraciones importantes que le impidan alcanzar un equilibro dinámico que mantenga un nivel aceptable en su estructura y función.

Anteriormente, en el apartado de ecosistemas ambientalmente sensibles para el SA, se describieron los tipos de vegetación que son considerados, por lo cual a continuación solo se mencionara si se encuentra en alguno de estos tipos de vegetación.

Con toda la información anterior, se demuestra que el proyecto no provocara afectaciones para este tipo de ecosistema dentro del AP.

Nota: se anexan los planos de la flora de las áreas del AP **(ANEXO 13. CARTOGRAFÍA GENERAL) por capítulo IV (FLORA AP)**.

IV.3.1.2.4 FAUNA

INTRODUCCIÒN

El término fauna silvestre incluye a las "especies animales terrestres que subsisten sujetas a los procesos de selección natural" de acuerdo a la definición presentada por la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). La fauna silvestre representa un nicho ecológico clave para el funcionamiento de los ecosistemas. Algunas especies representan importantes polinizadores (avifauna), dispersores de propágulos (mastofauna) y biocontroladores (mastofauna y herpetofauna), por lo cual, una fuerte representación de fauna silvestre en los ecosistemas se traduce en un funcionamiento correcto y equilibrio del mismo. Sin embargo, la distribución espacial de las especies no suele ser uniforme; existen sitios con mayor diversidad que otros. De esta manera, se pueden encontrar países con mayor diversidad llamados “Megadiversos” (Gallina, 2011).

México posee en materia de fauna silvestre, una amplia diversidad que incluye 290 especies de anfibios, 705 de reptiles, 1082 de aves y 456 de mamíferos terrestres. Estas cifras colocan a México entre las seis naciones con mayor diversidad de especies faunísticas, junto con Brasil, Colombia, Indonesia, Madagascar y Zaire; todos estos países han sido llamados megadiversos por concentrar en sus territorios un alto porcentaje de la riqueza biológica total del planeta. México ocupa el primer lugar mundial entre los países que concentran mayor número de especies de reptiles en su territorio, el segundo en mamíferos,

el cuarto en anfibios y alrededor del décimo en aves. En términos generales, cerca de 10% de todas las especies de vertebrados del mundo se encuentran en México, cifra impresionante si consideramos que los dos millones de kilómetros cuadrados del país constituyen únicamente el 1.3% del total de tierras emergidas en el planeta (Masés-García *et al*., 2016).

AVIFAUNA: Las aves juegan un papel importante dentro de un ecosistema ya que permiten mantener la capacidad de un sistema biológico adaptable, integrado y equilibrado dentro de una región o hábitat (Córdova-Avalos *et al*., 2009). México cuenta con 1,150 especies que corresponden al 11% de la avifauna a nivel mundial, colocándose en el décimo primer lugar de acuerdo a su riqueza de aves y en el cuarto lugar en proporción a endemismo entre los países megadiversos del mundo.

MASTOFAUNA: La alta diversidad mastofaunística es el producto de la biota Neártica y Neotropical que integran la estructura terrestre de México, originando diferentes condiciones físicas y bióticas. La fauna de mamíferos en México presenta mayor riqueza por su elevado número de especies endémicas. El país cuenta con 564 especies de mamíferos terrestres, agrupadas en 14 órdenes, 67 familias y 200 géneros (Sánchez-Cordero *et al*., 2014); ocupa el tercer lugar en alta riqueza y endemismos de los órdenes Rodentia (roedores), Chiroptera (murciélagos), Carnívora (carnívoros), Soricomorpha (musarañas) y Lagomorpha (conejos y liebres) (Lorenzo *et al*., 2008).

HERPETOFAUNA: De acuerdo a la posición geográfica y la heterogeneidad ambiental, México cuenta con una variedad de organismos vivos siendo un país de mayor diversidad biológica en el mundo (Reynoso-Rosales *et al*., 2005). En anfibios ocupa el cuarto lugar a nivel mundial con 282 especies (Hernández-Guzmán, 2013) y el primero en reptiles. Aproximadamente, el 10% de todos los anfibios y reptiles del mundo están representados en México, además de que se cuenta con una gran riqueza de especies endémicas: 61% de anfibios y el 53% de reptiles (Reynoso-Rosales *et al*., 2005).

UBICACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO, ÀREA DE INFLUENCIA Y SISTEMA AMBIENTAL RESPECTO A ÁREAS PRIORITARIAS PARA LA FAUNA SILVESTRE

Previo a describir y analizar la fauna silvestre en las tres unidades de análisis (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental), es importante revisar si tales áreas se encuentran dentro de una zona prioritaria para la fauna silvestre. Es decir, si las mencionadas unidades de análisis atraviesan alguna área de desplazamiento de especies (rutas migratorias) o incluso, si se encuentran dentro de un área que por sus características óptimas de hábitat, disponibilidad de fuentes tróficas y excelente conectividad entre ecosistemas, corresponde a un corredor biológico.

a) Rutas migratorias de avifauna

La migración de las aves es uno de los ciclos naturales en los que cada año millones de aves realizan viajes de miles de kilómetros. Se estima que más de 200 especies de aves migratorias de larga distancia ocurren en México. Para estas aves migratorias, México es de vital importancia para lograr cumplir sus ciclos naturales.

Dentro del territorio nacional atraviesan cuatro de las rutas migratorias de avifauna, las cuales corresponden a:

- Ruta oceánica del Pacífico
- Ruta de la costa del Pacífico
- Ruta de las grandes planicies y las montañas rocosas

- Ruta del Valle de Mackenzie-Grandes lagos-Valle del Misisipi

Como se muestra en la figura siguiente, las unidades de análisis (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental) NO se encuentran dentro de ninguna ruta migratoria para las aves, por lo que la ejecución del proyecto no supone un obstáculo y/o afectación a dichas rutas migratorias.

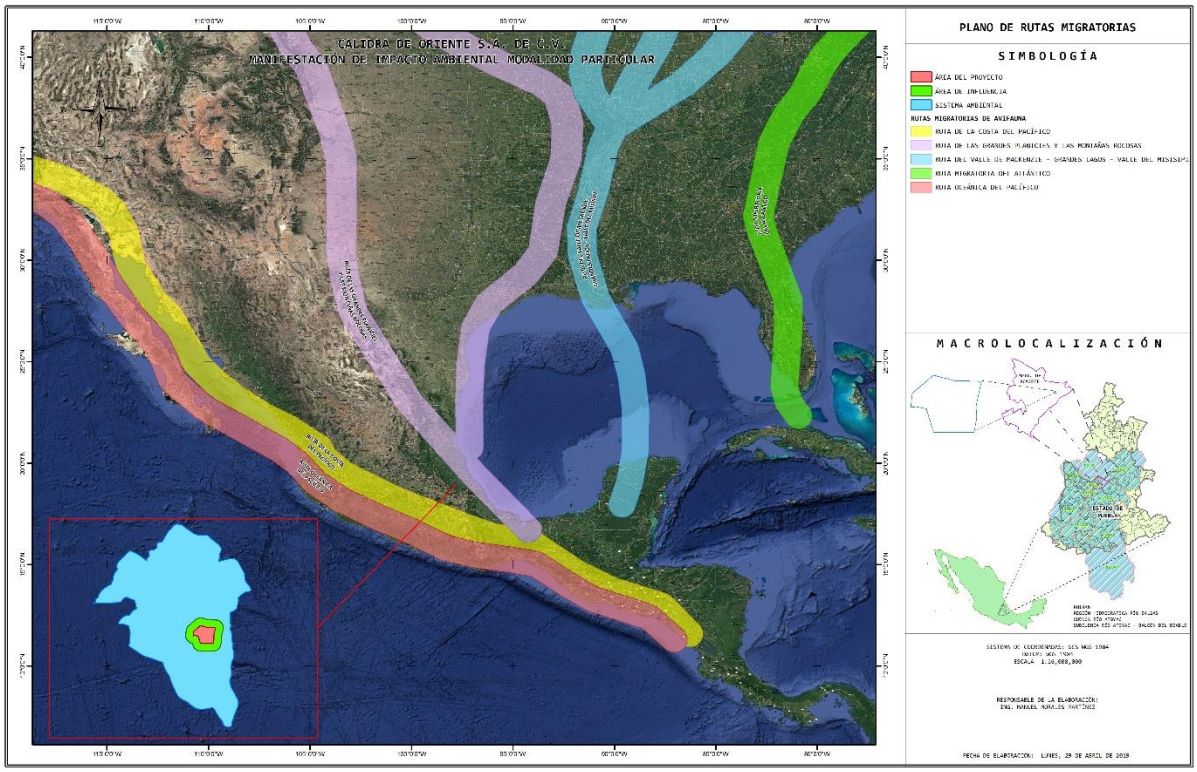


Figura IV.160. Rutas de vuelo de aves migratorias de América del Norte en relación al área del proyecto, al área de influencia y al sistema ambiental.

b) Corredores biológicos

Actualmente, la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo define a un corredor biológico como "un espacio geográfico delimitado que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitats, naturales o modificados, asegurando el mantenimiento de la diversidad biológica, los procesos ecológicos y evolutivos".

Dentro del Corredor Biológico Mesoamericano México (CBMM) se encuentran los siguientes:

1. Corredor Calakmul- Bala´an K´aax
2. Corredor Costa Norte de Yucatán
3. Corredor Selva Maya Zoque
4. Corredor Sian Ka´an- Bala´an K´aax
5. Corredor Sierra Madre del Sur
6. Humedales costeros-Sierra de Huimanguillo
7. Oaxaca

8. Pantanos de Centla-Cañón de Usumacinta
9. Sierra de Tabasco

Como se muestra en la figura siguiente, el área del proyecto, el área de influencia y el sistema ambiental NO se encuentran dentro de ningún corredor biológico, ni cerca de alguno de ellos.

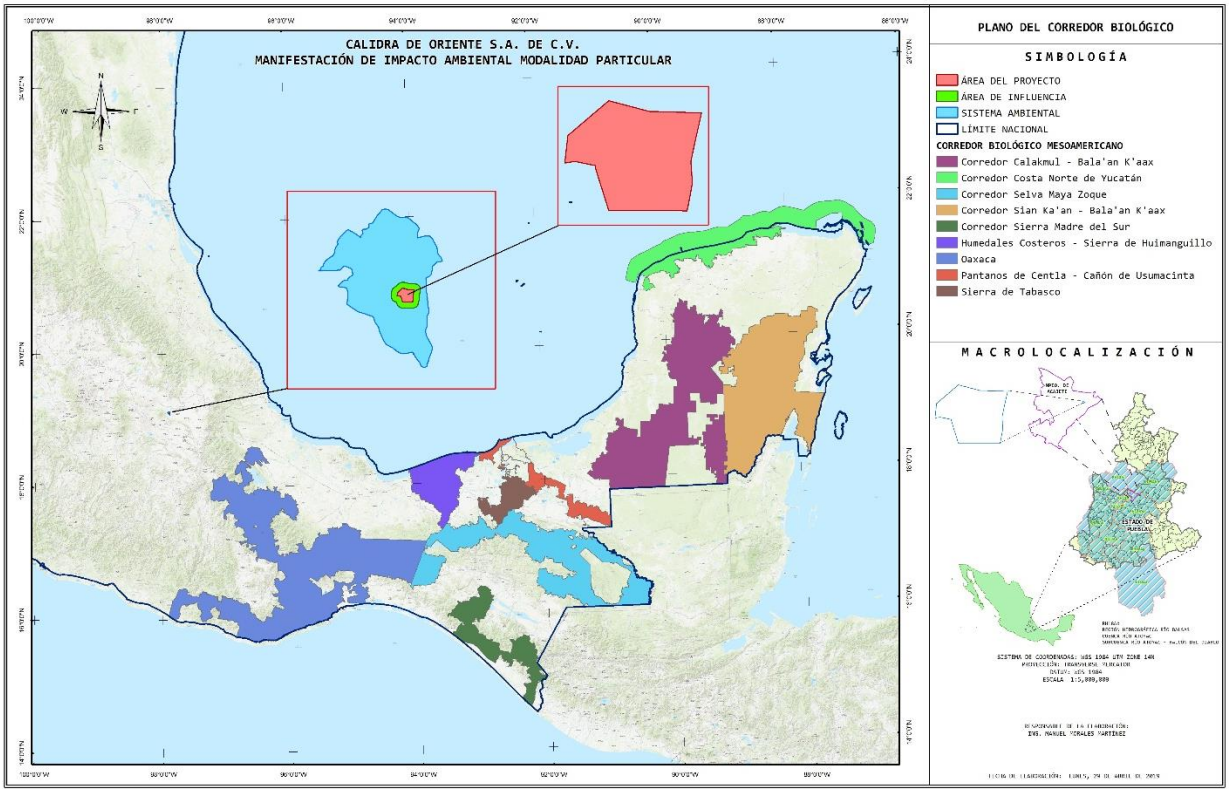


Figura IV.161. Plano de corredores biológicos pertenecientes al CBMM con respecto al área del proyecto, al área de influencia y al sistema ambiental.

c) Áreas de conservación de especies

Las "Áreas de conservación de fauna silvestre" corresponden a aquellas áreas identificadas para resguardo y protección de las especies. Dentro de estas se encuentran las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA`s).

Las tres unidades de análisis (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental) NO pertenecen ni se encuentran cerca de ninguna ANP o AICA`s.

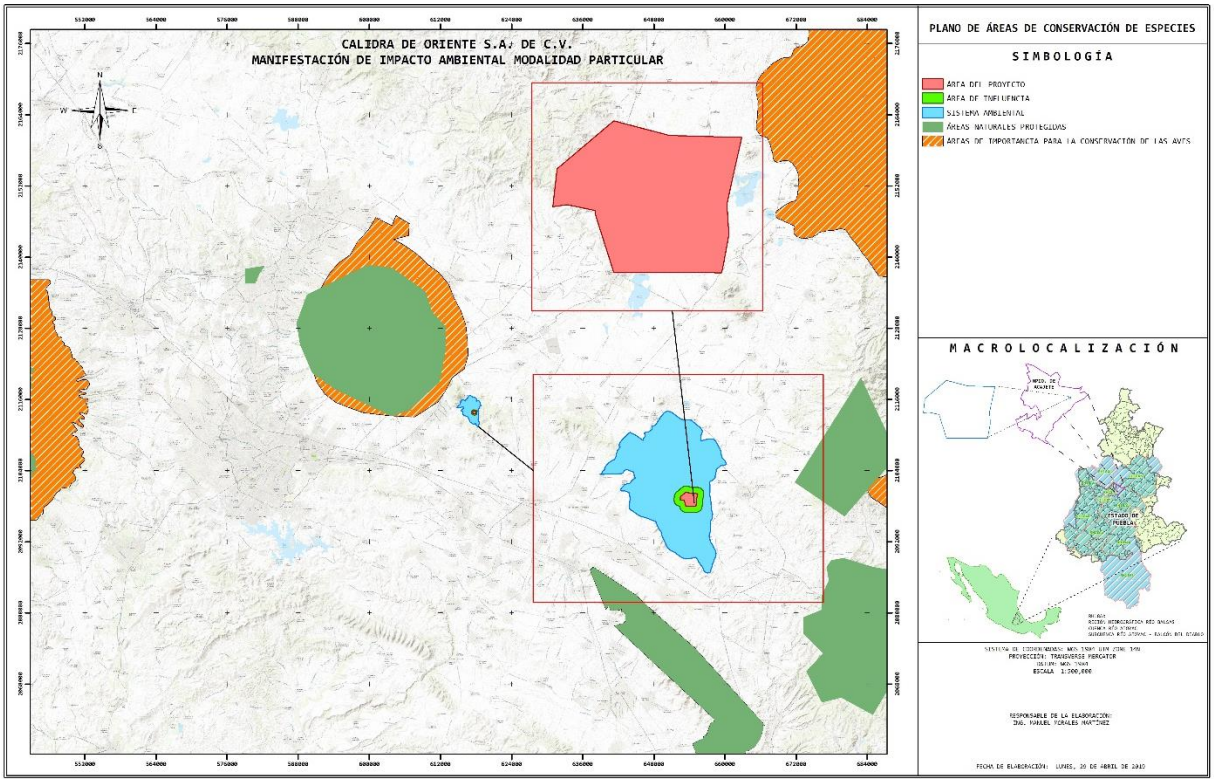


Figura IV.162. Áreas de conservación de especies con respecto al área del proyecto, al área de influencia y al sistema ambiental.

d) Hábitats disponibles de fauna silvestre

Los hábitats disponibles considerados en este trabajo son los tipos de vegetación, corrientes y cuerpos de agua, cuyos recursos disponibles contribuyen a la agrupación de especies de fauna silvestre proporcionándoles áreas de refugio, anidación y reproducción.

Dentro del área del proyecto NO se encuentran sitios importantes que pudieran considerarse como potenciales de hábitats para la fauna silvestre, ya que no existen cuerpos de agua, ni corrientes de agua. El área del proyecto cubre una pequeña proporción de 3.9% del bosque de encino-pino existente en toda la cuenca.

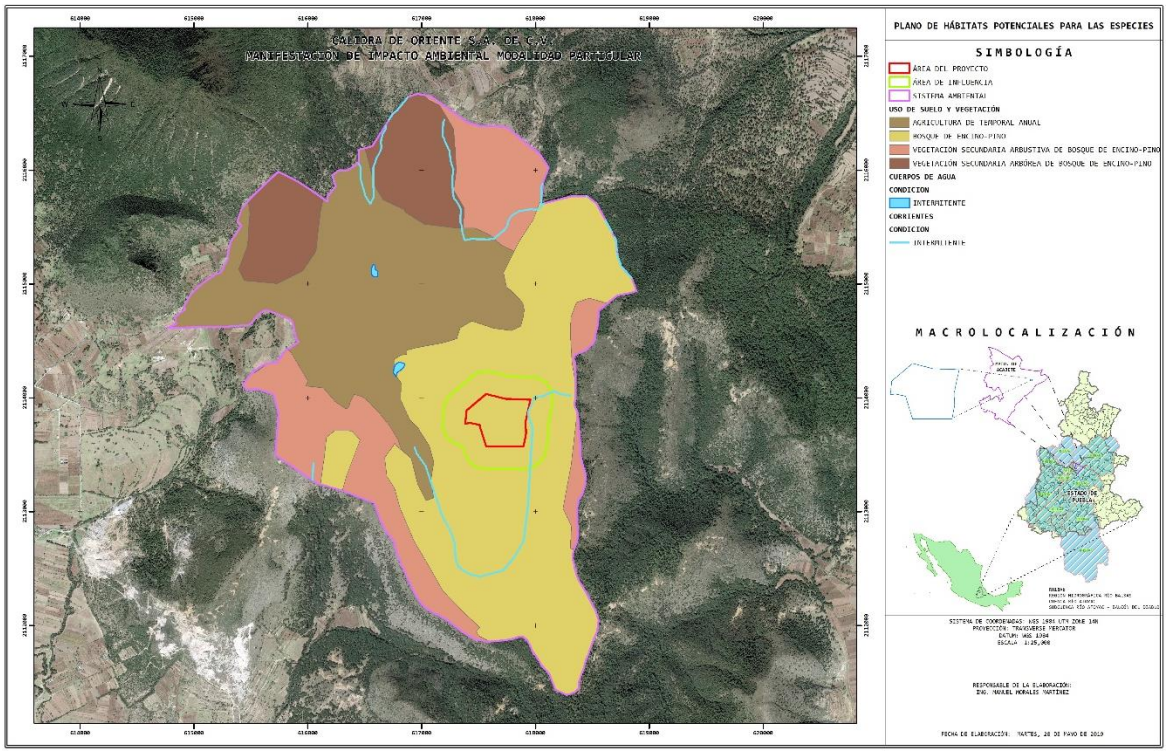


Figura IV.163. Hábitats disponibles de fauna silvestre con respecto al área del proyecto, al área de influencia y al sistema ambiental.

Debido a que la superficie que ocupa el sistema ambiental es bastante amplia, y por tanto, resulta complicado realizar un muestreo de la fauna en la totalidad de la superficie, se recurre a la consulta bibliográfica, de tal manera que se pueda obtener un panorama más completo en cuanto a la composición específica de cada grupo estudiado.

LISTADO DE ESPECIES POTENCIALES EN EL SISTEMA AMBIENTAL (SA)

Para obtener un listado de avifauna, mastofauna y herpetofauna se realizó una consulta bibliográfica de todas aquellas fuentes que proporcionaran información acerca de las especies cuya distribución se encontrara dentro de la superficie del SA, particularmente, revisando los mapas de distribución potencial de las especies consultados de la página de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

AVIFAUNA

Cuadro IV.157. Listado potencial de especies de avifauna de acuerdo a CONABIO para el SA. LC (Preocupación menor).

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	IUCN
1	Accipitridae	*Accipiter striatus*	Esparvero común	LC
2	Strigidae	*Aegolius acadicus*	Tecolote afilador	LC
3	Apodidae	*Aeronautes saxatalis*	Vencejo pecho blanco	LC
4	Passerellidae	*Aimophila botterii*	Zacatonero de Botteri	LC
5	Passerellidae	*Aimophila ruficeps*	Zacatonero corona rufa	LC
6	Corvidae	*Aphelocoma californica*	Chara pecho rayado	LC
7	Corvidae	*Aphelocoma ultramarina*	Chara pecho gris	LC
8	Passerellidae	*Atlapetes pileatus*	Atlapetes gorra rufa	LC

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	IUCN
9	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Chipe gorra rufa	LC
10	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	LC
11	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquero lampiño	LC
12	Caprimulgidae	*Caprimulgus vociferus*	Tapacamino cuerporruín norteño	LC
13	Fringillidae	*Carduelis pinus*	Jilguero pinero	LC
14	Fringillidae	*Carpodacus mexicanus*	Pinzón mexicano	LC
15	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	LC
16	Certhiidae	*Certhia americana*	Trepador americano	LC
17	Caprimulgidae	*Chordeiles minor*	Chotacabras zumbón	LC
18	Picidae	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera	LC
19	Trochilidae	*Colibri thalassinus*	Colibrí oreja violeta	LC
20	Columbidae	*Columbina inca*	Tórtola colalarga	LC
21	Columbidae	*Columbina passerina*	Tórtola coquita	LC
22	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	LC
23	Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo común	LC
24	Corvidae	*Cyanocitta stelleri*	Chara crestada	LC
25	Tyrannidae	*Empidonax affinis*	Mosquero pinero	LC
26	Tyrannidae	*Empidonax fulvifrons*	Mosquero pecho leonado	LC
27	Trochilidae	*Eugenes fulgens*	Colibrí magnífico	LC
28	Fringillidae	*Euphonia elegantissima*	Eufonia capucha-azul	LC
29	Parulidae	*Geothlypis nelsoni*	Mascarita matorralera	LC
30	Emberizidae	*Junco phaeonotus*	Junco ojo de lumbre	LC
31	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	LC
32	Mimidae	*Melanotis caerulescens*	Mulato azul	LC
33	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Centzontle norteño	LC
34	Icteridae	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café	LC
35	Turdidae	*Myadestes occidentalis*	Clarín jilguero	LC
36	Accipitridae	*Parabuteo unicinctus*	Aguililla rojinegra	LC
37	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión casero	LC
38	Picidae	*Picoides scalaris*	Carpintero mexicano	LC
39	Picidae	*Picoides villosus*	Carpintero velloso mayor	LC
40	Passerellidae	*Pipilo fuscus*	Toquí pardo	LC
41	Cardinalidae	*Piranga flava*	Tángara encinera	LC
42	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	LC
43	Sittidae	*Sitta pygmaea*	Sita enana	LC
44	Passerellidae	*Spizella atrogularis*	Gorrión barba negra	LC
45	Icteridae	*Sturnella magna*	Pradero tortilla-con-chile	LC
46	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*	Chivirín cola oscura	LC
47	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	LC
48	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano tropical	LC
49	Tytonidae	*Tyto alba*	Lechuza de campanario	LC
50	Vireonidae	*Vireo huttoni*	Vireo reyezuelo	LC

MASTOFAUNA

Cuadro IV.158. Listado potencial de especies de mastofauna de acuerdo a CONABIO para el SA. LC (Preocupación menor), NT (Casi amenazada).

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	IUCN
1	Cricetidae	*Baiomys taylori*	Ratón pigmeo	LC
2	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle	LC
3	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	LC
4	Soricidae	*Cryptotis parva*	Musaraña	LC
5	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache	LC
6	Heteromyidae	*Dipodomys phillipsii*	Rata canguro	LC
7	Leporidae	*Lepus callotis*	Liebre torda	NT
8	Heteromyidae	*Liomys irroratus*	Ratón espinoso	LC
9	Felidae	*Lynx rufus*	Lince, gato montés	LC
10	Mephitidae	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado	LC
11	Cricetidae	*Microtus mexicanus*	Meteorito	LC
12	Mustelidae	*Mustela frenata*	Comadreja	LC
13	Vespertilionidae	*Myotis velifer*	Murciélago	LC
14	Cricetidae	*Neotoma mexicana*	Rata magueyera	LC
15	Molossidae	*Nyctinomops macrotis*	Murciélago	LC
16	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	LC
17	Heteromyidae	*Perognathus flavus*	Ratón de abazones	LC
18	Cricetidae	*Peromyscus gratus*	Ratón piñonero	LC
19	Cricetidae	*Peromyscus maniculatus*	Ratón	LC
20	Cricetidae	*Peromyscus melanophrys*	Ratón	LC
21	Cricetidae	*Peromyscus melanotis*	Ratón	LC
22	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	LC
23	Cricetidae	*Reithrodontomys chrysopsis*	Ratón	LC
24	Cricetidae	*Reithrodontomys fulvescens*	Ratón	LC
25	Cricetidae	*Reithrodontomys megalotis*	Ratón	LC
26	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla gris	LC
27	Cricetidae	*Sigmodon hispidus*	Rata algodonera	LC
28	Cricetidae	*Sigmodon leucotis*	Rata algodonera	LC
29	Sciuridae	*Spermophilus mexicanus*	Hurón, motocle	LC
30	Sciuridae	*Spermophilus variegatus*	Ardillón	LC
31	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo	LC
32	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo	LC
33	Molossidae	*Tadarida brasiliensis*	Murciélago guanero	LC
34	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	LC

HERPETOFAUNA

Cuadro IV.159. Listado potencial de especies de herpetofauna de acuerdo a CONABIO para el SA. LC (Preocupación menor).

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	IUCN
1	Bufonidae	*Bufo occidentalis*	Sapo pinero	LC
2	Colubridae	*Conopsis lineata*	Culebra de tierra toluqueña	LC

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	IUCN
3	Viperidae	*Crotalus intermedius*	Víbora cascabel enana	LC
4	Viperidae	*Crotalus molossus*	Víbora cascabel cola negra	LC
5	Viperidae	*Crotalus ravus*	Palanca	LC
6	Viperidae	*Crotalus scutulatus*	Víbora cascabel del Altiplano	LC
7	Viperidae	*Crotalus triseriatus*	Víbora cascabel transvolcánica	LC
8	Craugastoridae	*Eleutherodactylus augusti*	Rana ladradora común	LC
9	Hylidae	*Hyla arenicolor*	Ranita de cañón	LC
10	Hylidae	*Hyla eximia*	Rana de árbol de montaña	LC
11	Hylidae	*Hyla plicata*	Rana de árbol plegada o surcada	LC
12	Colubridae	*Lampropeltis triangulum*	Culebra real coralillo	LC
13	Colubridae	*Masticophis taeniatus*	Culebra chirriadora adornada	LC
14	Colubridae	*Pituophis deppei*	Culebra sorda mexicana	LC
15	Scincidae	*Plestiodon brevirostris*	Eslizón	LC
16	Scincidae	*Plestiodon lynxe*	eslizón de bosque de encinos	LC
17	Ranidae	*Rana spectabilis*	Rana vistosa	LC
18	Phrynosomatidae	*Sceloporus scalaris*	Lagartija escamosa escalonada	LC
19	Colubridae	*Senticolis triaspis*	Ratonera	LC
20	Natricidae	*Thamnophis cyrtopsis*	Víbora de agua	LC
21	Colubridae	*Trimorphodon tau*	Culebra lira mexicana	LC

METODOLOGÍA DE MUESTREO

La determinación de especies de fauna silvestre se encuentra asociada al taxón que se pretende evaluar, de tal manera que a continuación se muestra la metodología empleada para cada grupo faunístico:

AVIFAUNA

Dentro de las técnicas más usadas para determinar la abundancia, riqueza, densidad, composición y distribución de las poblaciones de aves se encuentran los puntos de conteo, a continuación, se describe dicha metodología:

♣ Puntos de conteo

Existen dos tipos de conteo por puntos; los conteos extensivos e intensivos. En este caso, se llevaron a cabo puntos de conteo extensivos. En general, este método se realiza desde puntos situados a una distancia aproximada de 150 m uno con respecto del otro en prácticamente todos los hábitats, ya que el 99% de las aves contadas se detectan a esa distancia (Ralph *et al*., 1996). El observador permanece fijo durante un intervalo de tiempo establecido y cuentan a todas las aves detectadas (vistas y escuchadas) en el punto (Wunderle, 1985; Hutto *et al*., 1986).

MASTOFAUNA

Para el muestreo de mamíferos se utilizó tanto un método directo como uno indirecto, ambos realizados a través de transectos, los cuales fueron establecidos utilizando un modelo aleatorio simple, dicho modelo implica una selección al azar de las unidades de muestreo, de tal manera que se obtenga una misma probabilidad de registro para las especies de mastofauna observables. A continuación, se describe la metodología:

- **Método directo (censo muestral de especies observadas)**

Se llevó a cabo a lo largo de recorridos en un determinado transecto, es decir, el conteo total de los individuos dentro del transecto. Este método usualmente se emplea para conocer la composición faunística, los hábitats que frecuentan las especies y la abundancia relativa.

- **Método indirecto (rastreo)**

Consistió en la búsqueda a través de transectos, de todo vestigio, señal o indicio que dejan los mamíferos durante sus actividades, así como cualquier resto que quede de ellos; los mamíferos silvestres pueden crear diversos rastros como huellas, excretas, madrigueras, señales de alimentación, restos orgánicos, sonidos y olores. Los datos indirectos permiten conocer la composición faunística de una zona y ofrecen datos sobre sus preferencias de hábitats, dieta o comportamiento. Es frecuente emplear los datos indirectos para calcular índices de abundancia o de presencia de las especies (Aranda-Sánchez, 2012).

Para el muestreo de la mastofauna, se emplearon transectos cuya longitud corresponde a 300 m y un ancho de franja de 10 m.

HERPETOFAUNA

Para el muestro de herpetofauna se recurrió al encuentro visual, el cual consiste en la observación directa y conteo de organismos a lo largo de transectos de longitud fija (Gallina, 2011). El avistamiento de reptiles varía marcadamente con la temperatura ambiental, ya que de esta depende su temperatura corporal, por lo que los recorridos a lo largo de los transectos se realizaron durante las primeras horas de la mañana y previo al atardecer. Los transectos establecidos fueron de una longitud de 300 y un ancho de franja de 10 m; la distancia entre transectos fue variable debido a las condiciones de topografía. Dichos transectos se recorrieron a través de una caminata, buscando de manera dirigida en sitios potenciales para la presencia de reptiles.

Además, se recurrió a la captura directa de manera manual en el caso de las lagartijas; para las serpientes, se requiere de un proceso en el cual se inmoviliza la cabeza mediante un gancho herpetológico con el cual se presiona la cabeza contra el suelo en un lugar firme y se toma la parte posterior de la misma con los dedos pulgar y medio, al mismo tiempo colocando el dedo índice en la parte superior, con la otra mano se sujeta el cuerpo (Gallina, 2011).

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA DE LAS ESPECIES

En el caso de la avifauna, a cada una de las especies se le agregó una categoría de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, tendencia poblacional proporcionada por la IUCN, estatus de residencia y endemismo. En el caso de mamíferos y reptiles se le agregó la misma información excepto estatus de residencia y endemismo.

1. Categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010

En el caso de las especies que no se encuentren enlistadas dentro de la norma se les agregará a la categoría **SC** (Sin Categoría).

Probablemente extinta en el medio silvestre (E): Aquellas especies nativas de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del Territorio Nacional han desaparecido hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del Territorio Mexicano.

En peligro de extinción (P): Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el

Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.

Amenazadas (A): Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.

Sujetas a protección especial (Pr): Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

2. Tendencia poblacional

En lo que corresponde a la tendencia poblacional, la IUCN maneja las siguientes categorías:

Creciente: Cuando la especie es abundante y presenta una distribución amplia y representa un colonizador altamente efectivo.

Decreciente: Las poblaciones de la especie han sido severamente reducidas, variando de poco frecuentes a comunes.

Estable: La densidad poblacional de la especie no es variable, es decir se mantiene relativamente constante durante la mayoría del año.

Desconocido: Existen pocos datos específicos sobre la densidad de población y la abundancia, de tal manera que no se pueden establecer parámetros poblacionales sobre la especie.

3. Categoría de residencia

En la categoría de residencia, las especies fueron clasificadas en distintas categorías utilizando información publicada en literatura especializada (Peterson y Chalif, 1989; Howell y Webb, 1995; Sibley, 2000). Las categorías empleadas fueron las siguientes:

Residentes (R). Especies que viven a lo largo de todo el año en una misma región.

Migratorias de Invierno (MI). Especies que se reproducen al Norte del continente y pasan el invierno en México y en el Sur, por lo general en los meses de septiembre y abril.

Migratorias de Verano (MV). Especies que se encuentran en México únicamente durante la temporada de reproducción en verano, por lo general entre marzo y septiembre.

Transitorias (T). Especies que durante la migración se encuentran de paso por México para dirigirse a sus áreas de invernación al Sur en el otoño o hacia sus áreas de reproducción en el Norte durante la primavera.

4. Categoría de endemismo

En lo referente a la categoría de endemismo se utilizan las siguientes clasificaciones:

Endémicas (EN). Especies cuya distribución geográfica se encuentra restringida a los límites políticos de México

Semiendémicas (SE). Incluyen a las especies cuya población completa se distribuye únicamente en México; incluyen a las especies cuya población completa se distribuye únicamente en México durante cierta época del año.

Cuasiendémicas (CE). Son aquellas cuyas áreas de distribución se extienden ligeramente fuera de México hacia algún país vecino debido a la continuidad de los hábitats.

Exóticas (Exo). Aquellas especies que han sido introducidas a un hábitat ajeno al suyo e incluso, introducidas a sitios cuyo rango de distribución no corresponde al original o natural.

ANÀLISIS DE DIVERSIDAD ALFA DE FAUNA SILVESTRE A TRAVÈS DE MÈTODOS ESTADÌSTICOS

La biodiversidad o diversidad biológica se define como "la variabilidad entre las especies de diferentes hábitats, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad intraespecífica, entre especies y ecosistemas". El término comprende, por tanto, diferentes escalas biológicas: desde la variabilidad en el contenido genético de los individuos y las poblaciones, el conjunto de especies que integran grupos funcionales y comunidades completas, hasta el conjunto de comunidades de un paisaje o región (Moreno, 2001).

La estrategia de estudio de la biodiversidad, involucra inventarios intensivos de múltiples taxa relativamente bien conocidos a nivel taxonómico y con abundante información disponible sobre su historia natural. El análisis y síntesis de la información obtenida de estos inventarios debe permitir mostrar una fotografía de la biodiversidad lo más clara y precisa posible pero se debe tener en cuenta que corresponde a una sola fotografía en un momento específico en el tiempo. Sin embargo, para estudiar la biodiversidad se puede considerar y separar en diferentes niveles para obtener información más allá de sólo listados de especies.

La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad determinada y que se considera homogénea, por lo tanto es un nivel "local". La forma más sencilla de estimar el alfa-diversidad de una comunidad concreta es mediante el número (o riqueza) de especies que la componen. Sin embargo, esta medida no tiene en cuenta la uniformidad o equilibrio. En una comunidad dada, generalmente existen pocas especies con un alto grado de dominancia (medida como número de individuos) y muchos individuos con una abundancia relativa baja. Cuanto mayor sea la uniformidad de la comunidad, las distintas especies aparecerán de forma más equilibrada en cuanto a su proporción. Una comunidad será más diversa si, además de poseer un alto número de especies, posee además una alta uniformidad (Villareal *et al*., 2004). Para tener en cuenta tanto la riqueza en especies como la uniformidad, se han elaborado distintos índices.

En la elaboración de análisis estadísticos es común que se presente la necesidad de realizar comparaciones entre las características de dos o más poblaciones, para lograr esto existen diferentes tipos de pruebas que permiten inferir sobre las características de las poblaciones mediante el análisis de datos muestrales. Dichas pruebas pueden clasificarse en varios tipos, entre los que se encuentran las pruebas paramétricas y no paramétricas, siendo estas últimas una alternativa para realizar inferencia sobre características poblacionales cuando no se cumplen los supuestos distribucionales necesarios para el uso de las pruebas paramétricas (consideradas con mayor capacidad para rechazar la hipótesis nula cuando es falsa). Cada una de las pruebas se formula con base en diferentes supuestos, los cuales cuando se tienen tamaños de muestra pequeños, pueden ser difíciles de verificar y al ser violados originan errores en las pruebas que pueden llevar a obtener conclusiones equivocadas.

DIVERSIDAD ALFA (α)

1. Riqueza específica.

- Método paramétrico.
    - Curvas de acumulación de especies (Modelo logarítmico y potencial).

2. Índices de diversidad proporcional.
    - Índice de Simpson.
    - Índice de Shannon-Wiener (H´).
    - Índice de diversidad Verdadera (^{1}D).

DIVERSIDAD ALFA (α)

⇒ **Curvas de acumulación de especies (Modelos logarítmico y potencial)**

Modelos logarítmico y potencial

Modelos matemáticos que se utilizan para predecir la riqueza de especies, dichos modelos corresponden a métodos de estimación que implican calcular los valores de los parámetros de las funciones matemáticas que se utilizan en los modelos de regresión. Dichos valores son constantes dentro del modelo predictivo y se estiman a partir del método de los mínimos cuadrados.

Modelo logarítmico

$$S = \alpha + \beta \log(M)$$

Modelo potencial

$$S = \alpha M^{\beta}$$

S= Riqueza

α= Parámetro

β=Parámetro

M= Muestras

⇒ **Índices de diversidad proporcional**

Índice de Simpson modificado por Pielou Dp

Expresa la probabilidad de extraer de la comunidad dos individuos al azar que sean de la misma especie. Es una medida de dominancia donde las especies comunes tienen mucho peso respecto a las especies raras. Oscila entre 0 (cuando hay únicamente una especie) y 1 (1-1/S).

$$D_p = \sum_{i=1}^{S} \left[\frac{ni\,(ni-1)}{N\,(N-1)} \right]$$

ni= número de individuos de la especie i en la muestra.
N= número total de individuos en la muestra.
S= número total de especies en la muestra.

No obstante, si las comunidades fueran infinitamente grandes jamás se podría capturar más allá de una pequeña fracción de su diversidad. Por ello, Pielou (1969) modificó el índice de Simpson para que sea aplicable a comunidades finitas.

Índice de Shannon-Wiener

Para determinar la biodiversidad de los sitios se utilizó el índice de Shannon-Wiener, el cual refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa (Somarriba, 1999).

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

H = Índice de Shannon-Wiener

Pi = Abundancia relativa

Ln = Logaritmo natural

Índice de diversidad verdadera (1D)

El índice de diversidad verdadera muestra el grado de diversidad de un sitio determinado, considerando el número de especies (riqueza) y el número de individuos de cada especie (abundancia). El índice de diversidad verdadera de orden 1 (1D), se obtiene mediante el exponencial del índice de entropía de Shannon-Wiener.

$$^{1}D = \text{Exp}(H') = exp\left[\sum_{n=1}^{S} Pi * \ln Pi\right]$$

^{1}D = Índice de diversidad verdadera de orden 1
H´ = Índice de Shannon-Wiener
exp = exponencial.
S = Número total de especies
Pi= Abundancia relativa de la i- ésima especie
ln = Logaritmo natural

Para realizar algunos de los métodos estadísticos antes mencionados se recurrió al empleo de algunos softwares que permitan el cálculo de los mismos, uno de ellos es Estimates (Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples) y Past 3.01.

DISEÑO DE MUESTREO EN EL ÀREA DEL PROYECTO (AP), ÀREA DE INFLUENCIA (AI) Y SISTEMA AMBIENTAL (SA)

Ubicación de los puntos de conteo y transectos

Con la finalidad de detección de al menos el 85% de las especies presentes en el área, se realizó un diseño de muestreo que permita conocer la composición específica del AP. Como se mencionó previamente, el muestreo se llevó a cabo mediante el establecimiento de puntos de conteo (avifauna) y transectos (mastofauna y herpetofauna).

Se establecieron en el AP 6 puntos de conteo con un radio de 10 m cada uno y dos transectos con una longitud de 300 m por 10 m de ancho. Los puntos de conteo y transectos del AP se establecieron de manera dirigida, es decir, en áreas susceptibles a una mayor congregación de especies. A continuación, se muestra la ubicación de los transectos y puntos de conteo establecidos:

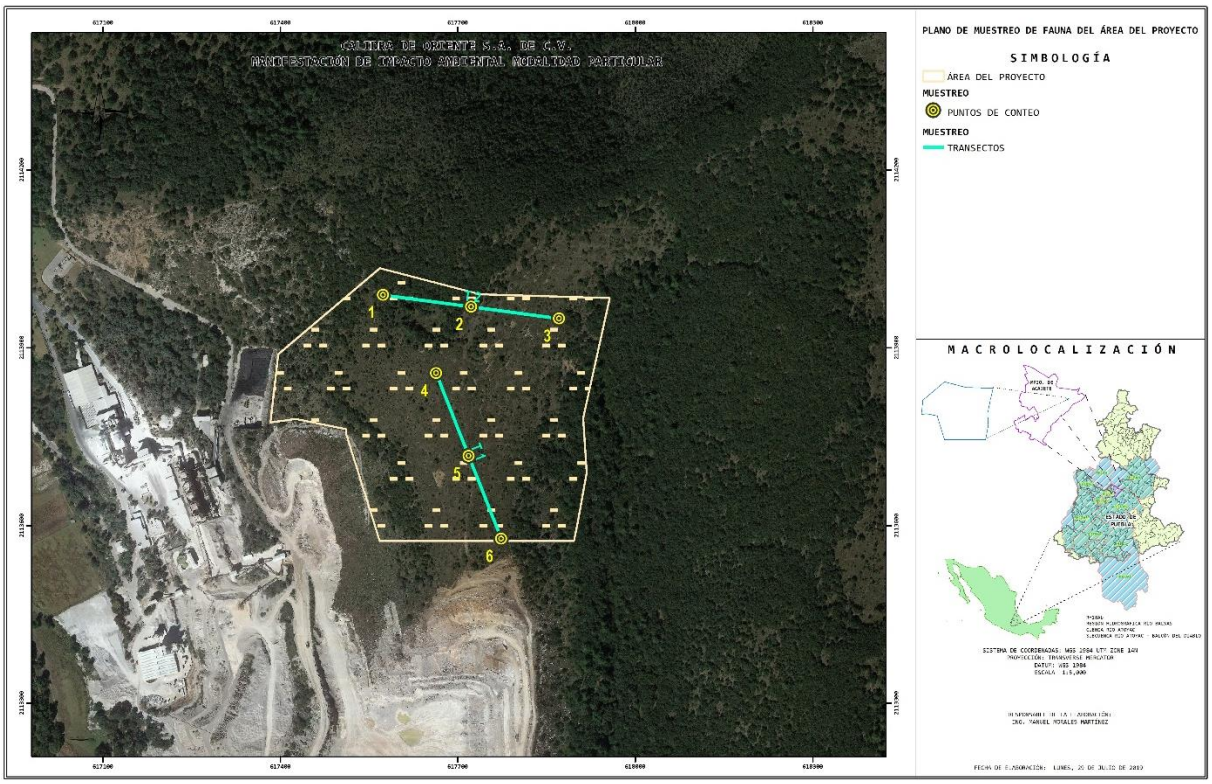


Figura IV.164. ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.Ubicación de los puntos de conteo y transectos establecidos en el área del proyecto.

Para el caso del AI y del SA, sobre todo del SA, se trató de cubrir la mayor área de muestreo posible. Se establecieron 12 puntos de conteo y 4 transectos en el AP, mientras que en el SA se tuvieron 18 puntos de conteo y 6 transectos. Tanto los puntos de conteo y los transectos fueron de las mismas dimensiones en el AP pero a diferencia de esos, estos fueron ubicados al azar. A continuación, se muestra la ubicación de los transectos y puntos de conteo establecidos:

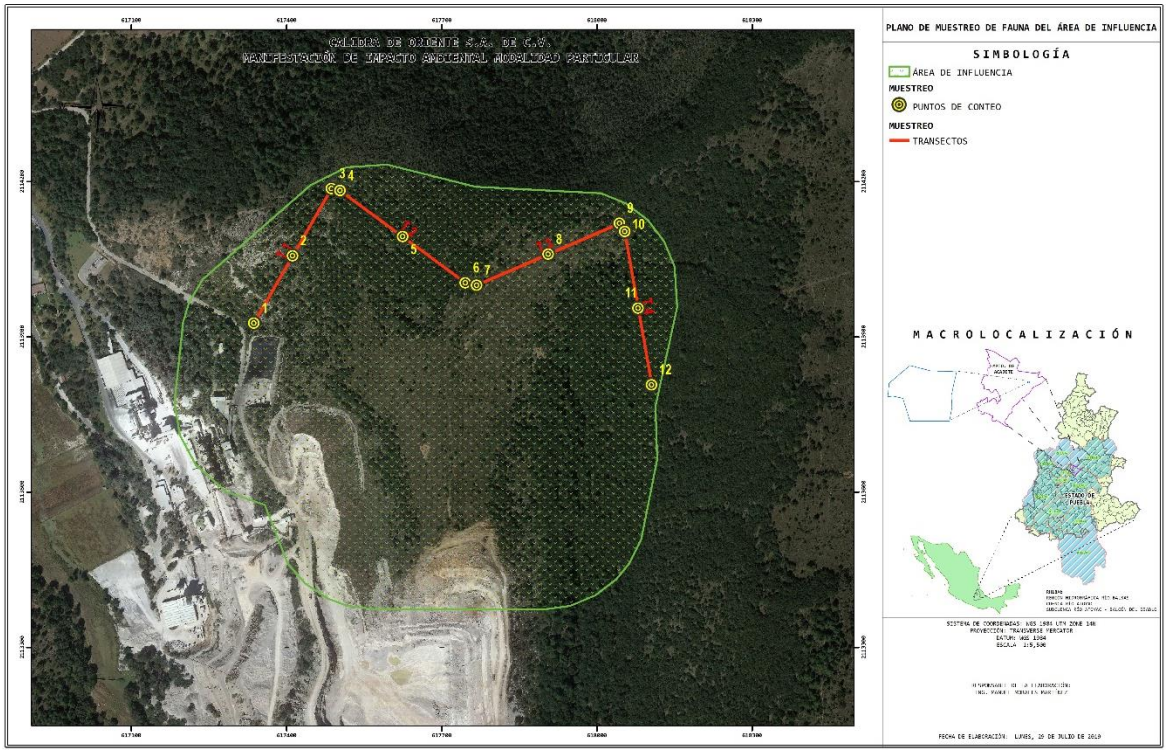


Figura IV.165. Ubicación de los puntos de conteo y transectos establecidos en el área de influencia.

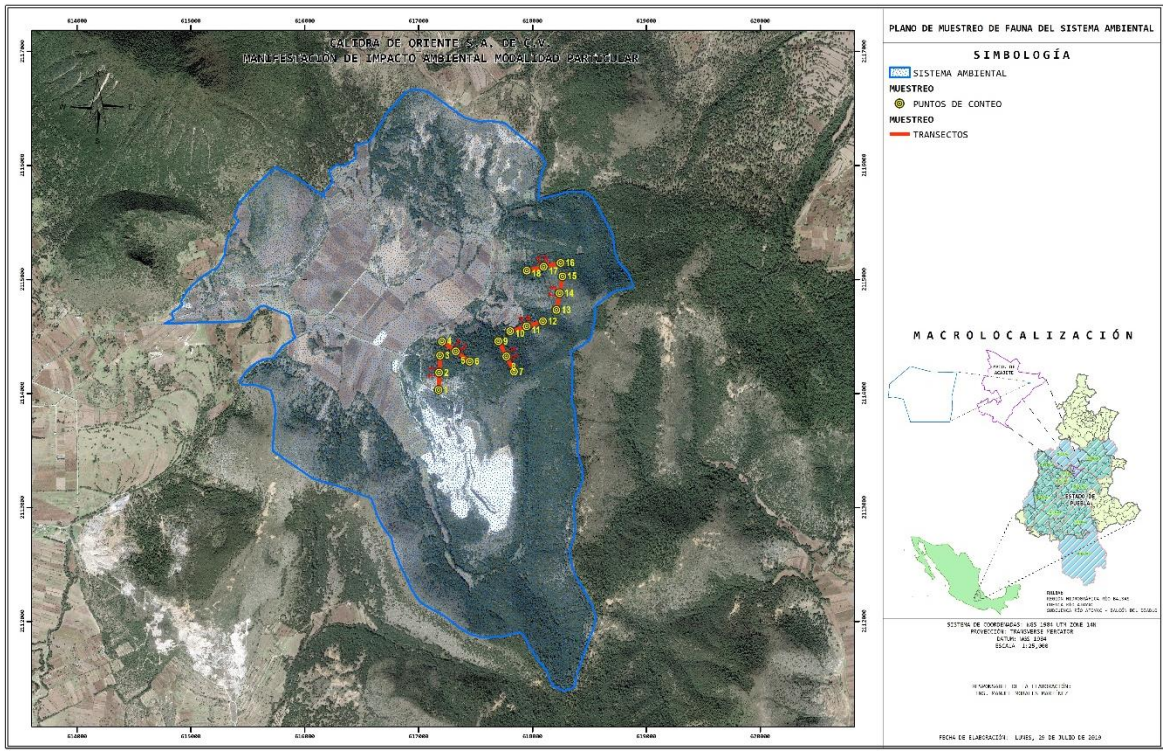


Figura IV.166. Ubicación de los puntos de conteo y transectos establecidos en el sistema ambiental.

Condiciones y coordenadas de los puntos de conteo y transectos

A continuación, se muestra la descripción de cada uno de los puntos de conteo y transectos establecidos, así como sus coordenadas.

Cuadro IV.160. Coordenadas UTM y descripción de las condiciones ambientales de los puntos de conteo establecidos en el área del proyecto.

Condiciones de vegetación	Punto de conteo	Coordenadas UTM	
		X	Y
Predominancia de encino, con arbolado moderadamente denso	1	617574.04	2113988.99
	2	617722.72	2113969.10
	3	617871.39	2113949.20
Predominancia de zacatones con magueyes y arbolado disperso	4	617663.71	2113856.71
	5	617718.69	2113717.14
	6	617773.66	2113577.58

Cuadro IV.161. Coordenadas UTM y descripción de las condiciones ambientales de los transectos establecidos en el área del proyecto.

Coordenadas UTM y condiciones presentes							
Condiciones de vegetación	Transecto	Inicio		Medio		Fin	
		X	Y	X	Y	X	Y
Predominancia de zacatones con magueyes y arbolado disperso	1	617574.04	2113988.99	617722.72	2113969.10	617871.39	2113949.20
Predominancia de encino, con arbolado moderadamente denso	2	617663.71	2113856.71	617718.69	2113717.14	617773.66	2113577.58

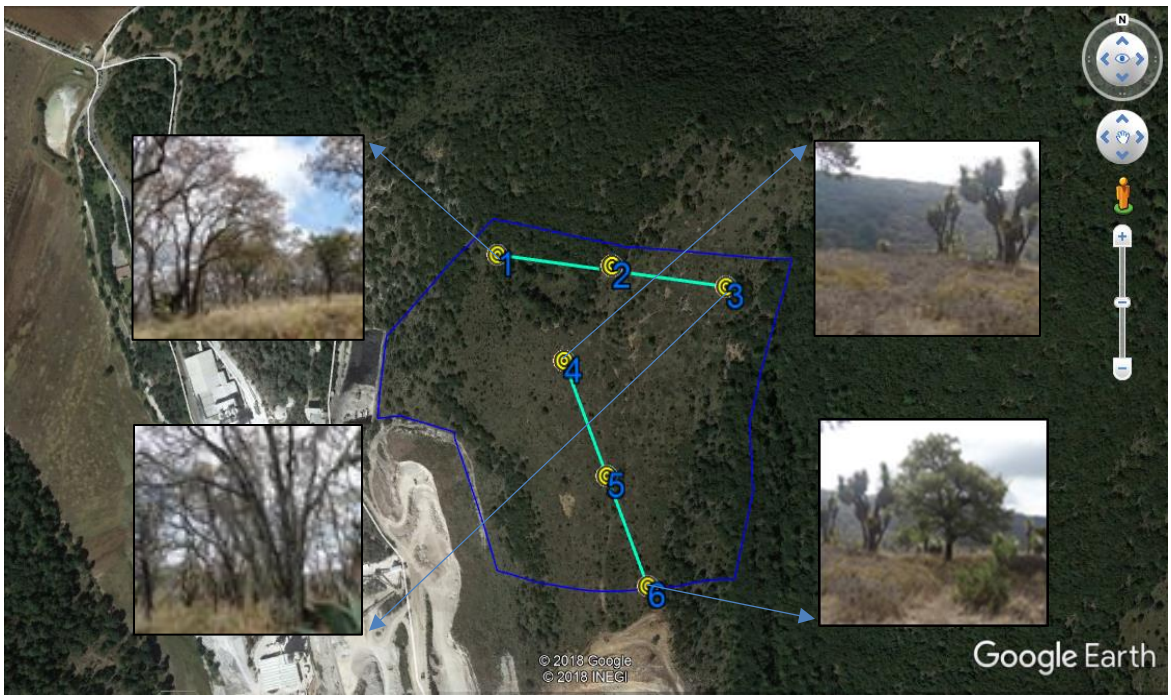


Figura IV.167. ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.Condiciones ambientales en el área del proyecto.

Cuadro IV.162. Coordenadas UTM y descripción de las condiciones ambientales de los puntos de conteo establecidos en el área de influencia.

Condiciones de vegetación	Punto de conteo	Coordenadas UTM	
		X	Y
Predominancia de encino, con arbolado escaso	1	617337	2113926
	2	617412	2114056
	3	617487	2114186
Predominancia de encino, con arbolado moderadamente denso	4	617504	2114182
	5	617625	2114093
	6	617746	2114004
Predominancia de zacatones con magueyes y arbolado escaso	7	617768	2113999
	8	617906	2114059
	9	618044	2114119
Predominancia de encino, con arbolado moderadamente denso	10	618054	2114103
	11	618080	2113955
	12	618106	2113807

Cuadro IV.163. Coordenadas UTM y descripción de las condiciones ambientales de los transectos establecidos en el área de influencia.

Coordenadas UTM y condiciones presentes							
Condiciones de vegetación	Transecto	Inicio		Medio		Fin	
		X	Y	X	Y	X	Y
Predominancia de encino, con arbolado escaso	1	617337	2113926	617412	2114056	617487	2114186
Predominancia de encino, con arbolado moderadamente denso	2	617504	2114182	617625	2114093	617746	2114004
Predominancia de zacatones con magueyes y arbolado escaso	3	617768	2113999	617906	2114059	618044	2114119
Predominancia de encino, con arbolado moderadamente denso	4	618054	2114103	618080	2113955	618106	2113807

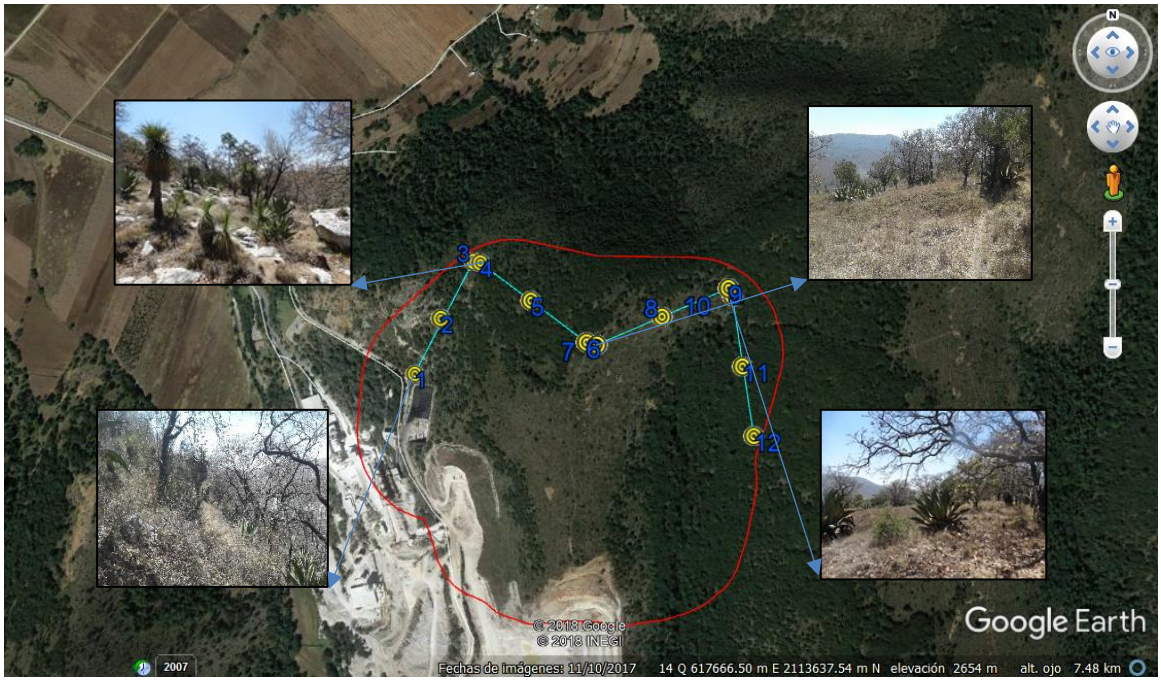


Figura IV.168. ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.Condiciones ambientales en el área de influencia.

Cuadro IV.164. Coordenadas UTM y descripción de las condiciones ambientales de los puntos de conteo establecidos en el sistema ambiental.

Condiciones de vegetación	Punto de conteo	Coordenadas UTM	
		X	Y
Predominancia de zacatones con magueyes y arbolado escaso	1	617177	2114030
	2	617183	2114182
	3	617190	2114333
Predominancia de encino, con arbolado moderadamente denso	4	617207	2114456
	5	617329	2114368
	6	617451	2114281
Predominancia de encino, con arbolado moderadamente denso	7	617841	2114191
	8	617773	2114325
	9	617704	2114458
Predominancia de encino, con arbolado moderadamente denso	10	617807	2114546
	11	617951	2114590
	12	618094	2114634
Predominancia de encino, con arbolado escaso	13	618214	2114732
	14	618240	2114880
	15	618266	2115028
Predominancia de encino, con arbolado moderadamente denso	16	618249	2115145
	17	618101	2115111

Condiciones de vegetación	Punto de conteo	Coordenadas UTM	
		X	Y
	18	617952	2115078

Cuadro IV.165. Coordenadas UTM y descripción de las condiciones ambientales de los transectos establecidos en el sistema ambiental.

Coordenadas UTM y condiciones presentes							
Condiciones de vegetación	Transecto	Inicio		Medio		Fin	
		X	Y	X	Y	X	Y
Predominancia de zacatones con magueyes y arbolado escaso	1	617177	2114030	617183	2114182	617190	2114333
Predominancia de encino, con arbolado moderadamente denso	2	617207	2114456	617329	2114368	617451	2114281
Predominancia de encino, con arbolado moderadamente denso	3	617841	2114191	617773	2114325	617704	2114458
Predominancia de encino, con arbolado moderadamente denso	4	617807	2114546	617951	2114590	618094	2114634
Predominancia de encino, con arbolado escaso	5	618214	2114732	618240	2114880	618266	2115028
Predominancia de encino, con arbolado moderadamente denso	6	618249	2115145	618101	2115111	617952	2115078

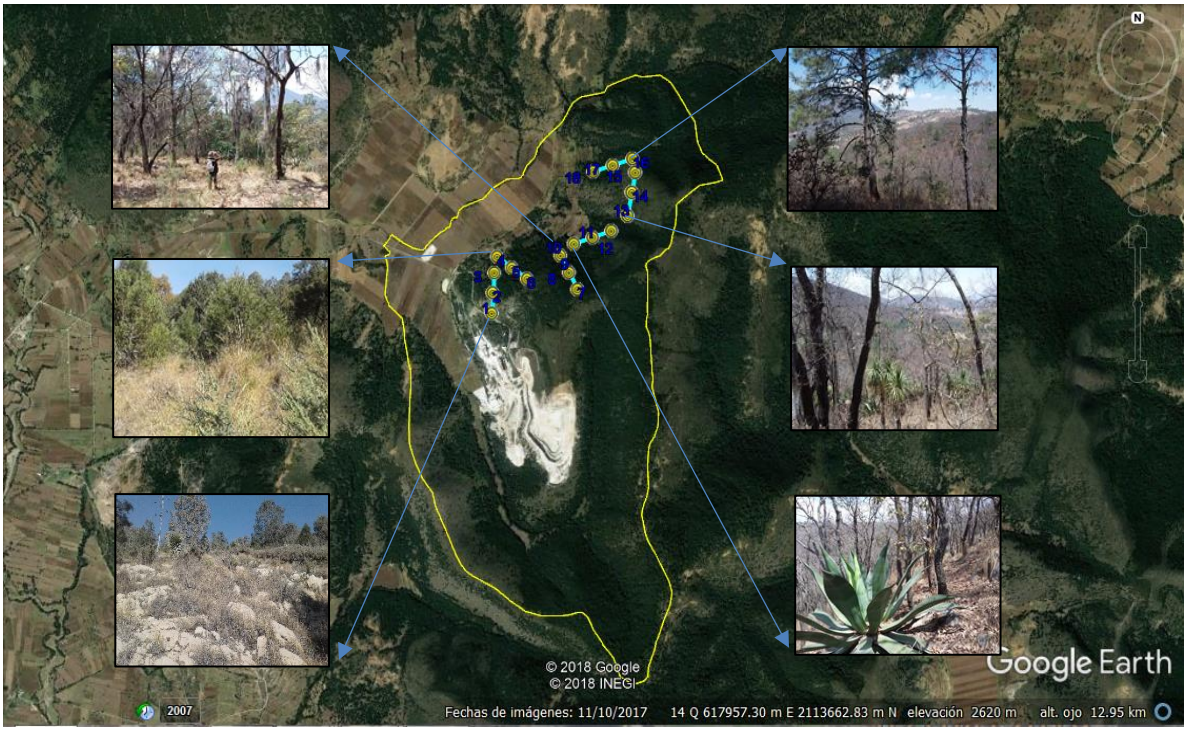


Figura IV.169. ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.Condiciones ambientales en el sistema ambiental.

ANÁLISIS DEL ÀREA DEL PROYECTO
AVIFAUNA

A. LISTADO DE ESPECIES

A continuación se muestra el listado de especies de avifauna que se registró durante el muestreo realizado, conteniendo también algunos atributos de tales especies:

Cuadro IV.166. Listado de especies de avifauna en el área del proyecto. SC (Sin Categoría), R (Residente), T (Transitoria), MI (Migratoria de Invierno), MV (Migratoria de verano), EN (Endémico), NE (No Endémico), SE (Semiendémico), G (Granívoro), I (Insectívoro), F (Frugívoro).

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Tendencia poblacional	Estatus residencia	Endemismo	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	No. registros
1	Troglodytidae	*Campylorhynchus gularis*	Matraca serrana	SC	Estable	R	**EN**	Común	Solitaria	G-I	2
2	Columbidae	*Columbina inca*	Tórtola	SC	Creciente	R	NE	Abundante	Gregaria	G	2
3	Tyrannidae	*Contopus cooperi*	Pibí boreal	SC	Decreciente	T, MI, MV	NE	Ocasional	Solitaria	I	3
4	Tyrannidae	*Contopus pertinax*	Pibí tengofrío	SC	Decreciente	R	NE	Común	Solitaria	I	2
5	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Carpodaco mexicano	SC	Creciente	R	NE	Abundante	Solitaria	G-F	2
6	Icteridae	*Icterus abeillei*	Calandria	SC	Estable	R	NE	Ocasional	Solitaria	G-I	2
7	Picidae	*Picoides scalaris*	Carpintero mexicano	SC	Estable	R	NE	Abundante	Gregaria	I-F	2
8	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle	SC	Estable	R, MI	NE	Abundante	Solitaria	G	2
9	Tyrannidae	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas cenizo	SC	Creciente	MV, MI, R,	NE	Abundante	Solitaria	I	4
10	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	SC	Creciente	MI, R	NE	Común	Solitaria	I	2
11	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	SC	Estable	R	NE	Común	Solitaria	I	3
12	Parulidae	*Setophaga americana*	Chipe pecho manchado	SC	Estable	R, MV, MI	**SE**	Abundante	Solitaria	I	2
13	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguero dominico	SC	Decreciente	R	NE	Común	Solitaria	G	2
14	Emberizidae	*Spizella pallida*	Gorrión palido	SC	Decreciente	MI	**SE**	Común	Solitaria	G-I	2
15	Emberizidae	*Spizella passerina*	Gorrión	SC	Creciente	R, MI	NE	Común	Solitaria	G-I	3
16	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina aliaserrada	SC	Decreciente	R, MI	NE	Abundante	Gregaria	I	1
17	Tyrannidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso	SC	Creciente	R, MV, MI	**SE**	Poco común	Gregaria	F-I	2
18	Tyrannidae	*Tyrannus vociferans*	Tirano gritón	SC	Estable	R, MI	**SE**	Abundante	Gregaria	F-I	3
Total											**41**

Se registraron 18 especies de avifauna y 41 individuos; de las especies presentes, ninguna se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por otro lado, en lo referente a la tendencia poblacional el 72.22% de las especies presenta una tendencia poblacional favorable. En cuanto al estatus de residencia, solamente 5 especies presentan un estatus, ya que el resto de las especies no es endémica. Además, se puede observar que el 72.22% de las especies son solitarias, es decir, que suelen encontrarse en parejas o en parvadas únicamente cuando se encuentran dentro de la época reproductiva.

Por otro lado, se determinó la abundancia de las especies en el área utilizando cuatro categorías: 1) Abundante (especie ampliamente representada en el área con un número elevado de individuos), 2) Común (especie representada medianamente en el área, con un número regular de individuos), 3) Poco común (especie representada en el área por un número reducido de individuos), 4) Rara (especie cuya presencia en el área es muy esporádica, es decir, muy poco observada) y 5) Ocasional (escasamente observada, o cuya presencia en el área es transitoria). De esta manera se estimó que el 44.44% de las especies son abundantes en el área, en contraste con el 11.11% de las especies ocasionales, es decir, su avistamiento es muy poco común.

B. MATRÍZ DE ABUNDANCIA Y RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.167. Matriz de abundancia y riqueza específica de las especies de avifauna en el área del proyecto.

MATRÍZ DE ABUNDANCIA								
ID	ESPECIE	VEG. A			VEG. B			ni
		PC01	PC02	PC03	PC04	PC05	PC06	
1	*Campylorhynchus gularis*	1	0	0	0	0	1	2
2	*Columbina inca*	0	0	0	2	0	0	2
3	*Contopus cooperi*	2	0	1	0	0	0	3
4	*Contopus pertinax*	0	2	0	0	0	0	2
5	*Haemorhous mexicanus*	0	0	0	2	0	0	2
6	*Icterus abeillei*	0	0	0	1	0	1	2
7	*Picoides scalaris*	0	0	0	2	0	0	2
8	*Mimus polyglottos*	0	1	0	0	1	0	2
9	*Myiarchus cinerascens*	0	2	0	0	1	1	4
10	*Polioptila caerulea*	0	0	2	0	0	0	2
11	*Psaltriparus minimus*	0	0	0	1	1	1	3
12	*Setophaga americana*	0	0	0	0	1	1	2
13	*Spinus psaltria*	0	0	0	0	2	0	2
14	*Spizella pallida*	0	0	1	0	0	1	2
15	*Spizella passerina*	2	1	0	0	0	0	3
16	*Stelgidopteryx serripennis*	0	1	0	0	0	0	1
17	*Tyrannus crassirostris*	0	0	1	0	0	1	2
18	*Tyrannus vociferans*	1	0	2	0	0	0	3
N		**4**	**5**	**5**	**5**	**5**	**7**	**41**
Riqueza (S)								**5.17**
Desviación estándar								**0.98**
Max ni								**4**
Dominancia (D)								**0.10**

La riqueza específica de avifauna fue determinada por muestra, es decir, por punto de conteo. De tal manera que se obtuvo un promedio de riqueza específica de aves en los 6 puntos de conteo establecidos de 5.17 especies de aves por punto de conteo. Por otro lado, de acuerdo a los valores máximos del número de individuos de cada una de las especies de avifauna registradas se obtuvo el nivel de dominancia, el cual indica que existe una probabilidad de dominancia del 10%. A continuación se muestra la distribución de las especies de avifauna en cada uno de los puntos de conteo en el cual fueron registradas en el AP.

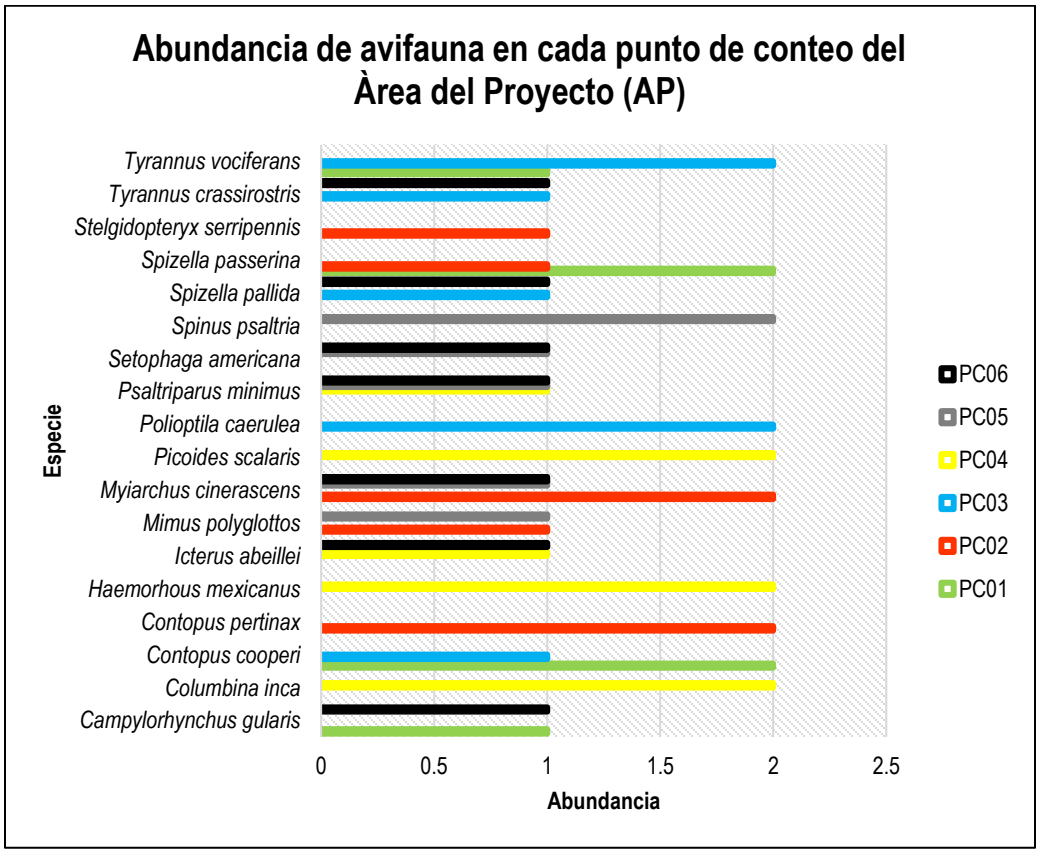


Figura IV.170. Distribución de las especies de avifauna registradas en cada uno de los puntos de conteo en el área del proyecto.

C. RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.168. Riqueza específica de la avifauna registrada en el área proyecto.

Familias	Géneros	Especies
12	15	18

Se registraron 12 familias de avifauna, de las cuales la mejor representada corresponde a la familia Tyrannidae.

D. CURVAS DE ACUMULACIÒN DE ESPECIES

Cuadro IV.169. Especies acumuladas de avifauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos.

Punto de conteo	Especies acumuladas
1	4
2	8
3	11
4	16

Punto de conteo	Especies acumuladas
5	18
6	18

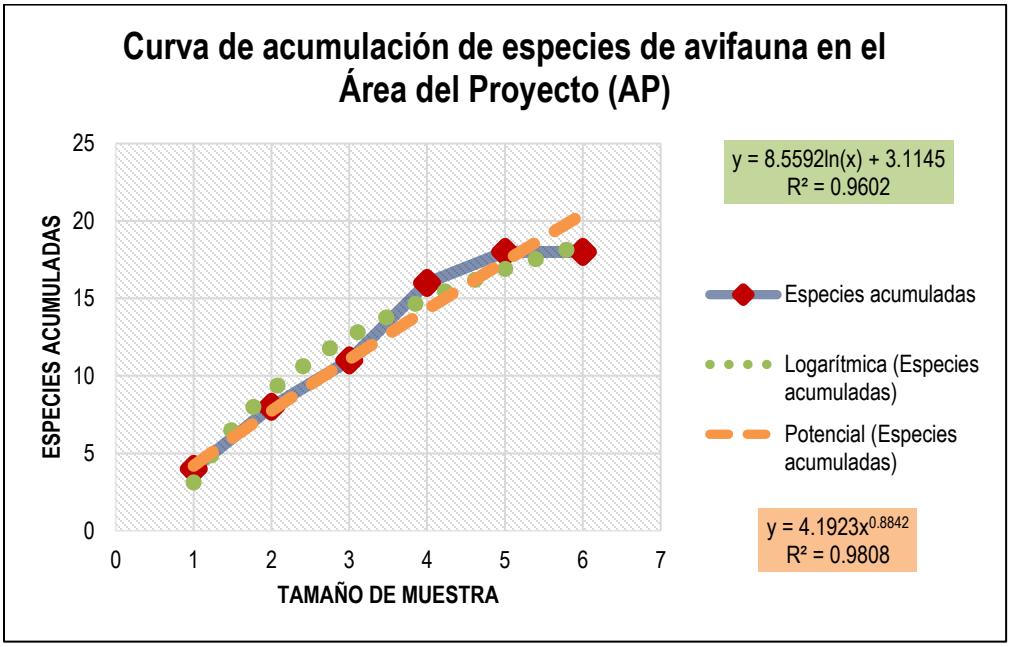


Figura IV.171. Curva de acumulación de especies de avifauna con un modelo potencial y logarítmico.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la curva que se muestra previamente, el modelo potencial es el que mejor se ajusta, por lo tanto, el cálculo para obtener el número de especies que se encuentran estadísticamente en el AP se realizará con dicha ecuación:

Cuadro IV.170. Riqueza específica de avifauna de acuerdo al modelo potencial.

Modelo potencial			
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
6	4.1923	0.8842	20

El modelo potencial arroja como resultado una riqueza específica de 20 especies de avifauna en el AP. Esto indica que se registraron el 90% de las especies que se encuentran estadísticamente presentes, ya que en el muestreo realizado se registraron 18 especies, por lo tanto, las dos especies adicionales se pueden atribuir a migratorias, cuya estacionalidad condiciona su presencia en etapas específicas del año.

E. DIVERSIDAD PROPORCIONAL

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.171. Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna registrada en el área del proyecto.

ÍNDICE DE SIMPSON MODIFICADO POR PIELOU (Dp)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**ni-1**	**ni (ni-1)**	**ni (ni-1) /N (N-1)**
1	Troglodytidae	*Campylorhynchus gularis*	Matraca serrana	2	1	2	0.0012
2	Columbidae	*Columbina inca*	Tórtola	2	1	2	0.0012
3	Tyrannidae	*Contopus cooperi*	Pibí boreal	3	2	6	0.0037

ÍNDICE DE SIMPSON MODIFICADO POR PIELOU (Dp)							
ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	n	ni-1	ni (ni-1)	ni (ni-1) /N (N-1)
4	Tyrannidae	*Contopus pertinax*	Pibí tengofrío	2	1	2	0.0012
5	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Carpodaco mexicano	2	1	2	0.0012
6	Icteridae	*Icterus abeillei*	Calandria	2	1	2	0.0012
7	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle	2	1	2	0.0012
8	Tyrannidae	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas cenizo	4	3	12	0.0073
9	Picidae	*Picoides scalaris*	Carpintero mexicano	2	1	2	0.0012
10	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	2	1	2	0.0012
11	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	3	2	6	0.0037
12	Parulidae	*Setophaga americana*	Chipe pecho manchado	2	1	2	0.0012
13	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguero dominico	2	1	2	0.0012
14	Emberizidae	*Spizella pallida*	Gorrión palido	2	1	2	0.0012
15	Emberizidae	*Spizella passerina*	Gorrión	3	2	6	0.0037
16	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina aliaserrada	1	0	0	0.0000
17	Tyrannidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso	2	1	2	0.0012
18	Tyrannidae	*Tyrannus vociferans*	Tirano gritón	3	2	6	0.0037
N							**41**
N (N-1)							**1640**
Dp							**0.04**
1-Dp							**0.96**

De acuerdo al valor del índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna presente en el AP, existe un 4% de probabilidad de que dos individuos de tal sitio correspondan a la misma especie de ave. Al mismo tiempo, el valor del inverso de dicho índice nos indica que existe una probabilidad del 96% de que dos individuos sean de diferentes especies. Por lo tanto, la probabilidad de que dichos individuos sean de distinta especie es mayor, lo cual significa que existe una gran diversidad de avifauna en el AP.

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.172. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de avifauna registradas en el área del proyecto.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	n	p(i) = n/N	Abundancia relativa (%)	pi (ln (pi))*-1
1	Troglodytidae	*Campylorhynchus gularis*	Matraca serrana	2	0.0488	4.8780	0.1473
2	Columbidae	*Columbina inca*	Tórtola	2	0.0488	4.8780	0.1473
3	Tyrannidae	*Contopus cooperi*	Pibí boreal	3	0.0732	7.3171	0.1913
4	Trochilidae	*Eugenes fulgens*	Chupaflor coronimorado	2	0.0488	4.8780	0.1473
5	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Carpodaco mexicano	2	0.0488	4.8780	0.1473
6	Icteridae	*Icterus abeillei*	Calandria	2	0.0488	4.8780	0.1473
7	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle	2	0.0488	4.8780	0.1473
8	Tyrannidae	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas cenizo	4	0.0976	9.7561	0.2271
9	Picidae	*Picoides scalaris*	Carpintero mexicano	2	0.0488	4.8780	0.1473
10	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	2	0.0488	4.8780	0.1473

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
11	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	3	0.0732	7.3171	0.1913
12	Parulidae	*Setophaga americana*	Chipe pecho manchado	2	0.0488	4.8780	0.1473
13	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguero dominico	2	0.0488	4.8780	0.1473
14	Emberizidae	*Spizella pallida*	Gorrión palido	2	0.0488	4.8780	0.1473
15	Emberizidae	*Spizella passerina*	Gorrión	3	0.0732	7.3171	0.1913
16	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina aliaserrada	1	0.0244	2.4390	0.0906
17	Tyrannidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso	2	0.0488	4.8780	0.1473
18	Tyrannidae	*Tyrannus vociferans*	Tirano gritón	3	0.0732	7.3171	0.1913
18	**Total**			**41**	**1**	**100**	**2.85**
I. Shannon (H´)							**2.85**
H´ max = Ln S							**2.89**
JH´= H/Hmax							**0.99**

El índice de Shannon-Wiener puede interpretarse como la cantidad de información (avifauna) contenida en una unidad de la naturaleza (área del proyecto). Por lo tanto, se puede concluir que si se toma una muestra al azar de las 18 especies de avifauna registradas en el AP, dicha especie corresponderá a *Myiarchus cinerascens* ya que es la especie con el valor más alto correspondiente a H´.

F. DIVERSIDAD VERDADERA

Cuadro IV.173. Índice de diversidad verdadera de la avifauna presente en el área del proyecto.

Métrica	n
S (Riqueza específica)	18
Abundancia	41
I. Shannon – Wiener (H´)	2.85
^{1}D	**17.31**

El AP presenta un número efectivo de especies de avifauna de 17.31, lo cual indica un estatus de diversidad alto, ya que se presentaron 18 especies con una abundancia considerablemente homogénea entre las mismas.

MASTOFAUNA

A. LISTADO DE ESPECIES

Debido a que la mayoría de las especies de mastofauna registradas fueron identificadas a través de evidencias indirectas, se empleará una metodología que permita tomar los datos de dichas evidencias y convertirlos a una densidad real de individuos.

Método de conteo de grupos fecales

El método de conteo de grupos fecales se usa como un índice de abundancia modelado en relación a la densidad de grupos fecales encontrados y la frecuencia de aparición. Dicho método ha sido propuesto para estimar la densidad poblacional, el supuesto general subyace en que la acumulación de los grupos

fecales está relacionada con la densidad poblacional y toma como base la producción diaria de grupos fecales por individuo (González-Romero, 2011). Para convertir el número de excretas a densidad de especies se utiliza el siguiente algoritmo:

$$D_{ind/ha} = (NP)\,(PG) / (TP\,(TD))$$

Donde:

NP es el número de parcelas por hectárea,

PG es la proporción de grupos fecales por parcela,

TP es el tiempo de depósito (en días) de las excretas y

TD es la tasa de defecación de la especies en cuestión (491 pellets para conejos y 547 para liebres).

Para poder aplicar la fórmula anterior, se contempló la cantidad de grupos fecales/excretas obtenidos del recorrido total del transecto (0.3 ha); así mismo se consideró la tasa de defecación total recomendada por la literatura y se ajustó a la superficie del transecto. Posteriormente, se calculó la densidad de individuos por área muestreada. Cabe mencionar, que el factor tiempo no se consideró, ya que se trató de calcular a los individuos respecto a un día, por lo que en campo, solo se consideraron las excretas más recientes.

A continuación, se muestran los datos de defecación y resultados de la densidad de individuos del área muestreada en mamíferos.

Cuadro IV.174. Cálculo de la densidad de individuos de mastofauna de las especies rastreadas en el área del proyecto.

Transecto	Familia	Nombre científico	Nombre común	Pastillas fecales/excretas por área muestreada	Tasa de defecación por área muestreada	Densidad de individuos por área muestreada
1	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	370	147.3	3
1	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo	100	147.3	1
2	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo	80	147.3	1
2	Leporidae	*Lepus callotis*	Liebre	415	164.1	3
2	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo	380	147.3	3
Total						**11**

En general, los lepóridos presentan una tasa de defecación similar pero la de las liebres es mayor que la de los conejos.

Es importante mencionar que la tasa de defecación de las especies varía de acuerdo al área en la cual se encuentran, la presión ambiental a la que se encuentran sujetas y la disponibilidad de recursos (Mandujano-Rodríguez, 2011) pero en este caso se tomó justamente la reportada por González-Romero (2011).

A continuación se presentan los individuos finales de mastofauna encontrados en el AP y sus características.

Cuadro IV.175. Listado de especies de mastofauna en el área del proyecto. SC (Sin categoría).

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Tendencia poblacional	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Porcentaje de ocurrencia	Abundancia	Importancia ecológica	Sociabilidad	Alimentación	No. registros
1	Leporidae	*Lepus callotis*	Liebre de flancos blancos	Creciente	SC	71.00%	Común	Equilibrio ecológico	Parejas	Herbívoro	3
2	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	Creciente	SC	77.00%	Abundante	Equilibrio ecológico	Solitario (crepuscular)	Herbívoro	3
3	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo mexicano	Creciente	SC	82.00%	Abundante	Equilibrio ecológico	Solitario (crepuscular)	Herbívoro	1
4	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	Creciente	SC	90.00%	Abundante	Equilibrio ecológico	Solitario (crepuscular)	Herbívoro	4
TOTAL											**11**

Se registraron 11 individuos y 4 especies de mastofauna, de las cuales ninguna se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en alguna categoría de riesgo. En lo referente a la tendencia poblacional proporcionada por la IUCN, todas las especies presentan poblaciones crecientes, lo cual se refleja en el porcentaje de abundancia y categoría de las mismas, ya que las cuatro especies son características del área.

Por otro lado, a pesar de que corresponden a especies abundantes y con una amplia capacidad reproductiva, tales lepóridos suelen desplazarse de manera solitaria y agruparse únicamente en la etapa reproductiva.

B. MATRIZ DE ABUNDANCIA Y RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.176 Matriz de abundancia y riqueza específica de las especies de mastofauna en el área del proyecto.

ID	ESPECIE	MATRÍZ DE ABUNDANCIA		
		T1	T2	ni
1	*Lepus callotis*	0	3	3
2	*Sylvilagus audubonii*	3	0	3
3	*Sylvilagus cunicularius*	0	1	1
4	*Sylvilagus floridanus*	1	3	4
N		**2**	**3**	**11**
Riqueza (S)				**2.50**
Desviación estándar				**0.71**
Max ni				**4**
Dominancia (D)				**0.36**

La riqueza específica de mastofauna fue determinada por muestra, es decir, por transecto. De tal manera que se obtuvo un promedio de riqueza específica de mamíferos en los 2 transectos establecidos de 2.50 especies de mastofauna por transecto. Por otro lado, de acuerdo a los valores máximos del número de individuos de cada una de las especies de mastofauna registradas se obtuvo el nivel de dominancia, el cual indica que existe una probabilidad de dominancia del 36%. A continuación se muestra la distribución de las especies de mastofauna en cada uno de los transectos en el cual fueron registradas.

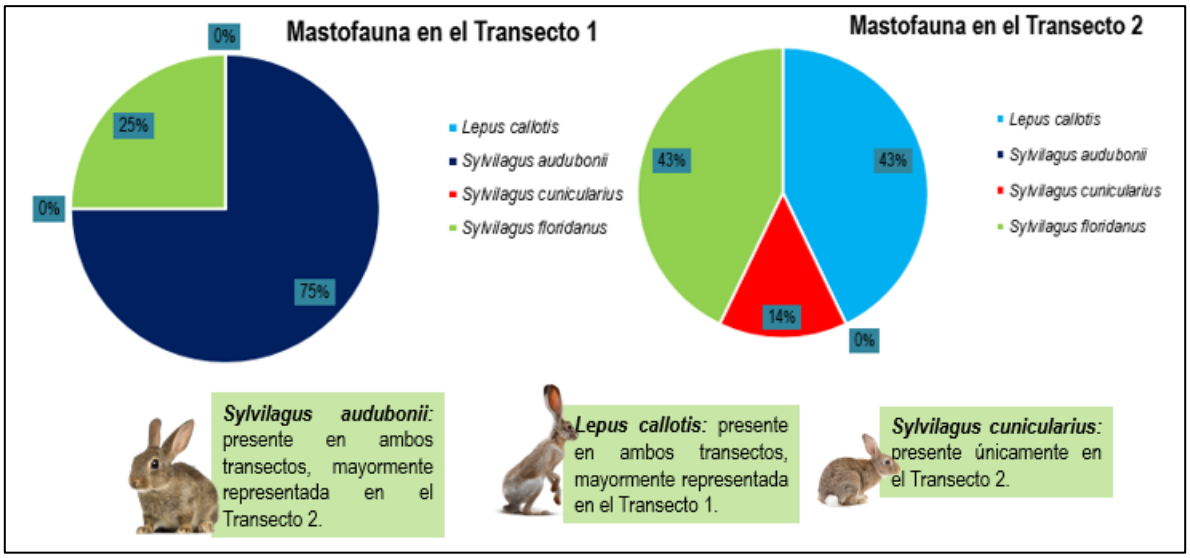


Figura IV.172. Mastofauna registrada en los dos transectos establecidos en el área del proyecto.

C. RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.177. Riqueza específica de la mastofauna en el área del proyecto.

Familias	Géneros	Especies
1	2	4

Se registró únicamente una familia de mastofauna, la cual se encuentra representada por cuatro especies.

D. DIVERSIDAD PROPORCIONAL

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.178. Índice de Simpson modificado por Pielou para la mastofauna registrada en el área del proyecto.

ÍNDICE DE SIMPSON MODIFICADO POR PIELOU (Dp)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**ni-1**	**ni (ni-1)**	**ni (ni-1) /N (N-1)**
1	Leporidae	*Lepus callotis*	Liebre de flancos blancos	3	2	6	0.0545
2	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	3	2	6	0.0545
3	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo mexicano	1	0	0	0.0000
4	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	4	3	12	0.1091
N							**11**
N (N-1)							**110**
Dp							**0.22**
1-Dp							**0.78**

De acuerdo al valor del índice de Simpson modificado por Pielou para la mastofauna presente en el AP, existe un 22% de probabilidad de que dos individuos de tal sitio correspondan a la misma especie de mamífero. Al mismo tiempo, el valor del inverso de dicho índice nos indica que existe una probabilidad del 78% de que dos individuos sean de diferentes especies. Por lo tanto, la probabilidad de que dichos individuos sean de distinta especie es mayor, lo cual significa que existe una gran diversidad de mastofauna en el AP.

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.179. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de mastofauna registradas en el área del proyecto.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Leporidae	*Lepus callotis*	Liebre de flancos blancos	3	0.2727	27.2727	0.3543
2	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	3	0.2727	27.2727	0.3543
3	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo mexicano	1	0.0909	9.0909	0.2180
4	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	4	0.3636	36.3636	0.3679
4	**Total**			**11**	**1**	**100**	**1.29**
I. Shannon (H´)							**1.29**
H´ max = Ln S							**1.39**
JH´= H/Hmax							**0.93**

El índice de Shannon-Wiener puede interpretarse como la cantidad de información (mastofauna) contenida en una unidad de la naturaleza (área del proyecto). Por lo tanto, se puede concluir que si se toma una muestra al azar de las 4 especies de mastofauna registradas en el AP, dicha especie corresponderá a *Sylvilagus floridanus* ya que es la especie con el valor más alto correspondiente a H´.

E. DIVERSIDAD VERDADERA

Cuadro IV.180. Índice de diversidad verdadera de la mastofauna presente en el área del proyecto.

Métrica	n
S (Riqueza específica)	4
Abundancia	11
I. Shannon – Wiener (H´)	1.29
^{1}D	**3.65**

El AP presenta un número efectivo de especies de mastofauna de 3.65, lo cual indica un estatus de diversidad alto, ya que se presentaron 4 especies con una abundancia considerablemente homogénea entre las mismas.

HERPETOFAUNA

A. LISTADO DE ESPECIES

A continuación se muestra el listado de especies de herpetofauna que se registraron durante el muestreo realizado en los dos transectos establecidos en el AP.

Cuadro IV.181. Listado de especies de herpetofauna registradas en el área del proyecto. SC (Sin categoría).

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Tendencia poblacional	Importancia ecológica	Porcentaje de ocurrencia	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	No. registros
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus dugesii*	Lagartija	SC	Decreciente	Equilibrio ecológico	80.00%	Abundante	Solitario	Insectívoro	4
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija	SC	Estable	Equilibrio ecológico	79.00%	Abundante	Solitario	Insectívoro	2
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus scalaris*	Lagartija	SC	Estable	Equilibrio ecológico	82.00%	Abundante	Solitario	Insectívoro	2
4	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa	SC	Estable	Equilibrio ecológico	75.00%	Abundante	Solitario	Insectívoro	5
TOTAL											**13**

Se registraron 4 especies de reptiles y 13 individuos, de los cuales, ninguno se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en alguna categoría de riesgo. Por otro lado, las especies presentes son características del área debido a que son abundantes, lo cual se traduce en un porcentaje de ocurrencia alto.

Las especies de lagartijas registradas se caracterizan por desplazarse de manera solitaria, es decir, se alimentan y pasan la mayor parte del tiempo sin agruparse, a excepción de la etapa reproductiva, en la cual se encuentran en pareja.

Como se puede observar, únicamente se registró la presencia de lacertilios, debido a que las condiciones ambientales favorecen en mayor medida a este suborden. Dichas especies se caracterizan por presentar una amplia capacidad de adaptación a hábitats fragmentados, por lo tanto, en la mayoría de los casos su distribución no se encuentra condicionada.

B. MATRIZ DE ABUNDANCIA Y RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.182. Matriz de abundancia de la herpetofauna registrada en el área del proyecto.

ID	ESPECIE	MATRÍZ DE ABUNDANCIA		
		T1	T2	ni
1	*Aspidoscelis costata*	2	0	2
2	*Aspidoscelis gularis*	0	0	0
3	*Coluber mentovarius*	0	1	1
4	*Urosaurus bicarinatus*	0	2	2
N		**5**	**3**	**5**
Riqueza (S)				**4.00**
Desviación estándar				**1.41**
Max ni				**2**
Dominancia (D)				**0.40**

La riqueza específica de herpetofauna fue determinada por muestra, es decir, por transecto. De tal manera que se obtuvo un promedio de riqueza específica de herpetofauna en los 2 transectos establecidos de 4 especies de herpetofauna por transecto. Por otro lado, de acuerdo a los valores máximos del número de individuos de cada una de las especies de herpetofauna registradas se obtuvo el nivel de dominancia, el cual indica que existe una probabilidad de dominancia del 40%. A continuación se muestra la distribución de las especies de herpetofauna en cada uno de los transectos en el cual fueron registradas.

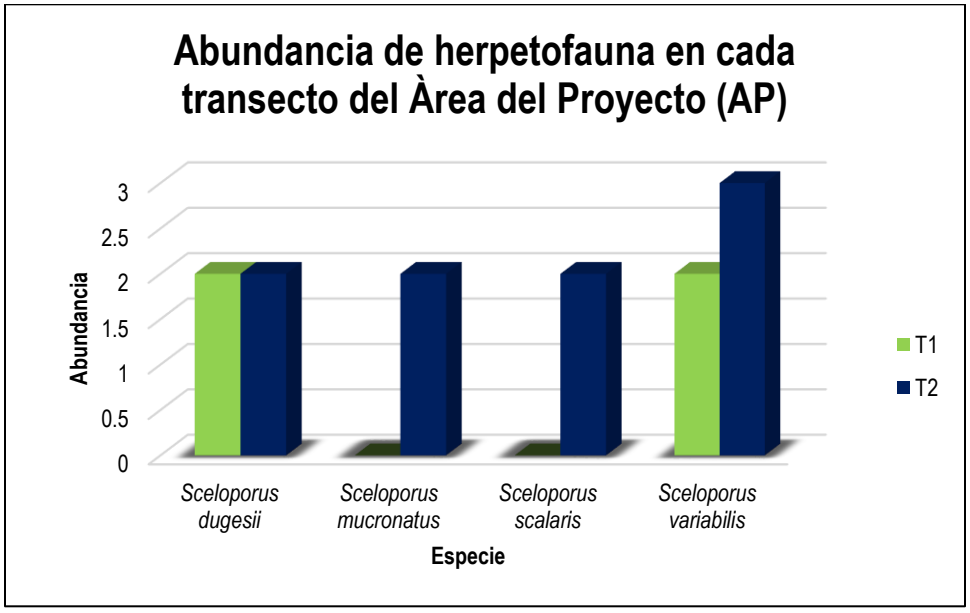


Figura IV.173. Herpetofauna en cada uno de los transectos establecidos en el área del proyecto.

C. RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.183. Riqueza específica de la herpetofauna registrada en el área del proyecto.

Familias	Géneros	Especies
1	1	4

Se registró una familia de herpetofauna, la cual se encuentra representada por cuatro especies y un género. Dicha familia corresponde a Phrynosomatidae y es característica de la mayoría de los hábitats, ya que las especies pertenecientes a la misma presentan una amplia capacidad de adaptación.

D. DIVERSIDAD PROPORCIONAL

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.184. Índice de Simpson modificado por Pielou para la herpetofauna registrada en el área del proyecto.

ÍNDICE DE SIMPSON MODIFICADO POR PIELOU (Dp)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**ni-1**	**ni (ni-1)**	**ni (ni-1) /N (N-1)**
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus dugesii*	Lagartija	4	3	12	0.0769
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija	2	1	2	0.0128
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus scalaris*	Lagartija	2	1	2	0.0128
4	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa	5	4	20	0.1282
N							**13**
N (N-1)							**156**
Dp							**0.23**
1-Dp							**0.77**

De acuerdo al valor del índice de Simpson modificado por Pielou para la herpetofauna presente en el AP, existe un 23% de probabilidad de que dos individuos de tal sitio correspondan a la misma especie de reptil o anfibio. Al mismo tiempo, el valor del inverso de dicho índice nos indica que existe una probabilidad del 77% de que dos individuos sean de diferentes especies. Por lo tanto, la probabilidad de que dichos individuos sean de distinta especie es mayor, lo cual significa que existe una gran diversidad de reptiles o anfibios en el AP.

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.185. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de herpetofauna registradas en el área del proyecto.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus dugesii*	Lagartija	4	0.3077	30.7692	0.3627
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija	2	0.1538	15.3846	0.2880
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus scalaris*	Lagartija	2	0.1538	15.3846	0.2880
4	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa	5	0.3846	38.4615	0.3675
4	**Total**			**13**	**1**	**100**	**1.31**
I. Shannon (H´)							**1.31**
H´ max = Ln S							**1.39**

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	n	p(i) = n/N	Abundancia relativa (%)	pi (ln (pi))*-1
JH´= H/Hmax							0.94

El índice de Shannon-Wiener puede interpretarse como la cantidad de información (herpetofauna) contenida en una unidad de la naturaleza (área del proyecto). Por lo tanto, se puede concluir que si se toma una muestra al azar de las 4 especies de herpetofauna registradas en el AP, dicha especie corresponderá a *Sceloporus variabilis* ya que es la especie con el valor más alto correspondiente a H´.

E. DIVERSIDAD VERDADERA

Cuadro IV.186. Índice de diversidad verdadera de la herpetofauna presente en el área del proyecto.

Métrica	n
S (Riqueza específica)	4
Abundancia	13
I. Shannon – Wiener (H´)	1.31
^1D	**3.69**

El AP presenta un número efectivo de especies de mastofauna de 3.69, lo cual indica un estatus de diversidad alto, ya que se presentaron 4 especies con una abundancia considerablemente homogénea entre las mismas.

NOTA: Se anexa la base de datos de la fauna silvestre en el área del proyecto, **ANEXO 16. MEMORIAS DE CÁLCULO (DIGITAL)) por capítulo IV (ANEXO IV.Ñ. ÌNDICES_DIVERSIDAD_FAUNA_AP).**

ANÁLISIS DEL ÀREA DE INFLUENCIA

AVIFAUNA

A. LISTADO DE ESPECIES

A continuación se muestra el listado de especies de avifauna que se registró durante el muestreo realizado, conteniendo también algunos atributos de tales especies:

Cuadro IV.187. Listado de especies de avifauna en el área de influencia. SC (Sin Categoría), R (Residente), T (Transitoria), MI (Migratoria de Invierno), MV (Migratoria de verano), EN (Endémico), NE (No Endémico), SE (Semiendémico), G (Granívoro), I (Insectívoro), F (Frugívoro).

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Tendencia poblacional	Estatus residencia	Endemismo	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	No. registros
1	Troglodytidae	*Campylorhynchus gularis*	Matraca serrana	SC	Estable	R	**EN**	Común	Solitaria	G-I	1
2	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita mexicana	SC	Creciente	R	NE	Abundante	Gregaria	G	1
3	Tyrannidae	*Contopus cooperi*	Pibí boreal	SC	Decreciente	T, MI, MV	NE	Ocasional	Solitaria	I	5
4	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Gorrión mexicano	SC	Creciente	R	NE	Abundante	Solitaria	G-F	3
5	Icteridae	*Icterus abeillei*	Calandria	SC	Estable	R	NE	Ocasional	Solitaria	G-I	1
6	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle	SC	Estable	R, MI	NE	Abundante	Solitaria	G	2
7	Tyrannidae	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas cenizo	SC	Creciente	MV, MI, R,	NE	Abundante	Solitaria	I	1
8	Picidae	*Picoides scalaris*	Carpintero mexicano	SC	Estable	R	NE	Abundante	Gregaria	I-F	1
9	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azul-gris	SC	Creciente	MI, R	NE	Común	Solitaria	I	1
10	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	SC	Estable	R	NE	Común	Solitaria	I	2
11	Parulidae	*Setophaga americana*	Chipe pecho manchado	SC	Estable	R, MV, MI	**SE**	Abundante	Solitaria	I	1
12	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguero dominico	SC	Decreciente	R	NE	Común	Solitaria	G	4
13	Emberizidae	*Spizella pallida*	Gorrión palido	SC	Decreciente	MI	**SE**	Común	Solitaria	G-I	2
14	Emberizidae	*Spizella passerina*	Gorrión cejas blancas	SC	Creciente	R, MI	NE	Común	Solitaria	G-I	3
15	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina aliaserrada	SC	Decreciente	R, MI	NE	Abundante	Gregaria	I	1
16	Tyrannidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso	SC	Creciente	R, MV, MI	**SE**	Poco común	Gregaria	F-I	1
17	Tyrannidae	*Tyrannus vociferans*	Tirano gritón	SC	Estable	R, MI	**SE**	Abundante	Gregaria	F-I	1
18	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	SC	Creciente	MI	NE	Abundante	Gregaria	G-F	2
Total											**33**

Se registraron 18 especies de avifauna y 33 individuos; de las especies presentes, ninguna se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por otro lado, en lo referente a la tendencia poblacional el 77.77% de las especies presenta una tendencia poblacional favorable. En cuanto al estatus de residencia, solamente 5 especies presentan un estatus, ya que el resto de las especies no es endémica. Además, se puede observar que el 66.66% de las especies son solitarias, es decir, que suelen encontrarse en parejas o en parvadas únicamente cuando se encuentran dentro de la época reproductiva.

Por otro lado, se determinó la abundancia de las especies en el área utilizando cuatro categorías: 1) Abundante (especie ampliamente representada en el área con un número elevado de individuos), 2) Común (especie representada medianamente en el área, con un número regular de individuos), 3) Poco común (especie representada en el área por un número reducido de individuos), 4) Rara (especie cuya presencia en el área es muy esporádica, es decir, muy poco observada) y 5) Ocasional (escasamente observada, o cuya presencia en el área es transitoria). De esta manera se estimó que el 50% de las especies son abundantes en el área, en contraste con el 11.11% de las especies ocasionales, es decir, su avistamiento es muy poco común.

B. MATRÍZ DE ABUNDANCIA Y RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.188. Matriz de abundancia y riqueza específica de las especies de avifauna en el área de influencia.

MATRIZ DE ABUNDANCIA														
ID	ESPECIE	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12	ni
1	*Campylorhynchus gularis*	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
2	*Columbina inca*	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
3	*Contopus cooperi*	0	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	5
4	*Haemorhous mexicanus*	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	3
5	*Icterus abeillei*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
6	*Mimus polyglottos*	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
7	*Myiarchus cinerascens*	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
8	*Picoides scalaris*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
9	*Polioptila caerulea*	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10	*Psaltriparus minimus*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
11	*Setophaga americana*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
12	*Spinus psaltria*	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	0	4
13	*Spizella pallida*	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
14	*Spizella passerina*	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	3
15	*Stelgidopteryx serripennis*	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
16	*Tyrannus crassirostris*	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
17	*Tyrannus vociferans*	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
18	*Zenaida asiatica*	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
N		**1**	**3**	**1**	**3**	**3**	**2**	**2**	**1**	**1**	**3**	**2**	**3**	**33**
Riqueza (S)														**2.08**
Desviación estándar														**0.90**
Max ni														**5**
Dominancia (D)														**0.15**

La riqueza específica de avifauna fue determinada por muestra, es decir, por punto de conteo. De tal manera que se obtuvo un promedio de riqueza específica de aves en los 12 puntos de conteo establecidos

de 2.08 especies de aves por punto de conteo. Por otro lado, de acuerdo a los valores máximos del número de individuos de cada una de las especies de avifauna registradas se obtuvo el nivel de dominancia, el cual indica que existe una probabilidad de dominancia del 15%. A continuación se muestra la distribución de las especies de avifauna en cada uno de los puntos de conteo en el cual fueron registradas en el AI.

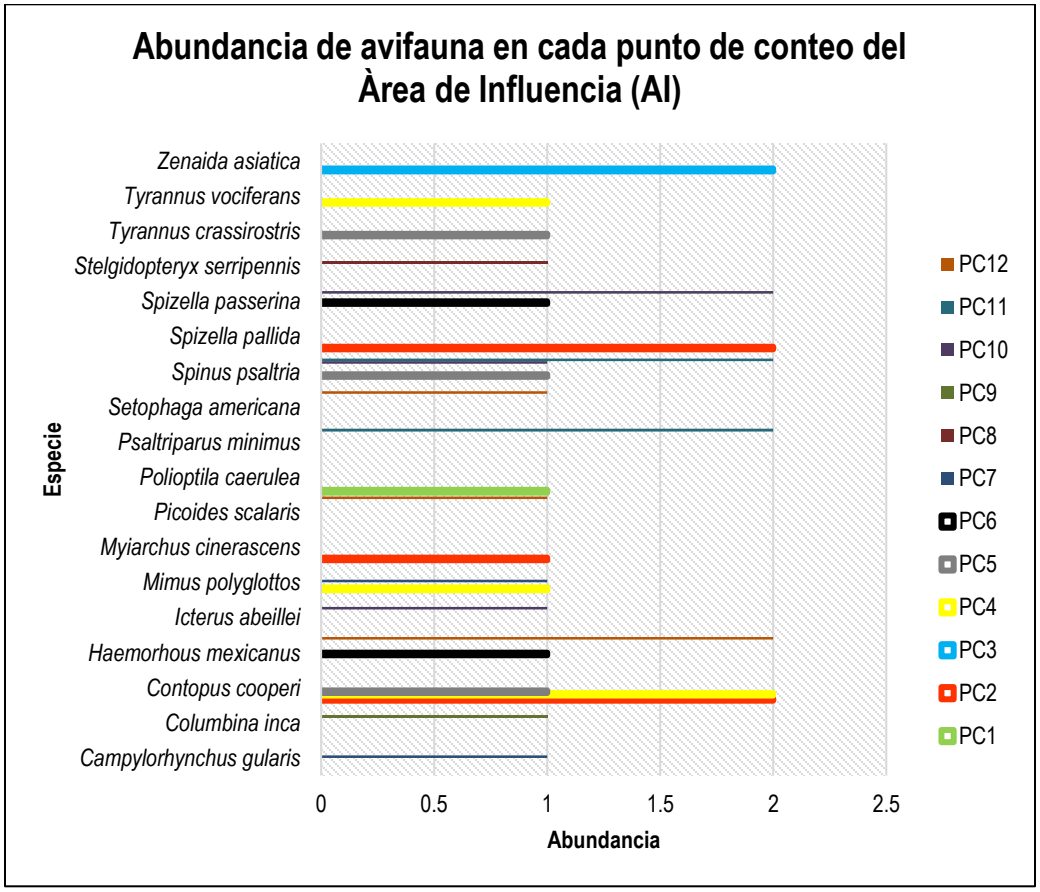


Figura IV.174. Distribución de las especies de avifauna registradas en cada uno de los puntos de conteo en el área de influencia.

C. RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.189. Riqueza específica de la avifauna registrada en el área de influencia.

Familias	Géneros	Especies
12	16	18

Se registraron 12 familias de avifauna, de las cuales la mejor representada corresponde a la familia Tyrannidae.

D. CURVAS DE ACUMULACIÒN DE ESPECIES

Cuadro IV.190. Especies acumuladas de avifauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos.

Punto de conteo	Especies acumuladas
1	1
2	4
3	5
4	7

Punto de conteo	Especies acumuladas
5	9
6	11
7	12
8	13
9	14
10	15
11	16
12	18

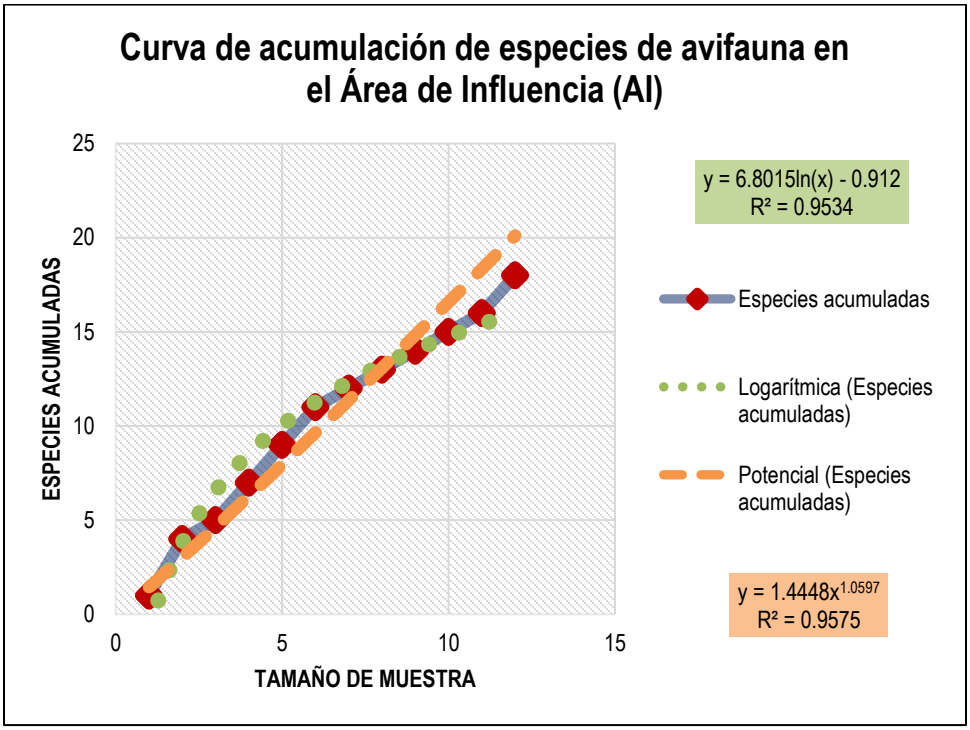


Figura IV.175. Curva de acumulación de especies de avifauna con un modelo potencial y logarítmico.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la curva que se muestra previamente, el modelo potencial es el que mejor se ajusta, por lo tanto, el cálculo para obtener el número de especies que se encuentran estadísticamente en el AI se realizará con dicha ecuación:

Cuadro IV.191. Riqueza específica de avifauna de acuerdo al modelo potencial.

Modelo potencial			
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
12	1.4448	1.0597	20

El modelo potencial arroja como resultado una riqueza específica de 20 especies de avifauna en el AI. Esto indica que se registraron el 90% de las especies que se encuentran estadísticamente presentes, ya que en el muestreo realizado se registraron 18 especies, por lo tanto, las dos especies adicionales se pueden atribuir a migratorias, cuya estacionalidad condiciona su presencia en etapas específicas del año.

E. DIVERSIDAD PROPORCIONAL

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.192. Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna registrada en el área de influencia.

ÍNDICE DE SIMPSON MODIFICADO POR PIELOU (Dp)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**ni-1**	**ni (ni-1)**	**ni (ni-1) /N (N-1)**
1	Troglodytidae	*Campylorhynchus gularis*	Matraca serrana	1	0	0	0.0000
2	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita mexicana	1	0	0	0.0000
3	Tyrannidae	*Contopus cooperi*	Pibí boreal	5	4	20	0.0189
4	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Gorrión mexicano	3	2	6	0.0057
5	Icteridae	*Icterus abeillei*	Calandria	1	0	0	0.0000
6	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle	2	1	2	0.0019
7	Tyrannidae	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas cenizo	1	0	0	0.0000
8	Picidae	*Picoides scalaris*	Carpintero mexicano	1	0	0	0.0000
9	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azul-gris	1	0	0	0.0000
10	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	2	1	2	0.0019
11	Parulidae	*Setophaga americana*	Chipe pecho manchado	1	0	0	0.0000
12	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguero dominico	4	3	12	0.0114
13	Emberizidae	*Spizella pallida*	Gorrión palido	2	1	2	0.0019
14	Emberizidae	*Spizella passerina*	Gorrión cejas blancas	3	2	6	0.0057
15	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina aliaserrada	1	0	0	0.0000
16	Tyrannidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso	1	0	0	0.0000
17	Tyrannidae	*Tyrannus vociferans*	Tirano gritón	1	0	0	0.0000
18	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	2	1	2	0.0019
N							**33**
N (N-1)							**1056**
Dp							**0.05**
1-Dp							**0.95**

De acuerdo al valor del índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna presente en el AP, existe un 5% de probabilidad de que dos individuos de tal sitio correspondan a la misma especie de ave. Al mismo tiempo, el valor del inverso de dicho índice nos indica que existe una probabilidad del 95% de que dos individuos sean de diferentes especies. Por lo tanto, la probabilidad de que dichos individuos sean de distinta especie es mayor, lo cual significa que existe una gran diversidad de avifauna en el AI.

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.193. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de avifauna registradas en el área de influencia.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Troglodytidae	*Campylorhynchus gularis*	Matraca serrana	1	0.0303	3.0303	0.1060
2	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita mexicana	1	0.0303	3.0303	0.1060

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
3	Tyrannidae	*Contopus cooperi*	Pibí boreal	5	0.1515	15.1515	0.2859
4	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Gorrión mexicano	3	0.0909	9.0909	0.2180
5	Icteridae	*Icterus abeillei*	Calandria	1	0.0303	3.0303	0.1060
6	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle	2	0.0606	6.0606	0.1699
7	Tyrannidae	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas cenizo	1	0.0303	3.0303	0.1060
8	Picidae	*Picoides scalaris*	Carpintero mexicano	1	0.0303	3.0303	0.1060
9	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azul-gris	1	0.0303	3.0303	0.1060
10	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	2	0.0606	6.0606	0.1699
11	Parulidae	*Setophaga americana*	Chipe pecho manchado	1	0.0303	3.0303	0.1060
12	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguero dominico	4	0.1212	12.1212	0.2558
13	Emberizidae	*Spizella pallida*	Gorrión palido	2	0.0606	6.0606	0.1699
14	Emberizidae	*Spizella passerina*	Gorrión cejas blancas	3	0.0909	9.0909	0.2180
15	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina aliaserrada	1	0.0303	3.0303	0.1060
16	Tyrannidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso	1	0.0303	3.0303	0.1060
17	Tyrannidae	*Tyrannus vociferans*	Tirano gritón	1	0.0303	3.0303	0.1060
18	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	2	0.0606	6.0606	0.1699
18	**Total**			**33**	**1**	**100**	**2.72**
I. Shannon (H´)							**2.72**
H´ max = Ln S							**2.89**
JH´= H/Hmax							**0.94**

El índice de Shannon-Wiener puede interpretarse como la cantidad de información (avifauna) contenida en una unidad de la naturaleza (área de influencia). Por lo tanto, se puede concluir que si se toma una muestra al azar de las 18 especies de avifauna registradas en el AP, dicha especie corresponderá a *Contopus cooperi* ya que es la especie con el valor más alto correspondiente a H´.

F. DIVERSIDAD VERDADERA

Cuadro IV.194. Índice de diversidad verdadera de la avifauna presente en el área de influencia.

Métrica	n
S (Riqueza específica)	18
Abundancia	33
I. Shannon – Wiener (H´)	**2.72**
^{1}D	**15.18**

El AI presenta un número efectivo de especies de avifauna de 15.18, lo cual indica un estatus de diversidad alto, ya que se presentaron 18 especies con una abundancia considerablemente homogénea entre las mismas.

MASTOFAUNA

A. LISTADO DE ESPECIES

Debido a que la mayoría de las especies de mastofauna registradas fueron identificadas a través de evidencias indirectas, se empleará una metodología que permita tomar los datos de dichas evidencias y convertirlos a una densidad real de individuos.

Método de conteo de grupos fecales

El método de conteo de grupos fecales se usa como un índice de abundancia modelado en relación a la densidad de grupos fecales encontrados y la frecuencia de aparición. Dicho método ha sido propuesto para estimar la densidad poblacional, el supuesto general subyace en que la acumulación de los grupos fecales está relacionada con la densidad poblacional y toma como base la producción diaria de grupos fecales por individuo (González-Romero, 2011). Para convertir el número de excretas a densidad de especies se utiliza el siguiente algoritmo:

$$D_{ind/ha} = (NP)\,(PG) / (TP\,(TD))$$

Donde:

NP es el número de parcelas por hectárea,

PG es la proporción de grupos fecales por parcela,

TP es el tiempo de depósito (en días) de las excretas y

TD es la tasa de defecación de la especies en cuestión (491 pellets para conejos y 547 para liebres).

Para poder aplicar la fórmula anterior, se contempló la cantidad de grupos fecales/excretas obtenidos del recorrido total del transecto (0.3 ha); así mismo se consideró la tasa de defecación total recomendada por la literatura y se ajustó a la superficie del transecto. Posteriormente, se calculó la densidad de individuos por área muestreada. Cabe mencionar, que el factor tiempo no se consideró, ya que se trató de calcular a los individuos respecto a un día, por lo que en campo, solo se consideraron las excretas más recientes. Para el caso de la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus)* no se tienen datos fiables de su tasa de defecación además de haber observado pocas pastillas fecales, así que se estableció se trataba de un solo individuo.

A continuación, se muestran los datos de defecación y resultados de la densidad de individuos del área muestreada en mamíferos.

Cuadro IV.195. Cálculo de la densidad de individuos de mastofauna de las especies rastreadas en el área de influencia.

Transecto	Familia	Nombre científico	Nombre común	Avistamientos	Pastillas fecales/excretas por área muestreada	Tasa de defecación por área muestreada	Densidad de individuos por área muestreada
1	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto		90	147.3	1
2	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto		75	147.3	1
2	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris		2		1

Transecto	Familia	Nombre científico	Nombre común	Avistamientos	Pastillas fecales/excretas por área muestreada	Tasa de defecación por área muestreada	Densidad de individuos por área muestreada
3	Sciuridae	*Ictidomys mexicanus*	Hurón	1			1
3	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris		1		1
4	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto		85	147.3	1
Total							**6**

La tasa de defecación fue la misma para todos los conejos, ya que se trataba de la misma especie de lepóridos. Es importante mencionar que la tasa de defecación de las especies varía de acuerdo al área en la cual se encuentran, la presión ambiental a la que se encuentran sujetas y la disponibilidad de recursos (Mandujano-Rodríguez, 2011) pero en este caso se tomó justamente la reportada por González-Romero (2011).

A continuación se presentan los individuos finales de mastofauna encontrados en el AP y sus características.

Cuadro IV.196. Listado de especies de mastofauna en el área de influencia. SC (Sin categoría).

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Tendencia poblacional	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Porcentaje de ocurrencia	Abundancia	Importancia ecológica	Sociabilidad	Alimentación	No. registros
1	Sciuridae	*Ictidomys mexicanus*	Hurón	Estable	SC	70.00%	Común	Equilibrio ecológico	Gregario diurno	Herbívoro	1
2	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	Creciente	SC	77.00%	Abundante	Equilibrio ecológico	Solitario (crepuscular)	Herbívoro	3
3	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	Estable	SC	80.00%	Común	Equilibrio ecológico	Solitario	Omnívoro	2
TOTAL											**6**

Se registraron 6 individuos y 3 especies de mastofauna, de las cuales ninguna se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en alguna categoría de riesgo. En lo referente a la tendencia poblacional proporcionada por la IUCN, todas las especies presentan poblaciones crecientes o estables, lo cual se refleja en el porcentaje de abundancia y categoría de las mismas, ya que las tres son características del área.

Por otro lado, a pesar de que corresponden a especies con una amplia capacidad reproductiva, los organismos encontrados suelen desplazarse de manera solitaria y agruparse únicamente en la etapa reproductiva, a excepción de *Ictidomys mexicanus*, la cual es gregaria.

B. MATRIZ DE ABUNDANCIA Y RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.197. Matriz de abundancia y riqueza específica de las especies de mastofauna en el área de influencia.

ID	ESPECIE	MATRÍZ DE ABUNDANCIA				
		T1	T2	T3	T4	ni
1	*Ictidomys mexicanus*	0	0	1	0	1
2	*Sylvilagus audubonii*	1	1	0	1	3
3	*Urocyon cinereoargenteus*	0	1	1	0	2
N		**1**	**2**	**2**	**1**	**6**
Riqueza (S)						**1.50**
Desviación estándar						**0.58**
Max ni						**3**
Dominancia (D)						**0.50**

La riqueza específica de mastofauna fue determinada por muestra, es decir, por punto de conteo. De tal manera que se obtuvo un promedio de riqueza específica de mamíferos en los 4 puntos de conteo establecidos de 1.50 especies de mamíferos por punto de conteo. Por otro lado, de acuerdo a los valores máximos del número de individuos de cada una de las especies de avifauna registradas se obtuvo el nivel de dominancia, el cual indica que existe una probabilidad de dominancia del 50%. A continuación se muestra la distribución de las especies de mastofauna en cada uno de los puntos de conteo en el cual fueron registradas en el AI.

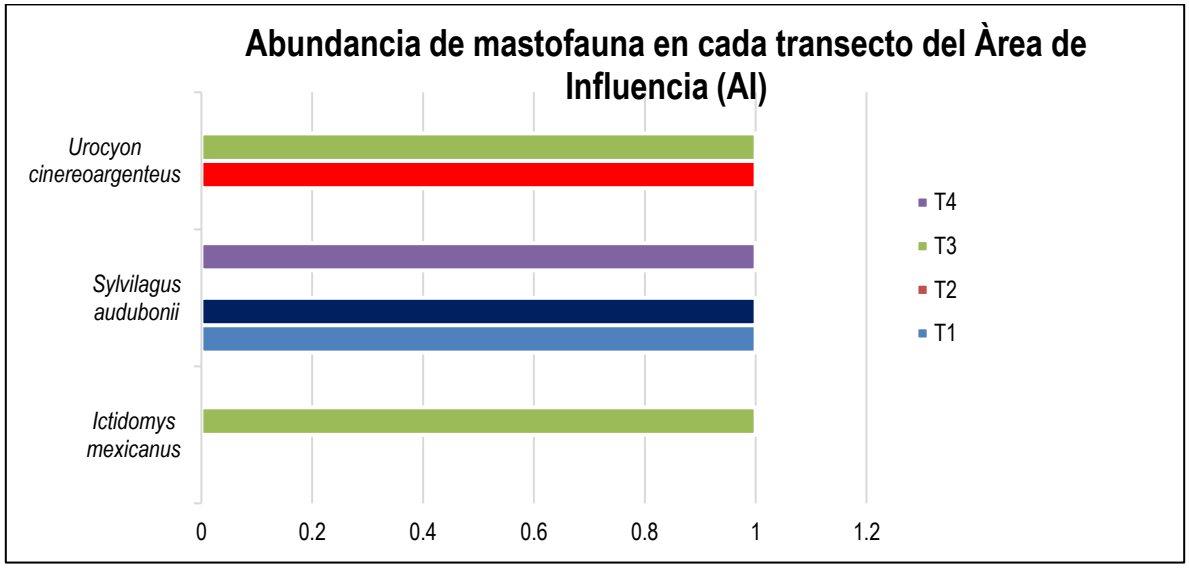


Figura IV.176. Distribución de las especies de mastofauna registradas en cada uno de los transectos en el área de influencia.

C. RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.198. Riqueza específica de la mastofauna en el área de influencia.

Familias	Géneros	Especies
3	3	3

A pesar de que el número de individuos fue menor que en el AP, se registraron tres familias, tres géneros y tres especies; es decir, todas las especies de mamíferos completamente diferentes.

D. CURVAS DE ACUMULACIÒN DE ESPECIES

Cuadro IV.199. Especies acumuladas de mastofauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos.

Punto de conteo	Especies acumuladas
1	1
2	2
3	3
4	3

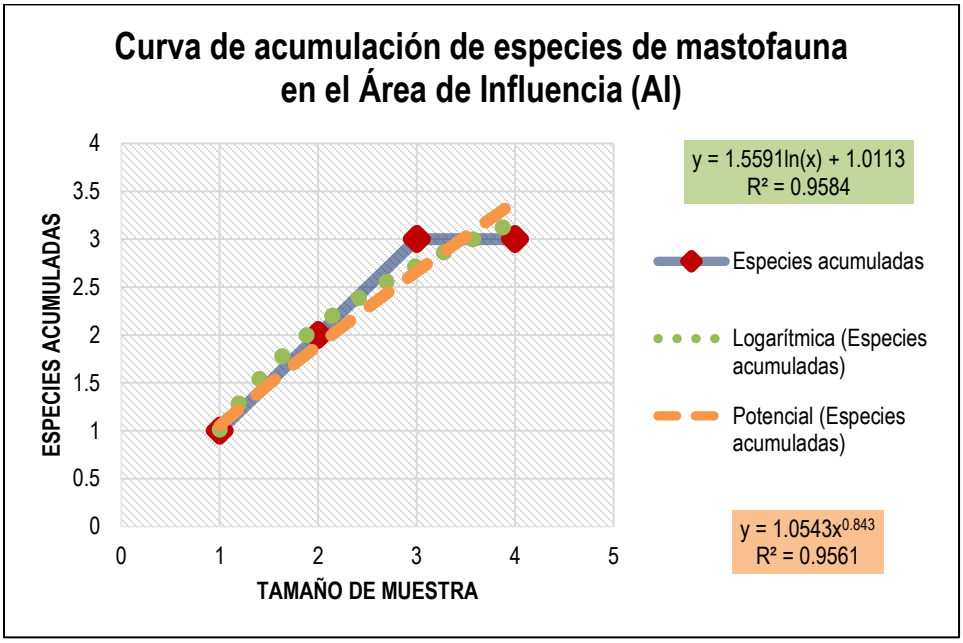


Figura IV.177. Curva de acumulación de especies de mastofauna con un modelo potencial y logarítmico.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la curva que se muestra previamente, el modelo logarítmico es el que mejor se ajusta, por lo tanto, el cálculo para obtener el número de especies que se encuentran estadísticamente en el AI se realizará con dicha ecuación:

Cuadro IV.200. Riqueza específica de mastofauna de acuerdo al modelo logarítmico.

Modelo logarítmico			
Transectos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
4	1.0113	1.5591	3

El modelo logarítmico arroja como resultado una riqueza específica de 3 especies de mastofauna en el AI. Esto indica que se registraron el 100% de las especies que se encuentran estadísticamente presentes, ya que en el muestreo realizado se registraron 3 especies.

E. DIVERSIDAD PROPORCIONAL

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.201. Índice de Simpson modificado por Pielou para la mastofauna registrada en el área de influencia.

ÍNDICE DE SIMPSON MODIFICADO POR PIELOU (Dp)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**ni-1**	**ni (ni-1)**	**ni (ni-1) /N (N-1)**
1	Sciuridae	*Ictidomys mexicanus*	Hurón	1	0	0	0.0000
2	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	3	2	6	0.2000
3	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	2	1	2	0.0667
N							**6**
N (N-1)							**30**
Dp							**0.27**
1-Dp							**0.73**

De acuerdo al valor del índice de Simpson modificado por Pielou para la mastofauna presente en el AI, existe un 27% de probabilidad de que dos individuos de tal sitio correspondan a la misma especie de mamífero. Al mismo tiempo, el valor del inverso de dicho índice nos indica que existe una probabilidad del 73% de que dos individuos sean de diferentes especies. Por lo tanto, la probabilidad de que dichos individuos sean de distinta especie es mayor, lo cual significa que existe una gran diversidad de mastofauna en el AI.

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.202. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de mastofauna registradas en el área de influencia.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Sciuridae	*Ictidomys mexicanus*	Hurón	1	0.1667	16.6667	0.2986
2	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	3	0.5000	50.0000	0.3466
3	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	2	0.3333	33.3333	0.3662
3	**Total**			**6**	**1**	**100**	**1.01**
I. Shannon (H´)							**1.01**
H´ max = Ln S							**1.10**
JH´= H/Hmax							**0.92**

El índice de Shannon-Wiener puede interpretarse como la cantidad de información (mastofauna) contenida en una unidad de la naturaleza (área de influencia). Por lo tanto, se puede concluir que si se toma una muestra al azar de las 3 especies de mastofauna registradas en el AP, dicha especie corresponderá a *Urocyon cinereoargenteus* ya que es la especie con el valor más alto correspondiente a H´.

F. DIVERSIDAD VERDADERA

Cuadro IV.203. Índice de diversidad verdadera de la mastofauna presente en el área de influencia.

Métrica	n
S (Riqueza específica)	3
Abundancia	6
I. Shannon – Wiener (H´)	1.01
^1D	**2.75**

El AP presenta un número efectivo de especies de mastofauna de 2.75, lo cual indica un estatus de diversidad alto, ya que se presentaron 3 especies con una abundancia considerablemente homogénea entre las mismas.

HERPETOFAUNA

A. LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de especies de herpetofauna que se registraron durante el muestreo realizado en los cuatro transectos establecidos en el AI.

Cuadro IV.204. Listado de especies de herpetofauna registradas en el área de influencia. SC (Sin categoría).

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Tendencia poblacional	Importancia ecológica	Porcentaje de ocurrencia	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	No. registros
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija	SC	Estable	Equilibrio ecológico	79.00%	Abundante	Solitario	Insectívoro	2
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus scalaris*	Lagartija	SC	Estable	Equilibrio ecológico	82.00%	Abundante	Solitario	Insectívoro	4
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa	SC	Estable	Equilibrio ecológico	75.00%	Abundante	Solitario	Insectívoro	9
TOTAL											**15**

Se registraron 3 especies de reptiles y 15 individuos, de los cuales, ninguno se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en alguna categoría de riesgo. Por otro lado, las especies presentes son características del área debido a que son abundantes, lo cual se traduce en un porcentaje de ocurrencia alto.

Las especies de lagartijas registradas se caracterizan por desplazarse de manera solitaria, es decir, se alimentan y pasan la mayor parte del tiempo sin agruparse, a excepción de la etapa reproductiva, en la cual se encuentran en pareja.

Como se puede observar, únicamente se registró la presencia de lacertilios, debido a que las condiciones ambientales favorecen en mayor medida a este suborden. Dichas especies se caracterizan por presentar una amplia capacidad de adaptación a hábitats fragmentados, por lo tanto, en la mayoría de los casos su distribución no se encuentra condicionada.

B. MATRIZ DE ABUNDANCIA Y RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.205. Matriz de abundancia de la herpetofauna registrada en el área de influencia.

ID	ESPECIE	MATRÍZ DE ABUNDANCIA				
		T1	T2	T3	T4	ni
1	*Sceloporus mucronatus*	1	1	0	0	2
2	*Sceloporus scalaris*	1	1	1	1	4
3	*Sceloporus variabilis*	2	3	2	2	9
N		**3**	**3**	**2**	**2**	**15**
Riqueza (S)						**2.50**
Desviación estándar						**0.58**
Max ni						**9**
Dominancia (D)						**0.60**

La riqueza específica de herpetofauna fue determinada por muestra, es decir, por transecto. De tal manera que se obtuvo un promedio de riqueza específica de herpetofauna en los 4 transectos establecidos de 2.50 especies de herpetofauna por transecto. Por otro lado, de acuerdo a los valores máximos del número de individuos de cada una de las especies de herpetofauna registradas se obtuvo el nivel de dominancia, el cual indica que existe una probabilidad de dominancia del 60%. A continuación se muestra la distribución de las especies de herpetofauna en cada uno de los transectos en el cual fueron registradas.

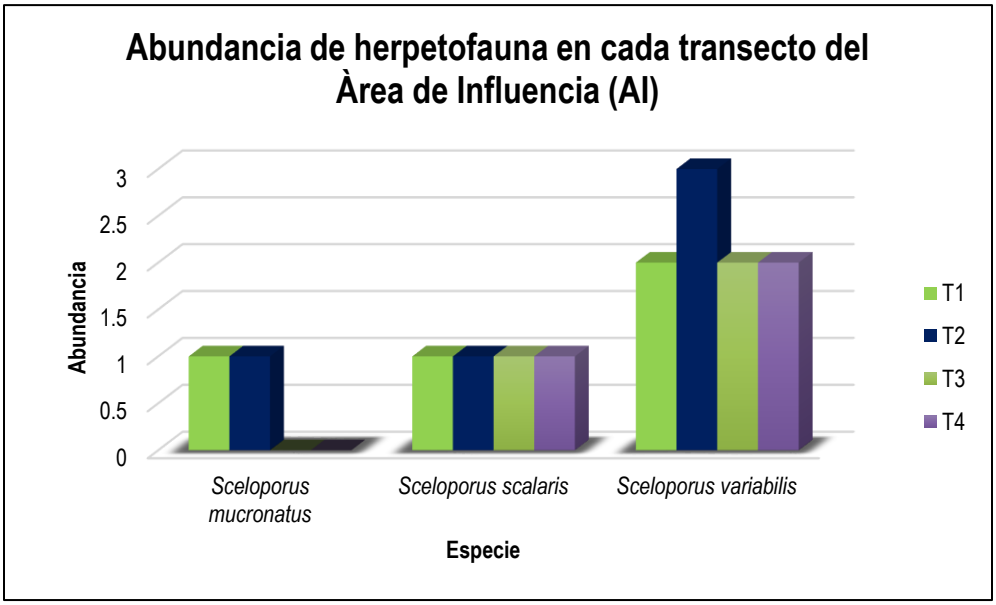


Figura IV.178. Herpetofauna en cada uno de los transectos establecidos en el área de influencia.

C. RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.206. Riqueza específica de la herpetofauna registrada en el área de influencia.

Familias	Géneros	Especies
1	1	3

Se registró una familia de herpetofauna, la cual se encuentra representada por tres especies y un género. Dicha familia corresponde a Phrynosomatidae y es característica de la mayoría de los hábitats, ya que las especies pertenecientes a la misma presentan una amplia capacidad de adaptación.

D. DIVERSIDAD PROPORCIONAL

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.207. Índice de Simpson modificado por Pielou para la herpetofauna registrada en el área de influencia.

ÍNDICE DE SIMPSON MODIFICADO POR PIELOU (Dp)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**ni-1**	**ni (ni-1)**	**ni (ni-1) /N (N-1)**
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija	2	1	2	0.0095
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus scalaris*	Lagartija	4	3	12	0.0571
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa	9	8	72	0.3429
N							**15**
N (N-1)							**210**
Dp							**0.41**
1-Dp							**0.59**

De acuerdo al valor del índice de Simpson modificado por Pielou para la herpetofauna presente en el AI, existe un 41% de probabilidad de que dos individuos de tal sitio correspondan a la misma especie de reptil o anfibio. Al mismo tiempo, el valor del inverso de dicho índice nos indica que existe una probabilidad del 59% de que dos individuos sean de diferentes especies. Por lo tanto, la probabilidad de que dichos individuos sean de distinta especie es mayor, lo cual significa que existe una diversidad de reptiles o anfibios en el AI.

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.208. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de herpetofauna registradas en el área de influencia.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija	2	0.1333	13.3333	0.2687
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus scalaris*	Lagartija	4	0.2667	26.6667	0.3525
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa	9	0.6000	60.0000	0.3065
3	**Total**			**15**	**1**	**100**	**0.93**
I. Shannon (H´)							**0.93**
H´ max = Ln S							**1.10**
JH´= H/Hmax							**0.84**

El índice de Shannon-Wiener puede interpretarse como la cantidad de información (herpetofauna) contenida en una unidad de la naturaleza (área de influencia). Por lo tanto, se puede concluir que si se toma una muestra al azar de las 3 especies de herpetofauna registradas en el AP, dicha especie corresponderá a *Sceloporus scalaris* ya que es la especie con el valor más alto correspondiente a H´.

E. DIVERSIDAD VERDADERA

Cuadro IV.209. Índice de diversidad verdadera de la herpetofauna presente en el área de influencia.

Métrica	n
S (Riqueza específica)	3
Abundancia	15
I. Shannon – Wiener (H´)	0.93
^1D	**2.53**

El AI presenta un número efectivo de especies de mastofauna de 2.53, lo cual indica un estatus de diversidad alto, ya que se presentaron 3 especies con una abundancia considerablemente homogénea entre las mismas.

NOTA: Se anexa la base de datos de la fauna silvestre en el área de influencia **ANEXO 16. MEMORIAS DE CÁLCULO (DIGITAL)) por capítulo (ANEXO IV. O. ÌNDICES_DIVERSIDAD_FAUNA_AI).**

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

AVIFAUNA

A. LISTADO DE ESPECIES

A continuación se muestra el listado de especies de avifauna que se registró durante el muestreo realizado, conteniendo también algunos atributos de tales especies:

Cuadro IV.210. Listado de especies de avifauna en el sistema ambiental. SC (Sin Categoría), R (Residente), T (Transitoria), MI (Migratoria de Invierno), MV (Migratoria de verano), EN (Endémico), NE (No Endémico), SE (Semiendémico), G (Granívoro), I (Insectívoro), F (Frugívoro).

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Tendencia poblacional	Estatus residencia	Endemismo	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	No. registros
1	Corvidae	*Aphelocoma woodhouseii*	Chara de collar	SC	Desconocida	R	NE	Común	Gregario	C-I-G	1
2	Passerellidae	*Atlapetes pileatus*	Rascador gorra canela	SC	Estable	R	**EN**	Común	Solitaria	G	4
3	Troglodytidae	*Campylorhynchus gularis*	Matraca serrana	SC	Estable	R	**EN**	Común	Solitaria	G-I	1
4	Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	SC	Decreciente	MI	NE	Ocasional	Solitaria	I	1
5	Troglodytidae	*Catherpes mexicanus*	Cucarachero barranquero	SC	Decreciente	R	NE	Abundante	Solitaria	I	1
6	Tyrannidae	*Contopus cooperi*	Pibí boreal	SC	Decreciente	T, MI, MV	NE	Ocasional	Solitaria	I	1
7	Tyrannidae	*Contopus pertinax*	Pibí tengofrío	SC	Decreciente	R	NE	Común	Solitaria	I	1
8	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Gorrión mexicano	SC	Creciente	R	NE	Abundante	Solitaria	G-F	6
9	Icteridae	*Icterus abeillei*	Calandria	SC	Estable	R	NE	Ocasional	Solitaria	G-I	1
10	Passerellidae	*Melozone fusca*	Toquí pardo	SC	Estable	R	NE	Abundante	Gregaria	G	1
11	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle	SC	Estable	R, MI	NE	Abundante	Solitaria	G	1
12	Tyrannidae	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas cenizo	SC	Creciente	MV, MI, R,	NE	Abundante	Solitaria	I	2
13	Parulidae	*Oreothlypis ruficapilla*	Chipe cabeza gris	SC	Desconocida	MI	NE	Abundante	Gregaria	I	2
14	Picidae	*Picoides scalaris*	Carpintero mexicano	SC	Estable	R	NE	Abundante	Gregaria	I-F	6
15	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azul-gris	SC	Creciente	MI, R	NE	Común	Solitaria	I	1
16	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	SC	Estable	R	NE	Común	Solitaria	I	4
17	Parulidae	*Setophaga americana*	Chipe pecho manchado	SC	Estable	R, MV, MI	**SE**	Abundante	Solitaria	I	2

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Tendencia poblacional	Estatus residencia	Endemismo	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	No. registros
18	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguero dominico	SC	Decreciente	R	NE	Común	Solitaria	G	3
19	Emberizidae	*Spizella pallida*	Gorrión palido	SC	Decreciente	MI	**SE**	Común	Solitaria	G-I	3
20	Emberizidae	*Spizella passerina*	Gorrión cejas blancas	SC	Creciente	R, MI	NE	Común	Solitaria	G-I	2
21	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina aliaserrada	SC	Decreciente	R, MI	NE	Abundante	Gregaria	I	1
22	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche pico curvo	SC	Decreciente	R	NE	Abundante	Solitaria	F-I	1
23	Troglodytidae	*Trogodytes aedon*	Saltapared común	SC	Desconocida	R,MI	NE	Ocasional	Solitaria	I	2
24	Tyrannidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso	SC	Creciente	R, MV, MI	**SE**	Poco común	Gregaria	F-I	1
25	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	SC	Creciente	R,MI	NE	Abundante	Gregaria	G-F	2
Total											**51**

Se registraron 25 especies de avifauna y 51 individuos; de las especies presentes, ninguna se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por otro lado, en lo referente a la tendencia poblacional el 56.0% de las especies presenta una tendencia poblacional favorable. En cuanto al estatus de residencia, solamente 5 especies presentan un estatus, ya que el resto de las especies no es endémica. Además, se puede observar que el 72.0% de las especies son solitarias, es decir, que suelen encontrarse en parejas o en parvadas únicamente cuando se encuentran dentro de la época reproductiva.

Por otro lado, se determinó la abundancia de las especies en el área utilizando cuatro categorías: 1) Abundante (especie ampliamente representada en el área con un número elevado de individuos), 2) Común (especie representada medianamente en el área, con un número regular de individuos), 3) Poco común (especie representada en el área por un número reducido de individuos), 4) Rara (especie cuya presencia en el área es muy esporádica, es decir, muy poco observada) y 5) Ocasional (escasamente observada, o cuya presencia en el área es transitoria). De esta manera se estimó que el 44.0% de las especies son abundantes en el área, en contraste con el 16.0% de las especies ocasionales, es decir, su avistamiento es escaso.

B. MATRÍZ DE ABUNDANCIA Y RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.211. Matriz de abundancia y riqueza específica de las especies de avifauna en el sistema ambiental.

MATRIZ DE ABUNDANCIA																				
ID	ESPECIE	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12	PC13	PC14	PC15	PC16	PC17	PC18	ni
1	*Aphelocoma woodhouseii*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2	*Atlapetes pileatus*	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
3	*Campylorhynchus gularis*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
4	*Cardellina pusilla*	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
5	*Catherpes mexicanus*	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6	*Contopus cooperi*	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	*Contopus pertinax*	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
8	*Haemorhous mexicanus*	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	6
9	*Icterus abeillei*	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10	*Melozone fusca*	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	*Mimus polyglottos*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
12	*Myiarchus cinerascens*	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
13	*Oreothlypis ruficapilla*	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
14	*Picoides scalaris*	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	6
15	*Polioptila caerulea*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
16	*Psaltriparus minimus*	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4
17	*Setophaga americana*	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
18	*Spinus psaltria*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	3
19	*Spizella pallida*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	3
20	*Spizella passerina*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
21	*Stelgidopteryx serripennis*	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
22	*Toxostoma curvirostre*	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
23	*Trogodytes aedon*	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

MATRIZ DE ABUNDANCIA																				
ID	**ESPECIE**	**PC1**	**PC2**	**PC3**	**PC4**	**PC5**	**PC6**	**PC7**	**PC8**	**PC9**	**PC10**	**PC11**	**PC12**	**PC13**	**PC14**	**PC15**	**PC16**	**PC17**	**PC18**	**ni**
24	*Tyrannus crassirostris*	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
25	*Zenaida asiatica*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
N		**2**	**1**	**1**	**2**	**4**	**5**	**3**	**2**	**3**	**1**	**1**	**1**	**2**	**1**	**1**	**2**	**2**	**2**	**51**
Riqueza (S)																				**2.00**
Desviación estándar																				**1.14**
Max ni																				**6**
Dominancia (D)																				**0.12**

La riqueza específica de avifauna fue determinada por muestra, es decir, por punto de conteo. De tal manera que se obtuvo un promedio de riqueza específica de aves en los 18 puntos de conteo establecidos de 2.00 especies de aves por punto de conteo. Por otro lado, de acuerdo a los valores máximos del número de individuos de cada una de las especies de avifauna registradas se obtuvo el nivel de dominancia, el cual indica que existe una probabilidad de dominancia del 12%. A continuación se muestra la distribución de las especies de avifauna en cada uno de los puntos de conteo en el cual fueron registradas en el SA.

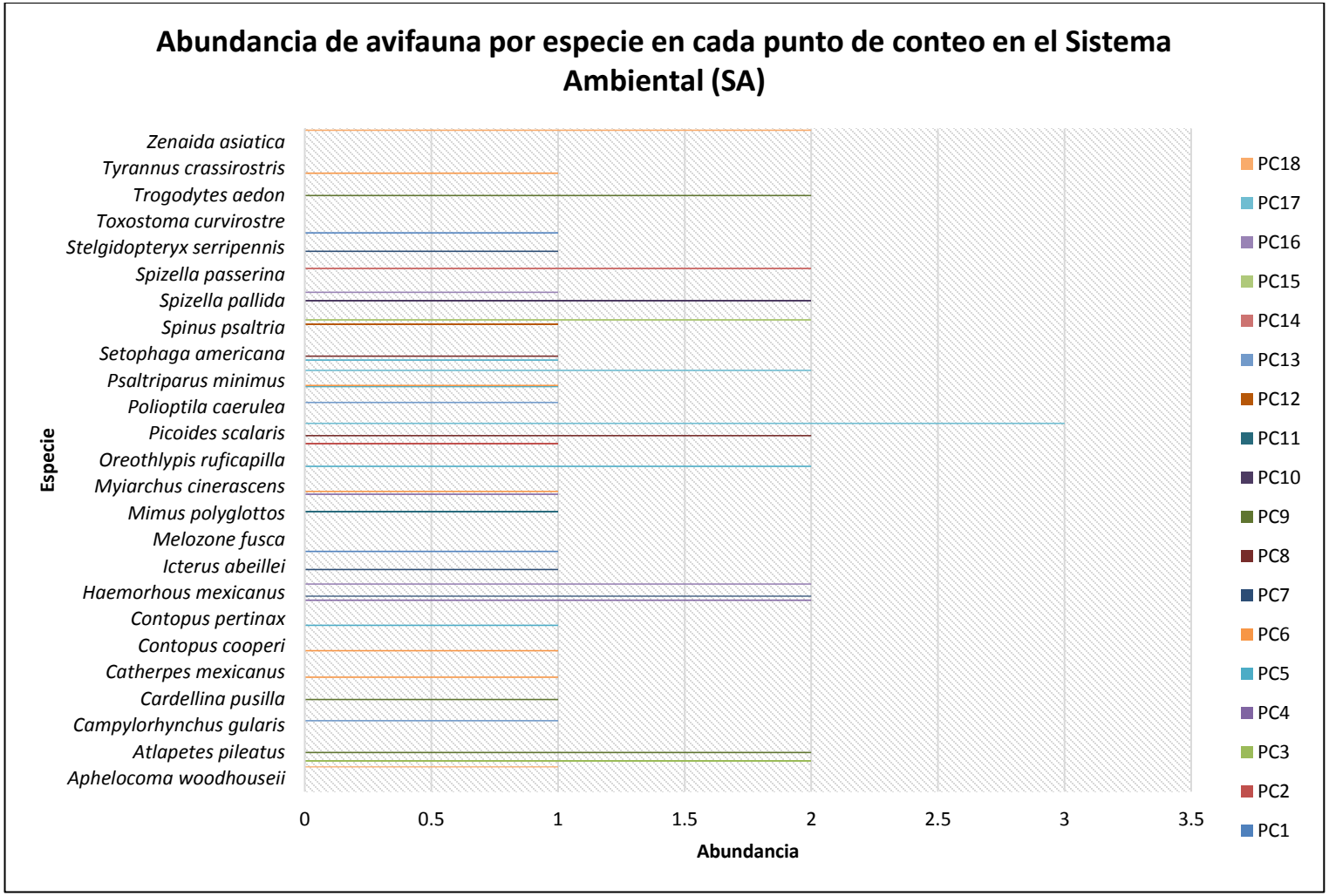


Figura IV.179. Distribución de las especies de avifauna registradas en cada uno de los puntos de conteo en el sistema ambiental.

C. RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.212. Riqueza específica de la avifauna registrada en el sistema ambiental.

Familias	Géneros	Especies
14	23	25

Se registraron 14 familias de avifauna, de las cuales la mejor representada corresponde a la familia Fringillidae.

D. CURVAS DE ACUMULACIÒN DE ESPECIES

Cuadro IV.213. Especies acumuladas de avifauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos.

Punto de conteo	Especies acumuladas
1	2
2	3
3	4
4	6
5	10
6	13
7	15
8	15
9	17
10	18
11	19
12	20
13	22
14	23
15	23
16	23
17	23
18	25

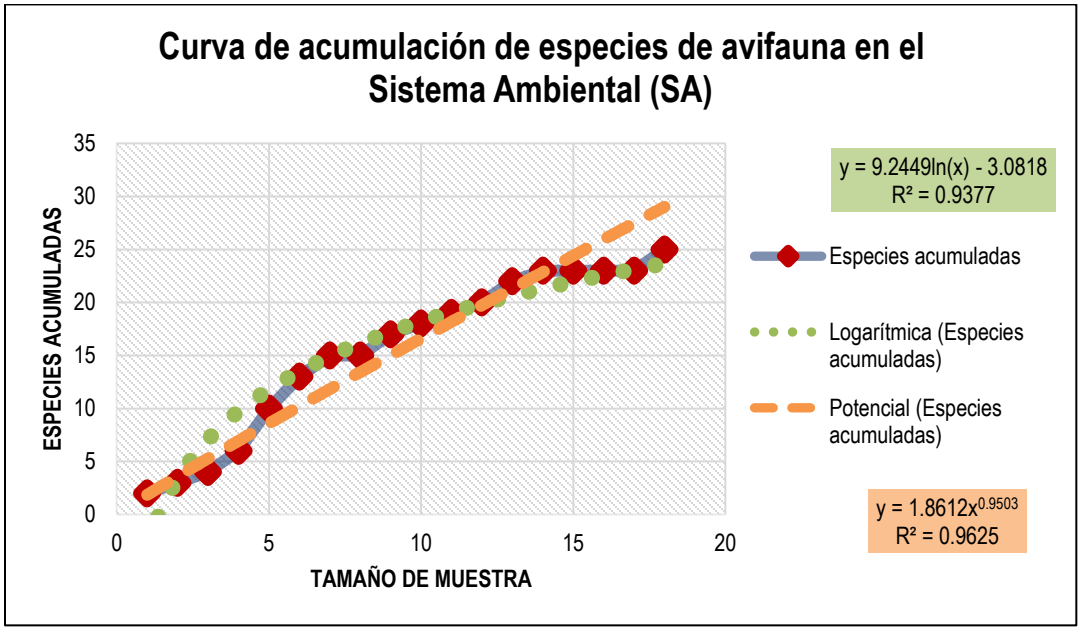


Figura IV.180. Curva de acumulación de especies de avifauna con un modelo potencial y logarítmico.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la curva que se muestra previamente, el modelo potencial es el que mejor se ajusta, por lo tanto, el cálculo para obtener el número de especies que se encuentran estadísticamente en el SA se realizará con dicha ecuación:

Cuadro IV.214. Riqueza específica de avifauna de acuerdo al modelo potencial.

Modelo potencial			
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
18	1.8612	0.9503	29

El modelo potencial arroja como resultado una riqueza específica de 29 especies de avifauna en el SA. Esto indica que se registraron el 86.20% de las especies que se encuentran estadísticamente presentes, ya que en el muestreo realizado se registraron 25 especies, por lo tanto, las cuatro especies adicionales se pueden atribuir a migratorias, cuya estacionalidad condiciona su presencia en etapas específicas del año.

E. DIVERSIDAD PROPORCIONAL

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.215. Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna registrada en el sistema ambiental.

ÍNDICE DE SIMPSON MODIFICADO POR PIELOU (Dp)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**ni-1**	**ni (ni-1)**	**ni (ni-1) /N (N-1)**
1	Corvidae	*Aphelocoma woodhouseii*	Chara de collar	1	0	0	0.0000
2	Passerellidae	*Atlapetes pileatus*	Rascador gorra canela	4	3	12	0.0047
3	Troglodytidae	*Campylorhynchus gularis*	Matraca serrana	1	0	0	0.0000
4	Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	1	0	0	0.0000
5	Troglodytidae	*Catherpes mexicanus*	Cucarachero barranquero	1	0	0	0.0000
6	Tyrannidae	*Contopus cooperi*	Pibí boreal	1	0	0	0.0000
7	Tyrannidae	*Contopus pertinax*	Pibí tengofrío	1	0	0	0.0000

ÍNDICE DE SIMPSON MODIFICADO POR PIELOU (Dp)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**ni-1**	**ni (ni-1)**	**ni (ni-1) /N (N-1)**
8	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Gorrión mexicano	6	5	30	0.0118
9	Icteridae	*Icterus abeillei*	Calandria	1	0	0	0.0000
10	Passerellidae	*Melozone fusca*	Toquí pardo	1	0	0	0.0000
11	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle	1	0	0	0.0000
12	Tyrannidae	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas cenizo	2	1	2	0.0008
13	Parulidae	*Oreothlypis ruficapilla*	Chipe cabeza gris	2	1	2	0.0008
14	Picidae	*Picoides scalaris*	Carpintero mexicano	6	5	30	0.0118
15	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azul-gris	1	0	0	0.0000
16	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	4	3	12	0.0047
17	Parulidae	*Setophaga americana*	Chipe pecho manchado	2	1	2	0.0008
18	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguero dominico	3	2	6	0.0024
19	Emberizidae	*Spizella pallida*	Gorrión palido	3	2	6	0.0024
20	Emberizidae	*Spizella passerina*	Gorrión cejas blancas	2	1	2	0.0008
21	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina aliaserrada	1	0	0	0.0000
22	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche pico curvo	1	0	0	0.0000
23	Troglodytidae	*Trogodytes aedon*	Saltapared común	2	1	2	0.0008
24	Tyrannidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso	1	0	0	0.0000
25	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	2	1	2	0.0008
N							**51**
N (N-1)							**2550**
Dp							**0.04**
1-Dp							**0.96**

De acuerdo al valor del índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna presente en el SA, existe un 4% de probabilidad de que dos individuos de tal sitio correspondan a la misma especie de ave. Al mismo tiempo, el valor del inverso de dicho índice nos indica que existe una probabilidad del 96% de que dos individuos sean de diferentes especies. Por lo tanto, la probabilidad de que dichos individuos sean de distinta especie es mayor, lo cual significa que existe una gran diversidad de avifauna en el SA.

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.216. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de avifauna registradas en el sistema ambiental.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Corvidae	*Aphelocoma woodhouseii*	Chara de collar	1	0.0196	1.9608	0.0771
2	Passerellidae	*Atlapetes pileatus*	Rascador gorra canela	4	0.0784	7.8431	0.1996
3	Troglodytidae	*Campylorhynchus gularis*	Matraca serrana	1	0.0196	1.9608	0.0771
4	Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	1	0.0196	1.9608	0.0771
5	Troglodytidae	*Catherpes mexicanus*	Cucarachero barranquero	1	0.0196	1.9608	0.0771
6	Tyrannidae	*Contopus cooperi*	Pibí boreal	1	0.0196	1.9608	0.0771
7	Tyrannidae	*Contopus pertinax*	Pibí tengofrío	1	0.0196	1.9608	0.0771

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
8	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Gorrión mexicano	6	0.1176	11.7647	0.2518
9	Icteridae	*Icterus abeillei*	Calandria	1	0.0196	1.9608	0.0771
10	Passerellidae	*Melozone fusca*	Toquí pardo	1	0.0196	1.9608	0.0771
11	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle	1	0.0196	1.9608	0.0771
12	Tyrannidae	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas cenizo	2	0.0392	3.9216	0.1270
13	Parulidae	*Oreothlypis ruficapilla*	Chipe cabeza gris	2	0.0392	3.9216	0.1270
14	Picidae	*Picoides scalaris*	Carpintero mexicano	6	0.1176	11.7647	0.2518
15	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azul-gris	1	0.0196	1.9608	0.0771
16	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	4	0.0784	7.8431	0.1996
17	Parulidae	*Setophaga americana*	Chipe pecho manchado	2	0.0392	3.9216	0.1270
18	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguero dominico	3	0.0588	5.8824	0.1667
19	Emberizidae	*Spizella pallida*	Gorrión palido	3	0.0588	5.8824	0.1667
20	Emberizidae	*Spizella passerina*	Gorrión cejas blancas	2	0.0392	3.9216	0.1270
21	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina aliaserrada	1	0.0196	1.9608	0.0771
22	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche pico curvo	1	0.0196	1.9608	0.0771
23	Troglodytidae	*Trogodytes aedon*	Saltapared común	2	0.0392	3.9216	0.1270
24	Tyrannidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso	1	0.0196	1.9608	0.0771
25	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	2	0.0392	3.9216	0.1270
25	**Total**			**51**	**1**	**100**	**3.00**
I. Shannon (H´)							**3.00**
H´ max = Ln S							**3.22**
JH´= H/Hmax							**0.93**

El índice de Shannon-Wiener puede interpretarse como la cantidad de información (avifauna) contenida en una unidad de la naturaleza (sistema ambiental). Por lo tanto, se puede concluir que si se toma una muestra al azar de las 25 especies de avifauna registradas en el SA, dichas especies corresponderán a *Picoides scalaris* y a *Haemorhous mexicanus* ya que son las especies con el valor más alto correspondiente a H´.

F. DIVERSIDAD VERDADERA

Cuadro IV.217. Índice de diversidad verdadera de la avifauna presente en el sistema ambiental.

Métrica	n
S (Riqueza específica)	25
Abundancia	51
I. Shannon – Wiener (H´)	3.00
^{1}D	**20.09**

El SA presenta un número efectivo de especies de avifauna de 20.09, lo cual indica un estatus de diversidad alto, ya que se presentaron 25 especies con una abundancia considerablemente homogénea entre las mismas.

MASTOFAUNA

A. LISTADO DE ESPECIES

Debido a que la mayoría de las especies de mastofauna registradas fueron identificadas a través de evidencias indirectas, se empleará una metodología que permita tomar los datos de dichas evidencias y convertirlos a una densidad real de individuos.

Método de conteo de grupos fecales

El método de conteo de grupos fecales se usa como un índice de abundancia modelado en relación a la densidad de grupos fecales encontrados y la frecuencia de aparición. Dicho método ha sido propuesto para estimar la densidad poblacional, el supuesto general subyace en que la acumulación de los grupos fecales está relacionada con la densidad poblacional y toma como base la producción diaria de grupos fecales por individuo (González-Romero, 2011). Para convertir el número de excretas a densidad de especies se utiliza el siguiente algoritmo:

$$D_{ind/ha} = (NP)\,(PG) / (TP\,(TD))$$

Donde:

NP es el número de parcelas por hectárea,

PG es la proporción de grupos fecales por parcela,

TP es el tiempo de depósito (en días) de las excretas y

TD es la tasa de defecación de la especies en cuestión (491 pellets para conejos y 547 para liebres).

Para poder aplicar la fórmula anterior, se contempló la cantidad de grupos fecales/excretas obtenidos del recorrido total del transecto (0.3 ha); así mismo se consideró la tasa de defecación total recomendada por la literatura y se ajustó a la superficie del transecto. Posteriormente, se calculó la densidad de individuos por área muestreada. Cabe mencionar, que el factor tiempo no se consideró, ya que se trató de calcular a los individuos respecto a un día, por lo que en campo, solo se consideraron las excretas más recientes. Para el caso de la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus)* no se tienen datos fiables de su tasa de defecación además de haber observado pocas pastillas fecales, así que se estableció se trataba de un solo individuo.

A continuación, se muestran los datos de defecación y resultados de la densidad de individuos del área muestreada en mamíferos.

Cuadro IV.218. Cálculo de la densidad de individuos de mastofauna de las especies rastreadas en el sistema ambiental.

Transecto	Familia	Nombre científico	Nombre común	Avistamientos	Pastillas fecales/excretas por área muestreada	Tasa de defecación por área muestreada	Densidad de individuos por área muestreada
1	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo		90	147.3	1
2	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris		2		1
3	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo		115	147.3	1
3	Sciuridae	*Ictidomys mexicanus*	Hurón	2			2
3	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano		75	147.3	1
4	Leporidae	*Lepus callotis*	Liebre	1			1
4	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo		250	147.3	2

Transecto	Familia	Nombre científico	Nombre común	Avistamientos	Pastillas fecales/excretas por área muestreada	Tasa de defecación por área muestreada	Densidad de individuos por área muestreada
4	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris		1		1
5	Sciuridae	*Ictidomys mexicanus*	Hurón	1			1
5	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo	1			1
5	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris		1		1
6	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo		225	147.3	2
Total							**15**

La tasa de defecación fue la misma para todos los conejos, ya que se trataba de la misma especie de lepóridos. Es importante mencionar que la tasa de defecación de las especies varía de acuerdo al área en la cual se encuentran, la presión ambiental a la que se encuentran sujetas y la disponibilidad de recursos (Mandujano-Rodríguez, 2011) pero en este caso se tomó justamente la reportada por González-Romero (2011).

A continuación se presentan los individuos finales de mastofauna encontrados en el AP y sus características.

Cuadro IV.219. Listado de especies de mastofauna en el sistema ambiental. SC (Sin categoría).

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Tendencia poblacional	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Porcentaje de ocurrencia	Abundancia	Importancia ecológica	Sociabilidad	Alimentación	No. registros
1	Sciuridae	*Ictidomys mexicanus*	Hurón	Estable	SC	70.00%	Escaso	Equilibrio ecológico	Gregario diurno	Herbívoro	3
2	Leporidae	*Lepus callotis*	Liebre	Creciente	SC	71.00%	Común	Equilibrio ecológico	Parejas	Herbívoro	1
3	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo	Creciente	SC	82.00%	Abundante	Equilibrio ecológico	Solitario (crepuscular)	Herbívoro	7
4	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	Creciente	SC	90.00%	Abundante	Equilibrio ecológico	Solitario (crepuscular)	Herbívoro	1
5	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	Estable	SC	90.00%	Común	Equilibrio ecológico	Solitario	Omnívoro	3
TOTAL											**15**

Se registraron 15 individuos y 5 especies de mastofauna, de las cuales ninguna se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en alguna categoría de riesgo. En lo referente a la tendencia poblacional proporcionada por la IUCN, todas las especies presentan poblaciones crecientes o estables, lo cual se refleja en el porcentaje de abundancia y categoría de las mismas, ya que las cinco son características del área.

Por otro lado, a pesar de que corresponden a especies con una amplia capacidad reproductiva, los organismos encontrados suelen desplazarse de manera solitaria y agruparse únicamente en la etapa reproductiva, a excepción de *Ictidomys mexicanus*, la cual es gregaria.

B. MATRIZ DE ABUNDANCIA Y RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.220. Matriz de abundancia y riqueza específica de las especies de mastofauna en el sistema ambiental.

ID	ESPECIE	MATRÍZ DE ABUNDANCIA						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	ni
1	*Ictidomys mexicanus*	0	0	2	0	1	0	3
2	*Lepus callotis*	0	0	0	1	0	0	1
3	*Sylvilagus cunicularius*	1	0	1	2	1	2	7
4	*Sylvilagus floridanus*	0	0	1	0	0	0	1
5	*Urocyon cinereoargenteus*	0	1	0	1	1	0	3
N		**1**	**1**	**3**	**3**	**3**	**1**	**15**
Riqueza (S)								**2.00**
Desviación estándar								**1.10**
Max ni								**7**
Dominancia (D)								**0.47**

La riqueza específica de mastofauna fue determinada por muestra, es decir, por punto de conteo. De tal manera que se obtuvo un promedio de riqueza específica de mamíferos en los 6 puntos de conteo establecidos de 2.00 especies de mamíferos por punto de conteo. Por otro lado, de acuerdo a los valores máximos del número de individuos de cada una de las especies de avifauna registradas se obtuvo el nivel de dominancia, el cual indica que existe una probabilidad de dominancia del 47%. A continuación se muestra la distribución de las especies de mastofauna en cada uno de los puntos de conteo en el cual fueron registradas en el AI.

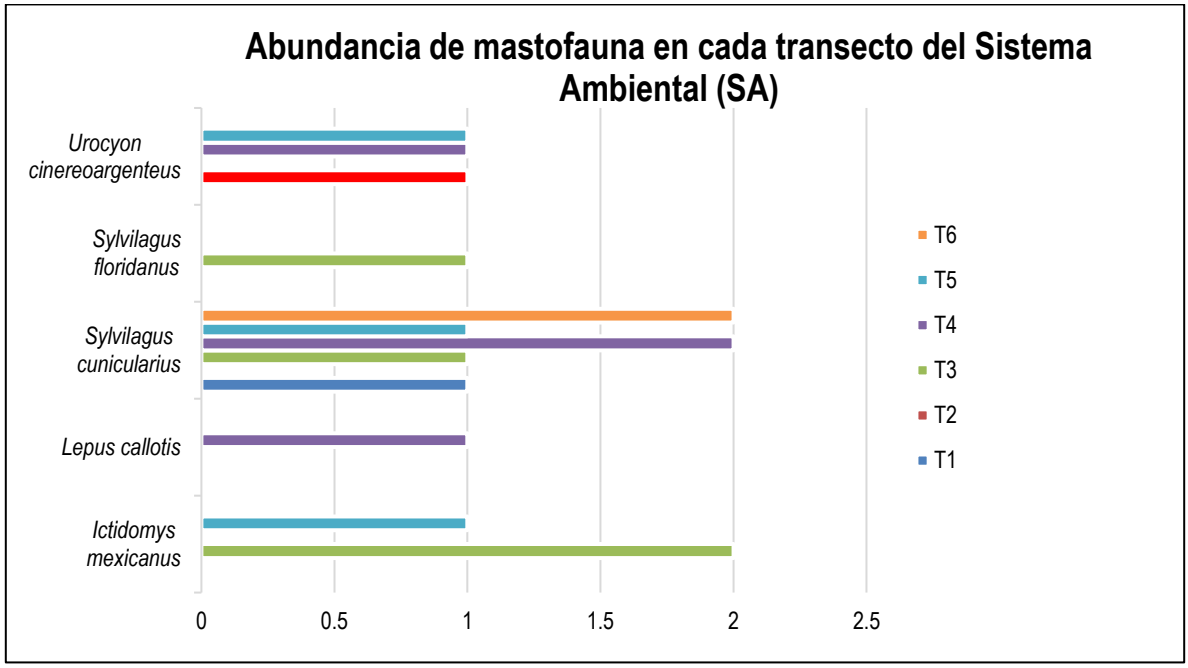


Figura IV.181. Distribución de las especies de mastofauna registradas en cada uno de los transectos del sistema ambiental.

C. RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.221. Riqueza específica de la mastofauna en el sistema ambiental.

Familias	Géneros	Especies
3	4	5

Se registraron tres familias, cuatro géneros y cinco especies.

D. CURVAS DE ACUMULACIÒN DE ESPECIES

Cuadro IV.222. Especies acumuladas de mastofauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos.

Punto de conteo	Especies acumuladas
1	1
2	2
3	4
4	5
5	5
6	5

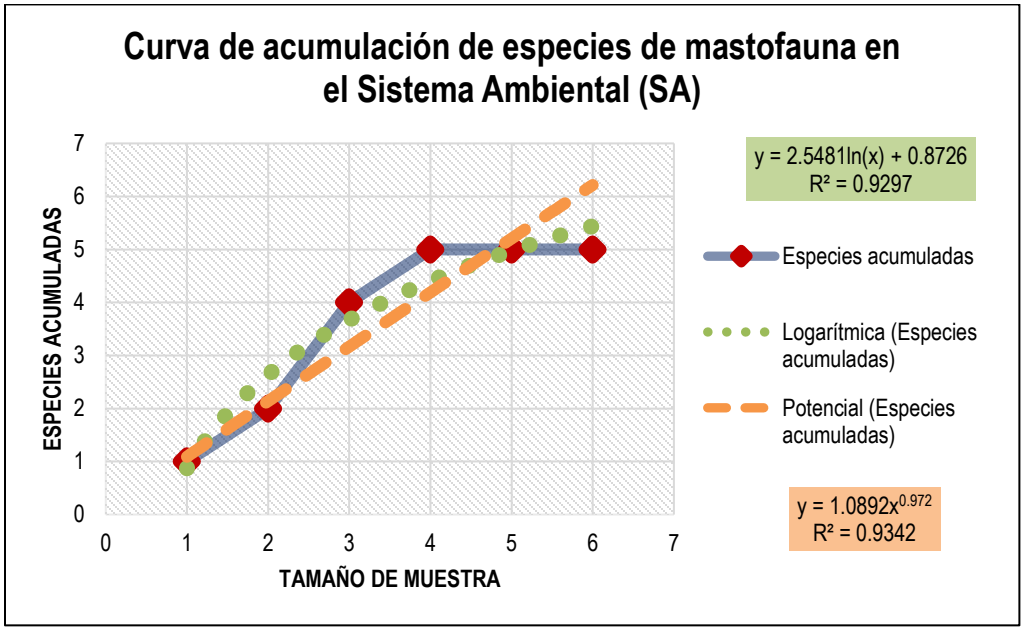


Figura IV.182. Curva de acumulación de especies de mastofauna con un modelo potencial y logarítmico.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la curva que se muestra previamente, el modelo potencial es el que mejor se ajusta, por lo tanto, el cálculo para obtener el número de especies que se encuentran estadísticamente en el SA se realizará con dicha ecuación:

Cuadro IV.223. Riqueza específica de mastofauna de acuerdo al modelo potencial.

Modelo potencial			
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
6	1.0892	0.972	6

El modelo potencial arroja como resultado una riqueza específica de 6 especies de mastofauna en el SA. Esto indica que se registraron el 83.33% de las especies que se encuentran estadísticamente presentes, ya que en el muestreo realizado se registraron 5 especies.

E. DIVERSIDAD PROPORCIONAL

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.224. Índice de Simpson modificado por Pielou para la mastofauna registrada en el sistema ambiental.

ÍNDICE DE SIMPSON MODIFICADO POR PIELOU (Dp)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**ni-1**	**ni (ni-1)**	**ni (ni-1) /N (N-1)**
1	Sciuridae	*Ictidomys mexicanus*	Hurón	3	2	6	0.0286
2	Leporidae	*Lepus callotis*	Liebre	1	0	0	0.0000
3	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo	7	6	42	0.2000
4	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	1	0	0	0.0000
5	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	3	2	6	0.0286
N							**15**
N (N-1)							**210**
Dp							**0.26**
1-Dp							**0.74**

De acuerdo al valor del índice de Simpson modificado por Pielou para la mastofauna presente en el SA, existe un 26% de probabilidad de que dos individuos de tal sitio correspondan a la misma especie de mamífero. Al mismo tiempo, el valor del inverso de dicho índice nos indica que existe una probabilidad del 74% de que dos individuos sean de diferentes especies. Por lo tanto, la probabilidad de que dichos individuos sean de distinta especie es mayor, lo cual significa que existe una gran diversidad de mastofauna en el SA.

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.225. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de mastofauna registradas en el sistema ambiental.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Sciuridae	*Ictidomys mexicanus*	Hurón	3	0.2000	20.0000	0.3219
2	Leporidae	*Lepus callotis*	Liebre	1	0.0667	6.6667	0.1805
3	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo	7	0.4667	46.6667	0.3557
4	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	1	0.0667	6.6667	0.1805
5	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	3	0.2000	20.0000	0.3219
5	**Total**			**15**	**1**	**100**	**1.36**
I. Shannon (H´)							**1.36**
H´ max = Ln S							**1.61**
JH´= H/Hmax							**0.85**

El índice de Shannon-Wiener puede interpretarse como la cantidad de información (mastofauna) contenida en una unidad de la naturaleza (sistema ambiental). Por lo tanto, se puede concluir que si se toma una muestra al azar de las 5 especies de mastofauna registradas en el SA, dicha especie corresponderá a *Sylvilagus cunicularius* ya que es la especie con el valor más alto correspondiente a H´.

F. DIVERSIDAD VERDADERA

Cuadro IV.226. Índice de diversidad verdadera de la mastofauna presente en el sistema ambiental.

Métrica	n
S (Riqueza específica)	5
Abundancia	15
I. Shannon – Wiener (H´)	1.36
^1D	**3.90**

El SA presenta un número efectivo de especies de mastofauna de 3.90, lo cual indica un estatus de diversidad alto, ya que se presentaron 5 especies con una abundancia homogénea entre las mismas.

HERPETOFAUNA

A. LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de especies de herpetofauna que se registraron durante el muestreo realizado en los seis transectos establecidos en el SA.

Cuadro IV.227. Listado de especies de herpetofauna registradas en el sistema ambiental. SC (Sin categoría).

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Tendencia poblacional	Importancia ecológica	Porcentaje de ocurrencia	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	No. registros
1	Colubridae	*Conopsis lineata*	Culebra terrestre del centro	SC	Estable	Equilibrio ecológico	70.00%	Común	Solitario	Invertebrados	2
2	Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Camaleón de montaña	**A**	Estable	Equilibrio ecológico	75.00%	Común	Solitario	Insectívoro	2
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus dugesii*	Lagartija	SC	Decreciente	Equilibrio ecológico	80.00%	Abundante	Solitario	Insectívoro	1
4	Phrynosomatidae	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija	SC	Estable	Equilibrio ecológico	79.00%	Abundante	Solitario	Insectívoro	2
5	Phrynosomatidae	*Sceloporus scalaris*	Lagartija	SC	Estable	Equilibrio ecológico	82.00%	Abundante	Solitario	Insectívoro	4
6	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa	SC	Estable	Equilibrio ecológico	75.00%	Abundante	Solitario	Insectívoro	9
7	Colubridae	*Senticolis triaspis*	Culebra ratonera	SC	Estable	Equilibrio ecológico	75.00%	Común	Solitario	Carnívoro	1
TOTAL											**21**

Se registraron 7 especies de reptiles y 21 individuos, de los cuales, solo una se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en alguna categoría de riesgo: ***Phrynosoma orbiculare* (camaleón de montaña)**. Por otro lado, las especies presentes son características del área debido a que son abundantes y comunes, lo cual se traduce en un porcentaje de ocurrencia alto.

En general las especies registradas se caracterizan por desplazarse de manera solitaria, es decir, se alimentan y pasan la mayor parte del tiempo sin agruparse, a excepción de la etapa reproductiva, en la cual se encuentran en pareja.

Como se puede observar, varias de las especies registradas fueron los lacertilios, debido a que las condiciones ambientales favorecen en mayor medida a este suborden. Dichas especies se caracterizan por presentar una amplia capacidad de adaptación a hábitats fragmentados, por lo tanto, en la mayoría de los casos su distribución no se encuentra condicionada.

B. MATRIZ DE ABUNDANCIA Y RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.228. Matriz de abundancia de la herpetofauna registrada en el sistema ambiental.

ID	ESPECIE	MATRÍZ DE ABUNDANCIA						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	ni
1	*Conopsis lineata*	0	0	0	0	0	2	2
2	*Phrynosoma orbiculare*	1	0	1	0	0	0	2
3	*Sceloporus dugesii*	0	0	0	0	1	0	1
4	*Sceloporus mucronatus*	0	1	0	1	0	0	2
5	*Sceloporus scalaris*	1	0	1	1	1	0	4
6	*Sceloporus variabilis*	3	1	0	3	0	2	9
7	*Senticolis triaspis*	0	0	0	0	0	1	1
N		**3**	**2**	**2**	**3**	**2**	**3**	**21**
Riqueza (S)								**2.50**
Desviación estándar								**0.55**
Max ni								**9**
Dominancia (D)								**0.43**

La riqueza específica de herpetofauna fue determinada por muestra, es decir, por transecto. De tal manera que se obtuvo un promedio de riqueza específica de herpetofauna en los 4 transectos establecidos de 2.50 especies de herpetofauna por transecto. Por otro lado, de acuerdo a los valores máximos del número de individuos de cada una de las especies de herpetofauna registradas se obtuvo el nivel de dominancia, el cual indica que existe una probabilidad de dominancia del 43%. A continuación se muestra la distribución de las especies de herpetofauna en cada uno de los transectos en el cual fueron registradas.

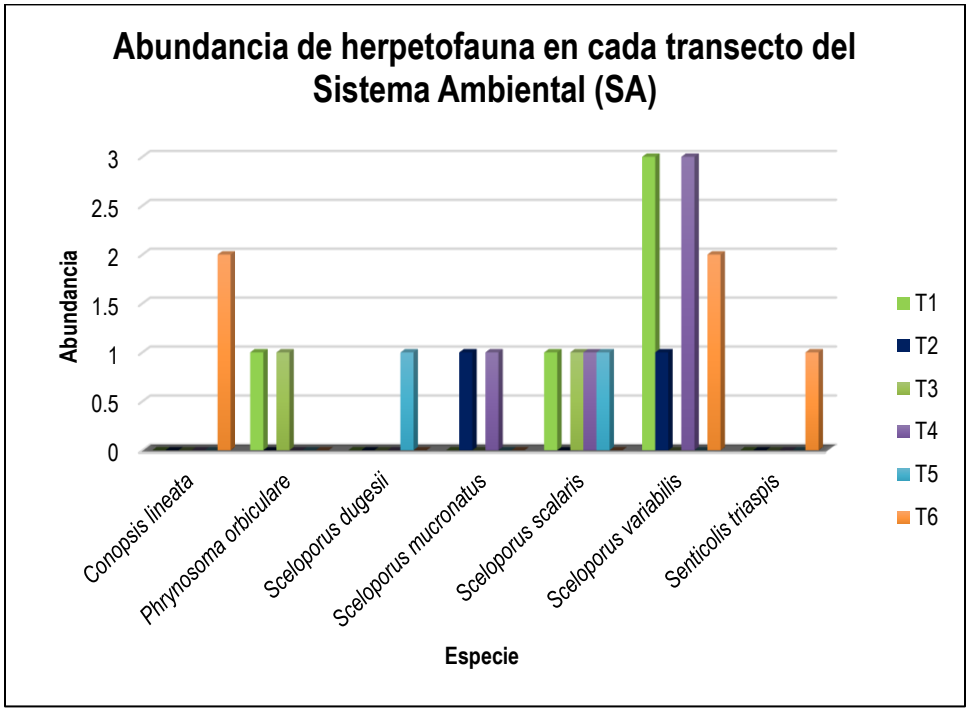


Figura IV.183. Herpetofauna en cada uno de los transectos establecidos en el sistema ambiental.

C. RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.229. Riqueza específica de la herpetofauna registrada en el sistema ambiental.

Familias	Géneros	Especies
3	4	7

Se registraron tres familias de herpetofauna, las cuales se encuentran representadas por siete especies y cuatro géneros. La familia mayor representada corresponde a Sceloporus y es característica de la mayoría de los hábitats, ya que las especies pertenecientes a la misma presentan una amplia capacidad de adaptación.

D. CURVAS DE ACUMULACIÒN DE ESPECIES

Cuadro IV.230. Especies acumuladas de herpetofauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos.

Punto de conteo	Especies acumuladas
1	3
2	4
3	4
4	4
5	5
6	7

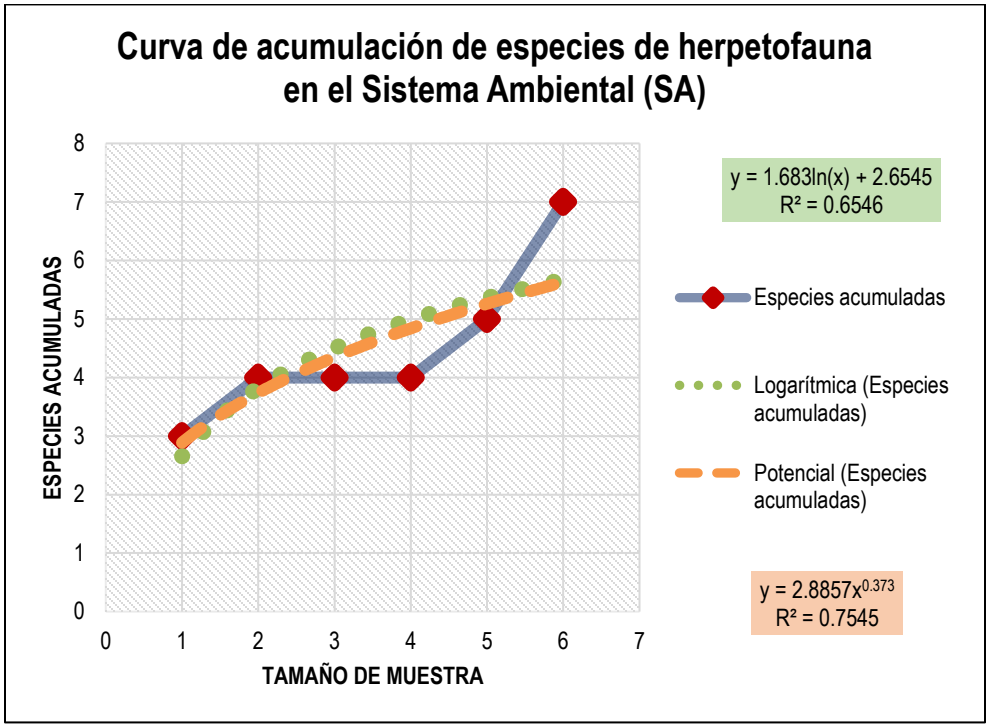


Figura IV.184. Curva de acumulación de especies de herpetofauna con un modelo potencial y logarítmico.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la curva que se muestra previamente, el modelo potencial es el que mejor se ajusta, por lo tanto, el cálculo para obtener el número de especies que se encuentran estadísticamente en el SA se realizará con dicha ecuación:

Cuadro IV.231. Riqueza específica de herpetofauna de acuerdo al modelo potencial.

Modelo potencial			
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
6	2.8857	0.373	6

El modelo potencial arroja como resultado una riqueza específica de 6 especies de herpetofauna en el SA. Esto indica que se registraron el 100% de las especies que se encuentran estadísticamente presentes, ya que en el muestreo realizado se registraron 7 especies.

E. DIVERSIDAD PROPORCIONAL

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.232. Índice de Simpson modificado por Pielou para la herpetofauna registrada en el sistema ambiental.

ÍNDICE DE SIMPSON MODIFICADO POR PIELOU (Dp)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**ni-1**	**ni (ni-1)**	**ni (ni-1) /N (N-1)**
1	Colubridae	*Conopsis lineata*	Culebra terrestre del centro	2	1	2	0.0048
2	Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Camaleón de montaña	2	1	2	0.0048
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus dugesii*	Lagartija	1	0	0	0.0000
4	Phrynosomatidae	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija	2	1	2	0.0048
5	Phrynosomatidae	*Sceloporus scalaris*	Lagartija	4	3	12	0.0286
6	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa	9	8	72	0.1714

ÍNDICE DE SIMPSON MODIFICADO POR PIELOU (Dp)							
ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	n	ni-1	ni (ni-1)	ni (ni-1) /N (N-1)
7	Colubridae	*Senticolis triaspis*	Culebra ratonera	1	0	0	0.0000
N							**21**
N (N-1)							**420**
Dp							**0.21**
1-Dp							**0.79**

De acuerdo al valor del índice de Simpson modificado por Pielou para la herpetofauna presente en el SA, existe un 21% de probabilidad de que dos individuos de tal sitio correspondan a la misma especie de reptil o anfibio. Al mismo tiempo, el valor del inverso de dicho índice nos indica que existe una probabilidad del 79% de que dos individuos sean de diferentes especies. Por lo tanto, la probabilidad de que dichos individuos sean de distinta especie es mayor, lo cual significa que existe una diversidad de reptiles o anfibios en el SA.

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.233. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de herpetofauna registradas en el sistema ambiental.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	n	p(i) = n/N	Abundancia relativa (%)	pi (ln (pi))*-1
1	Colubridae	*Conopsis lineata*	Culebra terrestre del centro	2	0.0952	9.5238	0.2239
2	Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Camaleón de montaña	2	0.0952	9.5238	0.2239
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus dugesii*	Lagartija	1	0.0476	4.7619	0.1450
4	Phrynosomatidae	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija	2	0.0952	9.5238	0.2239
5	Phrynosomatidae	*Sceloporus scalaris*	Lagartija	4	0.1905	19.0476	0.3159
6	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa	9	0.4286	42.8571	0.3631
7	Colubridae	*Senticolis triaspis*	Culebra ratonera	1	0.0476	4.7619	0.1450
7	**Total**			**21**	**1**	**100**	**1.6408**
I. Shannon (H´)							**1.64**
H´ max = Ln S							**1.95**
JH´= H/Hmax							**0.84**

El índice de Shannon-Wiener puede interpretarse como la cantidad de información (herpetofauna) contenida en una unidad de la naturaleza (sistema ambiental). Por lo tanto, se puede concluir que si se toma una muestra al azar de las 7 especies de herpetofauna registradas en el SA, dicha especie corresponderá a *Sceloporus variabilis* ya que es la especie con el valor más alto correspondiente a H´.

F. DIVERSIDAD VERDADERA

Cuadro IV.234. Índice de diversidad verdadera de la herpetofauna presente en el sistema ambiental.

Métrica	n
S (Riqueza específica)	7
Abundancia	21
I. Shannon – Wiener (H´)	1.64

Métrica	n
^1D	5.16

El SA presenta un número efectivo de especies de mastofauna de 5.16, lo cual indica un estatus de diversidad alto, ya que se presentaron 7 especies con una abundancia considerablemente homogénea entre las mismas.

NOTA: Se anexa la base de datos de la fauna silvestre en el sistema ambiental **ANEXO 16. MEMORIAS DE CÁLCULO (DIGITAL)) por capítulo IV (ANEXO IV.P. ÌNDICES_DIVERSIDAD_FAUNA_SA).**

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FAUNA SILVESTRE PRESENTE EN TRES UNIDADES DE ANÁLISIS (ÁREA DEL PROYECTO, ÁREA DE INFLUENCIA Y SISTEMA AMBIENTAL)

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

FAUNA EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010

Se reportó una especie de reptil dentro de la Norma 059, tal como se describe a continuación:

Cuadro IV.235. Especies de fauna silvestre enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT	Área de registro		
				Área del Proyecto	Área de Influencia	Sistema Ambiental
Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Camaleón de montaña	A	Ausente	Ausente	Presente

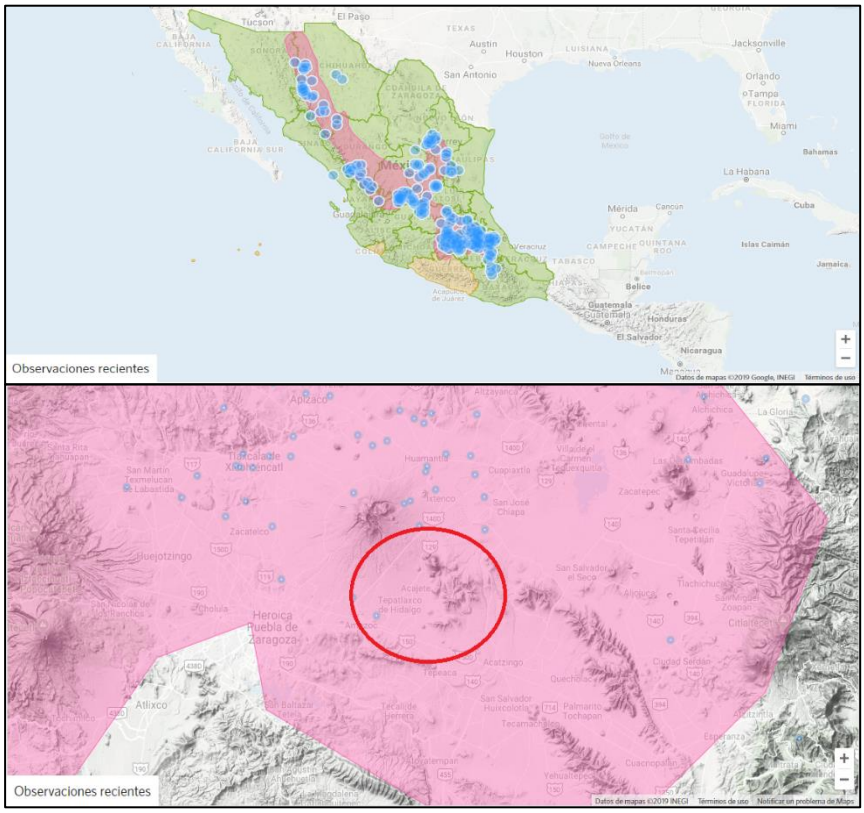


Figura IV.185. Arriba: Distribución potencial y observaciones recientes de la especie *Phrynosoma orbiculare* en México. Abajo: Distribución potencial y observaciones recientes de la especie *Phrynosoma orbiculare* en la zona de estudio. Fuente: https://www.naturalista.mx/taxa/36307-Phrynosoma-orbiculare.

La especie conocida como camaleón de montaña (*Phrynosoma orbiculare*) es endémica de México y se encuentra escasamente distribuida en el centro del país como se puede observar en la figura anterior. La observación de dicha especie en el sistema ambiental en este proyecto no representa riesgo para la especie, ya que aunque también el área del proyecto se encuentra dentro del área de distribución de la especie, esta, no asegura que la especie se encuentre ahí; por el contrario, no han existido observaciones recientes en el sistema ambiental por parte de la fuente consultada.

FAUNA EN LA CITES

No se reportó ninguna especie incluida en el Apéndice II de la Convención Internacional de Tráfico de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

APROVECHAMIENTO DE AVES CANORAS Y DE ORNATO

Para la temporada 2018-2019, la SEMARNAT tiene contemplado el aprovechamiento de 22 especies de aves canoras y de ornato con fines de subsistencia para la entidad federativa del Estado de Puebla. Durante los trabajos de campo, se registraron cuatro especies de aves canoras y de ornato con autorización para aprovechamiento por la SEMARNAT: ***Haemorhous mexicanus***, ***Mimus polyglottos***, ***Spinus psaltria*** y ***Toxostoma curvirostre***. Cabe señalar que el proyecto, no pretende el aprovechamiento de aves canoras y de ornato.

Cuadro IV.236. Especies de aves canoras y de ornato con aprovechamiento autorizado por la SEMARNAT para el Estado de Puebla (SEMARNAT, 2019).

Especie	Nombre común	Época hábil de Aprovechamiento		Área de registro		
				Área del Proyecto	Área de influencia	Sistema Ambiental
Agelaius phoeniceus	Tordo Sargento	01/09/2018	28/02/2019	-	-	-
Bombycilla cedrorum	Chinito	01/12/2018	28/02/2019	-	-	-
Cardinalis cardinalis	Cardenal rojo	01/12/2018	28/02/2019	-	-	-
Corvus corax	Cuervo Común	01/12/2018	28/02/2019	-	-	-
Haemorhous mexicanus	**Pinzón Mexicano**	01/12/2018	28/02/2019	**Presente**	**Presente**	**Presente**
Icterus mesomelas	Calandria piocha	01/12/2018	28/02/2019	-	-	-
Icterus parisorum	Calandria Tunera	01/12/2018	28/02/2019	-	-	-
Mimus polyglottos	**Centzontle Norteño**	01/12/2018	28/02/2019	**Presente**	**Presente**	**Presente**
Molothrus ater	Tordo Cabeza Café	01/12/2018	28/02/2019	-	-	-
Passer domesticus	Gorrión Doméstico	Todo el Año		-	-	-
Passerina caerulea	Picogordo Azul	01/12/2018	28/02/2019	-	-	-
Pheucticus melanocephalus	Picogordo Tigrillo	01/12/2018	28/02/2019	-	-	-
Ptiliogonys cinereus	Capulinero Gris	01/12/2018	28/02/2019	-	-	-
Spinus psaltria	**Jilguerito Dominico**	01/12/2018	28/02/2019	**Presente**	**Presente**	**Presente**
Spinus tristis	Dominico triste	01/12/2018	28/02/2019	-	-	-
Sporophila torqueola	Semillero de Collar	01/12/2018	28/02/2019	-	-	-
Sturnus vulgaris	Estornino Pinto	Todo el Año		-	-	-
Toxostoma curvirostre	**Cuitlacoche Pico Curvo**	01/12/2018	28/02/2019	**Ausente**	**Ausente**	**Presente**
Turdus grayi	Mirlo	01/12/2018	28/02/2019	-	-	-

Especie	Nombre común	Época hábil de Aprovechamiento		Área de registro		
				Área del Proyecto	Área de influencia	Sistema Ambiental
Turdus rufopalliatus	Mirlo Dorso Canela	01/12/2018	28/02/2019	-	-	-
Volatinia jacarina	Semillero Brincador	01/12/2018	28/02/2019	-	-	-
Xanthocephalus xanthocephalus	Tordo Cabeza Amarilla	01/12/2018	28/02/2019	-	-	-

DIVERSIDAD ALFA

Como se mencionó anteriormente, la evaluación de fauna silvestre se realizó mediante el análisis de la riqueza específica, diversidad proporcional y finalmente, dominancia y equidad. Por lo tanto, el comparativo se realizará mediante dichas métricas en las tres unidades de análisis.

RIQUEZA ESPECÍFICA

Se presentan el número de familias, géneros, especies e individuos de cada grupo faunístico registrados en el área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental. De manera adicional se presenta el índice de Margalef (DMg), el cual convierte el número de familias, géneros y especies de cada grupo faunístico en números reales de riqueza específica; toma como referencia de igual manera, el número total de individuos registrados en la unidad de análisis correspondiente de cada grupo faunístico. Dicho índice se mostrará en gráficos posteriores, con el resto de las métricas de biodiversidad.

Cuadro IV.237. Comparativo de la riqueza específica de la fauna silvestre.

FAUNA	Área del proyecto					Área de influencia					Sistema ambiental				
	Familias	Géneros	Especies	Individuos	DMg	Familias	Géneros	Especies	Individuos	DMg	Familias	Géneros	Especies	Individuos	DMg
Avifauna	12	15	18	41	4.578	12	16	18	33	4.862	14	23	25	51	6.104
Mastofauna	1	2	4	11	1.251	3	3	3	6	1.116	3	4	5	15	1.477
Herpetofauna	1	1	4	13	1.170	1	1	3	15	0.739	3	4	7	21	1.971
TOTAL	**14**	**18**	**26**	**65**		**16**	**20**	**24**	**54**		**20**	**31**	**37**	**87**	

A continuación se muestra el gráfico que representa el número neto de familias, géneros y especies de cada grupo faunístico en cada unidad de análisis:

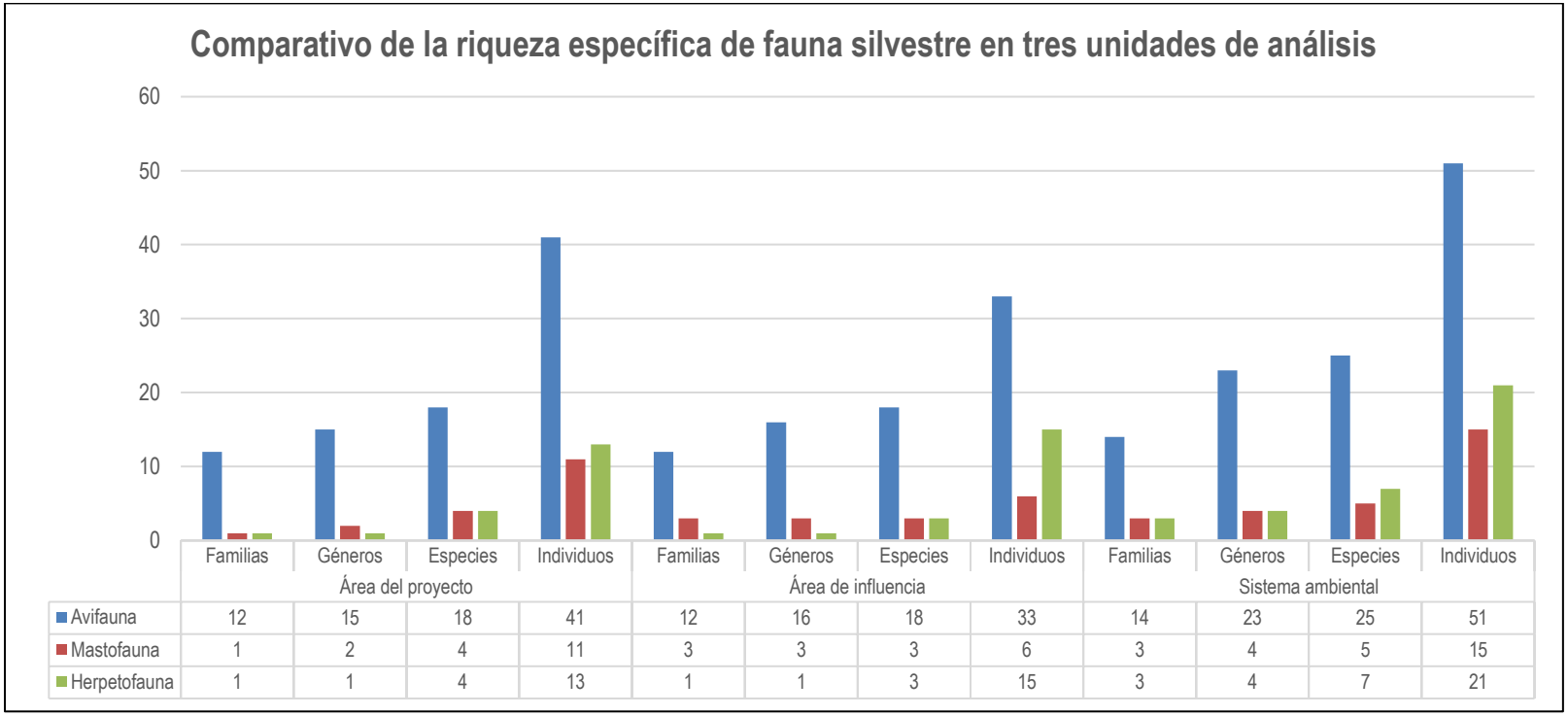


Figura IV.186. Comparativo de la riqueza específica de fauna silvestre.

La avifauna en comparación con la mastofauna y la herpetofauna presenta elevada riqueza de familias, géneros y especies debido en parte a su movilidad por el vuelo. Entre unidades de análisis, el sistema ambiental fue el área que tuvo el mayor número de individuos de avifauna, en parte por el número de transectos pero a su vez por la mayor cantidad de familias, géneros y especies, lo cual se traduce en una diversidad mayor. El área de influencia y el área del proyecto tienen mucha similitud en riqueza específica de avifauna aun cuando los transectos en el área de influencia sean más, ambas regiones comparten casi las mismas familias, géneros y especies, y lo cual se traduciría en la misma cantidad de diversidad.

La mastofauna presenta poca riqueza de familias, géneros y especies en comparación con la avifauna; lo anterior, es debido en parte a la biología de los mamíferos, los cuales requieren mayor cantidad de espacio para su movilidad y desarrollo. Entre unidades de análisis, el sistema ambiental fue nuevamente el área que tuvo el mayor número de individuos de mastofauna pero también mayor cantidad de familias, géneros y especies, lo cual se traduce en mayor diversidad. El área de influencia y área del proyecto resultaron similares en riqueza específica e inclusive el área del proyecto lo supera en número de individuos y especies pero el área de influencia lo supera en familias y géneros, por lo que se podría decir que tendrían la misma cantidad de diversidad aproximadamente.

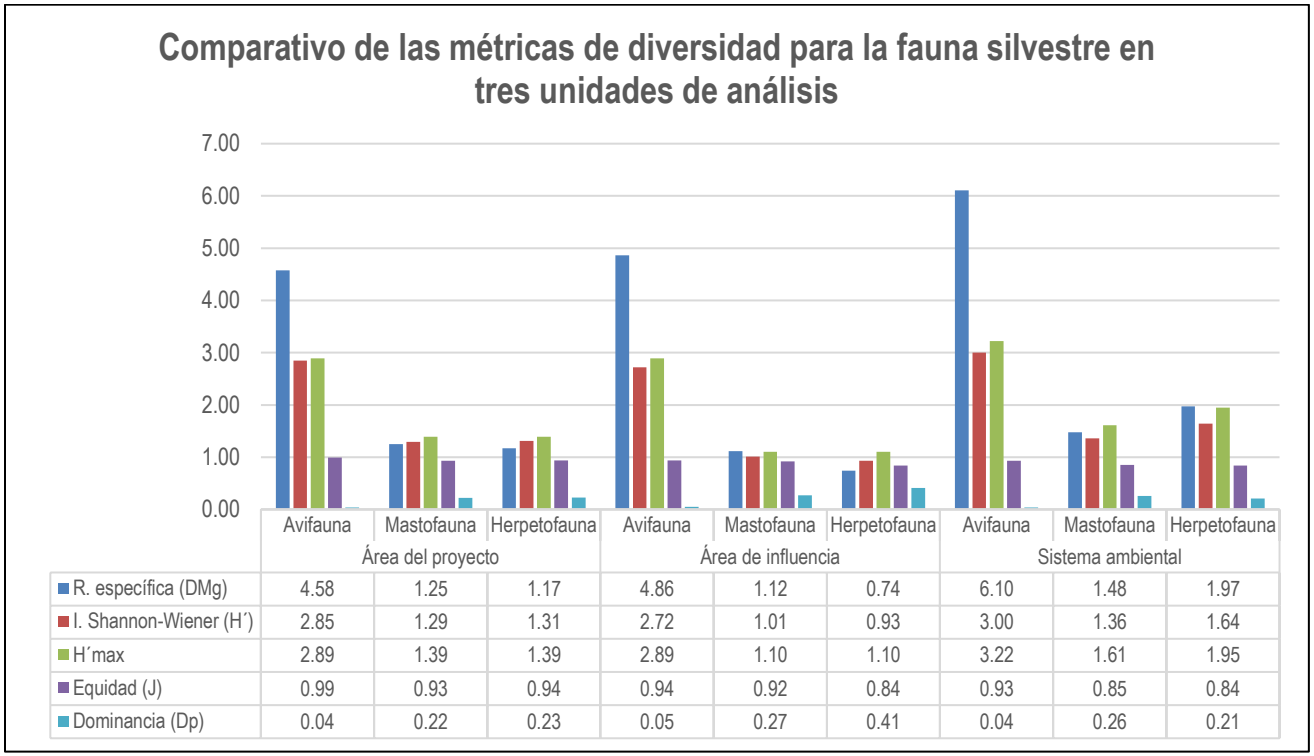
La herpetofauna presenta poca riqueza de familias, géneros y especies en comparación con la avifauna; lo anterior, es debido en parte a la biología de los reptiles y anfibios, los cuales se encuentran en hábitats específicos de acuerdo a sus necesidades biológicas. Entre unidades de análisis, el sistema ambiental fue nuevamente el área que tuvo el mayor número de individuos de herpetofauna pero también mayor cantidad de familias, géneros y especies, lo cual se traduce en mayor diversidad. El área de influencia y área del proyecto resultaron similares en riqueza específica e inclusive el área de proyecto lo supera en número de especies pero el área de influencia lo supera en número de individuos, por lo que se podría decir que tendrían la misma cantidad de diversidad aproximadamente debido a su similitud en familias y géneros.

MÈTRICAS DE DIVERSIDAD

A continuación se muestra el valor obtenido de la riqueza específica (I. Margalef) previamente mencionado, I. Shannon-Wiener, equidad y dominancia, para cada grupo faunístico, tanto en el área del proyecto e influencia, como en el sistema ambiental:

Cuadro IV.238. Comparativo de las métricas de diversidad para la fauna silvestre en tres unidades de análisis.

Métricas de biodiversidad	Área del proyecto			Área de influencia			Sistema ambiental		
	Avifauna	Mastofauna	Herpetofauna	Avifauna	Mastofauna	Herpetofauna	Avifauna	Mastofauna	Herpetofauna
R. específica (DMg)	4.58	1.25	1.17	4.86	1.12	0.74	6.10	1.48	1.97
I. Shannon-Wiener (H´)	2.85	1.29	1.31	2.72	1.01	0.93	3.00	1.36	1.64
H´max	2.89	1.39	1.39	2.89	1.10	1.10	3.22	1.61	1.95
Equidad (J)	0.99	0.93	0.94	0.94	0.92	0.84	0.93	0.85	0.84
Dominancia (Dp)	0.04	0.22	0.23	0.05	0.27	0.41	0.04	0.26	0.21



	Área del proyecto			Área de influencia			Sistema ambiental		
	Avifauna	Mastofauna	Herpetofauna	Avifauna	Mastofauna	Herpetofauna	Avifauna	Mastofauna	Herpetofauna
R. específica (DMg)	4.58	1.25	1.17	4.86	1.12	0.74	6.10	1.48	1.97
I. Shannon-Wiener (H´)	2.85	1.29	1.31	2.72	1.01	0.93	3.00	1.36	1.64
H´max	2.89	1.39	1.39	2.89	1.10	1.10	3.22	1.61	1.95
Equidad (J)	0.99	0.93	0.94	0.94	0.92	0.84	0.93	0.85	0.84
Dominancia (Dp)	0.04	0.22	0.23	0.05	0.27	0.41	0.04	0.26	0.21

Figura IV.187. Comparativo de las métricas de diversidad de fauna silvestre en tres unidades de análisis.

Las métricas de diversidad para la avifauna indican valores de diversidad de medios a altos en la siguiente escala de mayor a menor: sistema ambiental, área del proyecto y área de influencia. La equidad de la distribución de la abundancia de los individuos de avifauna es mayor en el área del proyecto, le sigue el área de influencia y por último el sistema ambiental, esto denotaría mayor diversidad, pero el área del proyecto tuvo menor riqueza específica que el sistema ambiental. La dominancia de especies denota menor diversidad y es mayor en el área de influencia e igual en las otras dos unidades de análisis (área del proyecto y sistema ambiental).

Las métricas de diversidad para la mastofauna indican valores de diversidad de bajos a medios en la siguiente escala de mayor a menor: sistema ambiental, área del proyecto y área de influencia. La equidad de la distribución de la abundancia de los individuos de mastofauna es mayor en el área del proyecto, le sigue el área de influencia y por último el sistema ambiental, esto denotaría mayor diversidad, pero el área del proyecto tuvo menor riqueza específica que el sistema ambiental. La dominancia de especies denota menor diversidad y es mayor en el área de influencia, le sigue el sistema ambiental y por último el área del proyecto pero hay que tomar en cuenta la riqueza específica.

Las métricas de diversidad para la herpetofauna indican valores de diversidad de bajos a medios en la siguiente escala de mayor a menor: sistema ambiental, área del proyecto y área de influencia. La equidad de la distribución de la abundancia de los individuos de herpetofauna es mayor en el área del proyecto, e igual para el área de influencia y el sistema ambiental, esto denotaría mayor diversidad, pero el área del proyecto tuvo menor riqueza específica que el sistema ambiental. La dominancia de especies denota menor diversidad y es mayor en el área de influencia, le sigue el área del proyecto y por último el sistema ambiental.

DIVERSIDAD BETA

La diversidad beta (β) es la tasa de cambio de especies de dos comunidades vegetales o animales adyacentes, refleja la diferencia de composición de ambas comunidades y en última instancia, la heterogeneidad del paisaje.

A continuación, se muestra un análisis multivariado de ordenamiento para la avifauna en las tres unidades de análisis (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental), el cual nos permite comparar entre ellas y determinar si existe una tasa de recambio de especies (similitud o disimilitud). Las relaciones de similitud y disimilitud se analizan sobre varios ejes (eje 1 y eje 2), los cuales indican las distancias entre las muestras dentro del espacio de ordenamiento. En este caso, para cada unidad de análisis se calcularon los centroides (promedio de los valores del eje 1 y 2) con sus respectivos IC 95 %; de tal manera que, si los IC 95% de los centroides no se traslapan sobre alguno de los ejes, se puede asumir diferencias significativas entre las unidades de análisis.

○ AVIFAUNA

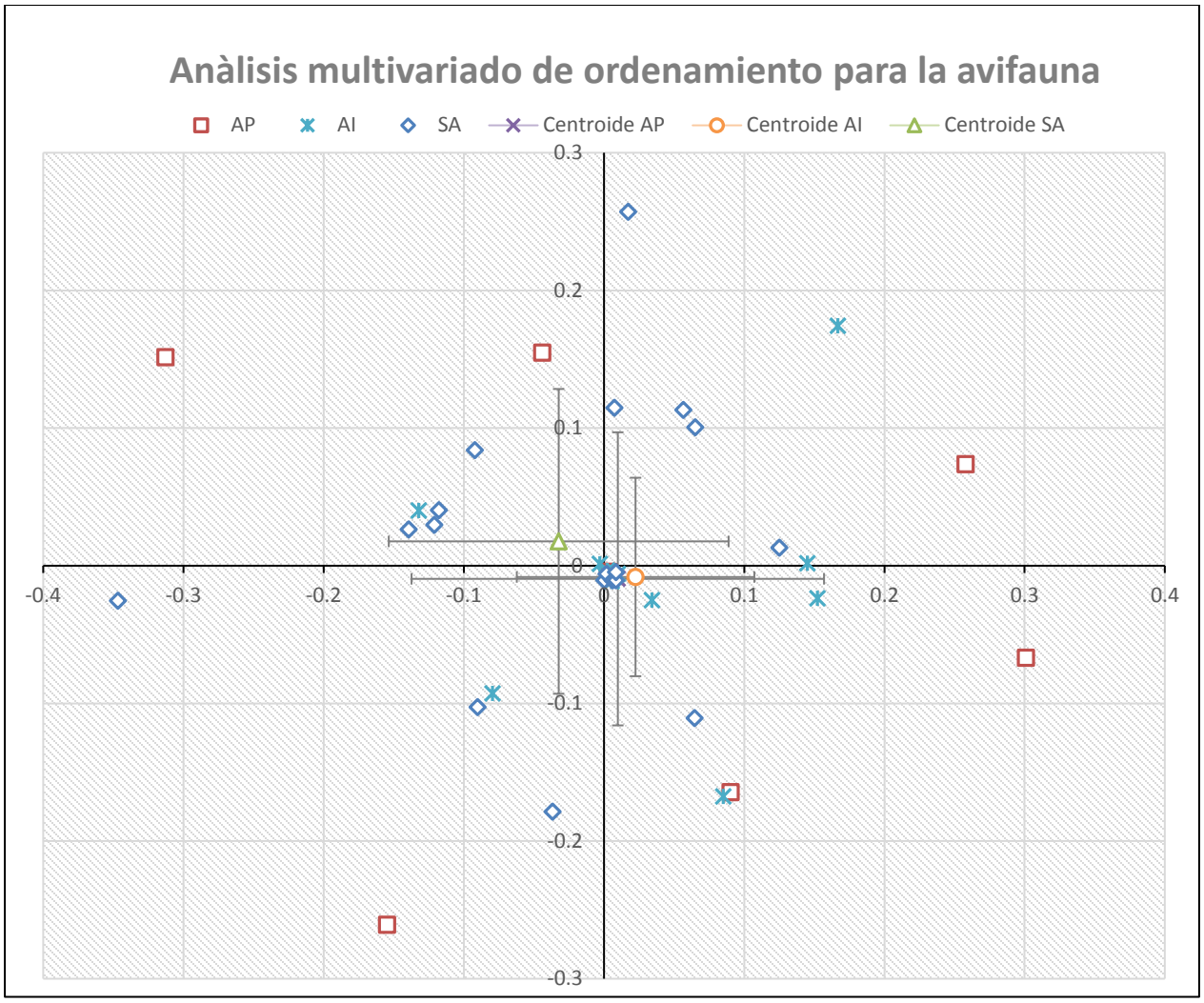


Figura IV.188. Comparativo de la diversidad beta de la avifauna en tres unidades de análisis (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental).

De acuerdo a los resultados obtenidos para la avifauna en la figura anterior, existe mayor similitud entre los puntos de conteo del área de influencia con los del área del proyecto, esto, debido seguramente a la cercanía de las zonas. Los IC 95% de las tres unidades de análisis (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental) están sobrepuestos en las dos barras (horizontal y vertical) por lo que se estima que entre ellas no existen diferencias estadísticas significativas y por lo tanto comparten similarmente las especies en sus puntos de conteo. Aun cuando no existen diferencias estadísticas significativas entre las unidades de análisis no significa que las comunidades de fauna silvestre sean iguales, ya que existe una diferencia en cuanto a la identidad de las especies presentes en cada una de ellas. Por tanto, la magnitud del cambio en la composición de especies se encuentra dado a lo largo de un gradiente ambiental; es decir, de un área con menor disponibilidad de recursos y superficie reducida (área del proyecto), hacia un área con elevada capacidad de carga (K) y amplia gama de hábitats disponibles (sistema ambiental regional). Los resultados sugieren que a mayor gradiente ambiental o comunidades de paisajes, el recambio de especies y diversidad aumentan.

○ MASTOFAUNA

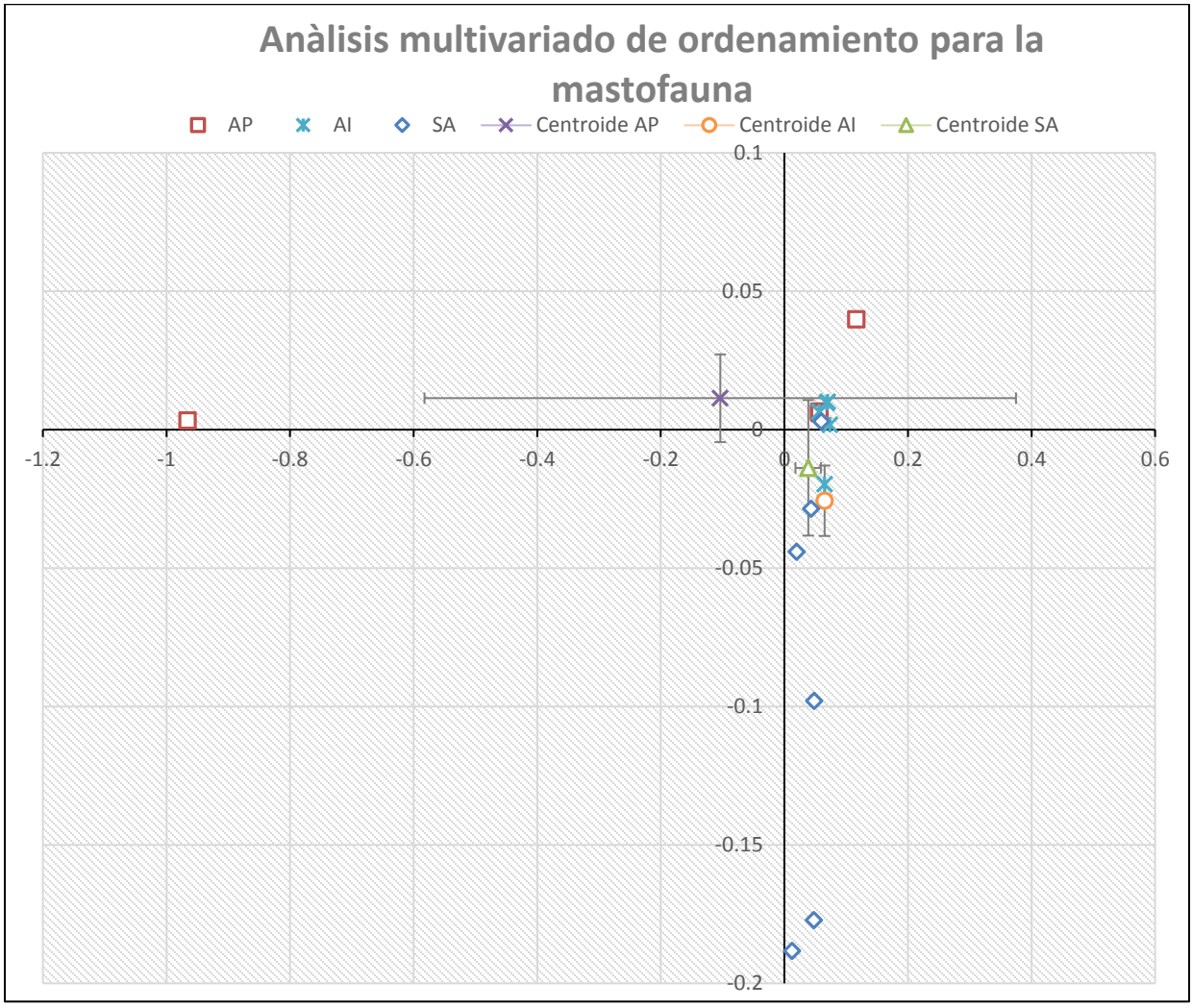


Figura IV.189. Comparativo de la diversidad beta de la mastofauna en tres unidades de análisis (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental).

De acuerdo a los resultados obtenidos para la mastofauna en la figura anterior, existe mayor similitud entre los puntos de conteo del área de influencia con los del sistema ambiental; de manera más heterogénea se encuentran distribuidos los puntos de muestreo del área del proyecto y en su defecto, se parecen más a los del sistema ambiental. Los IC 95% del sistema ambiental y del área de influencia están sobrepuestos al menos en una barra por lo que se estima que entre ellas no existen diferencias estadísticas significativas pero entre el área del proyecto y el área de influencia si hay. Aun cuando no existan diferencias estadísticas significativas entre las unidades de análisis no significa que las comunidades de fauna silvestre sean iguales, ya que existe una diferencia en cuanto a la identidad y cantidad de individuos de las especies presentes en cada una de ellas. Del análisis de los IC 95% se deriva que las especies de mastofauna encontradas en los muestreos del área del proyecto y del área de influencia se encuentran contenidas en el sistema ambiental.

○ HERPETOFAUNA

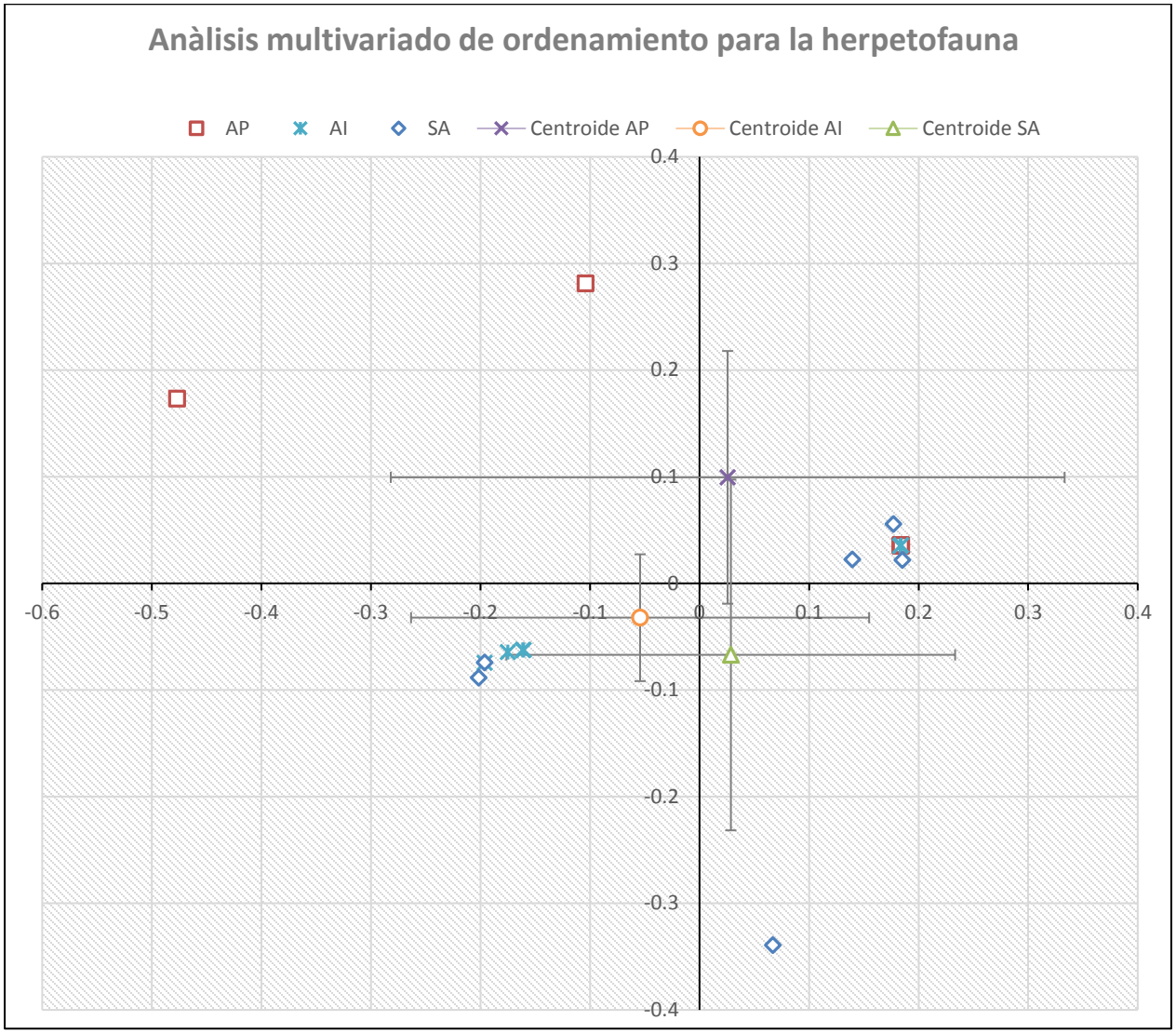


Figura IV.190. Comparativo de la diversidad beta de la mastofauna en tres unidades de análisis (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental).

De acuerdo a los resultados obtenidos para la herpetofauna en la figura anterior, existe mayor similitud entre los puntos de conteo del área de influencia con los del sistema ambiental; de manera más heterogénea se encuentran distribuidos los puntos de muestreo del área del proyecto y en su defecto, se parecen más a los del área de influencia. Los IC 95% indican que el área del proyecto no tiene diferencias estadísticas significativas con el sistema ambiental pero si las tiene con el área de influencia, ya que en este último caso ninguna de las barras (horizontal y vertical) se superpone. Por su parte, el sistema ambiental y el área de influencia no tienen diferencias estadísticas significativas debido a la sobreposición de sus índices de confianza al 95%.

Del análisis de los IC 95% se deriva que las especies de herpetofauna encontradas en los muestreos del área del proyecto y del área de influencia se encuentran contenidas en el sistema ambiental.

DIVERSIDAD GAMMA

La diversidad gamma, es la diversidad intrínseca de un paisaje, e integra las componentes alfa y beta de la diversidad. Estima la variedad de especies en una zona determinada (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental), incluyendo todas las comunidades que se encuentran en ella (tres unidades de análisis). Por lo tanto, a continuación se muestra el comparativo de la diversidad gamma (curvas de rarefacción) tanto del área del proyecto, del área de influencia, como del SAR para los tres grupos faunísticos.

○ AVIFAUNA

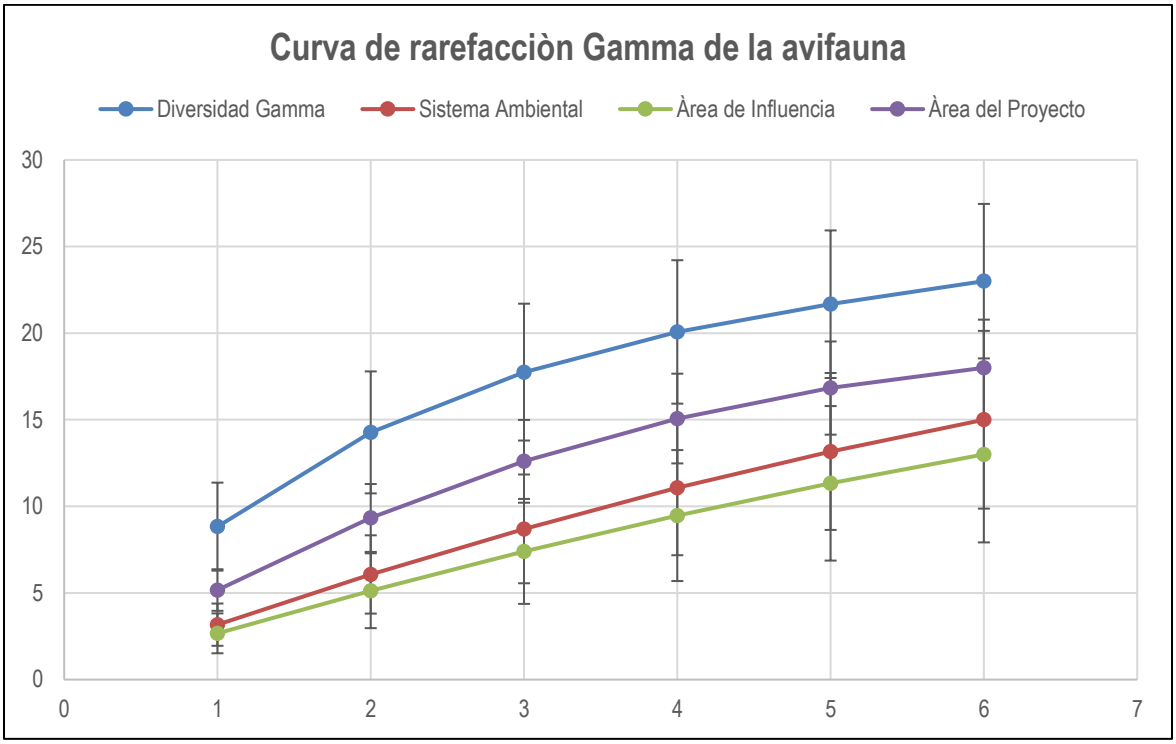


Figura IV.191. Comparativo de la diversidad gamma de la avifauna en tres unidades de análisis (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental).

Como se puede observar en la figura anterior, el comparativo de la avifauna en las tres unidades de análisis se adaptó a solamente seis puntos de conteo que correspondían al máximo de muestreos del área del proyecto y donde se compartían la mayor parte de las especies.

Los IC al 95% se traslapan en varios puntos de las curvas, sobre todo al inicio y final de ellas, indicando la similitud del número de especies contenidas; la curva correspondiente al sistema ambiental se encuentra en medio de la curva del área del proyecto y del área de influencia, compartiendo cantidad de especies con esas áreas. Particularmente en estos seis puntos de conteo, el área del proyecto superó en número de especies al sistema ambiental y al área de influencia pero eso no significa mayor diversidad de ellas.

En resumen, las tres unidades de análisis (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental) están contenidas en una gran curva gamma, teniendo especies similares de avifauna. Por lo tanto,

se indica que el área del proyecto representa una pequeña porción de la biodiversidad presente en el sistema ambiental y en el área de influencia.

- **MASTOFAUNA**

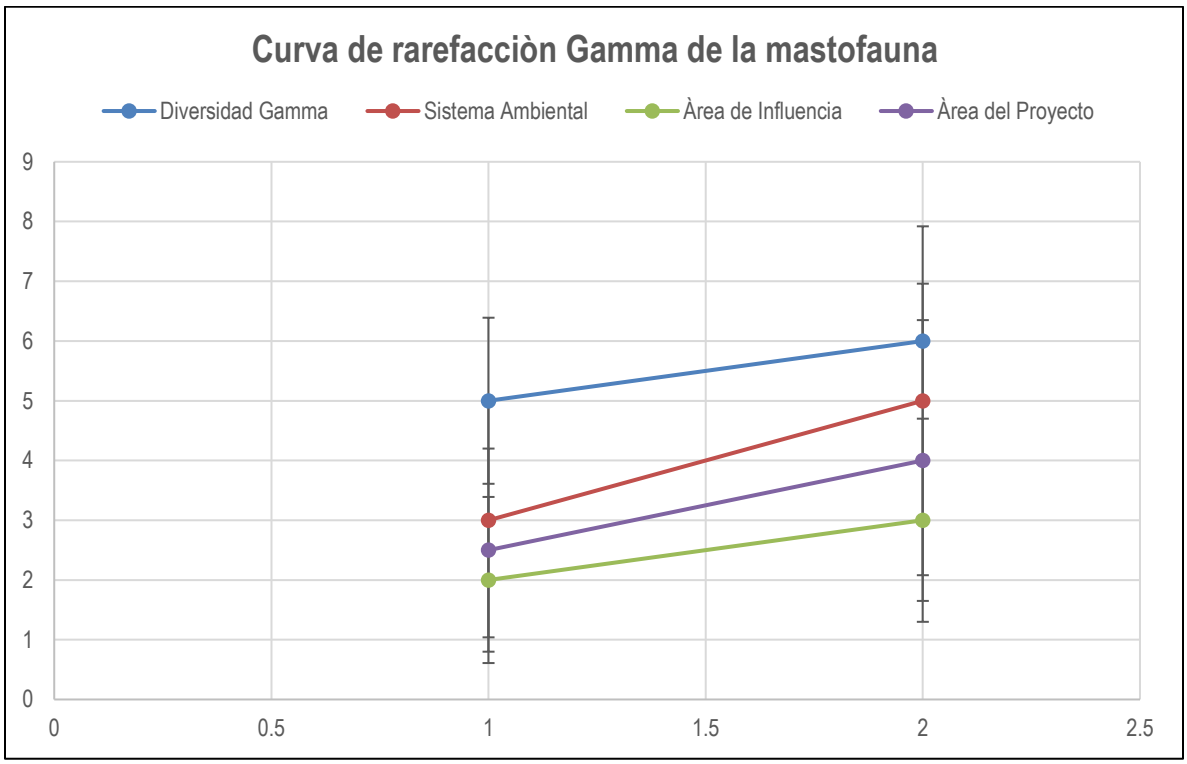


Figura IV.192. Comparativo de la diversidad gamma de la mastofauna en tres unidades de análisis (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental).

Como se puede observar en la figura anterior, el comparativo de la mastofauna en las tres unidades de análisis se adaptó a solamente dos muestreos donde se compartían la mayor parte de las especies y eran el número máximo de transectos del área del proyecto.

Los IC al 95% se traslapan, indicando la similitud en cantidad de especies; la línea correspondiente al sistema ambiental agrupa a las otras dos áreas (área del proyecto y área de influencia) que se encuentran debajo de ella por lo que este tuvo mayor cantidad de especies en esos transectos.

El área del proyecto supera al área de influencia en estos dos transectos en número de especies por lo que su línea está arriba de ella pero no necesariamente significa mayor diversidad.

En resumen, las tres unidades de análisis (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental) están contenidas en una gran curva gamma, teniendo especies similares de mastofauna. Por lo tanto, se indica que el área del proyecto representa una pequeña porción de la biodiversidad presente en el sistema ambiental y en el área de influencia.

- **HERPETOFAUNA**

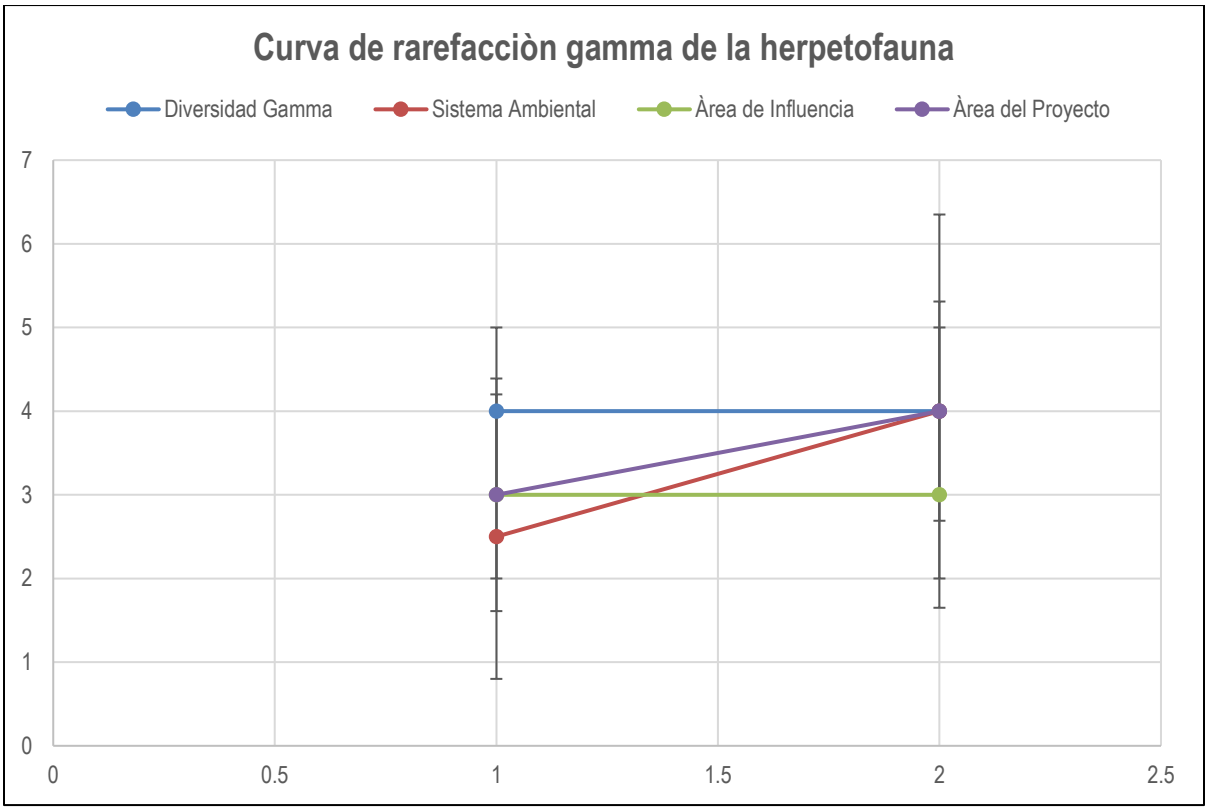


Figura IV.193. Comparativo de la diversidad gamma de la herpetofauna en tres unidades de análisis (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental).

Como se puede observar en la figura anterior, el comparativo de la herpetofauna en las tres unidades de análisis se adaptó a solamente dos muestreos donde se compartían la mayor parte de las especies y eran el número máximo de transectos del área del proyecto.

Los IC al 95% se traslapan en los dos transectos, indicando la similitud en cantidad de especies.

En esos dos muestreos la dinámica de herpetofauna es muy variable, con menos especies en el área del proyecto y el sistema ambiental para el primer transecto, mientras el área de influencia permanece constante; pero en general las tres unidades de análisis (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental) están contenidas en una gran curva gamma, teniendo cantidad de especies similares de herpetofauna. Por lo tanto, se indica que el área del proyecto representa una pequeña porción de la biodiversidad presente en el sistema ambiental y en el área de influencia.

CONCLUSIONES

En general fue el sistema ambiental, él área que tuvo mayor cantidad de individuos, familias, géneros y especies en los tres grupos de fauna silvestre estudiados pero fue también a la vez la unidad de análisis que mayor cantidad de muestreos tuvo. El área del proyecto y el área de influencia son muy parecidos entre sí en cuanto a riqueza de fauna se refiere e inclusive el área del proyecto parece superarlo.

Tomando en cuenta las escalas regulares de los índices de diversidad, los valores máximos y mínimos de los valores encontrados de los índices, además de la riqueza específica; se puede concluir que la diversidad encontrada en las tres unidades de análisis, está en función del grupo estudiado: las aves tienen valores de diversidad de medios a altos, siendo el sistema ambiental el área que mayor diversidad tiene

(combinación de especies y número de individuos por especie), seguido del área del proyecto y el área de influencia. La mastofauna y la herpetofauna tienen valores de diversidad de bajos a medios, siendo igualmente el sistema ambiental el área que mayor diversidad tiene, seguido del área del proyecto y del área de influencia.

Aun cuando el número de muestreos no haya sido equitativo, la diversidad beta en los tres grupos de fauna indica una similitud de los puntos de muestreo del sistema ambiental y el área del proyecto, así como del área de influencia con el área del proyecto. Lo anterior, es corroborado por los IC 95% los cuales muestran las inexistentes diferencias estadísticas significativas en todos los casos con el sistema ambiental, siendo este el que contiene a las especies reportadas en las otras dos unidades de análisis (área del proyecto y área de influencia).

La diversidad gamma mostró en los tres casos de grupos de fauna silvestre que la acumulación de especies fue más rápida en el área del proyecto y que dichas especies también se encuentran contenidas en diferente proporción en el área de influencia pero sobretodo en el sistema ambiental. La falta de relación o inclusive la mayor diversidad del área del proyecto con el área de influencia pueden deberse a que algunos grupos de fauna como las aves y algunos mamíferos están adaptados a las actividades antropogénicas, ya que en la visita realizada al área del proyecto así se pudo notar. Si en algún momento dado se lleva a cabo la ejecución del proyecto y el hábitat de las especies de fauna silvestre presenta algún nivel de riesgo, se espera estas serán capaz de desplazarse a sitios del área de influencia y el sistema ambiental en los cuales se establecerán nuevas poblaciones. Tanto en la avifauna como en la mastofauna pero sobretodo en el caso de los reptiles que no tienen mucha capacidad de desplazamiento, se puede optar por la reubicación de los organismos, con lo cual se asegura su buen desarrollo.

BIBLIOGRAFÌA CITADA

Aranda-Sánchez, J. M. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 255 p.

Córdova-Avalos, A., Alcántara-Carbajal, J. L., Guzmán-Plazola, R., Mendoza-Martínez, G. D. y González-Romero, V. 2009. Desarrollo de un índice de integridad biológica avifaunístico para dos asociaciones vegetales de la reserva de la biosfera pantanos de Centla, Tabasco. Universidad y Ciencia. 25(1): 1-22.

Gallina, S. (ed.). 2015. Manual de técnicas del estudio de la fauna. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México. 210 p.

Gallina-Tessaro, S. 2011. Características y evaluación del hábitat. En: Gallina-Tessaro, S. y Lòpez-Gonzàlez, C. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Volumen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología A. C. Querétaro, México. 377p.

Hernández-Guzmán, J. 2013. Anfibios de tres ecosistemas en el municipio de Centro, Tabasco, México. División Académica de Ciencias Biológicas. 25-28 pp.

Howell, N. G. S. y Webb, S. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. Oxford.

Hutto, R. L., Pletschet, S.M. y Hendricks, P. l. 1986. A fixed–radius point count method for nonbreeding and breeding season use. The Auk. 103:593–602.

Lorenzo, C., Espinoza, E., Naranjo, E. J. y Bolaños, J. E. 2008. Mamíferos terrestres de la frontera sur de México. Avances en el estudio de los mamíferos de México. Vol. II. 147-164 pp.

Masés-García, A., Briones-Salas, M. y Sosa-Escalante, E. 2016. Análisis del manejo y aprovechamiento legal de los mamíferos silvestres de Oaxaca, México. Revista Mexicana de Biodiversidad. 87:497–507.

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. Zaragoza, España. 84 p.

Peterson, R. T. y Chalif, E. L. 1989. Aves de México. Guía de campo. Identificación de todas las especies encontradas en México, Guatemala, Belice y el Salvador. World Wildlife Fund-Diana. México, D. F. 473 p.

Pielou, E. C. 1969. An Introduction to Mathematical Ecology. John Wiley y Sons, Inc. USA. 286 p.

Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., DeSante, D. F. y Milá, B. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Pacific Southwest Research-Station Forest Service-U.S. Department of Agriculture. Albany, CA. 46 p.

Reynoso-Rosales, V. H., Mendoza-Quijano, F., Valdespino-Torres, C. S. y Sánchez Hernández, X. 2005. Anfibios y reptiles. En: Bueno, J., Álvarez, F. y Santiago, S. Biodiversidad del Estado de Tabasco. Instituto de Biología. UNAM-CONABIO. México. 241-260 pp.

Sánchez-Cordero, V., Botello, F., Flores-Martínez, J. J., Gómez-Rodríguez, R. A., Guevara, L., Gutiérrez-Granados, G. y Rodríguez-Moreno, A. 2014. Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad. Supl. 85:S496-S504. DOI: 10.7550/rmb.31688.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2019. Calendario de épocas hábiles 2018 - 2019 de la vida silvestre. Consultado el 19 de junio de 2019. Obtenido de: https://www.gob.mx/semarnat/documentos/calendario-de-epoca-habil-2018-2019-para-aves-canoras-y-de-ornato.

Sibley, D. A. 2000. The Sibley Guide to Birds. National Audubon Society. Alfred A. Knopf, New York.

Somarriba, E. 1999. Diversidad Shannon. Agroforestería en las américas. 6(123).

Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, M., Ospina, M y Umaña, A. M. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, Colombia. 326 p.

Wunderle, J. M., Jr. 1985. An ecological comparison of the avifauna of Grenada and Tobago, West Indies. The Wilson Bulletin. 97:356–365.

IV.3.1.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

Dentro de las diversas distribuciones geográficas existentes en el estado de puebla, el proyecto se ubica en el municipio de Acajete, en la parte central del estado de Puebla, sus coordenadas geográficas son, 19° 00’ 30” y 19° 11’ 06” de latitud norte; los meridianos 97° 53´ 54” y 98° 00’ 00” de longitud occidental.

Colinda al norte con el estado de Tlaxcala; al sur con Tepeaca y Cuautinchán, al oriente con Nopalucán y Tepeaca y al poniente con Tepatlaxco de Hidalgo y Amozoc.

En la siguiente figura se muestra su ubicación dentro del contexto estatal.

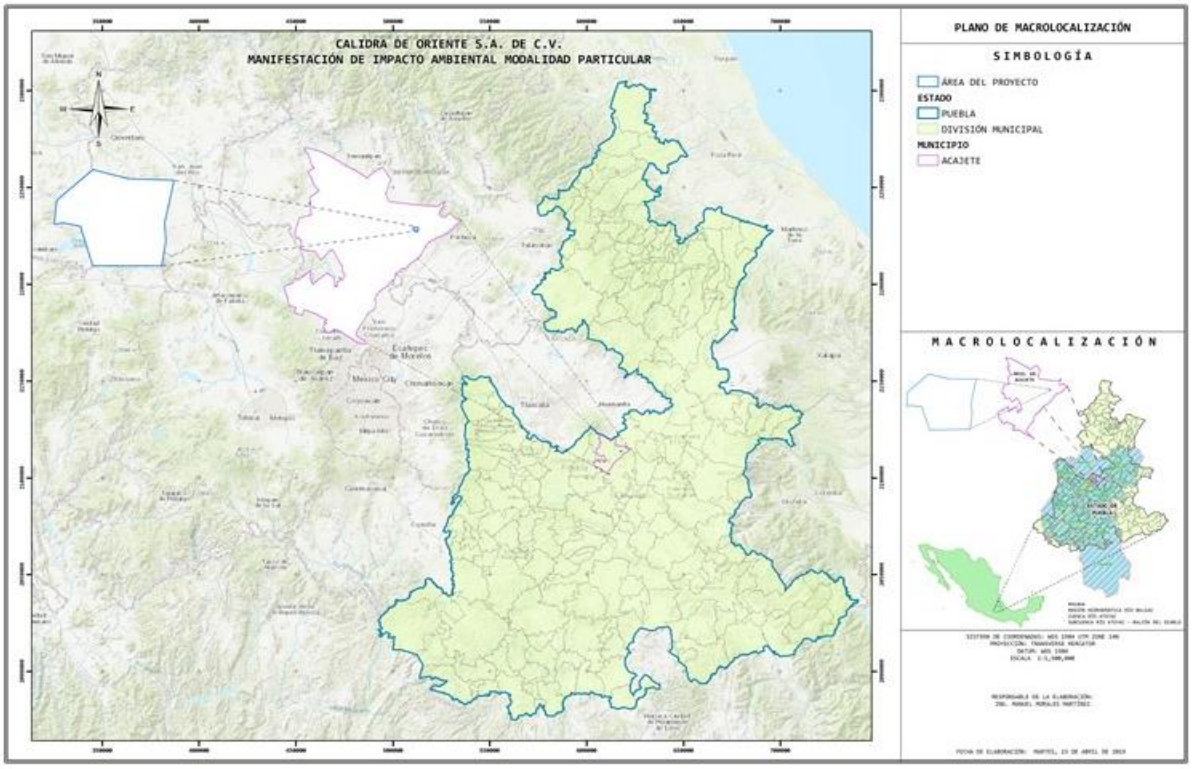


Figura IV.194. Ubicación del municipio de Acajete en el contexto estatal.

A continuación, se presentan algunos datos relevantes del municipio en donde se encuentra inmerso el proyecto.

Población

Cuadro IV.239. Datos demográficos del municipio de Acajete.

Datos demográficos	2005			2010		
	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
Población total	25,539	27,576	**53,115**	29,225	31,128	**60,353**
Viviendas particulares habitadas	9,737			12,011		
Distribución de la población de 5 años y más, según condición de habla indígena	1,544	1,579	**3,123**			4,131
Distribución de la población de 3 años y más, según condición de habla indígena				2,005	2,157	**4,162**

Cuadro IV.240. Distribución de la población.

Distribución de la población		
Sexo	**N° de habitantes**	**%**
Hombres	29,225	48

Distribución de la población		
Sexo	**N° de habitantes**	**%**
Mujeres	31,128	52
Total	**60,353**	**100**

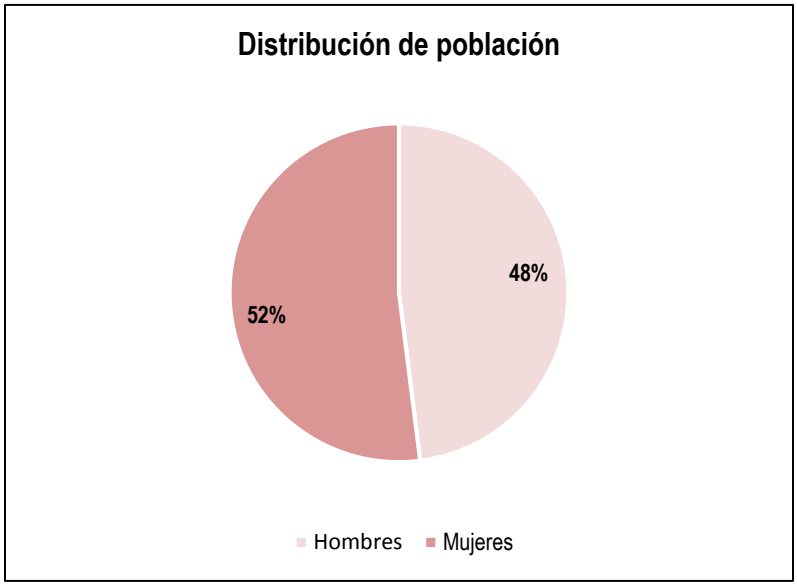


Figura IV.195. Distribución de la población con base en el sexo, 2010.

Marginación

Cuadro IV.241. Índices e indicadores del municipio de Acajete.

	2005	2010
Índices sintéticos e indicadores		
Grado de marginación *	Medio	Medio
Lugar que ocupa en el contexto estatal	163	174
Lugar que ocupa en el contexto nacional	1,380	1,450
Grado de rezago social municipal	Medio	Medio
Indicadores de carencia en vivienda		
Porcentaje de población en pobreza extrema		19.21
Población en pobreza extrema		13,111

(*) CONAPO clasifica el grado de marginación en: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo.
Los datos mostrados corresponden a la información más reciente publicada por CONAPO.

Distribución de la población por condición de actividad económica según sexo, 2010.

Cuadro IV.242. Indicadores de participación económica.

Indicadores de participación económica	Total	Hombres	Mujeres
Población económicamente activa (PEA)	20,279	15,693	4,586
Ocupada	19,224	14,757	4,467
Desocupada	1,055	936	119
Población no económicamente activa	21,788	4,191	17,597

Población indígena

Cuadro IV.243. Distribución de la población de 3 años y más, según condición de habla indígena y español, 2010.

Indicador	Total	Hombres	Mujeres
Población que habla lengua indígena	4,162	2,005	2,157
Habla español	3,746	1,809	1,937
No habla español	19	8	11
No especificado	397	188	209
Población que no habla lengua indígena	51,619	24,852	26,767
No especificado	168	103	65

Vivienda

En el municipio de Acajete se registran un total de 12,006 viviendas particulares habitadas.

Educación

Cuadro IV.244. Población de 15 años y más, analfabeta según sexo, 2010.

	Total	Analfabeta
Hombres	17,998	1,748
Mujeres	20,178	3,276
Total	38,176	5,024

Cuadro IV.245. Población de 15 años y más, por nivel de escolaridad según sexo, 2010.

Nivel de escolaridad	Total	Hombres	Mujeres
Sin escolaridad	4,571	1,636	2,935
Primaria completa	10,795	5,234	5,561
Secundaria completa	7,007	3,432	3,575

Economía

La cabecera municipal en los recientes años ha recibido importantes inversiones por parte de cadenas comerciales nacionales e internacionales bajo el concepto de supermercado básico, tienda de ropa y farmacias. Con esto, la comunidad se ha visto beneficiada ya que los servicios y oportunidades laborales han impulsado a la economía de la población.

La principal actividad económica en Acajete son los establecimientos que se dedican al comercio minorista en el que se dan la mayor cantidad de empleos al año.

- **Salud**

Cuadro IV.246. Derechohabiencia.

	2005	2010
Porcentaje de población con derechohabiencia	21.97	52.60
Porcentaje de población sin derechohabiencia	77.62	47.17

Cuadro IV.247. Número de unidades de salud, según tipo.

TIPO	UNIDAD DE SUELO
Unidad de consulta externa	10
Unidad de hospitalización	2
Establecimiento de apoyo	0
Establecimiento de asistencia social	0

- **Turismo**

Entre los principales atractivos turísticos del municipio se encuentran bellezas naturales situadas en las faldas de la Malinche, así como una estación de ferrocarril en desuso que se encuentra a 3 minutos del centro de Acajete con buenas condiciones de acceso.

IV.3.1.4 PAISAJE

Existen diferentes definiciones para el concepto paisaje, el cual puede considerarse como la percepción que se posee de un sistema ambiental; área en el que conviven los rasgos naturales, así como los influenciados por el hombre y que da lugar a una percepción visual y mental tanto individual como colectiva del conjunto en ese espacio (Abad Soria y García Quiroga, 2006).

Existen tres componentes importantes del paisaje los cuales son; la visibilidad, calidad paisajística y la fragilidad del paisaje a continuación se presenta la descripción de cada una de ellas.

Visibilidad

La visibilidad o cuenca visual es la porción de paisaje visualmente autocontenida, que abarca toda el área de visualización que un observador tiene del paisaje. También se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Esta visibilidad, suele estudiarse mediante datos topográficos tales como altitud, orientación, pendiente, etc. Posteriormente puede corregirse en función de otros parámetros como la altura de la vegetación y su densidad, las condiciones de transparencia atmosférica, distancia, etc.

Calidad paisajística

Por calidad paisajística o calidad visual de un paisaje se entiende como; “el grado de excelencia de éste, su mérito para no ser alterado o destruido o de otra manera, su mérito para que su esencia y su estructura actual se conserve” (Blanco, 1979).

La calidad paisajística, incluye tres aspectos de percepción: las características intrínsecas del sitio, que se definen habitualmente en función de su morfología, vegetación, puntos de agua, etc.; la calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia por ejemplo de 500 y 700 m; en él se aprecian otros valores tales como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc.; y la calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto.

Fragilidad del paisaje

La fragilidad de un paisaje es la "susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso o actuación sobre él". Se puede considerar como una cualidad de carácter genérico y por ello intrínseca al territorio (Aguiló et al., 1995). Puede entenderse además como, la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él. Los elementos que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelo, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

Elementos y componentes del paisaje

Partiendo de los dos enfoques prioritarios del paisaje, artístico y científico, a la hora de describir y estudiar el paisaje es necesario considerar los elementos visuales básicos que lo definen estéticamente y los componentes intrínsecos que determinarán sobre todo la calidad de una unidad paisajista y la fragilidad de ese paisaje a determinadas actuaciones.

Los elementos visuales básicos del paisaje son la forma, la línea, el color y la textura:

Forma: Hace referencia al volumen o a la superficie de un objeto u objetos que por la propia configuración o emplazamiento aparecen unificados. Se acentúa con el relieve, y viene caracterizado fundamentalmente por la vegetación, la geomorfología y las láminas de agua.

Línea: Trazado real o imaginario que marca diferencias entre elementos visuales (línea del horizonte, límite entre tipos de vegetación, cursos de agua, carreteras, etcétera).

Textura: Hace referencia a las irregularidades de una superficie continua, por diferentes formas y colores principalmente. Viene caracterizada por el grano (tamaño relativo de las irregularidades), densidad (grado de dispersión), regularidad (ordenación y distribución espacial de las irregularidades), y contraste, (diversidad de colorido y luminosidad).

Color: Hace referencia a la variedad e intensidad de los colores desde un punto observado en el paisaje.

Los componentes intrínsecos del paisaje son los factores del medio físico y biológico en que pueden degradarse un territorio, perceptibles a la vista (Escribano, 1987). Más concretamente, son los aspectos del territorio diferenciables a simple vista y que lo configuran (Aguiló et al., 1993). Estos componentes paisajísticos se suelen agrupar en las siguientes categorías (González Alonso et al., 1995):

1 Relieve y forma del terreno, su disposición y naturaleza (llanuras colinas, valles etcétera).

2 Formas de agua superficial (mares, ríos, lagunas etcétera).

3 Vegetación (distintas formas de tipos vegetales, distribución densidad, etcétera).

4 Estructuras o elementos artificiales introducidos (cultivos, carreteras, tendidos eléctricos, núcleos urbanos, etcétera).

5 Entorno adyacente, sitios con características similares al estudiado.

Mediante la apreciación de uno o varios observadores, estos componentes o factores pueden ser diferenciados por sus características básicas visuales (forma, color, etcétera).

A continuación, se describen cada uno de ellos para conocer la contribución que tiene sobre la calidad intrínseca de un paisaje:

Relieve y geomorfología:

El relieve constituye la base sobre la que se asientan los demás componentes del paisaje, por lo que ejerce una fuerte influencia sobre la percepción del paisaje, induciendo además cambios notables en la composición y amplitud de las vistas (Aguiló et al, 1993). Tres parámetros se consideran básicos para definir el relieve y la geomorfología de una unidad paisajista para valorar su calidad:

Complejidad topográfica: A mayor complejidad y variedad topográfica mayor calidad del paisaje, ya que se le imprime más riqueza de formas y mayor posibilidad de obtener vistas distintas en función de la posición del observador.

Pendiente: De igual forma, y junto con la complejidad topográfica, se considera que una pendiente pronunciada confiere mayor valor al paisaje que una zona llana o con pendientes muy suaves, que resulta más homogénea.

Formaciones geológicas relevantes: La presencia de una de estas formaciones (acantilados, agujas, grandes formaciones rocosas, etcétera), cualquiera que sea su tipo y extensión, confiere al paisaje un cierto rasgo de singularidad.

Vegetación

La vegetación desempeña un papel fundamental en la caracterización del paisaje visible, ya que constituye la cubierta del suelo, determina en gran medida la estructura espacial, e introduce diversidad y contraste en el paisaje (González Alonso et al, 1995). Para valorar de forma global su calidad se analizan los parámetros siguientes:

Grado de cubierta: Se atribuye más calidad vegetal y por lo tanto paisajista a los mayores porcentajes de superficie cubiertos por la vegetación. La valoración de este parámetro puede realizarse de forma global para el conjunto de la vegetación o atribuyendo un valor global medio según los distintos estratos o especies presentes en la zona en cuestión.

Densidad de la vegetación: Una mayor densidad de vegetación contribuye de modo positivo a la calidad. En este caso, al referirse la densidad al número de individuos presentes de una especie se realizará la valoración en función de las especies más importantes, obteniendo finalmente un valor global conjunto para todas ellas.

Distribución horizontal de la vegetación: Se considera que la vegetación cerrada ofrece mayor calidad visual al paisaje que a la vegetación dispersa, en la que hay gran cantidad de terreno sin vegetación entre los individuos.

Altura del estrato superior: Siguiendo la estratificación vertical en función de la altura según Cain y Castro (1959), se considera mayor calidad del paisaje a mayores alturas de estrato.

Diversidad cromática entre especies: cuanta mayor riqueza cromática exista en una formación, mayor será la calidad visual.

Contraste cromático entre especies: El contraste cromático está producido por la presencia de colores complementarios o de características opuestas.

Estimación de la alteración paisajística

Para la valoración de la afectación paisajística es necesario el análisis cualitativo y cuantitativo de los elementos del paisaje para determinar de esta forma la calidad intrínseca visual del paisaje.

Este método propuesto por Andrés et al. (2000), propone valorar el grado de cambio producido en la calidad visual intrínseca del paisaje posteriormente se hace la ponderación por un factor de visibilidad.

Calidad intrínseca visual del paisaje

Tomando en cuenta que la calidad ambiental de un factor se considera como el mérito del mismo para su conservación, y que dicho mérito depende de las características propias del factor y del grado de excepcionalidad de las mismas (Conesa, 1997), la calidad intrínseca visual del paisaje se ha determinado a partir de los elementos del paisaje descritos anteriormente (relieve, vegetación, etcétera), y de la singularidad de los mismos.

$$CI = \frac{Ve+Vs}{\text{Valoración máxima de caliad}} x100$$

Dónde:

CI= Calidad intrínseca visual del paisaje

Ve=Elementos o componentes básicos del paisaje

Vs= Singularidad de los elementos del paisaje

Los elementos o componentes básicos del paisaje (relieve, vegetación, agua, elementos antrópicos, etcétera) se han puntuado a una escala de 0 a 4 unidades de calidad según criterios propuestos por diversos expertos, así como la singularidad de los elementos que ha sido puntuada de la misma forma.

Es necesario que una vez determinados los valores de los criterios, aplicar la expresión anterior relativizando la valoración de los elementos y de la singularidad, al valor máximo de calidad del paisaje (84 unidades, correspondientes a 21 criterios o parámetros considerados en la valoración, por 4 unidades o valor máximo de calidad cada uno de ellos).

Cuenca visual de la actuación

La cuenca visual es la superficie de actuación que puede ser divisada por un observador desde un determinado punto (De Bolós et al. 1992). La determinación de dicha superficie pasa entonces por identificar aquellos puntos transitados exteriores desde lo que es posible la observación del área afectada y determinar desde ellos la superficie del área de actuación que se observa (cuenca visual de tipo externa).

La posibilidad de observar un mayor porcentaje del área de actuación, ante una potencial alteración de ésta, resaltará la percepción de dicho paisajístico, ya sea positivo o negativo.

Los valores de estos 4 parámetros de visibilidad, han sido asignados teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

Si la actuación no es visible desde ninguna zona o punto transitado, el factor de visibilidad tomaría el valor 0.5. Ello significa que la alteración producida en el paisaje no se ve resaltada por la visibilidad.

Si el área de actuación fuera visible desde alguna zona o punto transitado, el factor estaría entre un valor mínimo de 0.2 para condiciones más adversas de visibilidad (máxima distancia de observación, mínima frecuencia y cuenca visual) y, un valor máximo de 2 para las condiciones más favorables (mínima distancia de observación, máxima frecuencia y máxima cuenca visual). En este caso se considera que el hecho de que exista visibilidad, aunque mínima, sobre la zona de actuación resaltaría una posible alteración sobre el paisaje.

Factor de visibilidad

El cambio que se produce en la calidad intrínseca del paisaje por la realización de un proyecto o de una actividad se verá agravado por el grado de visibilidad de la actuación. Este factor de visibilidad vendrá determinado por las condiciones visibles de las obras como los puntos de observación, la distancia de la observación, la frecuencia de la observación y la cuenca visual para ello es necesario aplicar la siguiente expresión:

$$Fv = A + B + C + D$$

Donde:

Fv = Factor de visibilidad

A= Puntos o zonas de observación

B= Distancia del punto de observación, al área de actuación

C=Frecuencia de observación

D= Cuenca visual de la actuación

A continuación, se presentan los criterios del factor de visibilidad:

Cuadro IV.248. Factor de visibilidad y valor de los criterios.

Factor de visibilidad de la actuación		Valor sin proyecto
Puntos observados	Área no visible desde zonas transitadas	0.5
	Área visible desde puntos o zonas transitadas	0.2
Distancia (observación)	Lejana (>800 m)	0.5
	Media (200-800)	0.3
	Próxima (0-200)	0.4
Frecuencia (observación)	Zonas de observación escasamente transitadas.	0.5
	Zonas de observación poco frecuentadas, de forma esporádica.	0.4
	Zonas de observación frecuentadas periódicamente.	0.3
	Zonas muy frecuentadas de forma continua	0.2
Cuenca visual	0 a 25%	0.5
	26 a 50%	0.4
	51 a 75%	0.3
	76 a 100%	0.2

$$IP = CI\ (FV)$$

Dónde

IP= Índice de afectación paisajística

CI= Calidad visual intrínseca del paisaje

Fv= Factor de visibilidad

Finalmente, calculado el índice de alteración paisajística, categorizamos el paisaje en base al siguiente cuadro.

Cuadro IV.249. Criterios de categorización del paisaje.

Índice de calidad paisajística	Categorización del paisaje
1 a 33	Mínimo (MI)
34 a 66	Ligero (L)
67 a 100	Medio (M)
100 a 200	Notable (N)

A continuación, se muestran los criterios de valoración de la calidad intrínseca del paisaje, así como la singularidad de los mismos.

Cuadro IV.250. Criterios de valoración.

Criterios de valoración de la calidad intrínseca del paisaje			Valor
Relieve	Complejidad topográfica	Muy alta	4
		Alta	3
		Media	2
		Baja	1
		Muy baja	0
	Pendiente	Muy escarpada: >50%	4
		Fuerte: 30-50 %	3
		Moderada: 20-30%	2
		Suave: 10-20%	1
		Llana o muy suave: <10%	0
	Formaciones geológicas	Presencia de formaciones geológicas relevantes	4
		Ausencia de formaciones geológicas relevantes	0
Vegetación	Grado de cubierta	75-100%	4
		50-75%	3
		25-50%	2
		5-25%	1
		< 5%	0
	Densidad	Especie muy abundante	4
		Especie abundante	3
		Especie frecuente	2
		Especie escasa	1
		Especie muy escasa	0
	Distribución horizontal	Vegetación cerrada	4
		Vegetación abierta	2
		Vegetación dispersa	1

		Ausencia de vegetación	0
	Altura del estrato superior	Estrato de árboles altos: > 15 m	4
		Estrato de árboles intermedios: 8-15 m	3
		Árboles bajos y/o matorral alto: 3-8 m	2
		Matorrales bajos y/o estrato herbáceo alto: < 3 m	1
		Ausencia casi total de vegetación	0
	Diversidad cromática	Muy alta	4
		Alta	3
		Media	2
		Baja	1
		Muy Baja	0
	Contraste cromático	Muy acusado: ricas combinaciones, variedad de colores fuertes	4
		Acusado: variaciones de color acusadas	3
		Medio: alguna variación, pero no dominante	2
		Bajo: tonos apagados, poca variedad colores	1
		Muy bajo: no hay variaciones ni contraste de color	0
	Estacionalidad	Formación vegetal mixta, con fuertes contrastes cromáticos estacionales	4
		Formación vegetal mixta, con contrastes cromáticos estacionales no muy acusados	3
		Formación uniforme, con fuerte variación estacional (caducifolias, herbáceas anuales)	2
		Vegetación monocromática uniforme, con contrastes estacional nulo o muy bajo	1
		Ausencia casi total de vegetación	0
Agua	Superficie de agua en vista	Presencia de agua en láminas superficiales (lagos pantanos, etc.)	4
		Presencia de agua en formas lineales (arroyos, ríos, etc.)	3
		Presencia puntual de carga (fuentes, manantiales, etc.)	2
		No presencia de agua	0
	Estacionalidad del caudal	Caudal permanente	4
		Caudal estacional, presente más de 6 meses al año	3
		Caudal estacional, presente menos de 6 meses al año	2
		Caudal sin presencia	1
		Sin caudal	0
	Apariencia subjetiva del agua	Aguas de apariencia limpia y clara	4
		Aguas algo turbias; poco transparentes, pero no sucias	3
		Aguas muy turbias, sucias de apariencia poco agradable	1
		Sin presencia aguas	0
	Existencia de puntos singulares	Presencia de varios puntos singulares o muy perceptibles	4
		Presencia de pocos puntos singulares o poco perceptibles	3
		Ausencia de puntos singulares	1
Elementos antrópicos	Actividades agrícolas y ganaderas	Vegetación natural o formas de explotación racional ancestrales (dehesa, etc.)	4
		Explotaciones extensivas tradicionales o naturalizadas	3
		Superficie parcialmente dedicada a actividades de poca intensidad	2

		Cultivos recientemente abandonados o condicionados por anterior actividad intensiva	1
		Superficie totalmente ocupada por explotaciones intensivas	0
	Densidad viaria	No hay vías de comunicación interiores ni próximas	4
		Vías de tráfico bajo en las cercanías de la unidad	3
		Vías de tráfico intenso en las cercanías de la unidad	2
		Vías de tráfico bajo atravesando la unidad	1
		Vías de tráfico intenso atravesando la unidad	0
	Construcción infraestructura	Ausencia de construcciones e infraestructuras	4
		Construcciones tradicionales , integradas en el paisaje o con valor artístico	3
		Construcciones no tradicionales , de carácter puntual o lineal (líneas eléctricas., repetidores)	1
		Construcciones no tradicionales extensivas (núcleos urbanos, industriales)	0
	Explotaciones industriales o mineras	Ausencia de explotaciones en la unidad y sus cercanías	4
		Presencia cercana de explotaciones, pero sin incidencias en la unidad	2
		Presencia en la unidad o sus cercanías, con fuerte incidencia ambiental en la unidad	0
	R. Históricos culturales	Presencia de valores tradicionales únicos, frecuentados o en uso	4
		Presencia de algún valor poco relevante, no tradicional o en desuso	2
		Ausencia de cualquier valor	0
Entorno	Escenario adyacente	Realzan notablemente los valores paisajísticos del espacio	4
		Son inferiores a las del territorio, pero no lo realizan de forma notable	3
		Similares a las del espacio estudiado	2
		Superiores a las del espacio estudiado, pero sin desvirtuarlo	1
		Notablemente superiores a las del espacio estudiado	0
Singularidad de elementos del paisaje			
Rasgos paisajísticos singulares		Presencia de uno o varios elementos paisajísticos únicos o excepcionales	4
		Presencia de uno o varios elementos paisajísticos poco frecuentes	3
		Rasgos paisajísticos característicos, aunque similares a otros en la región	2
		Elementos paisajísticos bastante comunes en la región	1
		Ausencia de elementos singulares relevantes	0

En el siguiente cuadro se presenta la evaluación intrínseca del paisaje, el factor de visibilidad y el índice de afectación paisajística del sistema ambiental.

Cuadro IV.251. Calidad intrínseca del paisaje.

Calidad intrínseca del paisaje		Valor
Elementos del paisaje		
Relieve	Complejidad topográfica	2

Calidad intrínseca del paisaje		Valor
	Pendiente	2
	F. Geológicas	0
Vegetación	Grado de cubierta	3
	Densidad	2
	Distribución horizontal	1
	Altura del estrato superior	3
	Diversidad cromática	2
	Contraste cromático	2
	Estacionalidad	2
Agua	Superficie de agua vista	0
	Estacionalidad del caudal	0
	Apariencia subjetiva del agua	0
	Existencia de puntos singulares	1
Elementos antrópicos	Actividades agrícolas y ganaderas	3
	Densidad viaria	0
	Construcción infraestructura	0
	Explotaciones industriales o mineras	0
	R. Históricos-culturales	0
Entorno	Escenario adyacente	2
Singularidad de elementos del paisaje		
Rasgos paisajísticos singulares		2
Total		**32**

Cuadro IV.252. Factor de visibilidad

Factor de visibilidad de la actuación	Valor
Puntos observados	0.2
Distancia de observación	0.4
Frecuencia de observación	0.2
Cuenca visual	0.4
Total	**1.2**

Cuadro IV.253. Índice de calidad del paisaje.

Índice de calidad paisajística	Valor
Calidad intrínseca del paisaje	32
Factor de visibilidad	1.2
Calidad paisajística	39
Categorización del paisaje	**Ligero**

Una vez analizado los diferentes elementos que comprende el sistema ambiental, se pudo determinar que el índice de calidad paisajística corresponde a un valor de 39, lo que representa una categorización media, de esta manera se establece que las características actuales del área en donde se pretende desarrollar el proyecto mantiene elementos para tener una adecuada calidad del paisaje considerando los diferentes grados de fragmentación y conservación del ecosistema que presenta el sistema ambiental.

IV.3.1.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Una vez identificado y analizado los diferentes componentes del medio biótico y abiótico, así como del medio socioeconómico en el sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto. Se presenta el inventario ambiental, así como el diagnóstico ambiental el cual tiene como finalidad identificar y analizar las tendencias del comportamiento de los procesos de alteración del entorno y el grado de conservación que existen en la zona en la cual se localiza el proyecto. Existen acciones que han deteriorado el ambiente, como lo son la superficie para agricultura, la extracción de madera y la ganadería extensiva.

Índice de Calidad Ambiental

Para conocer la calidad ambiental de cada factor dentro del SA, se tomaron en cuenta diferentes indicadores y se les asignó una valoración, para posteriormente ponderar cada uno y obtener una evaluación cuantitativa y así conocer la calidad ambiental del entorno. En cada uno de ellos se pretende abordar los factores que infieren de alguna manera en la calidad ambiental del sitio. A continuación, se presentan los factores e indicadores que se tomaron en cuenta para determinar la calidad ambiental.

Cuadro IV.254. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental factor aire.

Factor	Indicador ambiental
Aire	Temperatura
	Precipitación
	Dirección del viento
	Velocidad del viento
	Complejidad topográfica
	Grado de cubierta vegetal
	Altura de la vegetación
	Uso del suelo
	Infraestructura

Cuadro IV.255. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental del suelo.

Factor	Indicador ambiental
Suelo	Relieve
	Fallas y fracturas
	Sismicidad
	Vulcanismo
	Erosión
	Capacidad productiva de los suelos
	Permeabilidad
	Degradación
	Grado de cobertura vegetal
	Uso del suelo
	Disposición de residuos

Factor	Indicador ambiental
	Regiones terrestres prioritarias
	Complejidad topográfica

Cuadro IV.256. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental del agua.

Factor	Indicador ambiental
Agua	Permeabilidad
	Distancia a cuerpos y corrientes de agua
	Apariencia subjetiva del agua
	Uso de la corriente de agua (aguas arriba)
	Uso de la corriente de agua (aguas abajo)
	Acuíferos
	Disponibilidad de aguas subterráneas
	Pozos de agua
	Infraestructura hidráulica
	Infraestructura sanitaria
	Regiones hidrológicas prioritarias

Cuadro IV.257. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental de la flora y fauna.

Factor	Indicador ambiental
Flora y fauna	Tipo de vegetación
	Tasa de cambio de uso de suelo
	Especies protegidas de flora
	Especies protegidas de fauna
	Áreas naturales protegidas
	Regiones terrestres prioritarias
	Regiones hidrológicas prioritarias
	Áreas de importancia para la conservación de aves
	Programas de ordenamiento ecológico general del territorio
	Diversidad de flora
	Diversidad de fauna
	Complejidad topográfica
	Grado de cubierta vegetal
	Altura de la vegetación
	Uso del suelo
	Cuerpos de agua
	Corrientes de agua

Cuadro IV.258. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental socioeconómica.

Factor	Indicador ambiental
Socioeconómico	Población económicamente activa
	Alfabetización
	Porcentaje de población ocupada
	Grado de marginación
	Actividades socioeconómicas
	Pueblos indígenas
	Educación
	Salud

Después de establecer los factores se les asignó un valor en base a sus características analizadas. El valor va de 1 a 3, siendo 3 el valor óptimo de calidad ambiental y el 1 el mínimo. Posteriormente se obtuvo

el porcentaje que representa el valor de calidad con respecto al nivel máximo de calidad ambiental. La interpretación del valor final del índice de calidad ambiental, que estará expresado en una escala cuyo valor máximo será cien y el mínimo cero, correspondiendo los valores más altos a la situación ambiental más positiva. Para ello se realizó una clasificación dividida en 5, donde la clase 1 incluye valores de 1 al 19, en la cual se toma como criterio una valoración de la calidad ambiental como baja, la clase 2, de 20 a 39 con una valoración de moderadamente baja, la 3 entre 40 y 59 con valoración de media o intermedia, la 4 entre 60 y 79 como moderadamente alta y la 5 entre 80 y 100 como de calidad ambiental alta.

Después de obtener el índice de calidad ambiental respectivo se determinó su categorización con base en el siguiente cuadro:

Cuadro IV.259. Categorización de la calidad ambiental obtenida.

Clase	Rango	Categoría
1	1-19	Baja
2	20-39	Moderadamente Baja
3	40-59	Media
4	60-79	Moderadamente Alta
5	80-100	Alta

A continuación, se presenta la valoración de cada uno de los factores analizados para conocer su calidad ambiental.

Cuadro IV.260. Determinación del índice de calidad ambiental del factor suelo.

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
Suelo	**A. Complejidad topográfica**	1	2	3	
	Alta	●			2
	Media		●		
	Baja			●	
	B. Relieve	1	2	3	
	Fuerte (> 50%)	●			2
	Moderada (entre 20 a 50 %)		●		
	Baja (<20%)			●	
	C. Fallas y fracturas	1	2	3	
	Distancia mayor de 1 Km a fallas o fracturas			●	3
	Distancia menor de 1 Km a fallas o fracturas	●			
	D. Sismicidad	1	2	3	
	El sitio se ubica en zona sísmica	●			1
	El sitio no se ubica en zona sísmica			●	
	E. Vulcanismo	1	2	3	
	Distancia mayor de 1 Km de aparatos volcánicos			●	3
	Distancia menor de 1 Km de aparatos volcánicos	●			
	F. Erosión	1	2	3	
	La zona donde se llevara a cabo el proyecto se encuentra erosionada	●			3

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	La zona donde se llevara a cabo el proyecto no se encuentra erosionada			●	
	G. Capacidad Productiva de los Suelos	1	2	3	
	Suelos Productivos			●	3
	Suelos No Productivos	●			
	H. Permeabilidad	1	2	3	
	Permeabilidad Alta			●	3
	Permeabilidad Media		●		
	Permeabilidad Baja	●			
	I. Degradación	1	2	3	
	Suelo con degradación	●			3
	Suelo sin degradación			●	
	J. Grado de Cubierta Vegetal	1	2	3	
	61 -100%			●	3
	31 - 60 %		●		
	0 - 30 %	●			
	K. Uso de Suelo	1	2	3	
	Urbano (Industrial, comercial, servicios, habitacional)	●			3
	Agropecuario		●		
	Vegetación Natural			●	
	L. Disposición de Residuos	1	2	3	
	La zona cuenta con relleno sanitario			●	1
	La zona no cuenta con relleno sanitario	●			
	M. Regiones Terrestres Prioritarias	1	2	3	
	Se encuentra dentro de una RTP			●	1
	No se encuentra dentro de una RTP	●			
Total					**31**
Valor mínimo					**13**
Valor máximo					**39**
Calidad Ambiental Suelo					**69**
Categorización					**Moderadamente Alta**

Cuadro IV.261. Determinación del índice de calidad ambiental del factor agua.

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
Agua	**A. Precipitación (mm/año)**	1	2	3	
	La precipitación es menor de 1,200	●			1
	La precipitación es entre 1,200 a los 3,500		●		

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	La precipitación es mayor de 3,500			●	
	B. Precipitación (días/año)	1	2	3	
	En la zona llueve menos de 100	●			1
	En la zona llueve entre 100 y 200		●		
	En la zona llueve más de 200			●	
	C. Permeabilidad	1	2	3	
	Permeabilidad Alta			●	3
	Permeabilidad Media		●		
	Permeabilidad Baja	●			
	D. Distancia a cuerpos y corriente de agua	1	2	3	
	Mayor de 1 Km			●	1
	Menor de 1 Km	●			
	E. Apariencia subjetiva del agua	1	2	3	
	Aguas de apariencia limpia y clara			●	2
	Aguas algo turbias, poco transparentes, pero no sucias		●		
	Aguas muy turbias, sucias de apariencia poco agradable o ausencia de cuerpo de agua	●			
	F. Uso del Cuerpo de Agua (aguas arriba)	1	2	3	
	Agrícola		●		3
	Aprovechamiento humano	●			
	Sin Uso			●	
	G. Uso del Cuerpo de Agua (aguas abajo)	1	2	3	
	Agrícola		●		3
	Aprovechamiento humano	●			
	Sin Uso			●	
	H. Acuíferos	1	2	3	
	La zona se ubica sobre un acuífero			●	3
	La zona no se ubica sobre un acuífero	●			
	I. Disponibilidad de Aguas Subterráneas	1	2	3	
	Existe disponibilidad de agua subterránea			●	3
	No existe disponibilidad de agua subterránea	●			
	J. Pozos de agua	1	2	3	

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	Se encuentra en zona de concentración de pozos de agua	●			3
	No se encuentra en zona de concentración de pozos de agua			●	
	K. Infraestructura hidráulica	1	2	3	
	La zona cuenta con red de agua potable			●	3
	La zona no cuenta con red de agua potable	●			
	L. Infraestructura Sanitaria I	1	2	3	
	La zona cuenta con red de drenaje sanitario			●	3
	La zona no cuenta con red de drenaje sanitario	●			
	M. Infraestructura Sanitaria II	1	2	3	
	La zona cuenta planta de tratamiento de aguas residuales			●	1
	La zona no cuenta planta de tratamiento de aguas residuales	●			
	N. Regiones Hidrológicas Prioritarias	1	2	3	
	La zona se ubica dentro de una Región Hidrológica Prioritaria			●	3
	La zona no se ubica dentro de una Región Hidrológica Prioritaria	●			
Total					**33**
Valor mínimo					**14**
Valor máximo					**42**
Calidad Ambiental del Agua					**68**
Categorización					**Moderadamente Alta**

Cuadro IV.262. Determinación del índice de calidad ambiental factor aire.

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
Atmósfera	**A. Temperatura**	1	2	3	
	La temperatura máxima promedio anual es menor a 10 °C	●			3
	La temperatura máxima promedio anual es entre 10 y 26°C			●	
	La temperatura máxima promedio anual es mayor a 26° C		●		
	B. Precipitación total anual (mm/año)	1	2	3	
	La precipitación total anual es menor de 1,200	●			1
	La precipitación total anual es entre 1,200 a los 3,500		●		
	La precipitación total anual es mayor de 3,500			●	
	C. Precipitación (días/año)	1	2	3	

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	En la zona llueve menos de 100	●			1
	En la zona llueve entre 100 y 200		●		
	En la zona llueve más de 200			●	
	D. Dirección del viento	1	2	3	
	La dirección dominante del viento es hacia zonas pobladas	●			3
	La dirección dominante del viento es contraria a zonas pobladas			●	
	E. Velocidad del viento (m/s)	1	2	3	
	La velocidad del viento es en promedio mayor de 10		●		2
	La velocidad del viento es en promedio entre 5 a 10			●	
	La velocidad del viento es en promedio menor de 5	●			
	F. Complejidad topográfica	1	2	3	
	Alta	●			2
	Media		●		
	Baja			●	
	G. Grado de Cubierta vegetal	1	2	3	
	61 -100%			●	3
	31 - 60 %		●		
	0 - 30 %	●			
	H. Altura de la vegetación	1	2	3	
	Estrato de árboles altos: > 8 m	●			1
	Árboles bajos y/o matorral medio: 3 - 8 m		●		
	Ausencia casi total de vegetación			●	
	I. Uso de suelo	1	2	3	
	El sitio se ubica en zona industrial	●			3
	El sitio se ubica en zona urbana		●		
	El sitio se encuentra en zona rural			●	
	J. Infraestructura	1	2	3	
	El sitio se encuentra cercano a vías de comunicación (carreteras, ferrocarriles o aeropuertos)	●			1
	El sitio no se encuentra cercano a vías de comunicación			●	
Total					**20**
Valor mínimo					10
Valor máximo					30
Calidad Ambiental Atmosférica					**50**
Categorización					**Media**

Cuadro IV.263. Determinación del índice de calidad ambiental del factor flora y fauna.

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
Flora y fauna	**A. Tipo de Vegetación**	1	2	3	

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	El sistema ambiental regional cuenta con menos del 30 % de vegetación natural	●			3
	El sistema ambiental regional cuenta del 31 % al 60 % de vegetación natural		●		
	El sistema ambiental regional cuenta con más del 61 % de vegetación natural			●	
	B. Tasa de cambio de uso de suelo	1	2	3	
	La tasa de cambio de uso de suelo de vegetación natural es menor al 30 %			●	3
	La tasa de cambio de uso de suelo de vegetación natural es entre 31 % al 60%		●		
	La tasa de cambio de uso de suelo de vegetación natural es mayor al 61 %	●			
	C. Especies Protegidas de flora	1	2	3	
	Se tiene especies listadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010			●	1
	No se tiene especies listadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010	●			
	D. Especies Protegidas de fauna	1	2	3	
	Se tiene especies listadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010			●	1
	No se tiene especies listadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010	●			
	E. Áreas Naturales Protegidas	1	2	3	
	Esta dentro de un Área Natural Protegida			●	1
	No está dentro de un Área Natural Protegida	●			
	F. Regiones Terrestres Prioritarias	1	2	3	
	Esta dentro de una Región Terrestre Prioritaria			●	1
	No está dentro de una Región Terrestre Prioritaria	●			
	G. Regiones Hidrológicas Prioritarias	1	2	3	
	Esta dentro de una Región Hidrológica Prioritaria			●	3
	No está dentro de una Región Hidrológica Prioritaria	●			
	H. Ares de importancia para la conservación de aves	1	2	3	

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	Esta dentro de un Área de Importancia para la Conservación de Aves			●	1
	No está dentro de un Área de Importancia para la Conservación de Aves	●			
	I. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	1	2	3	
	Se encuentra dentro de una política ambiental de conservación			●	1
	Se encuentra dentro de una política ambiental de aprovechamiento		●		
	Se encuentra dentro de una política ambiental de restauración	●			
	J. Diversidad de flora	1	2	3	
	La diversidad de flora es alta			●	1
	La diversidad de flora es media		●		
	La diversidad de flora es baja	●			
	K. Diversidad de Fauna	1	2	3	
	La diversidad de fauna es alta			●	1
	La diversidad de fauna es media		●		
	La diversidad de fauna es baja	●			
	L. Complejidad topográfica	1	2	3	
	Alta	●			2
	Media		●		
	Baja			●	
	M. Grado de Cubierta vegetal	1	2	3	
	61 -100%			●	3
	31 - 60 %		●		
	0 - 30 %	●			
	N. Altura de la vegetación	1	2	3	
	Estrato de árboles altos: > 8 m	●			1
	Árboles bajos y/o matorral medio: 3 - 8 m		●		
	Ausencia casi total de vegetación			●	
	O. Uso de suelo	1	2	3	
	El sitio se ubica en zona industrial	●			3
	El sitio se ubica en zona urbana		●		
	El sitio se encuentra en zona rural			●	
	P. Cuerpos de agua	1	2	3	
	Existencia de cuerpos de agua intermitentes	●			1
	Existencia de cuerpos de agua perennes			●	
	Q. Corrientes de agua	1	2	3	

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	Existencia de corrientes de agua intermitentes	●			1
	Existencia de corrientes de agua perennes			●	
Total					**28**
Valor mínimo					**17**
Valor máximo					**51**
Calidad Ambiental de Flora y Fauna					**32**
Categorización					**Moderadamente Baja**

Cuadro IV.264. Determinación del índice de calidad ambiental del factor socioeconómico.

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
Socioeconómico	**A. Población Económicamente Activa (PEA)**	1	2	3	
	PEA es menor del 30% de la población total	●			2
	PEA es entre 31% al 60% de la población total		●		
	PEA en mayor del 61% de la población total			●	
	B. Alfabetización	1	2	3	
	Porcentaje de población alfabetizada menor al 30 % de la población total			●	1
	Porcentaje de población alfabetizada entre el 31 % al 60 % de la población total		●		
	Porcentaje de población alfabetizada mayor al 61% de la población total	●			
	C. Porcentaje de población ocupada	1	2	3	
	El porcentaje de PEA respecto a la PO es mayor del 50%			●	1
	El porcentaje de PEA respecto a la PO es menor del 50%	●			
	D. Grado de Marginación	1	2	3	
	De acuerdo a la CONAPO el grado de marginación es alto o muy alto	●			2
	De acuerdo a la CONAPO el grado de marginación es medio		●		
	De acuerdo a la CONAPO el grado de marginación es bajo o muy bajo			●	
	E. Actividades socioeconómicas	1	2	3	
	El porcentaje de las unidades económicas del municipio es menor del 30 % respecto al municipio con mayor porcentaje en relación al estado	●			1

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	El porcentaje de las unidades económicas del municipio es entre el 31% al 60% respecto al municipio con mayor porcentaje en relación al estado		●		
	El porcentaje de las unidades económicas del municipio es mayor del 61 % respecto al municipio con mayor porcentaje en relación al estado			●	
	F. Pueblos Indígenas	1	2	3	
	El porcentaje de población indígena en el municipio es mayor del 40%			●	2
	El porcentaje de población indígena en el municipio es menor del 40%		●		
	No existe población indígena en el municipio	●			
	G. Educación	1	2	3	
	El máximo nivel de escuelas en el municipio es medio superior			●	3
	El máximo nivel de escuelas en el municipio es básica	●			
	H. Salud	1	2	3	
	El porcentaje de unidades médicas del municipio es menor del 30 % respecto al municipio con mayor porcentaje en relación al estado	●			1
	El porcentaje de unidades médicas del municipio es entre el 31% al 60% respecto al municipio con mayor porcentaje en relación al estado		●		
	El porcentaje de unidades médicas del municipio es mayor del 61 % respecto al municipio con mayor porcentaje en relación al estado			●	
Total					**13**
Valor mínimo					**8**
Valor máximo					**24**
Calidad Ambiental Socioeconómica					**31**
Categorización					**Moderadamente Baja**

A continuación se presenta el resumen del índice de calidad ambiental de cada elemento:

Cuadro IV.265. Resumen del índice de calidad ambiental.

Elemento	Índice de Calidad Ambiental	Categoría
Atmósfera	50	Media
Suelo	69	Moderadamente Alta
Agua	68	Moderadamente Alta
Flora y fauna	32	Moderadamente Baja

Elemento	Índice de Calidad Ambiental	Categoría
Socioeconómico	31	Moderadamente Baja

En general la calidad ambiental del área de estudio se puede catalogar como media tendiendo a baja, siendo el factor atmósfera el que presentan la categoría de media, flora y fauna y socioeconómicos presenta categorías consideradas como moderadamente bajas, y el resto de los factores como moderadamente alta.

A partir de conocer la situación en la cual se encuentran los diferentes factores ambientales y que tienen relación con el proyecto, se realizará posteriormente la identificación y evaluación de los impactos ambientales para conocer el grado de incidencia que tendrá el proyecto sobre los diferentes factores. Como se mencionó anteriormente el área de estudio en general presenta una calidad ambiental media, por lo que se tendrán que realizar diferentes actividades con el fin no reducir la calidad ambiental que actualmente presenta el sitio.

Diagnóstico ambiental en el área de influencia

Respecto al diagnóstico ambiental en el área de influencia se hace mención que presenta condiciones similares en cuanto a la calidad ambiental de los diferentes factores que en el sistema ambiental, a continuación se realiza una descripción de las condiciones de los principales factores ambientales encontrados en el área de influencia.

Suelo

De acuerdo a los diferentes criterios utilizados para la valoración de la calidad ambiental como los siguientes; topográfico, relieve, permeabilidad, sismicidad, vulcanismo y fallas o fracturas, estos factores se encuentran bajo condiciones similares que el sistema ambiental, sin embargo, si existe una diferencia en cuanto a la erosión del suelo, ya que el área de influencia no tiene zonas agrícolas puesto que en la mayor parte del área que abarca dicha superficie podemos encontrar la distribución de algún tipo de vegetación, que por consiguiente propicia a una reducción de la erosión, por lo que no se presenta un deterioro en cuanto a la calidad del suelo.

Agua

Respecto a este elemento podemos decir que en el área de influencia no existen pozos de agua ni aprovechamientos de ningún tipo así como tampoco existe infraestructura alguna que requiera el uso de este elemento.

Aire

En el aspecto atmosférico podemos decir que en el área de influencia la mayor superficie esta predominada por vegetación, por lo que se puede decir que la presencia de vegetación propicia la prevalencia de una buena calidad atmosférica.

Flora y fauna

Como ya se mencionó anteriormente, la mayor parte del área de influencia se encuentra provista de vegetación. El aspecto faunístico para el área de influencia podemos decir que en dicha superficie no existen especies bajo algún estatus de riego, por lo que la calidad de flora y fauna para esta área se determina como buena.

Nota: Se anexa cartografía del documento en el **ANEXO 14. ANEXO CARTOGRÁFICO, CAPÍTULO IV.**

IV.4 BIBLOGRAFÍA

[i] Ley, 2012. Ley General de Protección Civil. Última reforma publicada en el DOF 23-06-2017. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Secretaria de Servicios Parlamentarios.

[ii] Atlas Nacional de Riesgos. CENAPRED. Consultado en 06 de febrero de 2018: www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/

[iii] Diccionario de datos Fisiográficos 1:1 000 000

[iv] Challenger, A., y J. Soberón. Los ecosistemas terrestres. En: CONABIO. Capital Natural de México, Volumen I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 2008.

[v] Neyra, G. L. y L. Durand S. 1998. Recursos Naturales: Biodiversidad, pp 62-96. In: La Diversidad Biológica de México, Estudio de país. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

[vi] https://apps1.semarnat.gob.mx:445/dgeia/informe_12/02_ecosistemas/recuadro1.html

[vii] Elaboración propia con datos de INEGI. Carta de uso del suelo y vegetación, Serie IV (2007), escala 1:250,000. México. 2011.

[viii] Rzedowski, J. Vegetación de México. CONABIO.

[ix] INEGI-CONABIO-INE. 2007. Ecorregiones de México, nivel IV, escala 1: 1 000 000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Instituto Nacional de Ecología, México.

[x] Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. INEGI, 2008. Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie III.

[xi] Bravo-Hollis, H. (1978) Las Cactáceas de México. Volumen 1, Segunda Edición. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 743 pp.

[xii] 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. 440 p.

[xiii]http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/10.100.13.5_8080/ibi_apps/WFServlet1bdcb.html.

[xiv] Elaborado por SEMARNAT, Dirección General de Estadística e Información Ambiental, 2006, con base en : Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, Cuarto Informe de Ejecución del Plan Nacional de Desarrollo, Presidencia de la República , México, 2005. Instituto Mexicano del Transporte, Manual Estadístico del Sector Transporte, 2004, México 2004. Instituto Mexicano del Transporte, Manual Estadístico del Sector Transporte, 2005, México, 2005. Presidencia de la República, Sexto Informe de Gobierno, México, 2006. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Subsecretaria de Recursos Naturales. Diagnóstico de la Deforestación en México, México, 1998. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, La Gestión Ambiental en México, México, 2000. SEMARNAT, Indicadores para la evaluación del Desempeño Ambiental, México, 2000. SEMARNAT, Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México, 2005, México, 2005.

[xv] Guevara-Romero M.L y Montalvo-Vargas R. 2014. Cambio de uso de suelo y vegetación derivados de la dotación de infraestructura: Sierra norte del Estado de Puebla. *Revista Electrónica Nova Scientia*. México. 25 p.

[xvi] SEMARNAT, CONAFOR. México. 2005. Coordinación General de Conservación y Restauración. México. 2005.; INEGI. Carta de uso actual del suelo y vegetación Serie III. México.

[xvii] Elaboración propia con datos de INEGI. Carta de uso del suelo y vegetación, Serie IV (2007), escala 1:250,000. México. 2011.

[xviii] INEGI. Síntesis geográfica del estado de Puebla. 2000.

[xix] INEGI. Síntesis geográfica del estado de Puebla. 2000.

[xx] Matteucci S, D. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. *Serie de biología*. No. 22. Argentina. 165 pp.

[xxi] Otzen T y Manterola C. 2017. Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. Sampling techniques on a population study. Int. J. Morphol Vol.: 35(1). 227-232 pp.

[xxii] Bautista Zúñiga, Francisco; Palacio Prieto, José Luis; Delfín González, Hugo; Paéz Bistrain, Rosaura; Carmona Jiménez, Estela; Delgado Carranza, Ma. Del Carmen. 2011. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Segunda edición, UNAM.

[xxiii] Mostacedo, Bonifacio y Fredericksen, Todd S. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en Ecología Vegetal. BOLFOR (Proyecto de manejo forestal sostenible). Santa Cruz, Bolivia.

[xxiv] CONABIO, Biodiversidad mexicana. (https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/distribesp.html).

[xxv] https://www.biodiversidad.gob.mx.

[xxvi] Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

[xxvii] Molina F., Farinós M. 1997. Los componentes alfa, beta y gamma de la biodiversidad. Aplicación al estudio de comunidades vegetales. Universidad Politécnica de Valencia. Pp. 1-10.

[xxviii] CONABIO. Capital natural y bienestar social. CONABIO. México. 2006.

[xxix] Coordinación de Información y Servicios Externos, CONABIO, SEMARNAT. México. 2012.

[xxx] Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras. Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación. CONABIO y CONANP, SEMARNAT. México. 2010.

xxxi Llorente-Bousquets, J., y S. Ocegueda. Estado del conocimiento de la biota. En: CONABIO. Capital Natural de México, Volumen I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 2008.

[xxxii] Elaboración propia con datos de: CONABIO. Programa de Especies Invasoras de México. México. 2005. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info.Especies/especies.invasoras/doctos/especiesinvasoras.html; DOF. NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación. México. 2002.; SEMARNAT - PROFEPA. Informe Trianual 1995-1997. México. 1998.; SEMARNAT - PROFEPA. México. 2002.; SEMARNAT - PROFEPA. Informe Anual. Años 2002 y 2003. México. 2003 y 2004.

[xxxiii] CONABIO. La diversidad biológica de México: estudio de país. México. 1998.; CONABIO. México. 2006.; Dinerstein, E., D. M. Olson, D. J. Graham, A. L. Webster, S. A. Primm, M. P. Bookbinker y G. Ledec. Conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. The World Bank/The World Wildlife Fund.

Washington, D.C. 1995.; Groombridge, B. y M. D. Jenkins. World Atlas of Biodiversity. UNEP-WCMC. University of California Press. USA. 2002.

[xxxiv] CONANP, SEMARNAT. Áreas protegidas decretadas. www.conanp.gob.mx/que_hacemos/. Fecha de consulta: septiembre de 2012.

xxxv ANP federales: Dirección de Evaluación y Seguimiento, CONANP, SEMARNAT. México. 2012. ANP estatales y municipales: Bezaury-Creel et al., 2009 a y b.

[xxxvi] Secretaría de la Convención de Ramsar. Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971). 4a. edición. Secretaría de la Convención de Ramsar. Gland, Suiza. 2006.

xxxvii Subdirección de Área de la Dirección de Evaluación y Seguimiento, CONANP, SEMARNAT. México. 2012.

[xxxviii] Elaboración propia con datos de: INEGI. Cartografía de Uso Actual del Suelo y Vegetación Serie III 2002. México. 2003.; CONABIO. La diversidad biológica de México: Estudio de País. México. 1998.; CONABIO. Aguas continentales y diversidad biológica de México. CONABIO. México. 2000.; CONABIO. Regiones prioritarias marinas de México. CONABIO. México. 1998.

[xxxix] INEGI-CONABIO-INE. 2008. Ecorregiones terrestres de México. Catálogo de metadatos geográficos. México.

[xl] https://www.biodiversidad.gob.mx/region/ecorregiones.html

[xli] Wilkinson T., E. Wiken, J. Bezaury Creel, T. Hourigan, T. Agardy, H. Herrmann, L. Janishevski, C. Madden, L. Morgan y M. Padilla, Ecorregiones marinas de América del Norte, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, 2009, 200 pp

[xlii] https://www.biodiversidad.gob.mx/region/ecorregiones.html

[xliii] Corvalán. C- Hales S. y Mcmichael A. 2005. Ecosistemas y bienestar humano: Síntesis sobre salud. Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. España. 64 pp.

[xliv] https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/ecosismex.html

[xlv] Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1997. Modelo Digital del Terreno de México. Escala 1:250, 000. México.; Dirección General de Geografía – INEGI (ed.). 2005. Conjunto de datos vectoriales de la carta de uso del suelo y vegetación, escala 1:250, 000, serie III (continuo nacional). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática – INEGI. Aguascalientes, Ags., México.

[xlvi] Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1997. Modelo Digital del Terreno de México. Escala 1:250, 000. México.; Cobertura distribución potencial de ecosistemas: Modificado de: Vegetación Potencial de Rzedowski, J. 1990., y Serie III de INEGI, donde se fusionaron ambas capas para representación gráfica.

[xlvii] T. Santos, J.L. Tellería. 2006. Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. Revista Científica y Técnica de ecología y medio ambiente. Vol. 15(2): 3-12 pp. España.

[xlviii] SCB. 2009. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Gestión forestal sostenible, biodiversidad y medios de vida: Guía de buenas prácticas, Montreal.

[xlix] CONAFOR.-PNUD-GEF Y RA. 2013. Guía para identificar altos valores de conservación en ecosistemas forestales de México. Rainforest Alliance México-Alianza para Bosques, A.C. (RA). México. 52 pp.

[l] https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/bosqueNublado.html

[li] Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

[lii] Challenger, A. 1998. La zona ecológica templada húmeda (el bosque mesófilo de montaña). En: Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México, Pasado, Presente y Futuro. CONABIO. México. Pp. 443-518.

[liii] Secretaría de la Convención de Ramsar, 2006. Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 4a. edición. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).

[liv] DOF. 20136. Ley de Aguas Nacionales. Título primero, capítulo único, artículo 3, fracción XXX: "*Humedales".*

[lv] Granados-Sánchez D., M.Á. Hernández García y G.F. López-Ríos. 2006. "Ecología de las zonas ribereñas", Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 12 (1): 55-69.

[lvi] D. Granados-Sánchez; M. Á. Hernández-García; G. F. López-Ríos. 2005. Ecología de las zonas Ribereñas. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México.

[lvii] Sabo, J. L., Sponseller, R., Dixon, M., Gade, D., Harms, T., Heffernan, J., Jani, A., Katz, G., Soykan, C., Watts, J. y Welter, J. (2005). Riparian zones increase regional species diversity by harboring different, not more species. Ecology, 86, 56-62.

[lviii] Ramírez-Martínez, C. (2010). Efectos de la desaparición de la selva sobre ambientes acuáticos. En S. Chediack (Comp.). Monitoreo de biodiversidad y recursos naturales ¿para qué? Serie Diálogos/Número 3, Colección Corredor Biológico Mesoamericano, México D.F., México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 87 pp.

[lix] Naiman R.J., H. Décamps y M. Pollock. 1993. "The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity", Ecological Applications 3: 209-212.

[lx] Villanueva Díaz, José, Cerano Paredes, Julián, Stahle, D. W., Constante García, Vicenta, Vázquez Salem, Lorenzo, Estrada Ávalos, Juan, & Benavides Solorio, Juan de Dios. (2010). Árboles longevos de México. *Revista mexicana de ciencias forestales*, *1*(2), 7-30.

[lxi] Elaborado por Semarnat, Dirección General de Estadística e Información Ambiental, 2006, con base en : Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, Cuarto Informe de Ejecución del Plan Nacional de Desarrollo, Presidencia de la República , México, 2005. Instituto Mexicano del Transporte, Manual Estadístico del Sector Transporte, 2004, México 2004. Instituto Mexicano del Transporte, Manual Estadístico del Sector Transporte, 2005, México, 2005. Presidencia de la República, Sexto Informe de Gobierno, México, 2006. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Subsecretaria de Recursos Naturales. Diagnóstico de la Deforestación en México, México, 1998. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, La Gestión Ambiental en México, México, 2000. Semarnat, Indicadores para la evaluación del Desempeño Ambiental, México, 2000. Semarnat, Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México, 2005, México, 2005.

[lxii] INEGI. Síntesis geográfica del estado de Puebla. 2000.

[lxiii] INEGI. Síntesis geográfica del estado de Puebla. 2000.

[lxiv] Otzen T y Manterola C. 2017. Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. Sampling techniques on a population study. Int. J. Morphol Vol.: 35(1). 227-232 pp.

[lxv] Bautista Zúñiga, Francisco; Palacio Prieto, José Luis; Delfín González, Hugo; Paéz Bistrain, Rosaura; Carmona Jiménez, Estela; Delgado Carranza, Ma. Del Carmen. 2011. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Segunda edición, UNAM.

[lxvi] Mostacedo, Bonifacio y Fredericksen, Todd S. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en Ecología Vegetal. BOLFOR (Proyecto de manejo forestal sostenible). Santa Cruz, Bolivia.

[lxvii] Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

[lxviii] Molina F., Farinós M. 1997. Los componentes alfa, beta y gamma de la biodiversidad. Aplicación al estudio de comunidades vegetales. Universidad Politécnica de Valencia. Pp. 1-10.

[lxix] Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras. Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación. Conabio y Conanp, Semarnat. México. 2010.

[lxx] T. Santos, J.L. Tellería. 2006. Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. Revista Cientifica y Técnica de ecología y medio ambiente. Vol. 15(2): 3-12 pp. España.

[lxxi] Elaborado por Semarnat, Dirección General de Estadística e Información Ambiental, 2006, con base en : Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, Cuarto Informe de Ejecución del Plan Nacional de Desarrollo, Presidencia de la República , México, 2005. Instituto Mexicano del Transporte, Manual Estadístico del Sector Transporte, 2004, México 2004. Instituto Mexicano del Transporte, Manual Estadístico del Sector Transporte, 2005, México, 2005. Presidencia de la República, Sexto Informe de Gobierno, México, 2006. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Subsecretaria de Recursos Naturales. Diagnóstico de la Deforestación en México, México, 1998. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, La Gestión Ambiental en México, México, 2000. Semarnat, Indicadores para la evaluación del Desempeño Ambiental, México, 2000. Semarnat, Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México, 2005, México, 2005.

[lxxii] INEGI. Síntesis geográfica del estado de Puebla. 2000.

[lxxiii] Otzen T y Manterola C. 2017. Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. Sampling techniques on a population study. Int. J. Morphol Vol.: 35(1). 227-232 pp.

[lxxiv] Bautista Zúñiga, Francisco; Palacio Prieto, José Luis; Delfín González, Hugo; Paéz Bistrain, Rosaura; Carmona Jiménez, Estela; Delgado Carranza, Ma. Del Carmen. 2011. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Segunda edición, UNAM.

[lxxv] Mostacedo, Bonifacio y Fredericksen, Todd S. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en Ecología Vegetal. BOLFOR (Proyecto de manejo forestal sostenible). Santa Cruz, Bolivia.

[lxxvi] Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

[lxxvii] Molina F., Farinós M. 1997. Los componentes alfa, beta y gamma de la biodiversidad. Aplicación al estudio de comunidades vegetales. Universidad Politécnica de Valencia. Pp. 1-10.

[lxxviii] Coordinación de Información y Servicios Externos, Conabio, Semarnat. México. 2012.

[lxxix] Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras. Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación. Conabio y Conanp, Semarnat. México. 2010.

[lxxx] Alcaraz-Ariza F.J. 2013. Formaciones vegetales. Geobotánica. Universidad de Murcia. España. 13 p.

[lxxxi] T. Santos, J.L. Tellería. 2006. Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. Revista Cientifica y Técnica de ecología y medio ambiente. Vol. 15(2): 3-12 pp. España.

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

ÍNDICE GENERAL

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 1
V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS. 1
V.1.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES 1
V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS 4
V.2.1 INDICADORES DE IMPACTO 4
V.2.2 LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO 4
V.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS 5
V.3.1 ÍNDICE DE INCIDENCIA. 7
V.3.2 ÍNDICE DE MAGNITUD 10
V.3.3 VALORIZACIÓN DE IMPACTOS 32
V.4 BIBLIOGRAFÍA. 37

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro V.1 Lista de chequeo para la identificación de impactos ambientales. 1
Cuadro V.2. Matriz de interacciones de impactos ambientales. 3
Cuadro.V.3. Matriz de causa-efecto para la identificación de impactos ambientales. 3
Cuadro V.4. Lista indicativa de indicadores de impacto. 4
Cuadro V.5. Tipificación del sinergismo por Gómez Orea (2003). 5
Cuadro V.6. Tipificación del sinergismo con caracteres de atributos de Conesa (2010). 5
Cuadro V.7. Valorización cuantitativa de la sinergia propuesta para la presente evaluación 5
Cuadro V.8. Valores de los atributos para el atributo de acumulación. 6
Cuadro V.9. Valores de los atributos para el cálculo del índice de incidencia. 6
Cuadro V.10. Tipificación de impactos 8
Cuadro V.11. Matriz del índice de incidencia de impactos ambientales durante la etapa de preparación del sitio. 8
Cuadro V.12. Infiltración con y sin proyecto 12
Cuadro V.13. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la perdida de infiltración 14
Cuadro V.14. Indicadores para determinar el índice de calidad del factor aire. 14
Cuadro V.15. Valores asignados a los indicadores en los diversos escenarios con y sin proyecto. 15
Cuadro V.16. Índice de calidad del aire con y sin proyecto 17
Cuadro V.17. Valores establecidos para la generación de la función de transformación de la calidad ambiental de aire 17
Cuadro V.18. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al índice de calidad del aire 18
Cuadro V.19. Nivel de presión sonoro que se tendrá con y sin proyecto 20
Cuadro V.20. Nivel de ruido diversos. 20
Cuadro V.21. Calidad ambiental establecida en función al nivel de presión sonoro emitido 21
Cuadro V.22. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al nivel de presión sonoro. 22

Cuadro V.23. Erosión existente actualmente en el área del proyecto 22
Cuadro V.24. Estimación de cantidad de material orgánico con y sin proyecto. 23
Cuadro V.25. Clase de degradación con base en la erosión hídrica 23
Cuadro V.26. Clase de degradación con base en la erosión eólica 23
Cuadro V.27. Clase de degradación propuesta para la función de trasformación 24
Cuadro V.28. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la perdida de material orgánico 25
Cuadro V.29. Erosión presente en los diversos escenarios (con y sin proyecto) 25
Cuadro V.30. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la erosión. 26
Cuadro V.31. Valores de K establecidos en función de los índices de Shannon determinados 27
Cuadro V.32. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación sin proyecto 27
Cuadro V.33. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación con proyecto 27
Cuadro V.34. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación. 28
Cuadro V.35. Valores de K establecidos en función de los índices de Shannon determinados 29
Cuadro V.36. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación sin proyecto 29
Cuadro V.37. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación con proyecto 30
Cuadro V.38. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al porcentaje de distribución con base en habitad 31
Cuadro V.39. Valoración subjetiva del paisaje. 32
Cuadro V.40. Valores de juicio establecidos para la valoración de impacto ambientales. 32
Cuadro V.41. Valorización de los impactos detectados y valores de juicio establecidos. 33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura V.1 Determinación de unidades homogéneas 11
Figura V.2. Determinación de la CA neta para el indicar de pérdida de suelo en hectáreas. 12
Figura V.3. Calidad ambiental de función a la perdida de infiltración con y sin proyecto 13
Figura V.4. Calidad ambiental del aire en función al índice de calidad del aire con y sin proyecto 18
Figura V.5. Nivel de presión sonoro emitida por diversas actividades (Brüel&Kjær, 2000, Ruido ambiental). 19
Figura V.6. Calidad ambiental en función al nivel de presión sonoro con y sin proyecto. 21
Figura V.7. Calidad ambiental en función a la pérdida de material orgánico con y sin proyecto 24
Figura V.8. Calidad ambiental en función a la erosión con y sin proyecto 26
Figura V.9. Calidad ambiental en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación con y sin proyecto 28
Figura V.10. Calidad ambiental en función al porcentaje de distribución con base en hábitad con y sin proyecto. 30

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

V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.

Después de señalar la descripción de las obras y actividades que comprende el desarrollo del proyecto en el capítulo II, además del análisis de las condiciones actuales que presenta el sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto, en el capítulo IV, los cuales representan una línea base en la cual se describen el medio abiótico, biótico, perceptual y socioeconómico, en el presente capítulo se llevará a cabo la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales que podría generar el desarrollo del proyecto en el sitio, así como en su área de influencia y el sistema ambiental.

Una vez identificados y evaluados los impactos ambientales, en el capítulo siguiente se establecerán medidas de prevención, mitigación y compensación para evitar los efectos adversos que se produzcan por el desarrollo del proyecto.

Es importante destacar que para el presente proyecto se presenta para ser evaluado para la actividad de cambio de uso de suelo, que contempla las actividades de, ***señalización***, ***desmonte***, ***extracción de materias primas*** y ***despalme,*** actividades de generan impactos y se evalúan en el presente capítulo.

V.1.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Existen diferentes metodologías para la identificación y evaluación de impactos ambientales, la elección del método dependerá de las dimensiones de cada proyecto, así como la cantidad de impactos que puede generar su desarrollo en el entorno. Para la identificación de los impactos se utilizó la información señalada en el capítulo II referente a las obras y actividades que se realizarán durante el desarrollo del proyecto (cambio de uso de suelo), así como la información del capítulo IV sobre las condiciones actuales de los diferentes factores ambientales y que podrán ser impactados con las obras y/o actividades que se pretenden llevar a cabo, tomando de base la metodología propuesta por Gómez Orea (2003).

Como primera fase se realizó una lista de chequeo en la cual se identifican los emisores de impacto, entre los cuales se encuentran las actividades que se realizarán durante las etapas que comprende el proyecto (cambio de uso de suelo), asimismo, se señalan los posibles receptores de impactos, los cuales corresponden a los factores ambientales que se encuentran en el ambiente y que fueron descritos en el apartado anterior.

Cuadro V.1 Lista de chequeo para la identificación de impactos ambientales.

Emisores de impacto		Receptores de impacto		
Etapa	**Actividades**	**Medio**	**Factor**	**Subfactor**
CAMBIO DE USO DE SUELO	Señalización Desmonte Extracción de materias primas Despalme	Abiótico	Agua	Infiltración
			Aire	Calidad
				Confort sonoro
			Suelo	Erosión
		Biótico	Flora	Diversidad
				Cobertura vegetal

Emisores de impacto		Receptores de impacto		
Etapa	**Actividades**	**Medio**	**Factor**	**Subfactor**
				Abundancia
			Fauna	Diversidad
				Abundancia
		Perceptual	Paisaje	Incidencia visual
				Calidad del paisaje
		Económico	Empleo	Empleo

Una vez que se identificaron los emisores y posibles receptores de impacto, se elaboró una matriz de interacciones, en la cual se presentan en las columnas las actividades y en las filas los factores ambientales, de esta forma se identificaron las interacciones o posibles impactos que el proyecto puede generar.

La matriz estuvo compuesta y fue analizada con 13 principales emisores de impactos colocados en las columnas y 4 elementos receptores de impactos en las filas, lo que genera un total de 52 interacciones, de las cuales 28 tienen un efecto por el desarrollo del proyecto y 24 no tuvieron un efecto identificado.

Después de realizar la matriz de interacciones, se realizó una matriz de causa-efecto para identificar los impactos adversos y positivos, para ello se utilizó la siguiente nomenclatura, A: impacto adverso significativo, a: impacto adverso no significativo: B: impacto benéfico significativo, b: impacto benéfico no significativo y / mitigable o compensable. En los siguientes cuadros se presentan las matrices de interacciones y causa-efecto.

Cuadro V.2. Matriz de interacciones de impactos ambientales.

Fases del proyecto / Elementos		Sistema ambiental												
		Físico natural												Socioeconómico
		Abiótico				Biótico						Perceptual		Económico
		Agua	Aire		Suelo	Flora			Fauna			Paisaje		Empleo
		Infiltración	Calidad	Confort sonoro	Erosión	Diversidad	Cobertura vegetal	Abundancia	Diversidad	Abundancia	Hábitat	Incidencia visual	Calidad del paisaje	Empleo
Cambio de uso de suelo	Señalización				*									*
	Desmonte	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Extracción de materias primas	*	*	*	*							*	*	*
	Despalme	*	*	*	*							*	*	*

Cuadro.V.3. Matriz de causa-efecto para la identificación de impactos ambientales.

Fases del proyecto / Elementos		Sistema Ambiental														
		Físico natural														
		Abiótico				Biótico						Perceptual		Económico		
		Agua	Aire		suelo	Flora			Fauna			Paisaje		Empleo		
		Infiltración	Calidad	Confort sonoro	Erosión	Diversidad	Cobertura vegetal	Abundancia	Diversidad	Abundancia	Hábitat	Incidencia visual	Calidad del paisaje	Empleo	Impactos adversos	Impactos benéficos	Evaluación total
Cambio de uso de suelo	Señalización				a									B	1	1	2
	Desmonte	A	a	a	a	A	A	A	A	A	A	a	a	b	12	1	13
	Extracción de materias primas	A	a	a	a							a	a	b	6	1	7
	Despalme	A	a	a	A							a	a	b	6	1	7
Impactos adversos		3	3	3	4	1	1	1	1	1	1	3	3	0	25		
Impactos benéficos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4		4	
Evaluación total		3	3	3	4	1	1	1	1	1	1	3	3	4			29

V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

V.2.1 INDICADORES DE IMPACTO

Un indicador de impacto es un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por agente de cambio (Ramos, 1987). Estos indicadores son las partes del ambiente que pueden ser afectables o susceptibles de modificación, deterioro o transformación y permiten identificar y en lo posible estimar, ya sea cualitativa o cuantitativamente, los efectos producidos por una actividad.

El propósito de los indicadores es identificar los posibles cambios que ocasionaría el desarrollo de un proyecto, algunos de los criterios para elegir los indicadores de impacto se mencionan a continuación:

- Tener representatividad del entorno afectado.
- Ser relevantes (que contengan información que permitan conocer la importancia y magnitud del impacto).
- Excluyentes (que no exista superposición de indicadores).
- Identificables (que sean de fácil identificación).
- Cuantificables (que sean susceptibles a ser medibles).

V.2.2 LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO

Los indicadores de impacto se presentan en el siguiente cuadro, su determinación se realizó a partir de los factores ambientales, específicamente de los subfactores ambientales que tienen mayor representatividad y relevancia dentro del sitio, así como de aquellos factores que podrían ser afectados durante las diferentes etapas del proyecto.

Cuadro V.4. Lista indicativa de indicadores de impacto.

Medio	Factor	Subfactor	Indicador de impacto	Signo
Abiótico	Agua	Infiltración	Reducción en la infiltración	-
	Aire	Calidad	Suspensión de partículas	-
		Confort sonoro	Pérdida de confort sonoro	-
	Suelo	Erosión	Aumento de la erosión	-
			Pérdida de material orgánico	-
Biótico	Flora	Diversidad	Pérdida de la cobertura vegetal	-
		Cobertura vegetal		-
		Abundancia		-
	Fauna	Diversidad	Modificación del hábitat	-
		Abundancia		-
Perceptual	Paisaje	Incidencia visual	Modificación del paisaje	-
		Calidad del paisaje		-
Económico	Empleo	Empleo	Ingresos económicos	+

V.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

Una vez que se identificaron los impactos que se generarían por el desarrollo del proyecto se realizó la valoración cuantitativa de los impactos que se generarían por el desarrollo del proyecto, para lo cual se utilizó la metodología propuesta por Gómez Orea (2003), que consiste en calcular el índice de incidencia o importancia, que refiere la severidad y forma de alteración de cada uno de los impactos, y es definida por una serie de atributos que caracterizan dicha alteración.

En este apartado se caracterizan los atributos, para este caso la sinergia, a modo de graduar la intensidad de la misma dentro del proyecto, dentro de la metodología propuesta por Gómez Orea (2003) el atributo de sinergia presenta la siguiente tipificación.

Cuadro V.5. Tipificación del sinergismo por Gómez Orea (2003).

Atributo	Carácter de atributo	Código
Sinergia	Leve	1
	Media	2
	Fuerte	3

La cual se presta a confusión debido a que el carácter de atributo establece la idea de que existen impactos sinérgicos al tipificar como “leve” a la menor magnitud, asignándole un valor de 1, aspecto que corresponde al presente proyecto, sin embargo, no se especifica la caracterización cuando no se prevén impactos sinérgicos, por lo que se toman los caracteres de los atributos establecidos por Conesa (2010) para el sinergismo pero con los mismos valores propuestos por Gómez Orea (2003), resultando más claras las magnitudes e intensidades del atributo como se presenta a continuación:

Cuadro V.6. Tipificación del sinergismo con caracteres de atributos de Conesa (2010).

Atributo	Carácter de atributo	Código
Sinergia	Sin sinergismo o simple	1
	Sinergismo moderado	2
	Muy sinérgico	3

Tomando en cuenta lo anterior podemos deducir que para dicho atributo existe el mismo número de caracteres que el establecido por Gómez Orea (2003) el cual corresponde a 3, dando entender que para los valores altos para la sinergia es considerado como de una incidencia fuerte y los valores bajo representan la ausencia de sinergismos, para lo cual se establece el nuevo carácter de atributo con su respectivo código de identificación.

Cuadro V.7. Valorización cuantitativa de la sinergia propuesta para la presente evaluación.

Atributo	Descripción	Carácter de atributo	Código
Sinergia	Efecto sinérgico significa reforzamiento de efectos simples, se produce cuando la coexistencia de varios efectos simples supone un efecto mayor que su suma simple.	Sin sinergismo o simple	1
		Sinergismo moderado	2
		Muy sinérgico	3

Para el caso de los impactos **acumulativos** la metodología propuesta establece lo siguiente:

Cuadro V.8. Valores de los atributos para el atributo de acumulación.

Atributos	Descripción	Carácter de los atributos	Código
Acumulación	Efecto imple es el que manifiesta en un solo componente ambiental y no induce efectos secundarios ni acumulativos ni sinérgicos.	Simple	1
	Efecto acumulativo es el que incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera.	Acumulativo	3

Es necesario indicar que, de acuerdo a Conesa (2010), dentro de la interrelación de acciones y/o efectos **acumulativos y/o sinérgicos**, un impacto **simple** es: "***Aquel cuyo efecto se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación ni en la de su sinergia (no hay efectos acumulativos), nos encontramos ante un caso de acumulación simple, valorándose como 1***", por lo que, para la evaluación de los impactos realizada en el proyecto en cuestión, se toma de base esta definición, concluyendo que, **LOS VALORES DE 1 NO CONTEMPLAN SINERGIA NI ACUMULACIÓN.**

Simple, cuando cada impacto viene representado por un solo valor (Gómez Orea Domingo y Gómez Villarino Ma. Teresa, Mundi-Prensa, 2013 pp.304).

Por lo tanto, el valor para este proyecto le corresponderá 1 para evaluar los atributos de sinergia y acumulación, considerándolo como simple, debido a que no existe otro proyecto similar al que se evalúa en el presente capítulo.

Dentro de la evaluación de impactos, se presentan los siguientes atributos para el cálculo del índice de incidencia:

Cuadro V.9. Valores de los atributos para el cálculo del índice de incidencia.

Atributos	Descripción	Carácter de los atributos	Código
Signos del efecto	Se refiere a la consideración de benéfico o perjudicial.	Benéfico	+
		Perjudicial	-
		Difícil de calificar sin estudios	x
Inmediatez (Inm)	Efecto directo o primario es el que tiene repercusión inmediata en algún factor ambiental.	Directo	3
	Efecto indirecto o secundario es el que deriva de un efecto primario.	Indirecto	1
Acumulación (A)	Efecto imple es el que manifiesta en un solo componente ambiental y no induce efectos secundarios ni acumulativos ni sinérgicos.	Simple	1
	Efecto acumulativo es el que incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera.	Acumulativo	3
Sinergia (S)	Efecto sinérgico significa reforzamiento de efectos simples, se produce cuando la coexistencia de varios efectos simples supone un efecto mayor que su suma simple.	Sin sinergismo o simple	1
		Sinergismos moderado	2

Atributos	Descripción	Carácter de los atributos	Código
		Muy sinérgico	3
Momento (M)	Efecto a corto plazo es el que se manifiesta en un ciclo anual.	Corto	3
	Efecto a medio plazo es el que se manifiesta antes de cinco años.	Medio	2
	Efecto a largo plazo es el que se manifiesta en un período mayor de cinco años.	Largo Plazo	1
Persistencia (P)	Efecto temporal supone una alteración que permanece un tiempo determinado.	Temporal	1
	Efecto permanente supone una alteración de duración indefinida.	Permanente	3
Reversibilidad (R)	Efecto reversible es el que puede ser asimilado por los procesos naturales, mientras el irreversible no puede serlo o sólo después de muy largo tiempo.	A corto plazo	1
		A medio plazo	2
		A largo plazo o no reversible	3
Recuperabilidad (Rc)	Efecto recuperable es el que puede eliminarse o reemplazarse por la acción natural humana, mientras no lo es el irrecuperable.	Fácil	1
		Media	2
		Difícil	3
Continuidad (C)	Efecto continuo es el que produce una alteración constante en el tiempo.	Continuo	3
	Efecto discontinuo se manifiesta la alteración de forma intermitente o irregular.	Discontinuo	1
Periodicidad (Pr)	Efecto periódico es el que se manifiesta de forma de forma cíclica o recurrente.	Periódico	3
	Efecto de aparición irregular es el que se manifiesta de forma impredecible en el tiempo, debiendo evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia.	Irregular	1

La valoración cuantitativa de la tabla anterior tiene un significado para cada uno de los atributos, siendo que el valor 1 representa la mínima afectación o el panorama más benéfico, mientras que el 3 representa la máxima afectación o el panorama más desolador para el factor ambiental evaluado. Sin embargo, se retoma lo establecido en la "Guía Metodológica Para la Evaluación del Impacto Ambiental", de Vicente Conesa Fernández, ediciones Mundiprensa, 2010. Los valores para la calificación del atributo de sinergia pueden ser de 1 y 3, siendo que el 1 representa que una acción actuando sobre un factor no es sinérgica con otras acciones, es decir, que no existe sinergismo; mientras que el valor 3 significa un sinergismo alto. Por otro lado, los valores para el atributo de acumulación, según la misma literatura, pueden ser desde 1 hasta 4, siendo que cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), toma el valor de 1.

V.3.1 ÍNDICE DE INCIDENCIA.

El índice de incidencia varía entre 0 y 1, a continuación, se presentan los pasos para su estimación:

Primero: Tipificar las formas en que se puede describir cada atributo; ejemplo, momento: inmediato, medio o largo plazo, recuperabilidad: fácil, regular, difícil, etc.

Segundo: Atribuir un código numérico a cada forma, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable; así para los ejemplos anteriores, momento: inmediato, 3, medio plazo, 2 y largo plazo, 1; recuperabilidad: fácil, 1, regular, 2, difícil, 3.

Tercero: Aplicar una función, suma ponderada (u otra), para obtener un valor. La expresión que se genera consiste en la suma ponderada de los códigos (que tienen una carga cuantificada) de los atributos ponderados; a continuación, presentan algunos ejemplos de dichas expresiones las cuales se denominan típica, ponderada y simple:

Cuadro V.10. Tipificación de impactos

Simple	***Incidencia= I+A+S+M+P+R+RV+PD+C***
Ponderada	***Incidencia= 3I+2A+S+M+P+3R+Rv+PD+C***

Cuarto: Estandarizar entre 0 y 1 los valores obtenidos mediante la expresión:

$$I_{std}\ \frac{(I - I_{\text{mín}})}{(I_{máx} - I_{mín})}$$

donde:

I_{std} = el valor de incidencia estandarizado, obtenido por un impacto.
$I_{máx}$ = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el mayor valor.
$I_{mín}$ = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor.

De acuerdo a las características propias del proyecto, la expresión para el cálculo de la incidencia ponderada es la siguiente:

I=3I+A+S+2M+P+3R+Rv+2PD+C

(Valor máximo 45, valor mínimo 15).

En el siguiente cuadro se presenta la matriz de incidencia de los impactos identificados del presente proyecto durante la etapa de preparación del sitio (cambio de uso de suelo) en las cuales se podrían causar efectos adversos sobre el ambiente a causa del desarrollo del proyecto.

Cuadro V.11. Matriz del índice de incidencia de impactos ambientales durante la etapa de preparación del sitio.

Cálculo del índice de incidencia del proyecto													
Factor ambiental	Atributos	Signo	Inmediatez	Acumulación	Sinergia	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Continuidad	Periodicidad	Incidencia	Índice estandarizado
Agua	Reducción en la infiltración												**0.60**
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		9	1	1	2	3	9	3	2	3	**33**	
	Incidencia	-	3	1	1	1	3	3	3	1	3	19	
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	
	Incidencia máx.		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	
Aire	Suspención de partículas												**0.13**
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		3	1	1	6	1	3	1	2	1	**19**	

Cálculo del índice de incidencia del proyecto													
Factor ambiental	Atributos	Signo	Inmediatez	Acumulación	Sinergia	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Continuidad	Periodicidad	Incidencia	Índice estandarizado
	Incidencia	-	1	1	1	3	1	1	1	1	1	11	
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	
	Incidencia máx.		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	
	Pérdida de confort sonoro												**0.50**
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		9	1	1	2	3	9	2	2	1	**30**	
	Incidencia	-	3	1	1	1	3	3	2	1	1	16	
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	
	Incidencia máx.		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	
Suelo	Aumento de la erosión												**0.73**
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		9	1	1	4	3	9	3	6	1	**37**	
	Incidencia	-	3	1	1	2	3	3	3	3	1	20	
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	
	Incidencia máx.		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	
	Pérdida de material orgánico												**0.57**
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		9	1	1	2	3	9	2	2	3	**32**	
	Incidencia	-	3	1	1	1	3	3	2	1	3	18	
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	
	Incidencia máx.		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	
Flora	Perdida de cobertura vegetal												**0.57**
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		9	1	1	2	3	9	2	2	3	**32**	
	Incidencia	-	3	1	1	1	3	3	2	1	3	18	
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	
	Incidencia máx.		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	
Fauna	Modificación del hábitat												**0.40**
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		3	1	1	2	3	6	2	6	3	**27**	
	Incidencia	-	1	1	1	1	3	2	2	3	3	17	
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	
	Incidencia máx.		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	
Paisaje	Modificación del paisaje												**0.67**
	Ponderación de atributos		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		9	1	1	2	3	9	1	6	3	**35**	
	Incidencia	-	3	1	1	1	3	3	1	3	3	19	

Cálculo del índice de incidencia del proyecto													
Factor ambiental	Atributos	Signo	Inmediatez	Acumulación	Sinergia	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Continuidad	Periodicidad	Incidencia	Índice estandarizado
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	
	Incidencia máx.		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	

V.3.2 ÍNDICE DE MAGNITUD

Una vez calculado el índice de incidencia de los impactos ambientales determinados, se procede a determinar la magnitud de dichos impactos, esta tarea es la que muestra de formas más convincente el carácter multidisciplinar de los estudios de impacto ambiental: la predicción de los cambios desencadenados por una acción sobre el clima, aire, agua, suelo, biocenosis, ecosistemas, procesos, patrimonio construido, confort sonoro, paisaje, población, etc. y su medición, requieren un conocimiento profundo y especializado de los mismos, así como de la legislación que les afecta y de los criterios utilizados por la comunidad científica.

La magnitud de las alteraciones sobre cada factor puede venir expresada de diferentes maneras según la naturaleza de cada uno de ellos y la unidad de medida que se pretende utilizar: se denomina indicador a la expresión a través de la cual se mide de forma cuantificada el impacto; el indicador es pues un mecanismo que se adopta para cuantificar un impacto. Unas veces el indicador coincide con el propio factor alterado, en otras ocasiones el indicador no es tan directo, y obvio, y hay que recurrir a índices algo más complejos.

La primera tarea, por tanto, para predecir la magnitud de los impactos es asignar un indicador cuantificable a cada uno de los identificados que lo representen lo mejor posible, tarea a la que conviene dedicar la mayor atención por su papel en el estudio, y porque ayuda a entender más profundamente la naturaleza del impacto y su significado ambiental.

Con esta fase termina lo que propiamente constituye la parte en principio objetiva del estudio de impacto ambiental: identificación y cuantificación de los efectos; a partir de ahora hay que dar entrada a elementos de juicio más o menos objetivos e incluso subjetivos, muchos de los cuales exigen un refrendo con la escala de valores y presencias sociales.

Para cumplir con lo anteriormente expuesto es necesario transformar la magnitud del impacto medido en unidades heterogéneas, a unidades homogéneas, adimensionales de valor ambiental, operación que se hace traduciéndolas a un intervalo que varía entre 0 y 1. Para ello se utiliza la metodología de las funciones de transformación.

La cual se trata de relaciones entre la magnitud de cada indicador, medida en las unidades propias de cada uno de ellos, y su calidad ambiental expresada ya en unidades comparables. Dicha relación se puede representar sobre un sistema de coordenadas cuyo eje de abscisas se dispone la magnitud del indicador ambiental y en el de ordenadas el valor ambiental estandarizado ente 0 y 1. La relación puede venir

expresada por una línea quebrada de tramos rectos que unen los puntos de valor conocido o ajustarse a una curva.

Lo importante de las funciones de transformación es el concepto, la claridad con que expresan, gráficamente, la diferencia entre la modificación de un elemento o proceso del medio y el significado ambiental de tal modificación. El mecanismo de la función de transformación exige reflexionar explícitamente sobre el significado de las modificaciones, de tal manera que el esfuerzo de construir una función ayuda y obliga al evaluador a formar criterio y a hacerlo explícito.

Aplicando, por fin, las funciones de transformación a cada uno de los factores ambientales alterados se obtiene el valor del impacto ambiental sobre cada uno de ellos, pero ahora expresados en unidades homogéneas, por tanto, comparables. Teniendo en cuenta los parámetros de las funciones de transformación dicho valor queda limitado entre 0 y 1.

A continuación, se muestra el cálculo la magnitud determinada con base en los impactos ambientales generados por el proyecto.

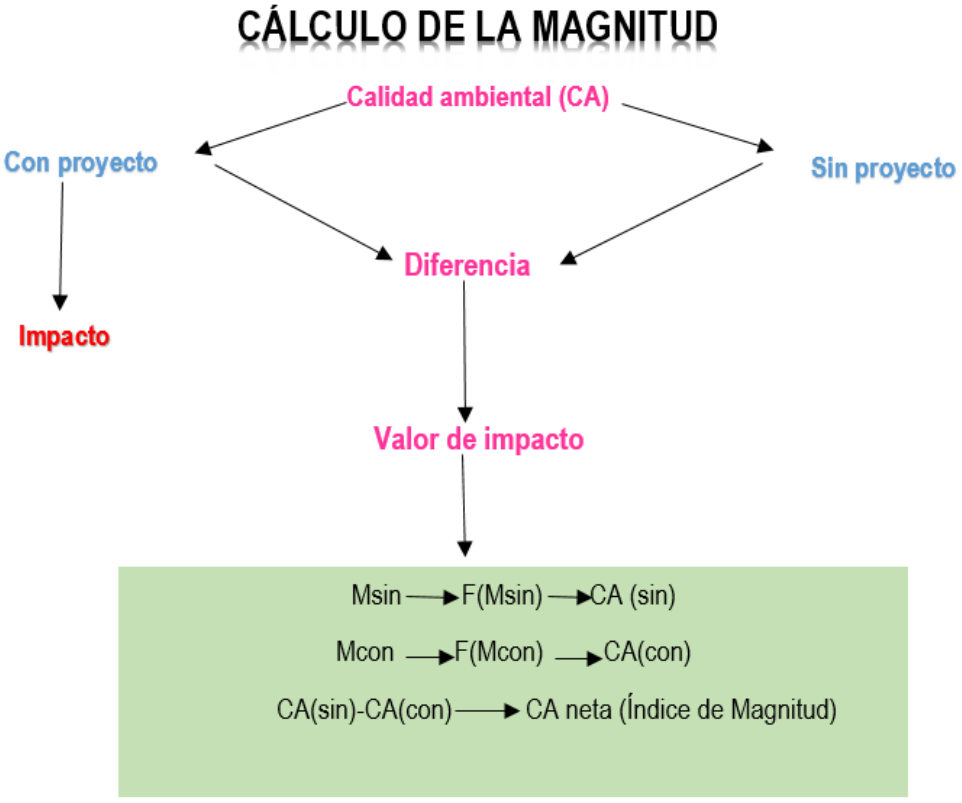


Figura V.1 Determinación de unidades homogéneas

Ejemplificación*:*

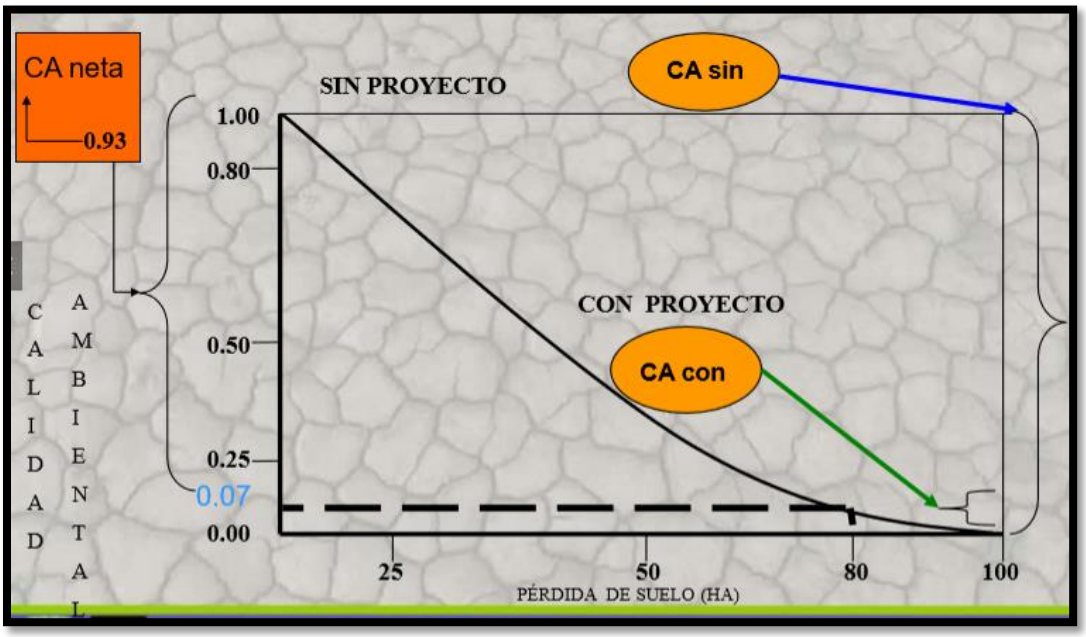


Figura V.2. Determinación de la CA neta para el indicar de pérdida de suelo en hectáreas.

REDUCCIÓN DE LA INFILTRACIÓN

Para el cálculo de la magnitud de la perdida de infiltración se implementó LA GUÍA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL de CONESA FDEZ. VÍTORA (4.a edición) y los cálculos determinados para el balance hídrico establecido en el capítulo IV de la presente manifestación de impacto ambiental, en dicho cálculo se hace referencia a la infiltración presente actualmente y la infiltración que se tendría a raíz de la ejecución del presente proyecto, la diferencia de estos da resultado la perdida de infiltración.

Partiendo de lo establecido en el párrafo anterior se presenta lo siguiente:

$$I = 100(\frac{Perd_h}{Cdisp})$$

$I = porcentaje\ de\ perdida\ de\ infiltración\ respecto\ al\ total\ disponible\ (\%)$

$Perd_h = Pérdida\ de\ infiltración\ por\ actividad\ (infiltración\ actual - infiltración\ con\ proyecto)$

$C_{disp} = Cantidad\ total\ disponible\ (\ infiltración\ actual)$

A continuación, se muestra la infiltración presente actualmente en el área del proyecto y la infiltración que se tendrá con la ejecución del proyecto, misma determinada en el capítulo IV de la presente manifestación de impacto ambiental.

Cuadro V.12. Infiltración con y sin proyecto

Unidad	Infiltración (m^3)	Porcentaje %

Infiltración sin proyecto	93,676.36	65
Infiltración con proyecto	77,835.71	54

Tomando de base lo expuesto anteriormente, se implementaron las formulas correspondientes dando como resultado la siguiente:

$$Perd_h = (93{,}676.36 - 77{,}835.71) = 15{,}840.65$$

$$I = 100 * \left(\frac{15{,}840.65}{143{,}606.43}\right) = 11\%$$

Es de recalcarse que en la presente metodología se toma de base a la cantidad de agua disponible, tomando en cuenta la infiltración actual (sin proyecto) del sitio del proyecto que se puede y con base en los cálculos establecidas se determina el escenario con proyecto.

Función de transformación

La función de transformación implementada (Conesa, 2010) para el cálculo de la magnitud de la infiltración como se menciona anteriormente toma de base la infiltración actual como la calidad ambiental máxima asignándole un valor de 1 y a partir de la cual con base en lo determinado en los cálculos se establece la calidad ambiental que se tendrá con la implementación del proyecto.

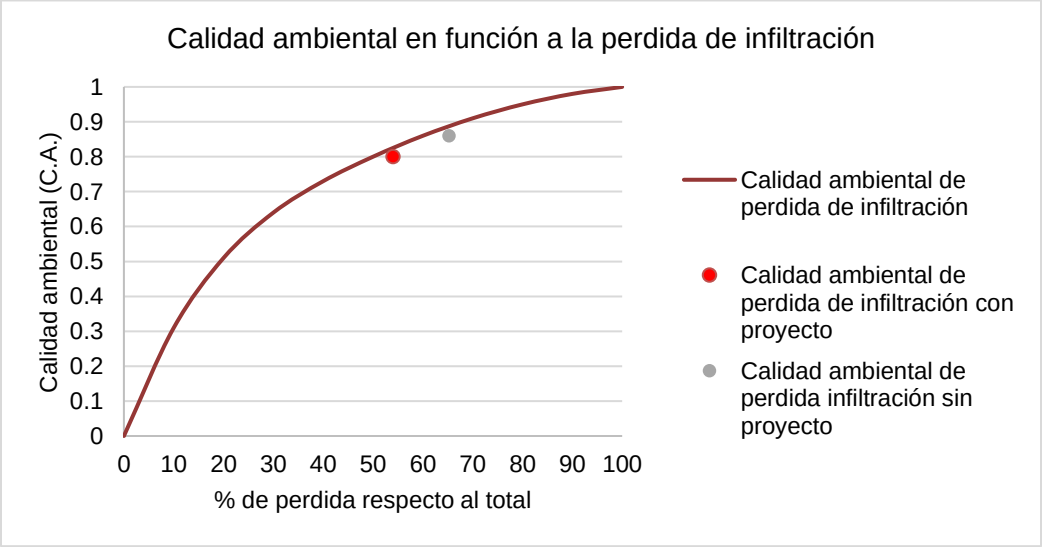


Figura V.3. Calidad ambiental de función a la perdida de infiltración con y sin proyecto

Calidad ambiental neta o índice de magnitud

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula

$$C.A.Neta\ (indice\ de\ magnitu) = C.A\ \text{sin}\ proyecto - C.A.con\ proyecto$$

Cuadro V.13. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la perdida de infiltración

Escenario	Infiltración (%)	Calidad ambiental
I Sin proyecto	65	0.86
I con proyecto	54	0.80
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.06**

SUSPENSIÓN DE PARTÍCULAS

Entorno a la determinación del índice de magnitud referente a la suspensión de partículas, se tomó de base la propuesta metodología del cálculo de la calidad del aire determinada en el diagnóstico ambiental correspondiente al capítulo 4, la cual se le hizo pequeñas modificaciones, con el objetivo de que se reflejara de una mejor manera el estatus de calidad del aire, tomando en cuenta aspectos relevantes en la determinación de su estatus a través de los diversos escenarios, la metodología implementada se presenta a continuación:

Índice de calidad del aire

Para conocer el índice de la calidad del factor aire, se tomaron en cuenta diferentes indicadores y se les asignó una valoración, para posteriormente ponderar cada uno y obtener una evaluación cuantitativa, de esta manera conocer el índice de calidad, en dicha valoración se pretende abordar los factores que infieren de alguna manera en la calidad del aire en el sitio. A continuación, se presentan los factores e indicadores que se tomaron en cuenta.

Cuadro V.14. Indicadores para determinar el índice de calidad del factor aire.

Factor	Indicador ambiental	
Aire	1	Temperatura
	2	Precipitación
	3	Precipitación (días/año)
	4	Dirección del viento
	5	Velocidad del viento
	6	Complejidad topográfica
	7	Grado de cubierta vegetal
	8	Altura de la vegetación
	9	Uso del suelo
	10	Infraestructura
	11	Nivel de partículas en suspensión

Después de establecer los indicadores, se les asignó un valor en base a las características analizadas. El valor va de 1 a 3, siendo 3 el valor óptimo y 1 el mínimo. Posteriormente, se obtuvo el porcentaje que representa el valor obtenido, con respecto al nivel máximo de índice de calidad de aire. La interpretación del

valor final del índice de calidad aire, que estará expresado en una escala cuyo valor máximo será 100 y el mínimo 0, correspondiendo los valores mas altos a la situación mas positiva.

Las formulas empleadas son las siguientes:

$$ICA=\left(\frac{Ve*100}{MVO}\right)$$

ICA=Índice de cálidad del aire

Ve=Valor estimado

MVO=Maximo valor obtenido

$$MVO=(Vmax-Vmin)$$

MVO =Maximo valor obtenido

Vmax=Valor maximo (33)

Vmin=Valor minimo (11)

Para el caso del valor maximo de 33 se establece que se le asigna a todos los indicadores considerados un valor de 3 dado como resultado una suma total de 33 y para el valor minimo se le asigna un valor de 11 tomando de referencia que a los indicadores considerados se le asigna un valor de 1 dando como resultado una suma toal de 11.

$$Ve=(V_T-Vmin)$$

Ve=Valor estimado

V_T=Valor total

Vmin=Valor minimo (11)

$$V_t=(I_1+I_2+I_3+I_4+I_5+I_6+I_7+I_8+I_9+I_{10}+I_{11})$$

V_T=Valor total

$V_{n\ (1\text{-}11)}$=Valor de indicadores (1-3)

Es importante mencionar que para la asignación de los valores de los indicadores para el escenario sin proyecto, se realizo con base en la descripción del área del proyecto, llevada a cabo en el capitulo 4 y para el caso del escenario con proyecto se realizo un pequeño analisis, en la cual se trato de proyectar el estatus de los idicadores con la ejecución del proyecto, mismas que se presentan a continuación:

Cuadro V.15. Valores asignados a los indicadores en los diversos escenarios con y sin proyecto.

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado sin proyecto	Valor asignado con proyecto
Atmósfera	**A. Temperatura**	1	2	3		
	La temperatura máxima promedio anual es menor a 10 °C	●			3	2
	La temperatura máxima promedio anual es entre 10 y 26°C			●		
	La temperatura máxima promedio anual es mayor a 26° C		●			
	B. Precipitación total anual (mm/año)	1	2	3		

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado sin proyecto	Valor asignado con proyecto
	La precipitación total anual es menor de 1,200	●			1	1
	La precipitación total anual es entre 1,200 a los 3,500		●			
	La precipitación total anual es mayor de 3,500			●		
	C. Precipitación (días/año)	1	2	3		
	En la zona llueve menos de 100	●			1	1
	En la zona llueve entre 100 y 200		●			
	En la zona llueve más de 200			●		
	D. Dirección del viento	1	2	3		
	La dirección dominante del viento es hacia zonas pobladas	●			3	1
	La dirección dominante del viento es contraria a zonas pobladas			●		
	E. Velocidad del viento (m/s)	1	2	3		
	La velocidad del viento es en promedio mayor de 10	●			2	2
	La velocidad del viento es en promedio entre 5 a 10		●			
	La velocidad del viento es en promedio menor de 5			●		
	F. Complejidad topográfica	1	2	3		
	Alta	●			1	1
	Media		●			
	Baja			●		
	G. Grado de Cubierta vegetal	1	2	3		
	61 -100%			●	3	1
	31 - 60 %		●			
	0 - 30 %	●				
	H. Altura de la vegetación	1	2	3		
	Estrato de árboles altos: > 8 m	●			2	3
	Árboles bajos y/o matorral medio: 3 - 8 m		●			
	Ausencia casi total de vegetación			●		
	I. Uso de suelo	1	2	3		
	El sitio se ubica en zona industrial o minera	●			1	1
	El sitio se ubica en zona urbana		●			
	El sitio se encuentra en zona rural			●		
	J. Infraestructura	1	2	3		
	El sitio se encuentra cercano a vías de comunicación (carreteras, ferrocarriles o aeropuertos)	●			2	2
	Vias de comunicación en la zona		●			
	El sitio no se encuentra cercano a vías de comunicación			●		
	K. nivel de partículas suspendidas en la zona (24 horas)	1	2	3		
	Menor a 35 mg/m^3			●	2	1
	Entre 35-74 mg/m^3		●			

Elemento	Factor	Valor	Valor asignado sin proyecto	Valor asignado con proyecto
	Mayor o igual a 75 mg/m^3	•		
Total			**21**	**16**
Valor mínimo			11	
Valor máximo			33	
Calidad Ambiental Atmosférica			**45**	**23**

*Para la determinación del nivel de suspensión de partículas se realizó con base en estudio de "Gestión de la calidad del aire del estado de puebla 2012-2020" realizado en el 2012 por la Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial (Dirección de Calidad del Aire y Cambio Climático).

A partir del análisis anterior se establece los valores de calidad del aire en sus diversos escenarios con y sin proyecto.

Cuadro V.16. Índice de calidad del aire con y sin proyecto

Escenario	Índice de calidad del aire
Sin proyecto	45
Con proyecto	23

Función de transformación

Para la generación de la función de transformación correspondiente se toma de base el máximo valor que se puede obtener con base en los cálculos realizados respecto al índice de calidad del aire (ICA), la cual corresponde a un valor de 100 y el valor mínimo que se puede obtener la cual corresponde a 0, a partir de esto se da a conocer la relación entre el índice de calidad del aire y la calidad ambiental del aire, misma que se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro V.17. Valores establecidos para la generación de la función de transformación de la calidad ambiental de aire

Índice de calidad del aire	Calidad ambiental del aire
0	0
5	0.05
10	0.10
15	0.15
20	0.20
25	0.25
30	0.30
35	0.35
40	0.40
45	0.45
50	0.50
55	0.55
60	0.60
65	0.65
70	0.70
75	0.75
80	0.80
85	0.85
90	0.90
95	0.95

Índice de calidad del aire	Calidad ambiental del aire
100	1.00

A través de lo establecido en el cuadro anterior se genera la función de transformación de la calidad ambiental del aire, misma que se presenta en la siguiente figura en conjunto con los diversos escenarios con y sin proyecto.

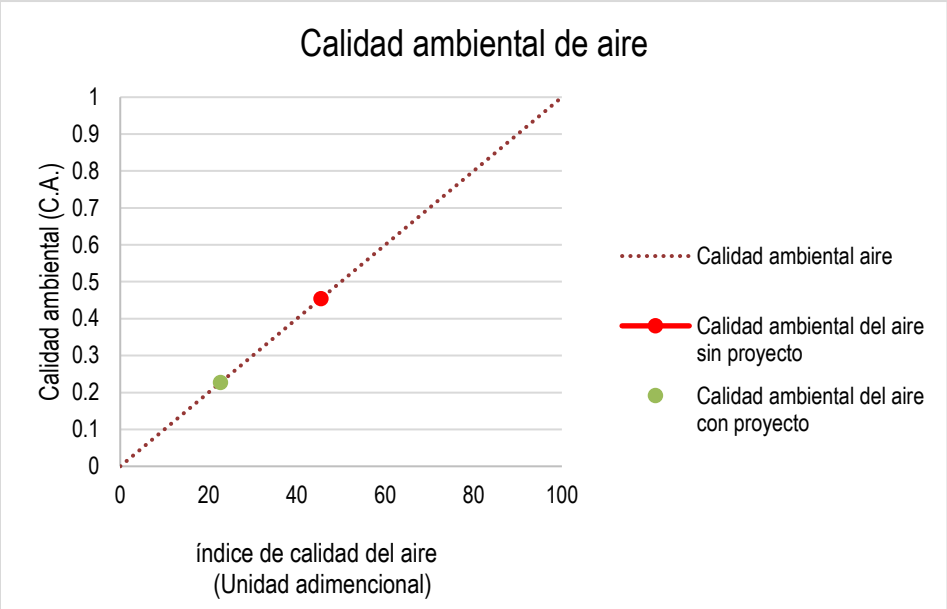


Figura V.4. Calidad ambiental del aire en función al índice de calidad del aire con y sin proyecto

Calidad ambiental neta o índice de magnitud

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula

C.A. Neta (índice de magnitud)=C.A sin proyecto-C.A. con proyecto

Cuadro V.18. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al índice de calidad del aire

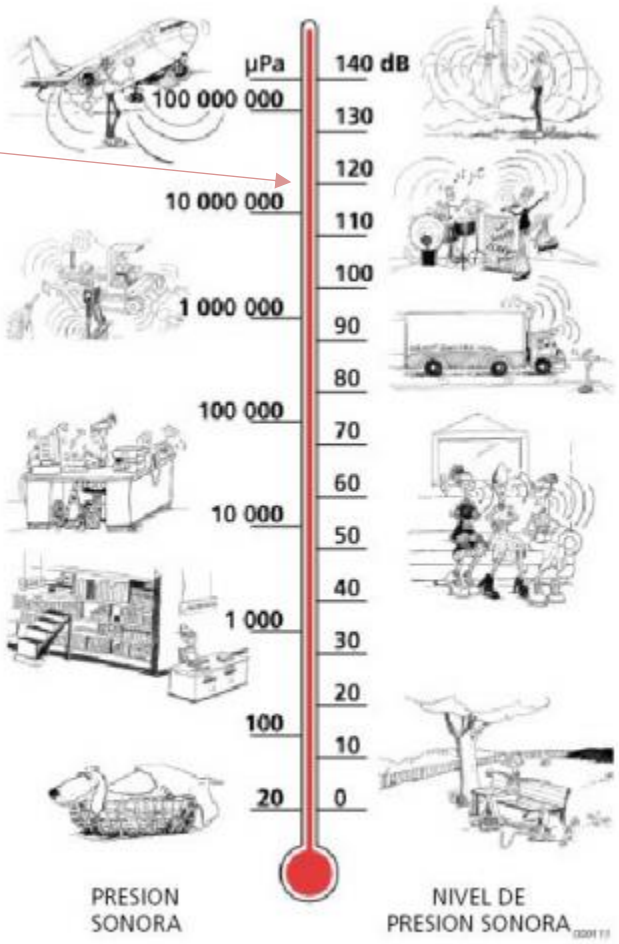
Escenario	Índice de calidad del aire	Calidad ambiental
Sin proyecto	45	0.45
Con proyecto	23	0.23
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.23**

Es importante mencionar que se optó por la implementación de la metodología propuesta, ya que esta toma en cuenta dentro de sus indicadores diversos elementos que están íntimamente ligados para poder determinar con mayor certeza el nivel de afectación que existe y podría surgir con relación a la suspensión de partículas, el medio y la ejecución del proyecto.

PERDIDA DE CONFORT SONORO

La determinación del índice de magnitud del confort sonoro se realizó tomando en consideración que dicho impacto proviene directamente del ruido emitido por la implementación de la maquinaria y equipos, es por ello que se considera importante conocer los niveles de emisión de ruido generado por dicha maquinaria, para ello se tomando de referencia el estudio denominado "ruido ambiental" realizada en el años 2000 por brüel&kjær, que es una empresa líder en soluciones para los profesionales en el campo del ruido ambiental y del ruido en puestos de trabajo que, durante más de 50 años, se han encargado de las mediciones de vibración y de sonido del núcleo de nuestras actividades, en dicho estudio a modo de ejemplificación y para un mayor entendimiento se presenta la siguiente figura.

Nivel de presión sonoro generado por la maquinaria a implementar.



Tomada de: BRÜEL & KJÆR, 2000, *Ruido Ambiental*, por cortesía de Brüel & Kjær Sound & Vibration Measurement A/S.

Figura V.5. Nivel de presión sonoro emitida por diversas actividades (Brüel&Kjær, 2000, Ruido ambiental).

Con base en lo expuesto anteriormente se puede determinar que el nivel de presión sonoro emitido por la maquinaria y equipo a implementar oscila entre los 119 db que será tomada como el escenario con proyecto y para el caso del escenario sin proyecto debido a que en el sitio no existen fuentes (asentamientos humanos, uso de maquinaria y/o actividades de cualquier índole) que emitan sonido alguno se considera un nivel igual a 0 db.

Cuadro V.19. Nivel de presión sonoro que se tendrá con y sin proyecto

Escenario	Nivel de presión sonoro (dB)
Sin proyecto	90
Con proyecto	120

FUNCIÓN DE TRANSFORMACIÓN

Para la generación de la función de trasformación correspondiente se consultaron diversos estudios referentes a la generación de ruido y sus diversos niveles, de forma concreta se tomó de referencia el termómetro de ruido de Howard Leight, considerando el ruido que emite una motosierra al realizar el derribo del arbolado, cabe hacer mención que el personal que labore durante la ejecución de cambio de uso de suelo usara equipo de protección auditivo.

Cuadro V.20. Nivel de ruido diversos.

Nivel de presión sonoro dB(A)	Sensación acústica	Ejemplo
0	No audible o umbral de audibilidad	Cámara anecoica o Test de audiometría
10	Muy silenciosa	Estudio de grabación
20		Grutas
30	Silenciosa	Dormitorio
40		Oficina tranquila
50	Moderada	Oficina
60	Molesta (para un trabajo intelectual)	Conversación a 1 metro
70	Moderadamente desagradable	Calle peatonal – taller de confección
80	Desagradable	Estación de tren
90	Umbra de peligro si se soporta más de 8 horas al día	Taller con maquinaria
100	Muy fuerte	Maquinaria de laminado
110	Los gritos no son audibles	
120	"Sondera"	
130	Umbral de dolor	Avión despegando

En el cuadro anterior se presenta los niveles de presión sonoro con su correspondiente sensación acústica y ejemplos, en donde se da a conocer los niveles más bajos de sensación acústica hasta los niveles críticos, ahora bien, es necesario tomar en cuenta las diversas disposiciones establecidas en las normas oficiales mexicanas.

En el siguiente cuadro se establecen los rangos y parámetros que determinan la calidad ambiental sonoro, en la cual se recalca que el límite máximo permisible de nivel sonoro establecido por norma se considerara un límite aceptable a partir de la cual el aumento del nivel sonoro genera efectos críticos a la salud.

Cuadro V.21. Calidad ambiental establecida en función al nivel de presión sonoro emitido

Categoría	Nivel de presión sonoro dB(A)	Calidad ambiental
Ligero	0	1.00
	10	0.94
	20	0.89
	30	0.83
	40	0.78
Moderado	50	0.72
	60	0.67
	70	0.61
	80	0.56
	90	0.50
Severo	100	0.38
	110	0.25
CriticoC	120	0.13
	130	0.00

En la siguiente figura se presenta la función de transformación correspondiente en conjunto con los escenarios con y sin proyecto.

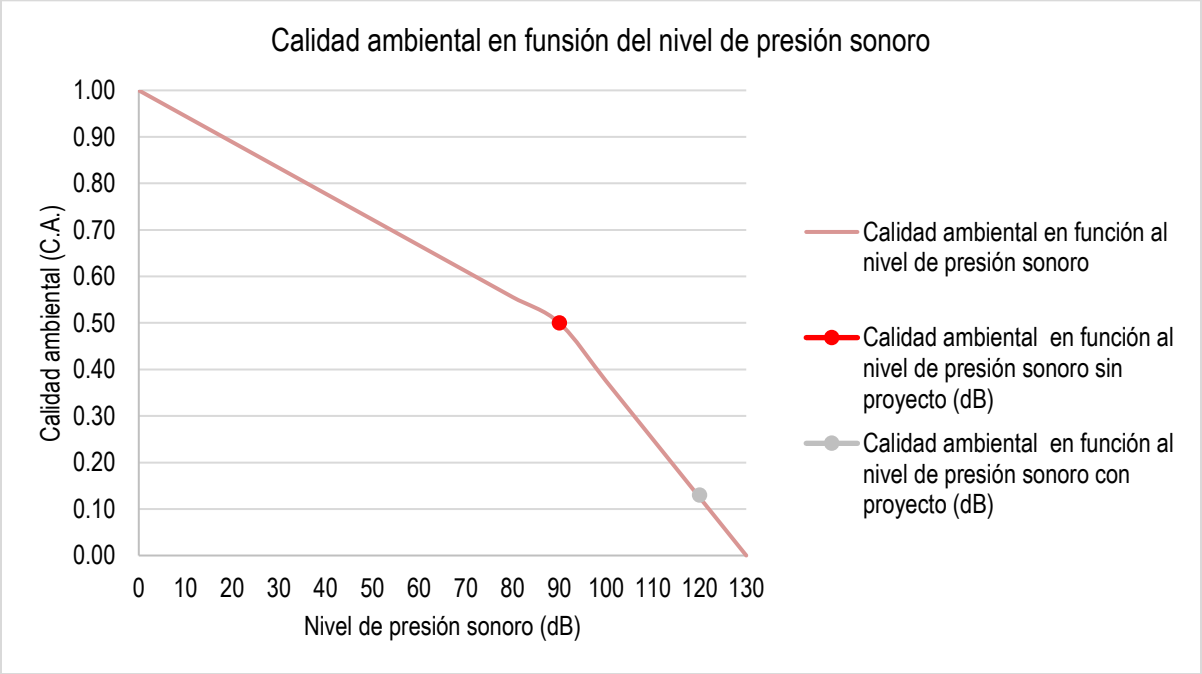


Figura V.6. Calidad ambiental en función al nivel de presión sonoro con y sin proyecto.

Calidad ambiental neta o índice de magnitud

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula:

$$C.A.Neta\ (indice\ de\ magnitu) = C.A\ \mathrm{sin}\ proyecto - C.A.con\ proyecto$$

Cuadro V.22. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al nivel de presión sonoro.

Escenario	Nivel de presión sonoro (dB)	Calidad ambiental
Sin proyecto	90	0.5
Con proyecto	120	0.13
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.37**

PERDIDA DE MATERIAL ORGÁNICO

Para la determinación de la magnitud de la perdida de material orgánico con y sin proyecto se toma de base la perdida de suelo a través de la erosión, misma determinada en el cálculo de erosión del capítulo IV, en donde se establece lo siguiente:

La erosión actual representa la equivalencia a la perdida de material orgánico sin proyecto en donde actualmente para el sitio del proyecto se presenta los siguientes datos.

Cuadro V.23. Erosión existente actualmente en el área del proyecto

Erosión	Sin proyecto (ton/ha/año)	Con proyecto (ton/ha/año)
Erosión Hídrica.	21.22	84.87
Erosión eólica	7.89	31.57
Total	**29.11**	**116.44**

Con lo expuesto anteriormente podemos decir que en el sitio del proyecto actualmente existe una pérdida de suelo anual de 29.11 tonelada por hectárea y para la estimación de la perdida de material orgánico que se tendría con la ejecución del proyecto se presenta la siguiente metodología, tomando como referencia que en la realización del despalme se pretende llevar a cabo la remoción de la capa fértil presente en los sitios de cambio de uso de suelo.

Estimación del volumen total a remover en el despalme

$$\boldsymbol{V = S * PM}$$

$$\boldsymbol{V = Volumen\ por\ hectarea(m^3)}$$

$$\boldsymbol{S = Superficie\ por\ hectarea(m^2)}$$

$$\boldsymbol{PM = Profundida\ de\ material\ organico\ (m)}$$

Para la estimación del volumen se toma como parámetro la superficie correspondiente a 1 hectárea (10,000 m^2) y una profundidad promedio de material orgánico de 5 cm, lo que nos refleja los siguientes resultados:

$$\boldsymbol{V = 10,000.00\ m^2 * 0.05\ m}$$

$$\boldsymbol{V = 500\ m^3}$$

Para la conversión de m^3 a toneladas es necesario conocer la densidad del material a extraer por lo que en este caso la densidad del material corresponde a 1.8 g/m^3[1], dando lo siguientes resultado

$$\boldsymbol{T = V * D}$$

$$\boldsymbol{T = Cantidad\ de\ material\ organico\ a\ remover\ (toneladas/hectarea)}$$

$$\boldsymbol{V = Volumen\ por\ hectarea(m^3)}$$

$$\boldsymbol{D = Densidad\ del\ material(g/m^3)}$$

Sustituyendo:

$$\boldsymbol{T = 500 * 1.65}$$

$$\boldsymbol{T = 1900\ toneladas/hectarea}$$

Por lo que se estima que con la ejecución del proyecto se tendrá una remoción de 900 toneladas por hectárea de material orgánico.

Cuadro V.24. Estimación de cantidad de material orgánico con y sin proyecto.

Escenario	Cantidad de material orgánico (ton/ha)
Sin proyecto	29.11
Con proyecto	900

FUNCIÓN DE TRASFORMACIÓN

Para la determinación de la función de transformación de la perdida de material orgánico se tomó la categorización presentada en la metodología del cálculo de erosión, misma que se muestra a continuación.

Cuadro V.25. Clase de degradación con base en la erosión hídrica

Clasificación de los niveles de degradación erosión hídrica	
Clase de degradación	**Valor de la erosión laminar**
Ligera	Menor de 10 ton/ha/año
Moderada	De 10 a 50 ton/ha/año
Alta	De 50 a 200 ton /ha/año
Muy alta	Mayor de 200 ton/ha/año

Cuadro V.26. Clase de degradación con base en la erosión eólica

Clasificación de los niveles de degradación erosión eólica	
Clase de degradación	**Valor de la erosión eólica**
Sin erosión	Menor de 12 ton/ha/año
Ligera	De 12 a 50 ton/ha/año
Moderada	De 50 a 100 ton/ha/año

[1] Valores críticos de densidad aparente en función de la textura, Portal y Cols., 1999

Clasificación de los niveles de degradación erosión eólica	
Clase de degradación	**Valor de la erosión eólica**
Alta	De 100 a 200 ton /ha/año
Muy Alta	Mayor de 200 ton/ha/año

Tomado como referencia las diversas clases de degradación presentadas tanto para la erosión hídrica como eólica se generó una nueva clasificación, esto debido a que en todo sitio casi siempre se presentan ambas clases de erosión y la suma de estas representan la erosión total, dicha categorización se presenta a continuación:

Cuadro V.27. Clase de degradación propuesta para la función de trasformación

Clase de degradación	Valor (ton/ha)	Calidad ambiental
Ligera	1-20	1-0.75
Moderada	21-100	0.74-0.50
Alta	101-400	0.49-0
Muy alta	Mayo de 400	0

Con la ayuda de la nueva categorización se estableció la función de transformación correspondiente, en conjunto con la calidad ambiental determinada para cada clase de degradación generando la siguiente gráfica:

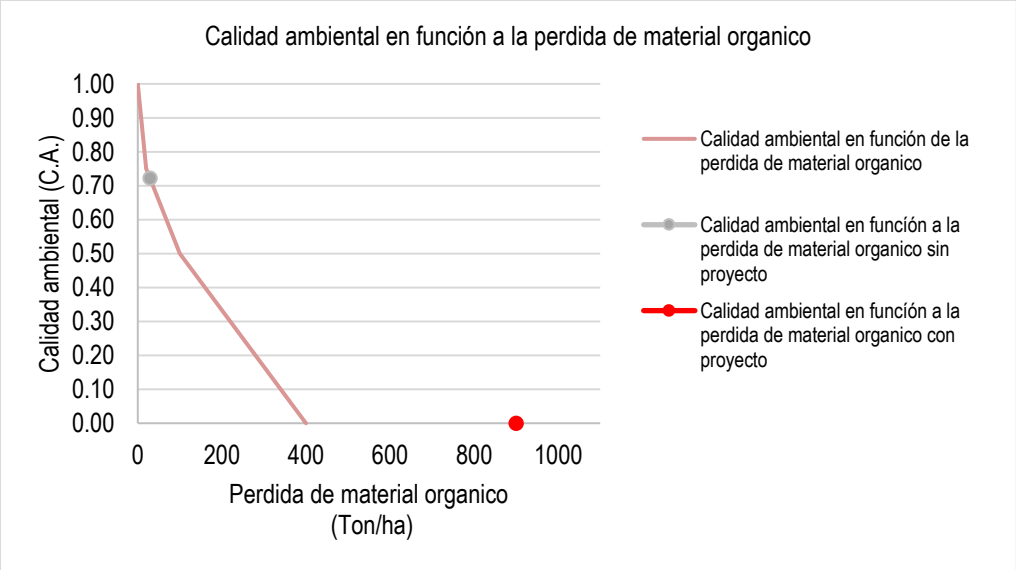


Figura V.7. Calidad ambiental en función a la pérdida de material orgánico con y sin proyecto

Calidad ambiental neta o índice de magnitud

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula

$$C.A.Neta\ (indice\ de\ magnitu) = C.A\ \mathrm{sin}\ proyecto - C.A.con\ proyecto$$

Cuadro V.28. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la perdida de material orgánico

Escenario	Perdida de material orgánico (ton/ha)	Calidad ambiental
Sin proyecto	29.11	0.722
Con proyecto	900	0.00
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.72**

AUMENTO DE LA EROSIÓN

Para la determinación de la magnitud en cuanto a la erosión se tomó de base los datos estimados en el cálculo de erosión con y sin proyecto correspondientes al capítulo 4, misma que se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro V.29. Erosión presente en los diversos escenarios (con y sin proyecto)

Erosión	Sin proyecto (ton/ha/año)	Con proyecto (ton/ha/año)
Erosión Hídrica.	21.22	84.87
Erosión eólica	7.89	31.57
Total	**29.11**	**116.44**

FUNCIÓN DE TRANSFORMACIÓN

Para la generación de la función de transformación correspondiente al aumento de erosión se tomó en cuenta la función aplicada a la perdida de material orgánico, debido a que las unidades de dicha función se miden bajo el mismo criterio que el aumento de erosión (ton/ha), en el siguiente grafico se muestra la función de transformación correspondiente al aumento de erosión con sus diversos escenarios con y sin proyecto.

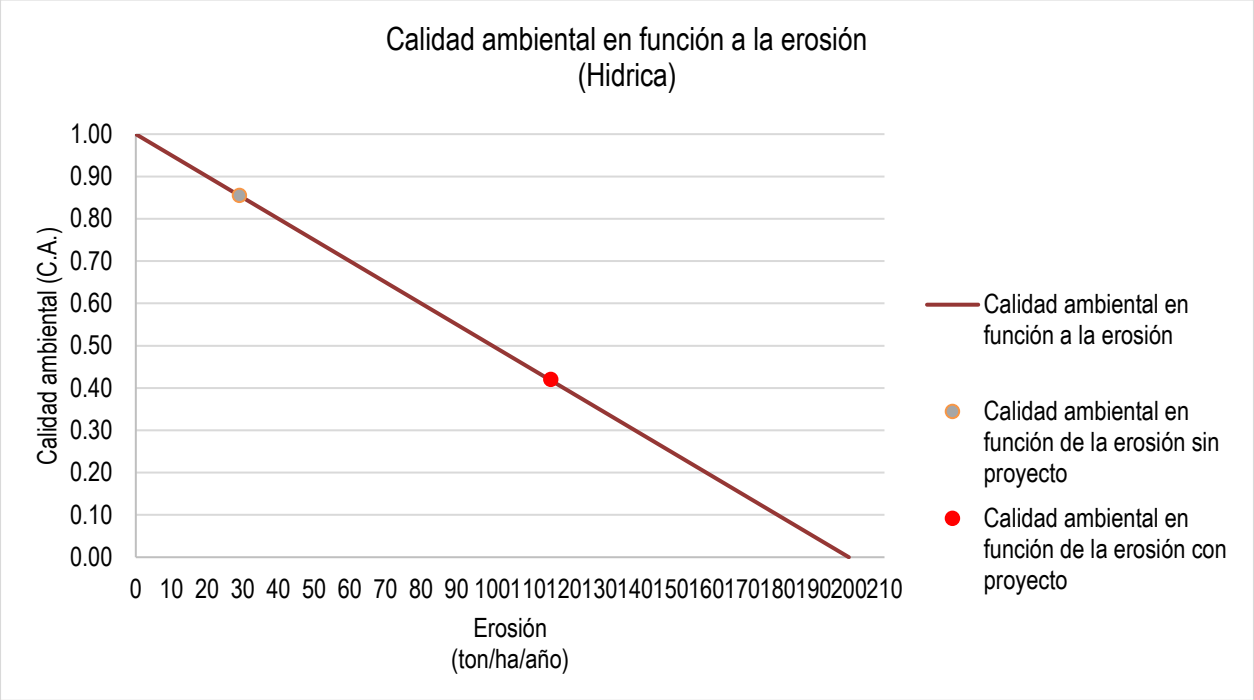


Figura V.8. Calidad ambiental en función a la erosión con y sin proyecto

Calidad ambiental neta o índice de magnitud

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula

$$C.A.Neta\ (indice\ de\ magnitu) = C.A\ \mathrm{sin}\ proyecto - C.A.con\ proyecto$$

Cuadro V.30. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la erosión.

Escenario	Erosión (ton/ha/año)	Calidad ambiental
Sin proyecto	29.11	0.86
Con proyecto	116.44	0.42
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.44**

PERDIDA DE COBERTURA VEGETAL

Para el cálculo de la magnitud de la perdida de cobertura vegetal se tomó lo expuesto en LA GUÍA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL de CONESA FDEZ. VÍTORA (4.a edición) y la superficie sometida a cambio de uso de suelo que se considera como la superficie provista de vegetación, misma expuesta a lo largo de los diversos capítulos de la presente manifestación de impacto ambiental, en el libro de Conesa, 2010 se da a conocer lo siguiente:

$$PSCV = \left(\frac{((\sum_i (SCTV * K)) * 100)}{STCV}\right)$$

$$PSCV = Porcentage\ de\ superficie\ cubierta\ de\ vegetación\ (\%)$$

$STCV = Superficie\ total\ cubierta\ por\ vegetación$ *(ha)*

$SCTV = Superficie\ cubierta\ por\ tipo\ de\ vegetación$ *(ha)*

$K = Shannon$

Para el cálculo de K en función de Shannon se establece los siguientes valores

Cuadro V.31. Valores de K establecidos en función de los índices de Shannon determinados

Especies	***K***	***Shannon***		***Escenario***
		Valor	***Categoría***	
Endemismo	*1*	5	*Condiciones óptimas (diversidad muy alta)*	
Raras	*0.8*	4-5	*Muy buen estado (diversidad alta)*	
Poco común	*0.6*	3-4	*Buen estado (Diversidad media-alta)*	
Frecuentes	*0.4*	2-3	*Estado moderado (diversidad media)*	
Común	*0.2*	1-2	*Pobre con perturbación (Diversidad baja)*	
Muy Común	***0.1***	**0-1**	***Mal estado (Diversidad muy baja)***	**Con proyecto**

Para la determinación del índice de magnitud correspondiente a la perdida de cobertura vegetal, es importante tomar en cuenta en índice de Shannon para el sitio a afectar, la cual servirá de parámetro para valorar la diversidad de especies existentes y de esta manera determinar el valor en cuanto a calidad ambiental se refiere en torno a la vegetación presente en sitio, es de recalcarse que los índices de Shannon determinados para el presente proyecto se tomaron de los cálculos de diversidad realizado en el capítulo IV y promediando los resultado obtenidos de los estratos presentados.

Tomando en cuenta las formulas expuestas anteriormente se determinaron los cálculos para los diversos escenarios, con y sin proyecto.

Cuadro V.32. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación sin proyecto

Porcentaje de superficie cubierta de vegetación sin proyecto (PSCV)			
Tipo de vegetación	**SCTV (ha)**	**K**	**PSCV (%)**
Bosque de encino	19.0182	0.4	40%
STCV (Superficie)	**19.0182**	-	-

Cuadro V.33. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación con proyecto

Porcentaje de superficie cubierta de vegetación con proyecto (PSCV)			
Tipo de vegetación	**SCTV (ha)**	**K**	**PSCV (%)**
Bosque de encino	19.0182	0	0.00%
STCV (Superficie)	19.0182	-	-

Para el escenario establecido con proyecto se considera que después de llevarse a cabo la ejecución del proyecto no existirá vegetación en dicho sitio por lo que se considera un índice de Shannon de 0 y una superficie cubierta de vegetación de 0 hectáreas.

Función de transformación

Para la determinación de la función de transformación correspondiente, se tomó la función lo expuesto en el libro de Vicente Conesa (2010), la cual contempla el porcentaje del 100% de cubertura de vegetal y el índice de diversidad más alta (5) como la calidad ambiental máxima (1) respecto a la cobertura vegetal y a partir de ahí se establece los valores menores en cuanto a calidad ambiental se refiere, en el siguiente figura se presenta la función de transformación implementada en conjunto con los escenarios con y sin proyecto.

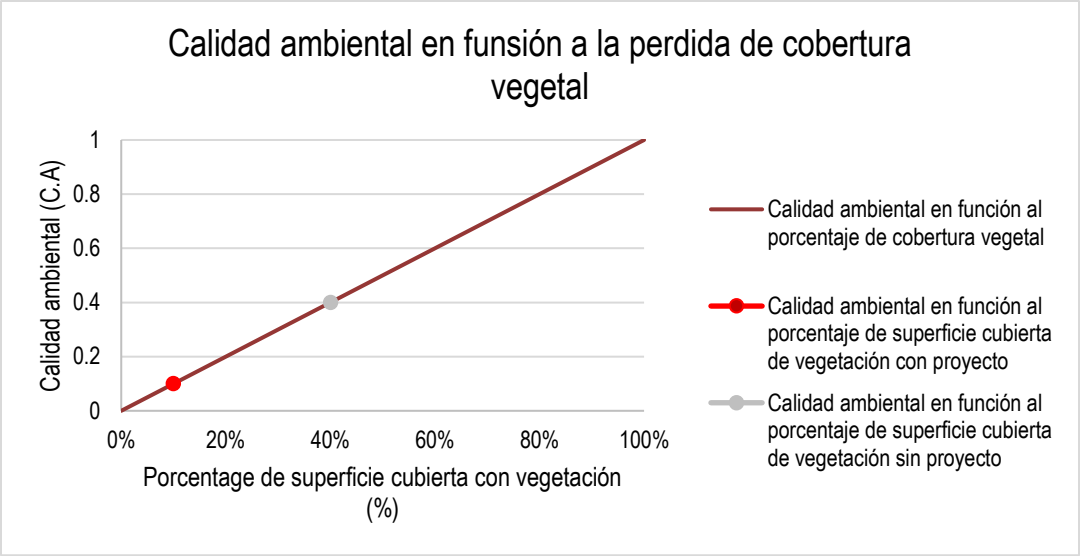


Figura V.9. Calidad ambiental en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación con y sin proyecto

Calidad ambiental neta o índice de magnitud

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula

$$C.A.Neta\ (indice\ de\ magnitu) = C.A\ \mathrm{sin}\ proyecto - C.A.con\ proyecto$$

Cuadro V.34. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación.

Escenario	PSCV (%)	Calidad ambiental
Sin proyecto	40%	0.4
Con proyecto	0%	0.1
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.3**

MODIFICACIÓN DEL HABITAD

Respecto a la fauna para el cálculo de la magnitud de la modificación del habitad se tomó la misma metodología expuesta para la perdida de cobertura vegetal establecida en LA GUÍA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL de CONESA FDEZ. VÍTORA (4.a edición), esto se debe a que ambos subfactores están íntimamente ligados y que exista uno depende mucho del otro, por lo que se toma de base la misma metodología, con pequeñas adecuaciones, misma expuesta a continuación.

$$PDH = \left(\frac{((\sum_i (STV * K)) * 100)}{STCV}\right)$$

$PDH = Porcentaje\ de\ distribución\ con\ base\ en\ habitad\ (\%)$

$STV = Superficie\ por\ tipo\ de\ vegetación\ (área\ de\ custf\ (ha))$

$STC = Superficie\ total\ a\ conciderar\ (área\ del\ proyecto\ (ha))$

$K = Shannon$

Para el cálculo de K en función de Shannon se establece los siguientes valores

Cuadro V.35. Valores de K establecidos en función de los índices de Shannon determinados

Especies	*K*	*Shannon*		Escenario
		Valor	*Categoría*	
Endemismo	*1*	5	*Condiciones óptimas (diversidad muy alta)*	
Raras	*0.8*	4-5	*Muy buen estado (diversidad alta)*	
Poco común	*0.6*	3-4	*Buen estado (Diversidad media-alta)*	
Frecuentes	*0.4*	2-3	*Estado moderado (diversidad media)*	
Común	*0.2*	1-2	*Pobre con perturbación (Diversidad baja)*	
Muy Común	*0.1*	0-1	*Mal estado (Diversidad muy baja)*	Con proyecto

Para la determinación del índice de magnitud correspondiente a la modificación del habitad, es importante tomar en cuenta el índice de Shannon para el sitio a afectar, el cual servirá de parámetro para valorar la diversidad de especies existentes y de esta manera determinar el valor en cuanto a calidad se refiere en torno a la distribución de habitad, es de recalcarse que los índices de Shannon determinados para el presente proyecto se tomaron de los cálculos de diversidad para fauna realizado en el capítulo IV.

Tomando en cuenta las formulas expuestas anteriormente se determinaron los cálculos para los diversos escenarios, con y sin proyecto.

Cuadro V.36. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación sin proyecto

Porcentaje de distribución con base en habitad (PDH)			
Tipo de vegetación	**STV (ha)**	**K**	**PDH (%)**
Bosque de encino	19.0182	0.2	20%
STCV (Superficie)	19.0182	-	-

Cuadro V.37. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación con proyecto

Porcentaje de distribución con base en habitad (PDH)			
Tipo de vegetación	**STV (ha)**	**K**	**PDH (%)**
Bosque de encino	19.0182	0	0%
STCV (Superficie)	**19.0182**	-	-

Para el escenario establecido con proyecto se considera que después de llevarse a cabo la ejecución del proyecto no existirá fauna alguna en el sitio, por lo que se considera un índice de Shannon de 0 y una superficie cubierta de vegetación de 0 hectáreas.

Función de transformación

Para la determinación de la función de transformación correspondiente, se tomó la función expuesto en el libro de Vicente Conesa (2010), la cual contempla el porcentaje del 100% de cubertura de vegetal y el índice de diversidad más alta (5) como la calidad ambiental máxima (1) respecto al porcentaje de distribución con base en el habitad de las especies y a partir de ahí se establece los valores menores en cuanto a calidad ambiental, en el siguiente figura se presenta la función de transformación implementada en conjunto con los escenarios con y sin proyecto.

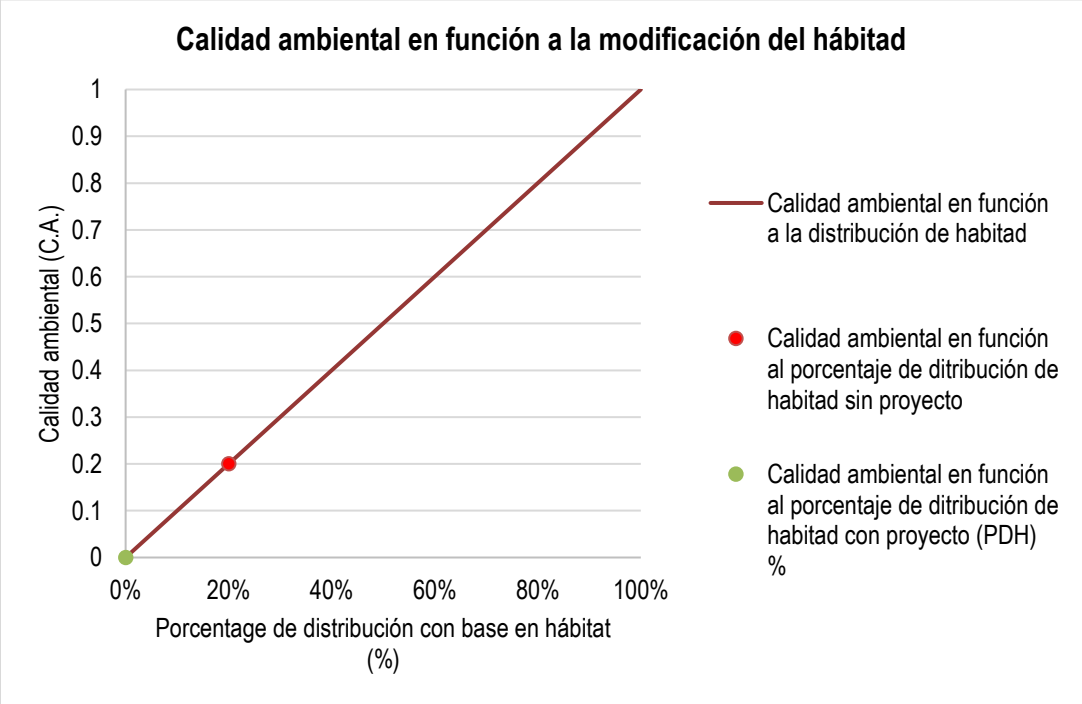


Figura V.10. Calidad ambiental en función al porcentaje de distribución con base en hábitad con y sin proyecto.

Calidad ambiental neta o índice de magnitud

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula

$$C.A.Neta\ (indice\ de\ magnitu) = C.A\ \mathrm{sin}\ proyecto - C.A.con\ proyecto$$

Cuadro V.38. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al porcentaje de distribución con base en habitad

Escenario	PDH (%)	Calidad ambiental
Sin proyecto	20%	0.2
Con proyecto	0	0
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.2**

MODIFICACIÓN DEL PAISAJE.

Para determinar el índice de magnitud para el paisaje, la metodología propuesta para evaluar el impacto, es a través de la valoración directa subjetiva, y se desarrolla a continuación:

La valoración directa subjetiva, que se realiza a partir de la contemplación del paisaje, adjudicándole un valor, en escala de rango o de orden, sin desagregarlo en componentes paisajísticos o categorías estéricas. Se utiliza una escala universal de valores absolutos, ***Va.***

Paisaje	Va
Espectacular	16 a 25
Soberbio	8 a 16
Distinguido	4 a 8
Agradable	2 a 4
Vulgar	1 a 2
Feo	0 a 1

Los valores obtenidos se corrigen en función de la cercanía a núcleos urbanos, a vías de comunicación, al tráfico de estas, a la población potencial de observadores, y a la accesibilidad a los puntos de observación, obteniéndose un valor relativo del paisaje, V_R.

$$V_R = K^* Va$$

Siendo:

$K= 1.125*[P*Ac*S/d]^{1/4}$

P= Ratio, función de la distancia media en km, a las poblaciones próximas.

D= Ratio, función de la distancia a media en km, a las poblaciones próximas.

Ac= Accesibilidad a los puntos de observación, o a la cuenca visual (Inmediata 4, Buena 3, Regular 2, Mala 1, Inaccesible 0).

S= Superficie desde la que es percibida la actuación (cuenca visual), función del número d puntos de observación (Muy grande 4, Grande 3, Pequeña 2, Muy pequeña 1).

N° Habitantes	P	Distancia (km)	d
1-1000	1	0-1	1
1000-2000	2	1-2	2
2000-4000	3	2-4	3

N° Habitantes	P	Distancia (km)	d
4000-8000	4	4-6	4
8000-16000	5	6-8	5
16000-50000	6	8-10	6
50000-100000	7	10-15	7
100000-500000	8	15-25	8
500000-1000000	9	25-50	9
>100000	10	>50	10

Tomando como indicador de impacto, el valor relativo del paisaje, VR, acorde con el modelo descrito, viniendo la unidad de medida expresada como un rango adimensional de 0 a 100.

Para le área del proyecto la localidad más cercana es Acajete, Puebla, la población cuenta con 60, 353 habitantes y se localiza a una distancia de 7.41 km.

Tomando en cuenta las formulas expuestas anteriormente se determinaron los cálculos para los diversos escenarios, con y sin proyecto.

Cuadro V.39. Valoración subjetiva del paisaje.

Escenario	Categorización del paisaje %	Calidad ambiental
Sin proyecto	12	0.12
con proyecto	4	0.04
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.08**

V.3.3 VALORIZACIÓN DE IMPACTOS

Una vez determinada el índice de incidencia y el índice de magnitud correspondiente a los impactos ambientales detectados, y siguiendo la metodología propuesta por Gómez Orea 2003, el siguiente paso consiste en la valoración de dichos impactos, tomando de referencia los índices antes calculados, para ello se presenta la siguiente formula.

$$V_i = I_i * C.A_{.neta}$$

V_i=Valorización de impacto

I_i= Índice de incidencia

C.A. $_{neta}$ =Calidad ambiental neta (índice de magnitud)

Como aspecto final para la valorización de impactos, en el siguiente cuadro se establece los valores de juicio en función al valor de impacto determinado.

Cuadro V.40. Valores de juicio establecidos para la valoración de impacto ambientales.

Significancia de los impactos		Descripción	Valor del índice de incidencia
No significativos	**Compatibles**	Alteraciones de muy bajo impacto a componentes o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	0 - 0.25
	Moderados	Alteraciones que afectan procesos o componentes sin poner en riesgo los procesos o estructura de los ecosistemas de los que forma parte.	0.26 - 0.50

Significancia de los impactos		Descripción	Valor del índice de incidencia
Significativos	**Severos**	Alteraciones que sin medidas de mitigación afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SA.	0.51 - 0.75
	Críticos	Alteraciones que aún con medidas de mitigación afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SA.	0.76 - 1.0

Con base en las fórmulas para la valorización de impactos y los valores de juicio determinados, se realizó los cálculos pertinentes determinando la siguiente valoración para los impactos detectados.

Cuadro V.41. Valorización de los impactos detectados y valores de juicio establecidos.

Medio	Factor	Subfactor	Indicador de impacto	índice de incidencia	índice de magnitud	Valoración de impactos	Valor de juicio
Abiótico	Agua	Infiltración	Reducción en la infiltración	0.60	0.06	0.04	Compatibles
	Aire	Calidad	Suspensión de partículas	0.13	0.23	0.03	Compatibles
		Confort sonoro	Pérdida de confort sonoro	0.50	0.37	0.19	Compatibles
	Suelo	Erosión	Aumento de la erosión	0.73	0.44	0.32	Moderados
			Pérdida de material orgánico	0.57	0.72	0.41	Moderados
Biótico	Flora	Diversidad	Pérdida de la cobertura vegetal	0.57	0.30	0.17	Compatibles
		Cobertura vegetal					
		Abundancia					
	Fauna	Diversidad	Modificación del hábitat	0.40	0.20	0.08	Compatibles
		Abundancia					
Perceptual	Paisaje	Incidencia visual	Modificación del paisaje	0.67	0.08	0.05	Compatibles
		Calidad del paisaje					

De acuerdo a la evaluación de impactos presentada anteriormente para el presente proyecto (cambio de uso de suelo), se detectaron un total de 8 impactos de la cuales 6 presentan compatibilidad y 2 de los impactos se consideran impactos moderados, a continuación, se presenta un análisis para cada impacto detectado.

Agua

Reducción de la infiltración

Para el caso de la reducción de la infiltración este impacto se considera compatible, esto se debe principalmente a que con base en los calcúlalos determinados para el balance hídrico la perdida de infiltración no se considera de manera relevante ya que únicamente se pierde el 11% de infiltración total, dando como resultado en la función de transformación una calidad ambiental no significativa y considerando el tipo de suelo presente en el sitio del proyecto el cual se considera favorecedor para la infiltración. Por lo tanto, no se verá afectada de manera drástica y significativa, además de se propondrán obras para mitigar el impacto.

Suelo

Aumento de la erosión

Respecto a erosión se puede decir que al igual que la mayoría de los impactos, este se considera un impacto moderado con el ambiente al llevar a cabo el proyecto, esto se debe principalmente a que con base en los cálculos de erosión estimados con la ejecución del proyecto la calidad ambiental disminuye de 0.86 a 0.42,

disminuyendo a una calidad ambiental neta de 0.44, por lo que se propondrán las medidas de mitigación necesarias para mejorar la calidad ambiental durante la ejecución del proyecto.

Perdida de material orgánico

En cuanto a la perdida de material orgánico se refiere, este impacto se considera uno de los impactos con mayor afectación aunque se clasifica como moderado, esto se debe principalmente a que en las diversas actividades contempladas a llevar a cabo durante el presente proyecto se contempla la remoción total de la capa fértil durante el despalme, lo que representa un impacto al material orgánico presente en el área de cambio de uso de suelo, lo que da como resultado una incidencia moderada, sin embargo, este impacto no se considera de manera crítica debido a que esta actividad solo se llevara a cabo en una superficie establecida de manera paulatina y se propondrán medidas de mitigación en apartados siguientes para minimizar el impacto.

Aire

Suspensión de partículas

Para el caso de dicho impacto con base en el análisis establecido durante su determinación, se puede establecer como un impacto compatible, esto se debe principalmente a que como se expuso en la determinación del índice de magnitud para el escenario con la ejecución del proyecto, los niveles de suspensión de partículas no rebasaran los niveles máximos permisibles por la legislación vigente y por ende los niveles de suspensión que existirá no representaran efectos significativos al ambiente, además de que en las actividades en donde se contempla pudiera existir dicho impacto no se consideran de manera relevante.

Pérdida del confort sonoro

Respecto a la perdida de confort sonoro al igual que los impactos en torno al factor aire, esta se considera como un impacto compatible con el ambiente, la valorización de este impacto se realizó de esta manera ya que como se estimó en el índice de magnitud correspondiente los niveles de emisiones de ruido en la ejecución del proyecto no irán más allá de los límites del proyecto, además de que el sitio en la cual se ejecutan las actividades se ubican lejos de algún asentamiento humano, por lo que los ruidos generados no interactuaran con población alguna reduciendo su efecto dentro del ambiente y considerando que en alrededores del área a afectar se encuentran provistas de vegetación arbórea, se genera un barrera que reduce el nivel de ruido.

Flora

Perdida de cobertura vegetal

La pérdida de cobertura vegetal se determinó como un impacto compatible, en un principio se pudiera considera dicho impacto en un nivel más alto, sin embargo, se determinó de esta manera ya que, con base en el proceso de los cálculos realizados para su valoración, el sitio no presenta relevancia en cuanto a diversidad (Shannon) se refiere, lo que establece su condición idéntica al entorno y considerando la superficie total de vegetación a remover en comparación a la superficie de vegetación presente en el entorno, no se considera de gran magnitud, puesto que se seguirá conservando la mayor parte la cobertura vegetal a nivel

sistema ambiental y la diversidad en cuanto a individuos de flora se refiere se seguirán conservando, lo que no pone en riesgo la distribución ni permanencia de las especies existente actualmente en el área del proyecto.

Fauna

Modificación del habitad

Respecto a la modificación del habitad para el caso de la fauna al igual que la flora se considera como un impacto compatible, ya que tanto la flora como la fauna están íntimamente ligados y si existe vegetación alguna genera los mecanismos para el establecimiento de especies de fauna en dicho sitio, sin embargo, este impacto se estableció en un nivel de compatibilidad con el ambiente ya que como se mencionó en el caso de la perdida de cobertura vegetal la diversidad de organismos en los sitios a intervenir se establece en un nivel bajo, dando como resultado la incidencia de pocos individuos en dicho sito, además de que debido a la capacidad de movilidad que presentan los organismos que pudieran ser afectados estos podrán desplazarse hacia sitios aledaños y retomando lo que se expuso respecto a la proporción de superficie con vegetación a afectar respecto a las superficie total con vegetación presente en el sistema ambiental, la superficie no se considera de gran relevancia y puesto a que la condición a lo largo de la vegetación presente en sistema ambiental presenta las mismas características que el sitio a afectar por tratarse del mismo tipo de vegetación, el habitad de los organismos presentes se seguirán conservando.

Paisaje

Modificación del paisaje

En cuanto a la modificación de paisaje podemos decir que con base en el análisis establecido se determinó dicho impacto como compatible con el ambiente, esto se considera de esta manera ya que de acuerdo a los cálculos realizados la inserción del proyecto al ambiente no generaría efectos significativos, esto se establece de esta manera ya que la magnitud del proyecto a nivel paisajístico en contraste con las características presentes de manera general en el entono no se considera de gran magnitud y además de que en el inventario realizado se establece que el proyecto se encuentra con poca visibilidad al entorno reduciendo aún más el efecto paisajístico presente en el sitio.

V.1 CONCLUSIONES.

Como conclusión general, se puede decir que los niveles de impactos determinados en un 75% presentan compatibilidad ambiental, estableciendo que, la inserción del proyecto al medio no generarían efectos significativos, al llevar a cabo el proyecto se generan oportunidades de empleo previo, durante y posterior a las actividades de cambio de uso de suelo, haciendo hincapié y puntualizando que se cumplirán los lineamientos necesarios en materia ambiental, para garantizar que su realización sea factible y viable, ya que sus actividades buscan minimizar y atenuar cualquier tipo de impacto generado, complementando lo anterior con la aplicación de medidas de mitigación, prevención y/o compensación que permitirán un desarrollo compatible con su entorno natural. Asimismo, el proyecto se justifica ampliamente por su compatibilidad con el desarrollo regional, considerándose además la factibilidad con la vinculación con las normas y regulaciones vigentes sobre los usos de suelo establecidas a nivel Municipal, Estatal y Federal. A continuación, se presentan las conclusiones del proyecto:

A. El proyecto que se pretende realizar corresponde al cambio de uso de suelo, actividades que son compatibles con el ambiente.
B. Los principales impactos ambientales determinados se presentarán en los atributos físicos del escenario ambiental, como son vegetación y hábitat.
C. La mayoría de los impactos ambientales identificados serán de carácter local, temporales, reversibles y mitigables.
D. La obra por incorporar se integra a un escenario el cual no había sufrido ningún tipo de alteración, con vegetación y fauna terrestre.
E. El necesario establecer programas y acciones para la capacitación ambiental a todos los involucrados, principalmente en las fases previas, generando un agente importante en la protección de los recursos faunísticos y florísticos locales, que coadyuven a reducir la intensificación de los impactos ambientales identificados.
F. Es necesario establecer controles, como normas y reglamentaciones estrictas a fin de evitar afectaciones innecesarias o irresponsables a la flora y fauna silvestre.
G. Las actividades indicadas en las medidas de mitigación deben iniciarse desde el principio del proyecto, de tal manera que, a la conclusión de la etapa de construcción, muchas de ellas ya muestren un avance considerable de su aplicación.
H. Este proyecto está considerado dentro de los esquemas de sustentabilidad, de tal manera, que es compatible ambientalmente con su espacio físico y con la variable tiempo, lo cual permite tener una visión de su factibilidad ambiental y que habrá de derivar múltiples y permanentes beneficios ambientales y sociales, en consecuencia, de la integración del proyecto se tendrán beneficios económicos a sus pobladores y a la región adyacente que corresponde principalmente al municipio.
I. El proyecto, es compatible con las políticas en materia ambiental, federales y estatales, establecidos en el Plan de Desarrollo, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como las Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto.

V.4 BIBLIOGRAFÍA.

Brüel&Kjær A/S. Ruido ambiental, (2000) Sound & Vibration Measurement, San Sebastián de los Reyes– Madrid, España. 69 p.

Cabrera Fernández Jorge A. (2012), Aplicación de un modelo de dispersión atmosférica, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Química, Valparaiso, Chile, 165 p.

Conesa Fdez,-Vitora Vicente. (2010), Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental, 4.ª edición, Madrid, Barcelona, 853 p.

Contreras V. M., García S. G., Lcaza H., B. (2003) Calidad del aire: una práctica de vida, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Primera edición, México, D.F. 25 p.

Cruz M. V., Gallego M. E., González de, P. L. (2009), Sistema de evaluación de impacto ambiental, 2009, Universidad Complutense de Madrid, Facultad de informática, Madrid España, 146 p.

Cruzado M. A., Valdez A. B., Guía metodológica para la estimación de emisiones de fuentes fijas, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), México, D.F. 142p.

Damián H. S., Flores, P. A., Flores, F. M., Téllez, Estudio del ruido generado por la operación del transporte carretero. Caso II, Jalisco, Secretaría de comunicaciones y transportes instituto mexicano del transporte, Jalisco, 140 p.

Gestión de la calidad del aire del estado de puebla 2012-2020, Primera edición 2012, Dirección de Calidad del Aire y Cambio Climático, Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial, Puebla, 226 p.

NOM-080-SEMARNAT-1994, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 13 de enero de 1995.

NOM-044-SEMARNAT-2006, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 26 de abril de 2006.

NOM-025-SSA1-2014, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 20 de agosto de 2014.

VIASON SC, (2015), Reporte de monitoreo de gases de combustión en maquinaria pesada, Luis Donaldo Colosio, Sonora, 21 P.

CAPÍTULO VI

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

ÍNDICE GENERAL

VI MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 1

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL. 2

VI.1.1 BIODIVERSIDAD EXISTENTE EN EL PROYECTO. 2

VI.1.2 IMPACTOS IDENTIFICADOS POR COMPONENTE AMBIENTAL. 4

VI.1.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PROPUESTAS. 5

VI.1.4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MEDIDAS POR COMPONENTE AMBIENTAL. 10

VI.1.4.1 AGUA. 10

VI.1.4.2 AIRE. 27

VI.1.4.3 SUELO. 28

VI.1.4.4 FLORA. 37

VI.1.4.5 FAUNA. 72

VI.1.4.6 PAISAJE. 74

VI.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA). 74

VI.2.1 INTRODUCCIÓN. 74

VI.2.2 OBJETIVOS. 75

VI.2.2.1 OBJETIVO GENERAL. 75

VI.2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS. 75

VI.2.3 RESPONSABILIDAD DEL SEGUIMIENTO. 75

VI.2.4 ACCIONES DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL. 75

VI.2.5 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS. 76

VI.2.6 CRONOGRAMA DE LAS ACTIVIDADES DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y MEDIDAS CONTRA IMPACTOS. 84

VI.3 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO). 89

VI.3.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN. 92

VI.3.2 INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN. 92

VI.4 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS DE FIANZAS. 92

VI.5 BIBLIOGRAFÍA 94

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro VI.1. Flora que se presenta en el área del proyecto. 2
Cuadro VI.2. Fauna existente en la zona del proyecto. 3
Cuadro VI.3. Impactos identificados por componente ambiental. 4
Cuadro VI.4. Cuadro de medidas a establecer por la ejecución del proyecto. 6
Cuadro VI.5. Comparativo de infiltración del S.A. y proyecto 10
Cuadro VI.6. Infiltración potencial del proyecto por la remoción de vegetación. 11
Cuadro VI.7. Comparativo escurrimiento/infiltración. 11
Cuadro VI.8. Pluviómetros con precipitación y temperatura. 15
Cuadro VI.9. Estación meteorológica de influencia en el área(s) propuesta(s). 17
Cuadro VI.10. Valores de K, en función del tipo y uso de suelo 20
Cuadro VI.11. Tabla del tipo y uso de suelo 20
Cuadro VI.12. Balance hídrico actual en el área propuesta 22
Cuadro VI.13. Estaciones meteorológicas de influencia en el área propuesta 23
Cuadro VI.14. Valores de K, en función del tipo y uso de suelo 24
Cuadro VI.15. Tabla del tipo y uso de suelo 25
Cuadro VI.16. Balance hídrico con remoción de la vegetación en el AC 26
Cuadro VI.17. Obras de retención de infiltración de agua. 27
Cuadro VI.18. Datos de erosión en el área de cambio de uso de suelo 29
Cuadro VI.19. Erosión del área de las áreas sujetas a evaluación. 30
Cuadro VI.20. Cantidad de material orgánico rescatado. 33
Cuadro VI.21. Valores obtenidos con la realización de las obras. 36
Cuadro VI.22. Criterios para la determinación de las especies a reubicar 39
Cuadro VI.23. Determinación de las especies a rescatar y reubicar 40
Cuadro VI.24. Criterios para la determinación del porcentaje de especies a reubicar 44
Cuadro VI.25. Criterios utilizados para la determinación del número de individuos por especies a reubicar 44
Cuadro VI.26. Especies y número total de individuos a rescatar. 46
Cuadro VI.27. Especies propuestas para el rescate y reubicación 50
Cuadro VI.28. Coordenadas de la superficie de reforestación. 55
Cuadro VI.29. Programa de vigilancia ambiental. 77
Cuadro VI.30. Cronograma general de las actividades y medidas contra impactos. 85
Cuadro VI.31. Calendarización de las actividades por año y mes de intervención 86
Cuadro VI.32. Indicadores del seguimiento de las medidas propuestas. 89
Cuadro VI.33. Estimación de los costos totales de las actividades del proyecto y medidas de mitigación. 93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VI.1. Datos de la estación meteorológica 21136. 17
Figura VI.2. Datos de la estación meteorológica 21148. 18
Figura VI.3. Área temporal de depósito del material fértil e inerte. 35
Figura VI.4. Triángulo de especies presentes para bosque de encino en el AP 47

Figura VI.5. Plano del área de reubicación de flora silvestre. 49
Figura VI.6. Ubicación de las áreas propuestas para reforestación. 54
Figura VI.7. Desarrollo de la ejecución del área del proyecto. 88

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen VI.1. Ejemplo de infiltración de agua en el proyecto y áreas aledañas. 12
Imagen VI.2. Esquema de infiltración del agua 12
Imagen VI.3. Humedecimiento de las áreas 28
Imagen VI.4. Erosión eólica en el desmonte 29
Imagen VI.5. Proliferación natural de vegetación herbácea y arbustiva en el predio 1 30
Imagen VI.6. Proliferación natural de vegetación herbácea y arbustiva en el predio 2 31
Imagen VI.7. Proliferación natural de vegetación herbácea y arbustiva en el predio 3 31
Imagen VI.8. Proliferación natural de vegetación herbácea y arbustiva en el predio 4 32
Imagen VI.9. Resguardo del material fértil dentro del predio Calidra de Oriente 33
Imagen VI.10. Ejemplo del transporte de tierra fértil. 34
Imagen VI.11. Especies propuestas a rescatar y reubicar 42
Imagen VI.12. Condiciones que presentan las áreas propuestas de reubicación 48
Imagen VI.13. Reforestación en el Ejido San Jerónimo Ocotitlán 1 51
Imagen VI.14. Reforestación en el Ejido San Jerónimo Ocotitlán 2 51
Imagen VI.15. Reforestación en el Ejido San Jerónimo Ocotitlán 3 52
Imagen VI.16. Reforestación en el Ejido Santa María Magdalena Tétela Morelos 1. 52
Imagen VI.17. Reforestación en el Ejido Santa María Magdalena Tétela Morelos 2. 53
Imagen VI.18. Reforestación en el Ejido Santa María Magdalena Tétela Morelos 3. 53

VI MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

La aplicación de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación, tienen la finalidad de mantener la integridad funcional del SA y en el cual se insertará el área del proyecto (AP) o también llamado área de cambio de uso de suelo (CUS). Para comprobar la eficiencia de dichas medidas, se emplearán los indicadores correspondientes. Dichos indicadores, además de monitorear la eficacia de las medidas de mitigación, también ayudarán a formular, en caso de requerirse, medidas emergentes necesarias para aminorar los impactos ambientales adversos del proyecto.

Objetivos Generales

Las acciones, que en su conjunto se denominan medidas de manejo, son aquellas que pueden aplicarse para reducir los impactos negativos ocasionados al medio o a las condiciones ambientales. Se espera que estas medidas logren por lo menos alguno de los siguientes puntos:

- Evitar el impacto por completo, al no realizar cierta actividad o reducir parcialmente la misma.
- Reducir el impacto, limitando el grado o magnitud de la (s) actividad (es) y su realización (para lograrlo se sugiere la implementación de medidas preventivas).
- Rectificar el impacto reparando, rehabilitando o restaurando el medio afectado (para ello se implementan medidas de mitigación).
- Reducir o eliminar el impacto, tras un periodo de tiempo, mediante las tareas de protección y mantenimiento durante la vida del proyecto (al igual que en el punto anterior se sugieren las medidas de mitigación, así como de restauración).
- Compensar el impacto, al remplazar o proporcionar recursos o ambientes sustitutos (en este caso se maneja por medio de medidas compensatorias).

Considerando las condiciones ambientales existentes en la superficie del proyecto y en el SA, así como los posibles efectos negativos más relevantes, que pueden derivarse por el desarrollo del proyecto, mismos que fueron expuestos y analizados ampliamente en los capítulos previos, el promovente del proyecto, deberá aplicar *tres estrategias*, que servirán de eje para conseguir la protección al ambiente, lograr el desarrollo sustentable del proyecto y su compatibilidad con el medio ambiente:

1. Fomentar la supervisión ambiental que garantice el cumplimiento de diversas medidas, que permitirán el control de impactos ambientales.
2. Promover la responsabilidad ambiental entre los colaboradores del proyecto.
3. Aplicar medidas que faciliten la medición de la efectividad de las medidas de control de impactos ambientales, a través de una supervisión ambiental continua durante las etapas del proyecto, supervisión que deberá ser realizada por una persona que cuente con la capacidad y conocimiento en manejo ambiental contratada por el promovente de la obra.

Se propone una serie de medidas de control de impactos con el objetivo principal de evitar que las actividades a desarrollar puedan ocasionar daños o alteraciones irreversibles en el medio ambiente de la región y todos sus actores involucrados. La aplicación y puesta en marcha correcta de estas medidas preventivas tendrá como resultado un mínimo de afectación y se conservará por un periodo más prolongado las condiciones originales del medio ambiente en el SA.

En la actualidad el cuidado del medio ambiente es de gran importancia, por lo tanto, para cualquier obra que pueda alterar los ecosistemas es necesario que cumpla con requisitos establecidos para el cuidado

del medio ambiente, es por ello, que según la normatividad existente en nuestro país se tomarán medidas que prevengan aspectos ambientales que puedan destruir esos hábitats. Según lo anterior, es necesario destacar la importancia de comprender al conjunto de medidas de prevención y mitigación propuestas como una estrategia de protección ambiental.

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL.

Dado que los elementos ambientales que se verán más afectados con el proyecto de cambio de uso de suelo, son: la vegetación, la fauna silvestre y el suelo; se indica que las medidas de mitigación se orientan más hacia la compensación vegetal (reforestación con especies nativas y rescate de individuos), a la protección de las especies de animales existentes y al control de la erosión.

VI.1.1 BIODIVERSIDAD EXISTENTE EN EL PROYECTO.

Enfocándonos específicamente en el proyecto, podemos encontrar que el tipo de vegetación del ecosistema forestal pertenece a **bosque de encino**, así como el recurso suelo.

La obra considera un cambio de uso de suelo con una superficie de 19.0182 ha., representando el 1.71% del área total que ocupa en la superficie total del sistema ambiental (SA).

- **Flora encontrada en el área del proyecto.**

Cuadro VI.1. Flora que se presenta en el área del proyecto.

VEGETACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO				
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**
ESTRATO ARBÓREO				
1	Ericaceae	Arbutus	Arbutus xalapensis	Madroño
2	Fabaceae	Eysenhardtia	Eysenhardtia polystachya	Palo dulce
3	Cupressaceae	Juniperus	Juniperus deppeana	Tascate
4	Mimosaceae	Mimosa	Mimosa aculeaticarpa	Espino
5	Nolinaceae	Nolina	Nolina longifolia	Borracho
6	Pinaceae	Pinus	Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio
7	Fagaceae	Quercus	Quercus acutifolia	Aguatle
8	Fagaceae	Quercus	Quercus castanea	Encino capulincillo
9	Fagaceae	Quercus	Quercus deserticola	Encino blanco
10	Fagaceae	Quercus	Quercus dysophylla	Encino laurelillo
11	Fagaceae	Quercus	Quercus glabrescens	Encino
12	Fagaceae	Quercus	Quercus glaucoides	Encino prieto
13	Fagaceae	Quercus	Quercus microphylla	Encino enano
14	Anacardiaceae	Rhus	Rhus standleyi	Vara negra
ESTRATO ARBUSTIVO				
1	Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito
2	Ericaceae	*Comarostaphylis*	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo
3	Amaranthaceae	*Iresine*	*Iresine orientalis*	Iresine

VEGETACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO				
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**
4	Scrophulariaceae	*Lamourouxia*	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita
5	Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia mexicana*	Espinosilla
6	Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca
7	Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona
8	Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina
9	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate
ESTRATO HERBÁCEO				
1	Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua
2	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea
3	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora
4	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra
5	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta
ESTRATO EPIFITAS Y/O CACTÁCEAS				
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave applanata*	Maguey espadilla
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave nussaviorum*	Maguey
3	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero
4	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria haageana*	Caca de burro
5	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón
6	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito
7	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito

- **Fauna encontrada en la zona del proyecto.**

La superficie del proyecto resulta chica comparada con el SA, como para hablar de especies de fauna propias de dicha superficie, mayormente si se considera el hábito migratorio de la mayor parte de especies de fauna silvestre. Por lo anterior, y tomando en cuenta que se trata de una pequeña parte de un ecosistema o región, se puede considerar que las especies de fauna reportadas para toda la zona se encuentran representadas en algún momento dado dentro de la superficie específica del proyecto.

Es importante mencionar que, además de información proporcionada por los pobladores vecinos, se encontraron rastros de algunas especies que habitan o transitan por el proyecto, lo que indica que puede considerarse que estas especies se encuentran, en algún momento dado dentro del mismo.

Cuadro VI.2. Fauna existente en la zona del proyecto.

FAUNA DEL ÁREA DEL PROYECTO				
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**NOMBRE CIENTÍFICO**	**NOMBRE COMÚN**
REPTILES				
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus*	*Sceloporus dugesii*	Lagartija
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus*	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus*	*Sceloporus scalaris*	Lagartija
4	Phrynosomatidae	*Sceloporus*	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa
AVES				

FAUNA DEL ÁREA DEL PROYECTO				
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**NOMBRE CIENTÍFICO**	**NOMBRE COMÚN**
1	Troglodytidae	*Campylorhynchus*	*Campylorhynchus gularis*	Matraca serrana
2	Columbidae	*Columbina*	*Columbina inca*	Tórtola
3	Tyrannidae	*Contopus*	*Contopus cooperi*	Pibí boreal
4	Tyrannidae	*Contopus*	*Contopus pertinax*	Pibí tengofrío
5	Fringillidae	*Haemorhous*	*Haemorhous mexicanus*	Carpodaco mexicano
6	Icteridae	*Icterus*	*Icterus abeillei*	Calandria
7	Mimidae	*Mimus*	*Mimus polyglottos*	Cenzontle
8	Tyrannidae	*Myiarchus*	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas cenizo
9	Picidae	*Picoides*	*Picoides scalaris*	Carpintero mexicano
10	Polioptilidae	*Polioptila*	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris
11	Aegithalidae	*Psaltriparus*	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo
12	Parulidae	*Setophaga*	*Setophaga americana*	Chipe pecho manchado
13	Fringillidae	*Spinus*	*Spinus psaltria*	Jilguero dominico
14	Emberizidae	*Spizella*	*Spizella pallida*	Gorrión palido
15	Emberizidae	*Spizella*	*Spizella passerina*	Gorrión
16	Hirundinidae	*Stelgidopteryx*	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina aliaserrada
17	Tyrannidae	*Tyrannus*	*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso
18	Tyrannidae	*Tyrannus*	*Tyrannus vociferans*	Tirano gritón
MAMÍFEROS				
1	Leporidae	*Lepus*	*Lepus callotis*	Liebre de flancos blancos
2	Leporidae	*Sylvilagus*	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto
3	Leporidae	*Sylvilagus*	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo mexicano
4	Leporidae	*Sylvilagus*	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano

De las especies anteriormente mencionadas para la flora y fauna silvestre, se indica que **ninguna** se encuentra con algún estatus de categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, no se descarta la posibilidad de rescatar algún individuo si se llegase a encontrar.

VI.1.2 IMPACTOS IDENTIFICADOS POR COMPONENTE AMBIENTAL.

De acuerdo al presente estudio se plantea que para la ejecución del cambio de uso de suelo dentro del proyecto “CALIDRA DE ORIENTE S.A. DE C.V.”, se ocasionaran los siguientes impactos:

Impactos generados:

Cuadro VI.3. Impactos identificados por componente ambiental.

MEDIO	FACTOR	SUBFACTOR	IMPACTO GENERADO
Abiótico	Agua	Infiltración	Reducción en la infiltración
	Aire	Calidad	Suspensión de partículas
		Confort sonoro	Pérdida de confort sonoro

MEDIO	FACTOR	SUBFACTOR	IMPACTO GENERADO
	Suelo	Erosión	Aumento de la erosión
			Pérdida de material orgánico
Biótico	Flora	Diversidad	Pérdida de la cobertura vegetal
		Cobertura vegetal	
		Abundancia	
	Fauna	Diversidad	Modificación del hábitat
		Abundancia	
Perceptual	Paisaje	Incidencia visual	Modificación del paisaje
		Calidad del paisaje	

VI.1.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PROPUESTAS.

Los métodos propuestos se consideran como una estrategia de protección y conservación ambiental, es por ello que las medidas a aplicar han sido previstas para los impactos ambientales negativos producto de la implementación del proyecto, sobre el medio natural, conceptual y socioeconómico.

Las medidas propuestas se clasifican como a continuación se presenta:

a) Medidas preventivas
b) Medidas de mitigación
c) Medidas de compensación

Para la identificación y adopción de las medidas se deben de tener en cuenta los siguientes criterios.

- **Medidas preventivas.** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente, para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente. Evitan el impacto modificando alguno de los factores definitorios del proyecto (localización, tecnología, tamaño, calendario de construcción y/u operación, diseño, materiales y materias primas a emplear, etc.).
- **Medidas de mitigación**. Propiamente dichas se encaminan a la eliminación, reducción o modificación del efecto. Pueden operar sobre las causas (acciones del proyecto o sobre el receptor). Estas medidas son las que se proyectan para eliminar los efectos ambientales negativos o están dirigidas a anular, atenuar, corregir, modificar las acciones y efectos de las actividades del proyecto.
- **Medidas compensatorias.** Estas medidas se aplican a impactos irrecuperables e inevitables, su función no evita la aparición del efecto, ni lo anula o atenúa, pero contrapesa de alguna manera la alteración del factor. Son todas aquellas que como su nombre lo indica son para resarcir o indemnizar a alguien (persona, población, institución u organización) que se produce por el daño inevitable que se genera por una actividad o una obra. Por ejemplo, el pago de una suma por la afectación de árboles removidos en una zona donde los habitantes los valoren, y el costeo de volver a sembrarlos.

A continuación, se describe un resumen de las medidas de los impactos ambientales para cada elemento ambiental y posteriormente se desglosa el sistema de medidas por factor.

Cuadro VI.4. Cuadro de medidas a establecer por la ejecución del proyecto.

Medio	Factor	Impacto	Medidas		Descripción de las medidas	Tipo de medida	Cantidad
Abiótico	Agua	Reducción de la infiltración	M6	Delimitación de las áreas (restringir las actividades sólo al AP)	Previo al inicio de actividades se realizará la delimitación de las áreas en donde se llevaran a cabo las diversas actividades contempladas, evitando la afectación de sitios no contemplados en el presente proyecto.	Prevención	En el perímetro del área del proyecto 1,808.17 m
			M8	Utilización de los sanitarios existentes	Para impedir la contaminación del agua y suelo se fomentará la utilización de los baños existentes dentro del predio, estos reciben un mantenimiento periódicamente durante todo el tiempo de actividad.	Prevención	Disponibles del predio
			M5	Convenio de Reforestación CONAFOR - CALIDRA (Fondos Concurrentes)	Existe un convenio CONAFOR-CALIDRA el cual a través de Fondos Concurrentes buscan el cuidado, preservación y mantenimiento de las zonas verdes, así mismo busca la reforestación de sitios dañados; para esta última se prevé compensar una superficie de 500 hectáreas con especies nativas de la zona involucrada. La proliferación de vegetación contribuye a la retención de agua y mejoramiento de la calidad de la misma.	Compensación	Meta 500 hectáreas a reforestar
			M2	Obras de conservación de suelos (terrazas individuales)	Como medida compensatoria se plantea el rescate de especies con alto valor ecológico y cultural (flora), para asegurar la sobrevivencia se contempla la ejecución de terrazas individuales de los cuales solo se realizará para los géneros *Agave*, *Mammillaria* y *Opuntia*. Estas obras cumplen con la función de retener el agua pluvial favoreciendo el crecimiento de las especies plantadas.	Mitigación	2,500 terrazas individuales distribuidas en una superficie de 133.0205 ha.
	Aire	Suspensión de partículas	M11	Horarios de trabajo bajo normativa	Se establecerán horarios de trabajo estables permitidos por la normatividad vigente, de modo que esto permita establecer horarios fijos y de esta manera evitar largas jornadas laborales que generen e incrementen la generación de partículas suspendidas.	Prevención	Se trabajaran 50 horas a la semana con 1 de comida.
			M9	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo la maquinaria y equipo, evitando así la generación innecesaria de partículas.	Prevención	Toda la maquinaria y el equipo.
			M10	Humedecimiento de superficies	Durante las actividades de trabajo se humedecerán los caminos donde exista polvo, con el objetivo de evitar la dispersión de partículas. Se resalta que esta medida solo será implementada en temporal de sequía.	Prevención	Humedecimiento paulatino conforme el área del proyecto lo requiera.
		Perdida de confort sonoro	M9	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo la maquinaria y equipo.	Prevención	Toda la maquinaria y el equipo.

Medio	Factor	Impacto	Medidas		Descripción de las medidas	Tipo de medida	Cantidad
			M11	Horarios de trabajo bajo normativa	Las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria serán vertidas directamente a la atmósfera, por lo que se utilizarán vehículos, maquinaria y equipo con el sistema de escape y silenciadores en buenas condiciones de operación, así como, adecuada afinación de los motores de combustión interna por lo que las emisiones estarán debajo de los niveles máximos permisibles establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas, como: NOM-081-SEMARNAT-1994 que establece los niveles máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores (maquinaria pesada para la construcción); además de ajustarse al horario permitido por la misma.	Prevención	Todos los camiones y maquinaria.
	Suelo	Perdida de material orgánico	M4	Rescate del material resultante del despalme	*No habrá una pérdida de suelo* puesto que se pretende utilizar el mismo material removido para estabilizar la superficie del mismo proyecto así como impulsar la regeneración de vegetación en áreas que lo requieran. (ANEXO 11. PROG. RESCATE_SUELO)	Prevención	En una superficie de 19.0182 ha., y un volumen 9,509.1 m³.
			M2	Obras de conservación de suelos (terrazas individuales)	Establecer mecanismos que incentiven la conservación del suelo y reduzcan la erosión.	Mitigación	Captación de 235.00 ton de azolve por año
			M1	Evitar la exposición prolongada del suelo desnudo	Para evitar la erosión del suelo se debe reducir el tiempo entre el desmonte y el despalme para evitar la exposición prolongada de la capa orgánica.	Prevención	Del año uno al nueve.
		Aumento de la erosión	M3	Establecimiento de una franja de amortiguamiento	Se establecerá una zona de amortiguamiento en la parte oriente del área del proyecto, misma que fungirá como un mecanismo para proteger la vegetación presente más allá del área del proyecto delimitado, esta es considerada como una medida alternativa.	Prevención	Área verde de 2.9641 hectáreas.
			M5	Convenio de Reforestación CONAFOR - CALIDRA (Fondos Concurrentes)	Como parte de cumplimiento a las condicionantes, CALIDRA DE ORIENTE S.A DE C.V., realizo un convenio junto con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) para que atravesó de Fondos Concurrentes se reforeste 500 hectáreas y se busque el cuidado y mantenimiento de las zonas verdes pertenecientes a 3 ejidos. El establecimiento de vegetación por medio de la raíces contribuye a la retención de suelo.	Compensación	Meta 500 hectáreas a reforestar
			M2	Obras de conservación de suelos (terrazas individuales)	Las mismas obras de conservación de suelos propuestas para la retención de agua, cumplen con la función de retener el suelo que se llegase a perder por la ejecución de las actividades del proyecto.	Mitigación	2,500 terrazas individuales distribuidas en una superficie de 133.0205 ha.

Medio	Factor	Impacto	Medidas		Descripción de las medidas	Tipo de medida	Cantidad
		Contaminación del suelo	M7	Mantenimiento y Recolección de residuos sólidos	Al considerar que el cambio de uso de suelo se realizará de manera paulatina en un periodo de 10 años, se considera que el proceso en sí, no es una operación en la cual se genere una cantidad considerable de residuos y que estos puedan provocar una contaminación. No obstante, en caso de que se lleguen a generar residuos, derivados de las actividades, deberán contenerse y disponerse en los almacenes de residuos correspondientes, en el área de residuos y en los contenedores satélite distribuidos en la empresa.	Prevención	Vigilancia continua y recolección de residuos
Biótico	Flora	Perdida de cobertura vegetal	M12	Rescate y reubicación de flora	El proyecto, previo a las actividades de cambio de uso del suelo, contempla la implementación de un "Programa de Rescate y Reubicación de Especies de Flora Silvestre" (ANEXO 12. PROG. RESCATE_FLORA), con el cual se pretende proteger y conservar especies de flora nativa mediante técnicas apropiadas para garantizar su permanencia.	Prevención	2,871 individuos a reubicar
			M5	Convenio de Reforestación CONAFOR - CALIDRA (Fondos Concurrentes)	Como parte de cumplimiento a las condicionantes, CALIDRA realizo un convenio junto con la CONAFOR para que a través de Fondos Concurrentes se reforeste 500 hectáreas con especies nativas de la zona involucrada, así mismo, este convenio busca el cuidado y mantenimiento de las zonas verdes existentes.	Compensación	Meta 500 hectáreas a reforestar
	Fauna	Modificación del hábitat	M13	Ahuyentamiento de fauna silvestre	Se realizarán recorridos para el ahuyentamiento de fauna silvestre, con lo que se pretende establecer un mecanismo que disipe las especies de fauna presentes en el área del proyecto, de modo que estos no sean afectados por la implementación del mismo.	Prevención	En la superficie total del área del proyecto, 19.0182 ha.

Medio	Factor	Impacto	Medidas		Descripción de las medidas	Tipo de medida	Cantidad
			M14	Se realizará el rescate y reubicación de fauna silvestre	El proyecto, previo a las actividades de cambio de uso de suelo, cuenta con un "Programa de Ahuyentamiento de Fauna", cuyo objetivo es minimizar los posibles impactos ambientales negativos hacia la fauna donde se desarrollará el proyecto, con especial énfasis hacia los organismos de lento desplazamiento, crías en nidos o aquellos que ocupan hábitats muy particulares (cuevas y tronco huecos, principalmente) y especies protegidas (en caso de encontrarse) por la NOM-059-SEMARNAT-2010. En el caso de especies animales de lento desplazamiento éstas deberán ser capturadas para ser trasladadas y posteriormente liberadas en ecosistemas similares en los cuales no se vislumbre próximo un proceso de afectación. Se puede decir que dentro de la fauna encontrada en el AP ninguna presenta categoría de riesgo, sin embargo, en el programa anexo a este documento no se hace distinción del rescate de fauna silvestre con y sin estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Lo que se propone es un Programa de ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre (ANEXO 13. PROG. RESCATE_FAUNA).	Prevención	En la superficie total del área del proyecto, 19.0182 ha.
Perceptual	Paisaje	Modificación del paisaje	M15	Limpieza y retiro de la maquinaria	Se retirará la maquinaria y se llevará a cabo la limpieza del área del proyecto, removiendo todos aquellos objetos que no sean propias de la naturaleza del sitio intervenido.	Mitigación	En la superficie total del área del proyecto, 19.0182 ha.
			M6	Delimitación de las áreas (restringir las actividades sólo al AP)	Previo al inicio de actividades se realizará el marqueo de las áreas en donde se llevaran a cabo las diversas actividades contempladas, evitando la afectación de sitios no contemplados en el presente proyecto.	Prevención	En el perímetro del área del proyecto 1,808.17 m
			M7	Mantenimiento y Recolección de residuos sólidos	Para evitar que los diversos residuos generados contaminen el área y den un aspecto desagradable, se realizará la supervisión constante de las zonas de trabajo y se le dará mantenimiento en cada intervención de la ejecución del proyecto, así mismo, en caso de que se lleguen a generar residuos se deberá disponer en los almacenes correspondientes.	Prevención	Vigilancia continua y recolección de residuos
			M5	Convenio de Reforestación CONAFOR - CALIDRA (Fondos Concurrentes)	Como fue mencionado, existe un convenio CONAFOR-CALIDRA (Fondos concurrentes) para la reforestación de 500 hectáreas con especies nativas de la zona involucrada y preservación de las zonas verdes existentes. Como es visto, la proliferación de vegetación trae consigo muchas ventajas, retención de agua, retención de suelo y por supuesto mejoramiento del paisaje.	Compensación	Meta 500 hectáreas a reforestar

VI.1.4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MEDIDAS POR COMPONENTE AMBIENTAL.

A continuación, se presentan las medidas de prevención, mitigación y/o compensación por componente ambiental, propuestas para los impactos negativos causados por la implementación del proyecto. Por lo que se señala el impacto y las medidas que se implementaran.

VI.1.4.1 AGUA.

REDUCCIÓN DE LA INFILTRACIÓN

- **RESTRINGIR LAS ACTIVIDADES SÓLO AL ÁREA DEL PROYECTO.**

Todas las actividades relacionadas al proyecto se restringirán únicamente a la superficie solicitada para el área del proyecto, evitando así la afectación de sitios no contemplados en el presente proyecto. Para asegurar el cumplimiento de la medida, se delimitará previamente el área autorizada, evitando rodar, descansar o estacionar la maquinaria y los vehículos de servicio fuera de las áreas de trabajo.

Todos los trabajos se realizarán bajo estricta supervisión, para evitar que se generen más daños de los necesarios.

- **USO DE LOS SANITARIOS YA EXISTENTES.**

En el contexto de los impactos generados por las actividades a realizar en torno al proyecto se contempla aquellos generados por los trabajadores a través de sus necesidades fisiológicas básicas. *Calidra de Oriente* como una empresa ya constituida, cuenta con instalaciones de sanitarios fijos por lo que dicha necesidad se prevé cubierta. Así mismo, la propia empresa cuenta con una rutina de mantenimiento paulatino y/o cuando este lo requiere.

- **CONVENIO DE REFORESTACIÓN CONAFOR – CALIDRA Y OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS (TERRAZAS INDIVIDUALES).**

Atendiendo el análisis del balance hídrico presentado en el capítulo IV del presente estudio, se puede señalar que en la superficie del S.A. se presenta una infiltración de 4,719,283.93 m^3 de agua cada año; así mismo, respecto al área de aprovechamiento correspondiente a 19.0182 ha., con una precipitación de 755.10 mm., adquieren una infiltración de 93,676.36 m^3 de agua anualmente, lo que representa el 1.98% del sistema ambiental.

Cuadro VI.5. Comparativo de infiltración del S.A. y proyecto

BALANCE HÍDRICO ACTUAL		
SISTEMA AMBIENTAL		
Balance hídrico	**m^3/año**	**%**
Volumen precipitado	8,412,069.78	100
Volumen EVT	2,522,200.19	30
Volumen escurrimiento	1,170,585.66	14
Volumen infiltración	4,719,283.93	56
ÁREA DE INFLUENCIA		
Balance hídrico	**m^3/año**	**%**
Volumen precipitado	505,876.22	100

BALANCE HÍDRICO ACTUAL		
Volumen EVT	152,072.58	30
Volumen escurrimiento	23,813.95	5
Volumen infiltración	329,989.69	65
ÁREA DEL PROYECTO		
Balance hídrico	**m³/año**	**%**
Volumen precipitado	143,606.43	100
Volumen EVT	43,169.85	30
Volumen escurrimiento	6,760.22	5
Volumen infiltración	93,676.36	65

Por otra parte, utilizando los cálculos del área aprovechada y realizando el balance hídrico, pero con la remoción total de los individuos, nos da como resultado que tendremos un aumento del escurrimiento a 15,840.65 m³ de agua, y por ende una disminución de infiltración (-15,840.65 m³).

Cuadro VI.6. Infiltración potencial del proyecto por la remoción de vegetación.

BALANCE HÍDRICO CON REMOCIÓN		
ÁREA DEL PROYECTO		
Balance hídrico	**m³/año**	**%**
Volumen precipitado	143,606.43	100
Volumen EVT	43,169.85	30
Volumen escurrimiento	22,600.88	16
Volumen infiltración	77,835.71	54

Cuadro VI.7. Comparativo escurrimiento/infiltración.

Balance hídrico	Actual (m3/año)	Con remoción (m3/año)	Diferencia (m3/año)
Volumen escurrimiento	6,760.22	22,600.88	15,840.65
Volumen infiltración	93,676.36	77,835.71	-15,840.65

Se puede concluir que actualmente existe una infiltración de 93,676.36 m³/año correspondiente al área sometida a evaluación, ejecutando el proyecto tendremos una infiltración menor de 77,835.71 m³, aumentando el volumen de escurrimiento a 15,840.65 m³, no obstante, durante la ejecución del cambio de uso de suelo el agua se seguirá filtrando dentro y fuera del mismo. Cabe destacar que está cifra ocupa solo el 0.33% de la total del S.A.

Captación de Agua In-situ.

La propia naturaleza del proyecto evita que se lleve a cabo una pérdida de infiltración in-situ, ya que como se mencionó anteriormente el objetivo es ejecutar el cambio de uso de suelo; la estructura del mismo dejara expuesta un área profunda cuya función indirecta será resguardar el agua producto de la precipitación.

La precipitación que alcanza la superficie del suelo expuesto se infiltrará, en el caso de que el grado o proporción de la caída de agua sea superior a la capacidad del mismo, el agua comenzará a acumularse en pequeñas depresiones, a este hecho se le conoce como retención superficial; parte de esta agua se evaporará a la atmosfera y el resto se infiltrará lentamente en el suelo. En el caso de que la precipitación acumulada no se evapore o se infiltre, se realizarán obras contra pendiente para facilitar la absorción de la misma en las periferias del AP lo que nos deriva que de la misma manera la infiltración in-situ se lleve a cabo y no salga de nuestra unidad de análisis.

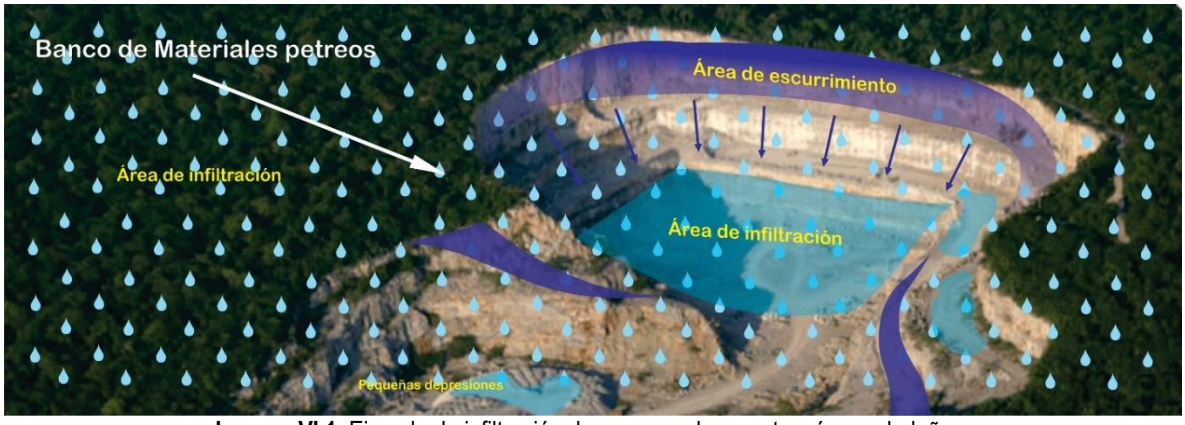


Imagen VI.1. Ejemplo de infiltración de agua en el proyecto y áreas aledañas.

Así mismo, se destaca que las condiciones físicas de las zonas, tipo de suelo, clima y precipitación contribuyen a la retención de la misma. El agua que se escurrirá no se perderá, debido a que el agua que cae en las áreas sin vegetación se infiltrará en las zonas aledañas al proyecto.

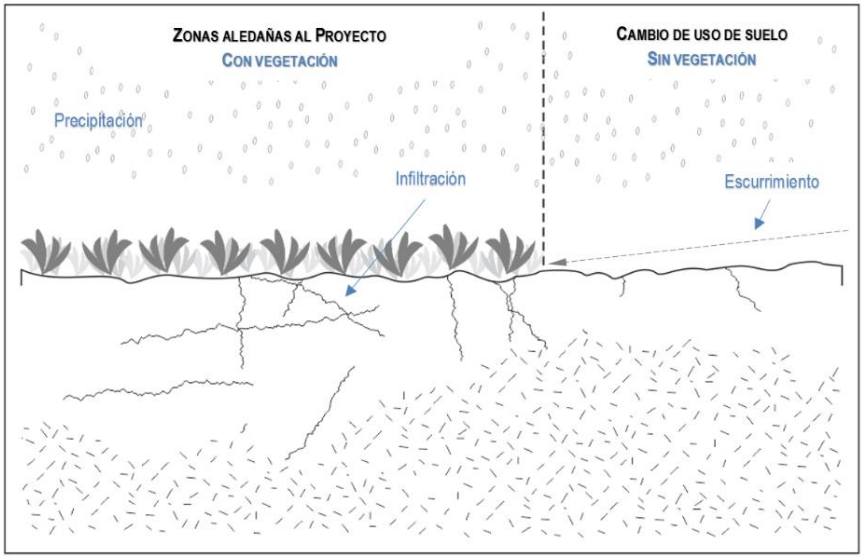


Imagen VI.2. Esquema de infiltración del agua

RETENCIÓN DE AGUA POR REFORESTACIÓN

El presente proyecto es una extensión (3ra etapa) del cambio de uso de suelo para el establecimiento de una mina y planta procesadora de piedra caliza, previamente autorizada en enero de 1999.

Como parte de cumplimiento a las condicionantes, Calidra de Oriente S.A de C.V., realizó un convenio junto con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) para proporcionar a través de Fondos Concurrentes apoyo económico y supervisión para implementar una reforestación de 500 hectáreas, pertenecientes a 3 ejidos diferentes: Ejido San Jerónimo Ocotitlán, Ejido Tepatlaxco de Hidalgo y Ejido Santa María Magdalena Tétela Morelos, puesto que son superficies cercanas al proyecto. Cabe destacar que de igual manera dentro del mismo convenio se considera preservar y mantener las zonas verdes existentes dentro de cada ejido

La reforestación es y será llevada a cabo con especies nativas de cada zona. Actualmente, se tiene un total de 125 hectáreas reforestadas en 2 de los ejidos propuestos, 89 para San Jerónimo Ocotitlán y 36 para el ejido Santa María Magdalena Tétela Morelos; sin embargo, como se mencionó anteriormente la meta es cubrir con vegetación nativa una superficie de 500 hectáreas, por lo que a continuación se plantea los cálculos correspondientes a la retención de agua que obtendremos al realizar dicha obra.

Por lo tanto:

Se emplea una reforestación con el objetivo de compensar los impactos ocasionados por la remoción de la vegetación forestal durante el CUSTF. Esta obra trae consigo beneficios tales como:

- *Balance de dióxido de carbono.* - Las actividades de reforestación promueven el agotamiento gradual del CO2 de la atmósfera a través de la absorción durante la fotosíntesis. Esto a su vez reduce su concentración en la atmósfera. El proceso de fotosíntesis libera oxígeno y, por lo tanto, ayuda a mantener el equilibrio CO_2/O_2. Menos dióxido de carbono significa menos contaminación y menos calentamiento global.

- *Erosión del suelo.* - Los árboles evitan o reducen la erosión del suelo y la contaminación del agua. Las raíces de los árboles sirven como redes naturales extendiéndose ampliamente en la tierra para mantener el suelo en su lugar. A medida que se evita la escorrentía del suelo, se retienen los nutrientes esenciales y el suelo sigue siendo fértil. De hojas caídas y ramas secas los árboles agregan abono al suelo.

- *Mantener el ciclo del agua.* - Los bosques mantienen el ciclo del agua del área al absorber la humedad a través de las hojas y las raíces. Son un sistema de almacenamiento natural de agua de lluvia y ralentizan la aridez de la atmósfera. Los árboles evitan que los lagos de agua dulce pierdan humedad y se sequen.

- *Transpiración.* - Los árboles liberan parte del agua que absorben como vapor de agua a través de sus hojas. Este es el proceso de transpiración; esto ayuda a restaurar la humedad de la atmósfera y ayuda a mantener la temperatura en el entorno local.

Para demostrar que se obtiene un beneficio de la reforestación en el contexto de infiltración de agua, se realizó el cálculo de balance hídrico (Metodología del Capítulo IV de este documento) actual de las áreas involucradas y posteriormente considerando una cobertura dominante de vegetación del 75%.

Tomando de referencia la idea anterior, se calcula la perdida de infiltración en las zonas involucradas cuya cifra arrojada menos la cantidad resultante de la infiltración con vegetación será la compensación por la pérdida de agua en el área del proyecto.

Utilizando los cálculos del área de CUS con la remoción total de los individuos y realizando el balance hídrico (Capitulo IV), nos da como resultado que tendremos un aumento del escurrimiento de **15,840.65 m³/año** de agua, y por ende una disminución de infiltración (-15,840.65 m³). Cifra a compensar con la reforestación.

METODOLOGÍA:

La estimación correcta del balance Hídrico para las áreas propuestas se determinó mediante la metodología de Pladeyra, (2003[i]); que comprende al ciclo hidrológico en sus diferentes fases, considerando la precipitación como única entrada y el reparto de la precipitación por procesos de Evapotranspiración real, escorrentías e infiltración.

La expresión (Ec.1) del Balance hídrico es una expresión muy simple, aunque la cuantificación de sus términos normalmente es complicada por falta de medidas directas y por la variación del agua almacenada en la unidad de análisis.

$$Ec.1$$

$$P = ES + I + ETR$$

Dónde:

P= Balance hídrico
ES= Escurrimiento
I= Infiltración

Para poder determinar el balance hídrico fue necesario estimar el escurrimiento superficial, la evapotranspiración real e infiltración, para lo cual se consideraron las siguientes metodologías:

Precipitación

De los métodos que existen para estimar la precipitación media mensual o anual, dos de los más conocidos son: el de las isoyetas y el de los polígonos de Thiessen (Aparicio, 1997).

El método de las isoyetas es más preciso, pero tiene la desventaja de que se tienen que calcular las isoyetas para cada evento o para la precipitación acumulada de acuerdo con el intervalo de tiempo de interés. El método consiste básicamente en obtener curvas con igual lámina de precipitación, calcular el área entre dos curvas y multiplicarla por la lámina de precipitación media. El método de los polígonos de Thiessen es más sencillo de aplicar, pues consiste en obtener el área de influencia de cada una de las estaciones climatológicas.

Este método para determinar la lluvia media en una zona se aplica cuando se sabe que las medidas de precipitación en los diferentes pluviómetros sufren variaciones.

El procedimiento para el cálculo es el siguiente:

1. Se unen los pluviómetros adyacentes con líneas rectas.
2. Se trazan mediatrices a las líneas que unen los pluviómetros. Recordar que una mediatriz es una línea recta perpendicular a un segmento de recta y que parte de su punto medio. Como las figuras formadas son triángulos, las mediatrices se encuentran en un punto dentro del mismo.
3. Se prolongan las mediatrices hasta el límite de la cuenca.

4. Se calcula el área formada por las mediatrices para cada pluviómetro.

Comenzaremos con el trazado de las mediatrices para el área propuesta (APr), prolongándolas hasta los límites de la misma.

Se observa que cada pluviómetro queda con un área de influencia área propuesta (APr). El siguiente paso es medir el área asociada a cada pluviómetro para encontrar la precipitación y temperatura media, para lo cual se utilizan los valores reportados por la estación más cercana a las áreas propuestas.

Cuadro VI.8. Pluviómetros con precipitación y temperatura

No.	NOMBRE DE ESTACIÓN	SUPERFICIE (Ha)	PRECIPITACIÓN	TEMPERATURA
21136	ACAJETE	487.16	755.1	14.4
21148	SAN MIGUEL CANOA	12.84	870.4	13.4
Total		**500.00**	**812.8**	**13.90**

En el cálculo del volumen por el área propuesta propia del componente básico es el volumen de lluvia, el cual se estima con la siguiente expresión:

$$VII = P\ A$$

Donde:
VII: Volumen de lluvia, mm^3
P: Precipitación media mensual, m
A: Superficie del área propuesta, m^2

Para determinar la variable de precipitación se tomó como referencia la precipitación media anual, con el fin obtener el volumen total de lluvia caída en un año.

De acuerdo a la NOM-011-CNA-2000[ii], para obtener la precipitación anual considera que si en la unidad de análisis en estudio se cuenta con suficiente información pluviométrica de cuando menos 20 años, la precipitación anual se determina a partir del análisis de los registros de las estaciones ubicadas dentro y vecinas a la unidad de análisis, mediante el método de polígono de Thiessen.

Evapotranspiración real anual

Existen numerosas fórmulas que permiten determinar la ETR considerando estimaciones aproximadas para estudios hidrológicos a nivel mensual o a nivel anual considerando que solo se dispone de datos de precipitación y temperatura, cabe indicar que dichas fórmulas consideran que la humedad del suelo y la cobertura vegetal estuvieran en condiciones óptimas.

El método Turc es un modelo empírico sencillo de cálculo de la evapotranspiración real basado en la temperatura y precipitación madias anuales. La fórmula de Turc se expresa como:

$$Ec.2$$

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

Donde:

ETR= Evapotranspiración real anual
P= Precipitación

La fórmula es válida para P > 0.31L

L es una función de *T*, que se calcula del siguiente modo:

$$L = 300 + 25 * t + 0.05 * t^3$$

La evapotranspiración real depende de la humedad del suelo, considerando que a medida que el suelo se seca, la tasa de evaporación cae por debajo del nivel que generalmente mantiene un sitio bien humedecido, considerando estas características se determinó que la ETR obtenida mediante la fórmula empírica *de Turc subestima* la transpiración de las especies vegetales existentes en el área de estudio ya que no considera las condiciones atmosféricas de humedad y vientos ya que son variables difíciles de determinar.

Escurrimiento:

El cálculo del escurrimiento medio en cuencas relaciona la precipitación, área de drenaje y coeficiente de escurrimiento, para poder determinar dicho coeficiente es necesario determinar el factor K que relaciona características del suelo como textura, permeabilidad y tipo de cobertura vegetal. Considerando estos resultados se determinó el coeficiente de escurrimiento considerando las siguientes formulas.

$$V_m = C * Pm * A$$

$$K < 0.15 \therefore C = K\left(\frac{p - 250}{2000}\right)$$

$$K > 0.15 \therefore C = K\left(\frac{p - 250}{2000}\right) + \frac{K - 0.15}{1.5}$$

Donde:

Vm: volumen de escurrimiento
C: coeficiente de escurrimiento
Pm: precipitación media
A: área de análisis

Infiltración: La infiltración se calculó mediante la siguiente expresión:

$$I = P - EVT\ total - E$$

Dónde:
I= Infiltración
P= Precipitación en m^3
EVT total= Evapotranspiración total
E= Escurrimiento

Balance hídrico:

$$Bh = \frac{P}{(EVT\ total + E + I)}$$

Dónde:
Bh= Balance hídrico
P= Precipitación
EVT total= Evapotranspiración total
E= Escurrimiento.
I= Infiltración

RESULTADOS:

Infiltración de las áreas propuestas (APr)

Precipitación:

Para determinar el área de influencia de la precipitación sobre el área propuesta mediante los polígonos de Thiessen, fue necesario obtener información de las normales climatológicas a través de la página Servicio Meteorológico Nacional[iii], se tomaron en cuenta los datos de precipitación y ubicación geográfica de la estación meteorológica de influencia del área propuesta.

Cuadro VI.9. Estación meteorológica de influencia en el área(s) propuesta(s).

No.	NOMBRE DE ESTACIÓN	PRECIPITACIÓN	TEMPERATURA
21136	ACAJETE	755.1	14.4
21148	SAN MIGUEL CANOA	870.4	13.4

De acuerdo a los polígonos de Thiessen obtenidos a través del procesamiento de información en el programa ArcGIS 10, para la superficie del área propuesta, se tomaron datos para el cálculo del balance hídrico.

SERVICIO METEOROL◆GICO NACIONAL

NORMALES CLIMATOL◆GICAS

ESTADO DE: PUEBLA PERIODO: 1981-2010

ESTACION: 00021136 ACAJETE LATITUD: 19◆06'45" N. LONGITUD: 097◆57'22" W. ALTURA: 2,479.0 MSNM.

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA													
NORMAL	21.8	22.6	25.6	25.9	25.3	23.6	23.1	23.3	22.8	23.3	22.7	21.7	23.5
MAXIMA MENSUAL	24.1	25.6	32.5	28.9	29.5	26.8	26.2	26.5	26.0	26.4	25.4	24.1	
A◆O DE MAXIMA	2007	1991	1991	1986	1983	1993	1994	1986	1986	1987	1986	1992	
MAXIMA DIARIA	29.0	32.0	36.0	34.0	34.0	34.0	32.0	31.0	31.0	30.0	32.0	29.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	30/1998	21/2007	14/1991	30/1984	03/1983	02/1993	28/1994	01/1986	08/1987	12/1986	18/1986	22/1986	
A◆OS CON DATOS	16	16	14	16	17	15	16	16	14	14	14	13	
TEMPERATURA MEDIA													
NORMAL	12.2	12.8	15.0	16.0	16.1	15.6	15.0	15.1	15.2	14.7	13.4	11.9	14.4
A◆OS CON DATOS	16	16	14	16	17	15	16	16	14	14	14	13	
TEMPERATURA MINIMA													
NORMAL	2.6	3.0	4.4	6.0	6.9	7.6	6.9	6.8	7.6	6.2	4.0	2.0	5.3
MINIMA MENSUAL	-1.9	-0.2	2.1	2.4	3.8	5.1	4.5	4.4	6.1	1.6	-1.0	-4.5	
A◆O DE MINIMA	2008	2008	2009	2009	1993	1986	2009	2009	1988	2010	2008	2008	
MINIMA DIARIA	-7.0	-7.0	-5.0	0.0	0.0	0.8	1.0	0.0	1.0	-3.0	-6.0	-9.0	
FECHA MINIMA DIARIA	03/2009	08/2009	08/2008	04/2007	03/1993	07/1986	29/1988	22/2008	29/2010	29/2008	20/2008	03/2008	
A◆0S CON DATOS	16	16	14	16	17	15	16	16	14	14	14	13	
PRECIPITACION													
NORMAL	12.5	17.0	11.1	36.9	108.4	159.5	107.4	121.7	124.8	45.6	8.4	1.8	755.1
MAXIMA MENSUAL	76.3	71.9	56.0	120.0	380.0	281.0	316.0	300.0	195.0	139.6	49.5	9.0	
A◆O DE MAXIMA	2010	2010	1992	1986	1994	1984	2010	1988	1993	2009	1992	1986	
MAXIMA DIARIA	45.3	54.0	22.0	36.0	40.0	70.0	55.5	57.0	82.0	66.0	12.0	9.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	15/2010	04/2010	12/1983	24/1992	23/2001	23/1988	08/2010	29/2009	04/1988	24/2009	10/1989	04/1986	
A◆OS CON DATOS	16	16	15	16	17	15	16	16	14	14	14	13	
EVAPORACION TOTAL													
NORMAL													
A◆OS CON DATOS													
NUMERO DE DIAS CON LLUVIA	1.5	2.3	2.0	5.8	11.6	15.0	12.0	14.0	13.0	4.6	2.0	0.8	84.6
A◆OS CON DATOS	16	16	15	16	17	15	16	16	14	14	14	13	

Figura VI.1. Datos de la estación meteorológica 21136.

SERVICIO METEOROL◆GICO NACIONAL

NORMALES CLIMATOL◆GICAS

ESTADO DE: PUEBLA PERIODO: 1981-2010

ESTACION: 00021148 SAN MIGUEL CANOA LATITUD: 19◆07'56" N. LONGITUD: 098◆04'40" W. ALTURA: 2,583.0 MSNM.

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA													
NORMAL	19.0	20.2	22.1	23.4	23.1	21.1	20.3	20.6	20.3	20.6	20.3	19.4	20.9
MAXIMA MENSUAL	21.7	22.4	26.7	26.4	25.5	23.1	24.3	23.2	23.7	23.8	24.4	22.5	
A◆O DE MAXIMA	1994	1996	1991	1991	1983	1997	2000	1997	1988	1995	1988	1992	
MAXIMA DIARIA	27.0	29.0	31.0	31.0	29.0	30.0	29.0	30.0	28.0	30.0	27.0	26.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	31/1990	26/1998	18/1991	16/1991	15/1983	04/1993	06/2000	02/1993	09/1987	11/1995	15/1988	11/1996	
A◆OS CON DATOS	19	20	19	19	21	21	21	20	22	22	21	21	
TEMPERATURA MEDIA													
NORMAL	11.1	12.2	14.0	15.0	15.4	14.6	13.8	13.7	13.6	13.2	12.4	11.4	13.4
A◆OS CON DATOS	19	20	19	18	20	20	21	20	22	22	21	21	
TEMPERATURA MINIMA													
NORMAL	3.2	4.2	5.8	6.9	7.8	8.2	7.3	6.9	6.9	5.8	4.5	3.5	5.9
MINIMA MENSUAL	0.7	2.1	3.4	5.0	5.1	5.5	4.7	4.4	4.7	3.8	2.3	1.3	
A◆O DE MINIMA	1981	1983	1983	1983	1989	1989	1982	1982	1988	1989	1990	1990	
MINIMA DIARIA	-3.0	-3.0	0.0	1.0	2.0	1.0	0.0	0.0	3.0	0.0	-3.0	-2.0	
FECHA MINIMA DIARIA	08/1981	13/1983	03/1982	20/1989	03/1989	03/1989	13/2010	02/1997	03/1982	23/1989	12/1990	31/1983	
A◆OS CON DATOS	19	20	19	18	20	20	21	20	22	22	21	21	
PRECIPITACION													
NORMAL	6.7	16.8	12.5	37.3	95.2	192.1	150.5	139.6	143.2	60.7	8.8	7.0	870.4
MAXIMA MENSUAL	56.0	93.0	43.8	84.1	202.5	374.5	425.0	266.4	356.7	162.2	53.7	57.6	
A◆O DE MAXIMA	2010	2010	1997	1987	1987	1996	2010	1995	1984	1999	1997	1995	
MAXIMA DIARIA	25.0	55.0	21.5	34.5	60.5	82.0	69.0	76.0	63.0	44.5	22.0	33.6	
FECHA MAXIMA DIARIA	15/2010	04/2010	24/1985	21/1982	20/1987	20/1983	06/2010	22/2007	07/1983	04/1999	20/1997	30/1995	
A◆OS CON DATOS	19	20	19	19	21	21	21	20	22	22	21	21	
EVAPORACION TOTAL													
NORMAL	101.1	115.4	147.1	156.5	142.7	122.6	111.0	106.6	90.0	107.8	101.9	110.5	1,413.2
A◆OS CON DATOS	10	12	11	11	14	12	12	12	13	13	12	11	
NUMERO DE DIAS CON													
LLUVIA	1.0	1.6	2.0	4.5	10.8	16.4	14.1	13.5	13.6	6.9	1.4	0.9	86.7
A◆OS CON DATOS	19	20	19	19	21	21	21	20	22	22	21	21	
NIEBLA	0.3	0.1	0.1	0.0	0.2	0.4	0.2	0.3	0.5	0.1	0.0	0.0	2.2
A◆OS CON DATOS	19	20	19	19	21	21	21	20	22	22	21	21	
GRANIZO	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.8
A◆OS CON DATOS	19	20	19	20	21	21	21	20	22	22	21	21	
TORMENTA E.	0.0	0.1	0.2	0.4	1.5	1.5	1.1	0.8	0.9	0.5	0.0	0.0	7.0
A◆OS CON DATOS	19	20	19	20	21	21	21	20	22	22	21	21	

Figura VI.2. Datos de la estación meteorológica 21148.

Con el resultado del procedimiento se consideraron los datos de la estación meteorológica mediante el método de Thiessen, la cual señala para la estaciones 21136 y 21148 se tiene una precipitación promedio de 758.1 mm y una temperatura de 14.0 °C.

El área propuesta (APr) tiene una superficie de 500 ha. El cálculo del volumen de precipitación m^3, de acuerdo a la fórmula corresponde a:

$$V = P * A$$

Precipitación: 0.7581 m.

El área en m^2 del APr es de 5,000,000 m^2.

V_m Volumen precipitado del APr = (5,000,000 m^2) * (0.7581 m)

$$V_m = 3{,}790{,}304.52\ m^3$$

EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL

Existen numerosas fórmulas que permiten determinar la **ETR** considerando estimaciones aproximadas para estudios hidrológicos a nivel mensual o a nivel anual considerando que solo se dispone de datos de precipitación y temperatura, cabe indicar que dichas fórmulas consideran que la humedad del suelo y la cobertura vegetal estuvieran en condiciones óptimas.

El método **TURC** es un modelo empírico sencillo de cálculo de la evapotranspiración real basado en la temperatura y precipitación medias anuales. La fórmula de Turc se expresa como:

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + (\frac{P^2}{L^2})}}$$

Donde:

ETR = evapotranspiración real

P = precipitación

Sustituyendo:

La fórmula es válida para *P* > 0.31L

Sustituyendo:

758.1 > 0.31 (788.85)

758.1 > 244.54

L es una función de *T*, que se calcula del siguiente modo:

$$L = 300 + 25 * t + 0.05 * t^3$$

Para el APr

L= 300+25*T+0.5*T^3

L=300+25(14.0) + 0.05 $(14.0)^3$

L= 788.85

Sustituyendo los valores:

$$\text{ETR} = \frac{758.1}{\sqrt{0.9 + \frac{(758.1)^2}{(788.85)^2}}} = 561.4$$

La evapotranspiración real depende de la humedad del suelo, considerando que a medida que el suelo se seca, la tasa de evaporación cae por debajo del nivel que generalmente mantiene un sitio bien humedecido, considerando estas características se determinó que la **ETR** obtenida mediante la fórmula empírica *de* ***TURC*** *subestima* la transpiración de las especies vegetales existentes en el área de estudio ya que no considera las condiciones atmosféricas de humedad y vientos ya que son variables difíciles de determinar. Por ello se determinó:

Evapotranspiración Real = Kc * ETR

Para el cálculo se consideró los coeficientes de cultivo **Kc**, determinados por la FAO (2006[iv]) considerando que en el caso para pastos, arbustos y árboles con alguna cobertura del suelo o cobertura foliar el coeficiente es una variable adimensional que oscila entre 0.3-0.4, dependiendo de las características

de la vegetación o cultivo que se encuentra en el área de estudio, por ello para el presente estudio ocupa el valor correspondiente a 0.4, esta información se generalizo para el SA ya que es difícil, tardado y muy costoso determinar el **Kc** por tipo de vegetación forestal..

Sustituyendo:

Evapotranspiración Real (EVR) de APr = 0.4 * 567.5

Evapotranspiración Real (EVR) de **APr = 224.6 m²**

Por lo tanto, la evapotranspiración total (EVT) en m³ = EVR/1000* A (m²)

Donde:
EVT: evapotranspiración total.
EVR: evapotranspiración real.
A: superficie del área (m²)

Sustituyendo para el APr:

Evapotranspiración total (EVT) en m³ en el APr:

$$EVT = \frac{224.6}{1000 * 5{,}000{,}000} = \mathbf{1,122,753.27\ m^3}$$

Escurrimiento actual en el área propuesta

Coeficiente de escurrimiento

Para el **APr** el uso de suelo es Barbecho, áreas incultas y desnudas, y de acuerdo a las características de los suelos, para ello se muestran las siguientes tablas.

Cuadro VI.10. Valores de K, en función del tipo y uso de suelo

TIPO DE SUELO	CARACTERÍSTICAS
A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos
B	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos
C	Suelos impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas.

Cuadro VI.11. Tabla del tipo y uso de suelo

USO DE SUELO	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	***0.28***	0.30
Cultivos:			
En Hilera	0.24	0.27	0.30
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.30
Granos pequeños	0.24	0.27	0.30
Pastizal:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Más del 75% - Poco-	0.14	0.20	0.28
Del 50 al 75% -Regular-	0.20	0.24	0.30
Menos del 50% -Excesivo-	0.24	0.28	0.30

USO DE SUELO	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Bosque:			
Cubierto más del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.30
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.30	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.30

Se determinó el valor de k= 0.28 de acuerdo con las condiciones actuales que imperan en la superficie APr.

K; Parámetro que depende del tipo y uso de suelo	Coeficiente de escurrimiento anual (Ce)
Si K es mayor que 0,15	Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0,15)/1,5

P= Precipitación anual, 758.1 mm.

La precipitación anual está dentro del rango de 350 y 2,150 mm.

Coeficiente de escurrimiento para el área de APr:

$$Ce = \frac{k * (P - 250)}{2000 + \frac{(k - 0.15)}{1.5}}$$

$$Ce = \frac{0.28 * (758.1 - 250)}{2000 + \frac{(0.28 - 0.15)}{1.5}} = \mathbf{0.16}$$

El volumen medio anual de escurrimiento natural se determina indirectamente, mediante la siguiente expresión:

$$V_m = C * Pm * A$$

Volumen medio anual de escurrimiento natural del APr = Coeficiente de escurrimiento * Precipitación media del área de análisis* Superficie del área de análisis

Sustituyendo la fórmula se tiene para el área de AP:

$$\boldsymbol{V_m} = 0.16 * 0.7581 * 5{,}000{,}000 = \mathbf{598{,}091.83}\ \boldsymbol{m^3}$$

Infiltración actual en el área propuesta

La infiltración se calculó mediante la siguiente expresión:

$$I = P - EVT\ total - E$$

Dónde:

I= Infiltración
P= Precipitación en m^3
EVT total= Evapotranspiración total
E= Escurrimiento

Sustituyendo la expresión se tiene para el APr:

$$I = 3{,}790{,}304.52 - 1{,}122{,}753.27 - 598{,}091.83$$

$$I = \mathbf{2{,}069{,}459.42\ m^3}$$

Balance hídrico actual en el área propuesta

La fórmula para realizar el cálculo del balance hídrico es la siguiente.

$$\boldsymbol{Bh = \frac{P}{(EVT\ total + E + I)}}$$

Dónde:
Bh= Balance hídrico (m^3)
P= Precipitación (m^3)
EVT total= Evapotranspiración total (m^3)
E= Escurrimiento (m^3)
I= Infiltración (m^3)

Sustituyendo los valores, el balance hídrico para el APr es el siguiente:

$$\boldsymbol{Bh = \frac{3{,}790{,}304.52}{(1{,}122{,}753.27 + 598{,}091.83 + 2{,}069{,}459.42)} = 1.0\ mm}$$

Resultados de balance hídrico actual en el área propuesta

Cuadro VI.12. Balance hídrico actual en el área propuesta

Área de APr EN CONDICIONES ACTUALES		
Balance hídrico	**m^3/año**	**%**
Volumen precipitado	3,790,304.52	100
Volumen EVT	1,122,753.27	30
Volumen escurrimiento	598,091.83	16
Volumen infiltración	2,069,459.42	55
BH	**1.00**	

El resultado del balance calculado para el APr, indica que presenta un equilibrio en balance hídrico.

Infiltración de las áreas propuestas o compensación con la reforestación (AC)

Siguiendo la metodología anteriormente presentada pero incluyendo la reforestación, se obtiene:

Precipitación:

Cuadro VI.13. Estaciones meteorológicas de influencia en el área propuesta

No.	NOMBRE DE ESTACIÓN	PRECIPITACIÓN	TEMPERATURA
21136	ACAJETE	755.1	14.4
21148	SAN MIGUEL CANOA	870.4	13.4

El área de compensación (AC) tiene una superficie de 500 ha. Cálculo del volumen de precipitación m^3, de acuerdo a la fórmula corresponde a:

$$V= P * A$$

Precipitación: 0.7581 m.

El área en m^2 del APr es de 5,000,000 m^2.

V_m Volumen precipitado del APr = (5,000,000 m^2) * (0.7581 m)

$$V_m = 3,790,304.52\ m^3$$

EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL

La fórmula de ***Turc*** se expresa como:

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + (\frac{P^2}{L^2})}}$$

Donde:
ETR = evapotranspiración real
P = precipitación

Sustituyendo:

La fórmula es válida para $P > 0.31L$

Sustituyendo:

758.1 > 0.31 (788.85)

758.1 > 244.54

L es una función de *T*, que se calcula del siguiente modo:

$$L = 300 + 25 * t + 0.05 * t^3$$

Para el AC

$L= 300+25*T+0.5*T^3$

$L=300+25(14.0) + 0.05 (14.0)^3$

L= 788.85

Sustituyendo los valores:

$$\text{ETR} = \frac{758.1}{\sqrt{0.9 + \frac{(758.1)^2}{(788.85)^2}}} = 561.4$$

La evapotranspiración real depende de la humedad del suelo, por ello se determinó:

Evapotranspiración Real = Kc * ETR

Para el cálculo se consideró los coeficientes de cultivo **Kc**, determinados por la FAO (2006[v]) considerando que en el caso para palma datilera el coeficiente es una variable adimensional de 0.4.

Sustituyendo:

Evapotranspiración Real (EVR) del AC = 0.4* 561.4

Evapotranspiración Real (EVR) del AC **= 224.6 m²**

Por lo tanto, la evapotranspiración total (EVT) en m³ = EVR/1000* A (m²)

Donde:
EVT: evapotranspiración total.
EVR: evapotranspiración real.
A: superficie del área (m²)

Sustituyendo para el AC:

Evapotranspiración total (EVT) en m³ en el AC:

$$EVT = \frac{224.6}{1000 * 5{,}000{,}000} = \mathbf{1,122,753.27\ m^3}$$

Coeficiente de escurrimiento

Una vez llevada a cabo la reforestación en el área propuesta (500 ha.), esta quedará protegida nuevamente por lo que para realizar el cálculo del coeficiente de escurrimiento se considera una superficie forestal del 75% como mínimo, por lo que se presentan los siguientes cuadros.

Cuadro VI.14. Valores de K, en función del tipo y uso de suelo

Tipo de suelo	Características
A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos
B	**Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos**
C	Suelos impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas.

Cuadro VI.15. Tabla del tipo y uso de suelo

USO DE SUELO	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.30
Cultivos:			
En Hilera	0.24	0.27	0.30
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.30
Granos pequeños	0.24	0.27	0.30
Pastizal:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Más del 75% - Poco-	0.14	0.20	0.28
Del 50 al 75% -Regular-	0.20	0.24	0.30
Menos del 50% -Excesivo-	0.24	0.28	0.30
Bosque:			
Cubierto más del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	**0.22**	0.26
Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.30
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.30	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.30

Se determinó el valor de k= 0.22 de acuerdo con las condiciones actuales que imperan en la superficie AC.

K; Parámetro que depende del tipo y uso de suelo	**Coeficiente de escurrimiento anual (Ce)**
Si K es mayor que 0,15	Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0,15)/1,5

P= Precipitación anual, 758.1mm.

La precipitación anual está dentro del rango de 350 y 2,150 mm.

Coeficiente de escurrimiento para el AC:

$$Ce = \frac{k * (P - 250)}{2000 + \frac{(k - 0.15)}{1.5}}$$

$$Ce = \frac{0.22 * (758.1 - 250)}{2000 + \frac{(0.22 - 0.15)}{1.5}} = \mathbf{0.10}$$

Sustituyendo los valores anteriores se tiene para el AC. El volumen medio anual de escurrimiento natural se determina indirectamente, mediante la siguiente expresión:

$$V_m = C * Pm * A$$

Volumen medio anual de escurrimiento natural del AC = Coeficiente de escurrimiento * Precipitación media del área de análisis* Superficie del área de análisis*

Sustituyendo la fórmula se tiene para el AC:

$$\boldsymbol{V_m} = 0.10 * 0.7581 * 5{,}000{,}000 = \mathbf{388{,}708.49\ m^3}$$

Infiltración con reforestación en el área de compensación

La infiltración se calculó mediante la siguiente expresión:

$$I = P - EVT\ total - E$$

Dónde:
I= Infiltración
P= Precipitación en m^3
EVT total= Evapotranspiración total
E= Escurrimiento.

Sustituyendo la expresión se tiene para el AC:

$$\boldsymbol{I} = 3{,}790{,}304.52 - 1{,}122{,}753.27 - 388{,}708.49 = \mathbf{2{,}278{,}842.76\ mm}$$

Balance hídrico con reforestación

La fórmula para realizar el cálculo del balance hídrico es la siguiente.

$$\boldsymbol{Bh} = \frac{\boldsymbol{P}}{(\boldsymbol{EVT\ total} + \boldsymbol{E} + \boldsymbol{I})}$$

Dónde:
Bh= Balance hídrico (m^3)
P= Precipitación (m^3)
EVT total= Evapotranspiración total (m^3)
E= Escurrimiento (m^3)
I= Infiltración (m^3)

Sustituyendo los valores, el balance hídrico para el AC es el siguiente:

$$\boldsymbol{Bh} = \frac{3{,}790{,}304.52}{(1{,}122{,}753.27 + 388{,}708.49 + 2{,}278{,}842.76)} = \mathbf{1.0}$$

Resultados de balance hídrico con la reforestación en el área de afectación temporal

Cuadro VI.16. Balance hídrico con remoción de la vegetación en el AC

Área de Compensación (Reforestación)		
Volumen precipitado	3,790,304.52	100
Volumen EVT	1,122,753.27	30
Volumen escurrimiento	388,708.49	10
Volumen infiltración	2,278,842.76	60

Área de Compensación (Reforestación)	
BH	1.00

CONCLUSIÓN:

Como se mencionó, con la implementación del proyecto obtendremos una pérdida de infiltración de **15,840.65 m³** totales, cantidad que tendrá que ser compensada. La infiltración actual obtenida de las áreas propuestas (APr) es de 2,069,459.42 m³/año y con la implementación de la reforestación (AC) obtendremos una mayor cantidad (2,278,842.76 m³/año), si realizamos la diferencia de las últimas dos cantidades tenemos como resultado una ganancia infiltración de **209,383.35 m³/año** superando la cantidad estimada de perdida en el área del proyecto.

Nota: Los cálculos realizados se presentan en formato Excel en el ANEXO VI.A. INFILTRACIÓN_CON_REFO.

RETENCIÓN DE AGUA POR LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS

Por otro lado, se menciona que las medidas contra impactos propuestas como lo es la reubicación de individuos florísticos proponen obras de conservación como es la elaboración de terrazas individuales el cual lleva consigo ventajas como es la retención de agua y azolve.

Como dato extra se menciona que, si se llegase a perder infiltración con la ejecución de las terrazas individuales y realizando los cálculos correspondientes a la retención de agua se obtiene que al implementar 2,500 terrazas se ganará una infiltración de 16,787.500 m³.

Cuadro VI.17. Obras de retención de infiltración de agua.

Obras	m³/ha que retiene cada obra	Superficie de propuesta (ha)	Número de obras Totales (pza)	Días promedio de lluvia al año	Retención de agua de los obras propuestas (m³)
Terraza individual sp rescatar	0.079	133.0205	2,500	85	16,787.50
Total					**16,787.500**

VI.1.4.2 AIRE.

SUSPENSIÓN DE PARTÍCULAS Y PÉRDIDA DEL CONFORT SONORO

HORARIOS DE TRABAJO BAJO NORMATIVA.

Durante el periodo de operación y mantenimiento enfocado a la extracción del material se establecerán horarios de trabajo fijos establecidos por las normas oficiales aplicables vigentes, con lo que se busca establecer un ritmo de trabajo a modo que exista un balance entre la extracción del material y la suspensión de partículas y el confort sonoro, además de que con los horarios de trabajo preestablecidos y permitidos se busca que los trabajadores no sean sometidos a periodos largos y continuos de trabajo que pudieran ocasionar accidentes en el aspecto laboral.

- **MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO.**

El mantenimiento de la maquinaria será realizado previamente a toda la maquinaria que este dentro del AP, con el fin de mantener las buenas condiciones el equipo a emplear y evitar la generación innecesaria de partículas.

- **HUMEDECIMIENTO DE SUPERFICIES.**

Debido al tipo de actividad principal a realizar, se contempla la generación de partículas suspendidas (polvo), mismas que tendrían un impacto directo a la atmosfera, por lo que se prevé el humedecimiento de aquellas zonas en donde exista la probabilidad de generación de dichas partículas de modo que no se rebase aquellos límites permisibles establecidos por las diversas normas legales aplicables, esta actividad estará a cargo de la misma empresa promovente utilizando el recurso proveniente del pozo autorizado por parte de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Para el caso de la implementación de la presente medida se contempla sea realizado principalmente en caminos y en periodos de secas o donde exista una mayor generación de partículas suspendidas por ende en periodos de lluvias esta actividad no se llevará acabo.

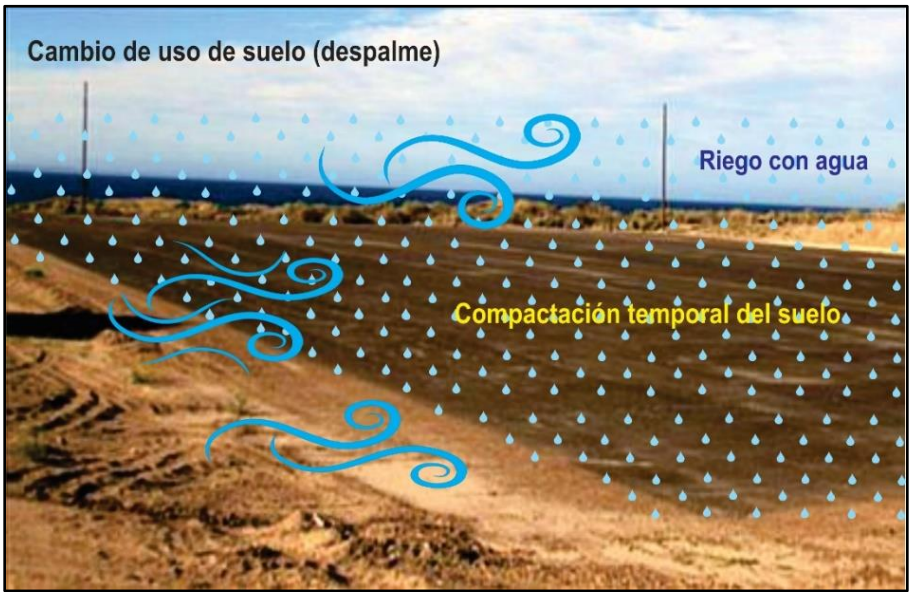


Imagen VI.3. Humedecimiento de las áreas

VI.1.4.3 SUELO.

AUMENTO DE LA EROSIÓN Y PÉRDIDA DEL MATERIAL ORGÁNICO

- **EVITAR LA EXPOSICIÓN PROLONGADA DEL SUELO DESNUDO.**

Para impedir la exposición prolongada del suelo desnudo (material orgánico) y este pierda calidad, se realizaran las actividades de cambio de uso de suelo apegadas a la calendarización propuesta, es decir, posterior al desmonte se realizará inmediatamente el rescate del material fértil producto del despalme evitando la exposición y perdida del mismo.

A pesar de no haber una pérdida de suelo se considera que dentro de las actividades de preparación de sitio (cambio de uso de suelo) como es el desmonte no permite que el suelo se pierda. Durante la remoción de

vegetación, las materias primas se encuentran sobre la superficie afectada cumpliendo como una capa protectora contra el viento.

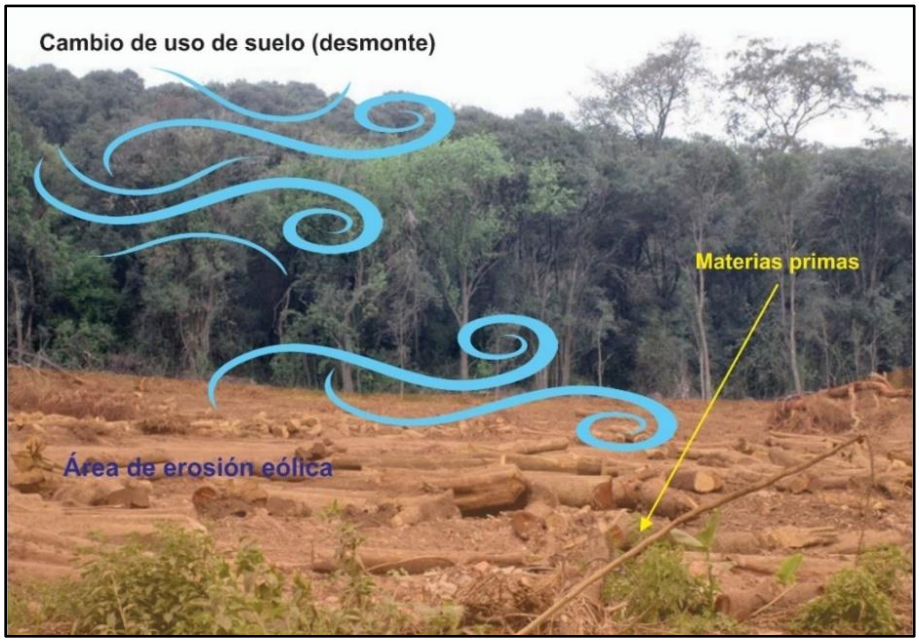


Imagen VI.4. Erosión eólica en el desmonte

- **ESTABLECIMIENTO DE UNA FRANJA DE AMORTIGUAMIENTO.**

Dentro del área solicitada se establecerá una zona de amortiguamiento de 2.9641 hectáreas, establecida en la periferia oriente del proyecto, misma que fungirá como un mecanismo de resguardo hacia la vegetación presente en los límites exteriores de la superficie delimitada. Esto permite la protección del suelo evitando su degradación y pérdida.

- **RESCATE DEL MATERIAL RESULTANTE DEL DESPALME Y OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS (TERRAZAS INDIVIDUALES).**

La remoción de la vegetación en el AP implicará dejar el suelo desnudo como parte del proceso de las actividades de cambio de uso de suelo, propiciando un suelo susceptible a este tipo de degradación. Sin embargo, cabe destacar que debido a las condiciones de la superficie implicada a los procesos del proyecto y a las medidas contra impactos propuestas **la pérdida de suelo será nula**.

Para corroborar lo anteriormente dicho, se realizó un ejercicio para proyectar el grado de erosión que se pudiera ocasionar, por lo que se determinó la erosión hídrica y eólica actual, así como la erosión potencial al remover la vegetación. A continuación, se presenta los valores obtenidos:

Cuadro VI.18. Datos de erosión en el área de cambio de uso de suelo.

TIPO DE EROSIÓN	EROSIÓN ACTUAL POR AÑO (19.0182 HA) TON/AÑO	EROSIÓN SIN VEGETACIÓN (19.0182 HA) TON/AÑO
Hídrica	21.22	84.87
Eólica	7.89	31.57

De acuerdo a los datos presentados en el cuadro anterior, se puede decir que la erosión potencialmente estimada es de 87.33 ton/ha/año, resultado de la diferencia de la erosión hídrica y eólica sin vegetación menos la erosión actual, derivando una pérdida total de **1,660.86 toneladas** por año en el área sujeta a evaluación.

Cuadro VI.19. Erosión del área de las áreas sujetas a evaluación.

Suelo	Superficie de AP (ha)	Erosión Actual (ton/ha/año)	Erosión con proyecto (ton/ha/año)	Erosión potencial AP (ton/ha/año)	Erosión TOTAL (ton)
Erosión	19.0182	29.11	116.44	87.33	1,660.86

RESCATE DEL MATERIAL RESULTANTE DEL DESPALME.

El proyecto pretende el rescate y resguardo del material orgánico o fértil para posteriormente ser utilizado en las áreas que previamente a este estudio están clasificadas como de rehabilitación, lo que nos indica que **la pérdida de suelo no será posible**.

En su momento durante su ocupación puede existir dos posibilidades: 1) que el material resultante no sea el suficiente o que no cumpla con las características indicadas, por ello de ser necesario se buscará material del banco más cercano; y 2) que exista el sobrante de material orgánico, de ser así este será utilizado en áreas anteriormente establecidas (1ra y 2da etapa) para rehabilitación de las áreas ya aprovechadas. Es importante recordar que algunas especies arbustivas y herbáceas anuales necesitan tan solo un poco de humedad para emerger y ocupar los espacios disponibles, y considerando las condiciones antes descritas de la superficie del proyecto se puede mencionar que el suelo estará anclado por las raíces de dichos individuos, así mismo el desmonte se realizará paulatinamente para evitar la dispersión de partículas de suelo y las materias primas se retirarán a través de medios mecánicos.

A muestra de lo dicho anteriormente, se muestra a continuación evidencia de las áreas que han sido aprovechadas con anterioridad dentro del mismo predio, y que con el paso del tiempo es evidente el brote de vegetación.



Imagen VI.5. Proliferación natural de vegetación herbácea y arbustiva en el predio 1



Imagen VI.6. Proliferación natural de vegetación herbácea y arbustiva en el predio 2



Imagen VI.7. Proliferación natural de vegetación herbácea y arbustiva en el predio 3



Imagen VI.8. Proliferación natural de vegetación herbácea y arbustiva en el predio 4

Volumen de material orgánico:

Para la estimación del material orgánico a remover se realizó tomando en cuenta el área base de la superficie propuesta para el cambio de uso de suelo (190,182 m^2) y la profundidad aproximada a la que se encuentra el suelo fértil (0.05 m). Tomando como base una figura geométrica rectangular se realiza una multiplicación para hallar el volumen promedio a obtener, cabe destacar que el volumen dependerá del relieve de cada sitio por lo que este puede variar.

V **=** *Área de la base * Altura (profundidad del suelo)*

Por lo que:

V **=** 190,182 $m^2 * 0.05\ m$

V **=** *9,509.10* m^3

Recordemos que debido a las características del tipo de suelo (Th+To/2/L Andosol húmico) se tiene una textura franco arcillosa, y de acuerdo al manual de protección, restauración y conservación de suelos forestales[1] se obtuvo una densidad aparente de 1.2 gramos/mililitro. Por lo que al multiplicar los metros cúbicos obtenidos por la densidad nos da como resultado las toneladas a obtener.

9,509.10 m^3 * 1.2 gr/ml

V = 11,410.92 Ton.

Como ya se mencionó anteriormente, durante el levantamiento de información en campo se obtiene un promedio de profundidad del suelo desde los 3 cm. a los 7 cm., dependiendo del relieve de cada sitio, para obtener una cantidad promedio de material orgánico a remover se considera una profundidad de 5 cm; recordando que la superficie de cambio pertenece a 19.0182 ha., y considerando la densidad del suelo

[1] Comisión Nacional Forestal, CONAFOR (2006). "Protección, restauración y conservación de suelos forestales", MANUAL DE OBRAS Y PRACTICAS, (pp. 202-204) CONAFOR. México.

(franco arcilloso), nos da como resultado la obtención de 600 toneladas por hectárea dando así un total de 11,410.92 ton en el AP (ANEXO 11. PROG. RESCATE_SUELO).

Cuadro VI.20. Cantidad de material orgánico rescatado.

MEDIDA PROPUESTA					
Rescate de Material orgánico					
Superficie de AP(ha)	Erosión potencial AP (ton/ha/año)	Erosión potencial Total AP (ton)	Profundidad del suelo (cm)	Toneladas por hectárea a obtener	Azolve Total rescatado (ton)
19.0182	87.33	1,660.86	5.00	600	11,410.92
Total					11,410.92

A partir de los datos presentados se puede decir que obtendremos **11,410.92 toneladas** de material orgánico o fértil. Por lo que se concluye que con esta medida es suficiente para compensar un número mayor de erosión que se pudiera generar con el cambio de uso de suelo.

Cabe resaltar que para el abrigo temporal y utilización, el material resultante del despalme será depositado y resguardado dentro del mismo predio en la zona considerada como de Rehabilitación 2 o Área verde 2 y la zona de Terrazas (Figura 3), esta superficie cuenta con 5.0570 ha. Así mismo, en dicha superficie será colocado el material inerte. Ambos materiales serán dispuestos en el área de almacenamiento ubicada para tal fin, la cual cumple principalmente las siguientes características:

- Estar desprovista de vegetación.
- Superficie que no interfiera con las corrientes superficiales de agua o zonas de recarga de acuíferos.
- Con pendiente ligera.

A muestra de ello se ejemplifica el material producto del despalme (material orgánico y/o fértil) que previamente ha sido resguardado de aprovechamientos anteriores al presente solicitado.



Imagen VI.9. Resguardo del material fértil dentro del predio Calidra de Oriente

A continuación, se muestra una imagen de cómo se realizara el transporte y la ubicación de este material.



Imagen VI.10. Ejemplo del transporte de tierra fértil.

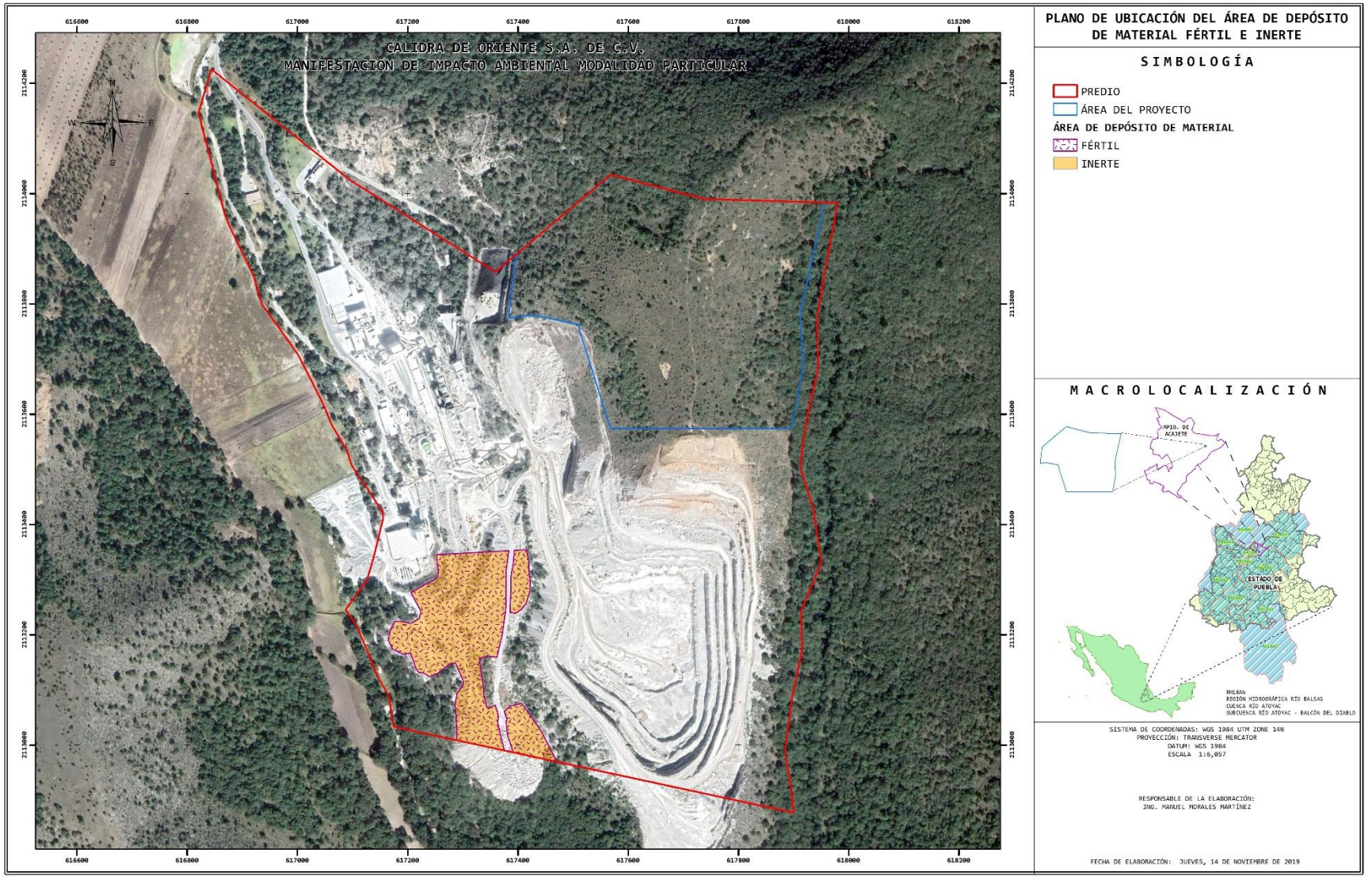


Figura VI.3. Área temporal de depósito del material fértil e inerte.

OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS (TERRAZAS INDIVIDUALES).

Como medida de mitigación se contempla como obras de conservación de suelos las terrazas individuales para los individuos de flora a rescatar y reubicar, ya que ayudan a la retención de azolve, aumento de infiltración y favorece el crecimiento de las especies plantadas.

De acuerdo al tipo de suelo, su textura y al manual de protección, restauración y conservación de suelos forestales se obtuvo la cantidad de retención de azolve por terraza el cual tiene una capacidad de azolve de 0.094 toneladas por pieza[vi].

De acuerdo a los datos presentados anteriormente, la erosión total potencialmente provocada en el AP es de 1,660.86 toneladas, sin embargo, con la implementación de las terrazas individuales propuestas se tiene una retención extra de suelo. Se propone la realización de **2,500 terrazas individuales** correspondientes a los individuos florísticos a reubicar (*Agave applanata, Agave nussaviorum, Agave salmiana, Mammillaria haageana, Opuntia streptacantha*).

Cuadro VI.21. Valores obtenidos con la realización de las obras.

MEDIDA PROPUESTA					
Terraza individual					
Superficie de Reubicación (ha)	Erosión potencial AP (ton/ha/año)	Erosión Total AP (ton)	No. de obras propuestas	Erosión retenida por terraza	Azolve retenido (ton/año)
133.0205	87.33	1,660.86	2,500	0.094	235.00
Total					235.00

Con la realización de estas obras se busca compensar a la erosión que potencialmente se podría causar por el cambio de uso de suelo, cuya cifra corresponde a las 1,660.86 toneladas, al tomar el material fértil rescatado (11,410.92 ton) y la retención extra (235 ton) de las terrazas individuales en un año la erosión retenida por las obras será de **11,645.92 ton.**

Con lo propuesto se demuestra que con estas obras se retiene una cantidad mayor de suelo que se pudiera perder con el cambio de uso de suelo.

CONVENIO DE REFORESTACIÓN CONAFOR - CALIDRA.

La empresa Calidra de Oriente S.A de C.V., realizó un convenio junto con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) para proporcionar apoyo económico y supervisión para implementar una reforestación de 500 hectáreas, pertenecientes a 3 ejidos diferentes. La reforestación es y será llevada a cabo con especies nativas de cada zona.

Entre los muchos beneficios que trae la reforestación de cualquier superficie se encuentra la retención del suelo. La plantación de vegetación mejorar el desempeño de la cuenca hidrográfica, protegiendo al mismo tiempo el suelo de la erosión tanto hídrica como eólica.

CONTAMINACIÓN DEL SUELO

Aunque este impacto no es considerado dentro del análisis del capítulo V, puesto que no es un efecto que vaya a tener relevancia o permanencia dentro de proyecto, se proponen medidas preventivas,

puesto como su nombre lo dice su objetivo es prevenir afectaciones al ambiente a corto, mediano y largo plazo.

- **MANTENIMIENTO Y RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.**

Durante la vida útil del proyecto se prevé la generación de diversos residuos sólidos no peligrosos generados por los trabajadores (restos de comida, botellas, bolsas, papel, etc.) mismas que si no se atiende generarían un daño al medio ambiente. Para evitar que los diversos residuos generados contaminen el área y den un aspecto desagradable, se realizará la supervisión constante de las zonas de trabajo y se le dará mantenimiento en cada intervención de la ejecución del proyecto, así mismo, en caso de que se lleguen a generar residuos se deberá disponer en los contenedores satélites distribuidos en la empresa y/o en los almacenes de residuos correspondientes.

VI.1.4.4 FLORA.

PERDIDA DE COBERTURA VEGETAL

- **RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA.**

De acuerdo a la información recabada, se removerá la vegetación forestal existente en una superficie de **19.0182 hectáreas**, área solicitada para cambio de uso de suelo.

Para la flora que será el factor más afectado, se removerán 24,914 individuos del estrato arbóreo, 44,312 individuos del estrato arbustivo, 5,249,023 individuos del estrato herbáceo y 4,907 individuos del estrato epífitas y/o cactáceas, para el tipo de vegetación mencionado (bosque de encino). Cabe destacar que el levantamiento de información se realizó por medio de sitios de muestreo por lo que, al inferir el número de individuos a la hectárea, estos pueden variar en campo.

Se pondrá en operación un programa de rescate y reubicación de vegetación que considere las especies susceptibles de ser rescatadas, a partir del conjunto de especies que conforman la vegetación natural del área sujeta a cambio de uso del suelo. Es claro que no todas las especies pueden ser susceptibles de ser rescatadas y reubicadas en virtud de sus características biológicas o físicas, de ahí que para seleccionar las especies objetivo se aplicarán los siguientes criterios.

Criterios para la calificación de individuos a rescatar y reubicar, así como triángulo de especies presentes en el área del proyecto (AP)

Algunos factores bióticos y abióticos influyen en la diversidad de plantas, como lo son el clima y muy especialmente el suelo (Alanis et al, 2015). La composición encontrada en las áreas del proyecto corresponde a especies esperadas para este tipo de vegetación (bosque de encino), dada la presencia de las familias Fagaceae, Cupressaceae, Pinaceae entre otras tales como Cactaceae, Agavaceae y Poaceae entre otras. La flora es un factor importante a considerar en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en este caso, se hace énfasis a aquellos ejemplares que son propensos a ser rescatados y reubicados, los cuales cumplen con ciertas características tales como que sean especies de fácil adaptabilidad, que presenten características morfológicas capaces de sufrir periodos largos de estrés tales como las cactáceas o epifitas y que su distribución u origen sea México o que tenga afinidad con Centroamérica, Norteamérica y Sudamérica.

En base a las características de las especies encontradas y a su frecuencia, se calificaron ciertos criterios para la determinación de especies a reubicar: mediante estos criterios se obtuvieron las especies a ser rescatadas, así como su número de individuos a reubicar, posteriormente se concluyó con un triángulo de especies en el que se presenta el resumen de los resultados obtenidos, en el que se muestra la clasificación de cada una de estas.

Criterios utilizados para la determinación de las especies a reubicar presentes en el AP

Cada uno de los criterios que a continuación se presentan, fueron elegidos para realizar la obtención de las especies propensas a ser rescatadas, reubicadas y para aquellas propensas para la reforestación. Se asignó un valor de acuerdo a la importancia y características de acuerdo a la clasificación de cada criterio, por lo que se tiene:

a) Una calificación entre 10 y 14 puntos, indica que la especie es propensa a ser rescatada y reubicada.

b) Un puntaje entre los 7 y 8, en el caso del estrato arbóreo indica que estas especies serán susceptibles para proponer en la reforestación ya que sus características no son óptimas para el rescate y no cumplen con las tres características óptimas para que la especie fuera reubicada.

c) Debido a sus características todo individuo con calificación igual o menor a 9 indica que no existe riesgo en comprometer la especie.

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Forma de vida**

Árbol (0): Planta perenne, alta con tallo lignificado, en el cual se ramifica arriba de la base, generalmente por arriba de los 3 m de altura (Si cumple con esta calificación se descarta para ser reubicada).

Arbusto (1): Planta perenne con el tallo lignificado, el cual se ramifica a partir de la base, generalmente de tres metros de altura (Si cumple con esta calificación se descarta para ser reubicada).

Hierba (2): Planta con tallos herbáceos (Si cumple con esta calificación se descarta para ser reubicada).

Plantas cactáceas, suculentas o epifitas (3): Las epifitas son plantas que crecen sobre otras plantas adheridas a los troncos y ramas de árboles y arbustos principalmente y las suculentas son aquellas que han desarrollado tallos u hojas gruesas y carnosas para almacenar agua.

- **Especies propensas a ser reubicadas debido a su facilidad para la adaptabilidad**

Las especies susceptibles a ser reubicadas son aquellas que presentan mayor facilidad de adaptabilidad.

Adaptable (4): Especies que son capaces de sobrevivir a procesos largos de temperatura después de haber sido extraídas del lugar donde han permanecido toda su vida.

Medianamente adaptable (2): Especies que son capaces de sobrevivir después de haberlas sacado de su lugar original siempre y cuando se tengan los cuidados necesarios para su reubicación.

No adaptable (0): Especies que no son capaces de sobrevivir después de haber sido retiradas de su lugar de origen.

- **Distribución de las especies**

Endémica (4): Especie que se encuentra restringida a una región. El término endémico es relativo y siempre se usa con referencia a la región.

Nativa (3): Especie que se encuentra dentro de su área de distribución natural u original (histórica o actual) de acuerdo con su potencial de dispersión natural.

Exótica (2): Especie introducida fuera de su área de distribución original. Muchas de las especies de plantas ornamentales y de animales domésticos son especies exóticas provenientes de otros continentes.

Invasora (1): Especie que por nuevas condiciones creadas en su ambiente aumenta su población y distribución geográfica. Son especies con gran capacidad de dispersión y colonización. Pueden ser especies nativas o exóticas.

Sin información aparente (0): No se cuenta con información aparente, de acuerdo a la búsqueda de bibliografía.

Cuadro VI.22. Criterios para la determinación de las especies a reubicar

Criterios utilizados para la determinación de las especies a reubicar			
Criterios	**Descripción**	**Clasificación**	**Valor**
Estatus en la NOM-059	Con categoría de riesgo	Con estatus	4
	Sin categoría de riesgo	Sin estatus	0
Formas de vida	Planta perenne, alta con tallo lignificado, con ramificación arriba de la base, arriba de 3 m. de altura.	Árbol	0
	Planta perenne, con tallo lignificado, el cual se ramifica a partir desde la base, generalmente de 3 m. de altura.	Arbusto	1
	Planta de tallos herbáceos el tallo no se lignifica, de consistencia blanda en todos sus órganos.	Hierbas	2
	Plantas que tienen capacidad de almacenar agua en sus tallos y plantas que viven sobre otra sin parasitaria.	Plantas cactácea, suculentas y epifitas	3
Adaptabilidad	Es una especie que por sus características presenta mayor facilidad de adaptación a la vida en climas secos y son tolerantes a la sequía además de que tiene bajos requerimientos de cuidado.	Adaptable	4
		No adáptale	0
Distribución	Se refiere a la distribución de las especies, dependiendo de su historia y de sus capacidades de dispersión las especies pueden ocupar grandes extensiones de territorio o estar restringidas a pequeñas regiones.	Endémica	4
		Nativa	3
		Exótica	2
		Invasora	1
		Sin información	0
	Clasificación	**Valor mínimo**	**Valor máximo**
	Especies con características para considerarse en la reforestación	7	8

Criterios utilizados para la determinación de las especies a reubicar			
Criterios	**Descripción**	**Clasificación**	**Valor**
	Especie no susceptible a reubicar	1	9
	Especie susceptible a reubicar	10	14

Resultados obtenidos.

Cuadro VI.23. Determinación de las especies a rescatar y reubicar

Criterios utilizados para la determinación de las especies a reubicar														
Criterios	**Clasificación**	**Valor**	**Calificación**											
			Arbutus xalapensis	*Eysenhardtia polystachya*	*Juniperus deppeana*	*Mimosa aculeaticarpa*	*Nolina longifolia*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	*Quercus acutifolia*	*Quercus castanea*	*Quercus deserticola*	*Quercus dysophylla*	*Quercus glabrescens*	*Quercus glaucoides*
Presente en la NOM-059	Con estatus	4												
	Sin estatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Formas de vida	Árbol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Arbusto	1												
	Hierbas	2												
	Plantas cactácea, suculentas y epifitas	3												
Adaptabilidad	Adaptable	4												
	Medianamente adaptable	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	No adáptale	0												
Distribución	Endémica	4							4		4		4	4
	Nativa	3	3	3	3	3	3	3		3		3		
	Exótica	2												
	Invasora	1												
	Sin información	0												
Total			**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**6**	**5**	**6**	**5**	**6**	**6**

Criterios utilizados para la determinación de las especies a reubicar																					
Calificación																					
Quercus microphylla	*Rhus standleyi*	*Amelanchier denticulata*	*Comarostaphylis polifolia*	*Iresine orientalis*	*Lamourouxia dasyantha*	*Loeselia mexicana*	*Perymenium discolor*	*Salvia tiliifolia*	*Verbesina hypoglauca*	*Viguiera dentata*	*Agave applanata*	*Agave nussaviorum*	*Agave salmiana*	*Aristida adscensionis*	*Dalea versicolor*	*Helianthemum glomeratum*	*Mammillaria haageana*	*Muhlenbergia distichophylla*	*Opuntia streptacantha*	*Piptochaetium angustifolium*	*Tillandsia recurvata*	*Tillandsia macdougallii*
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0																					
		1	1	1	1	1	1	1	1	1												
														2	2	2		2		2		
											3	3	3				3		3		3	3
											4	4	4				4		4		4	4
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				2	2	2		2		2		
					4		4				4	4	4				4	4	4			4
3	3	3	3	3		3		3	3	3					3	3					3	
														2								
																				0		
5	**5**	**6**	**6**	**6**	**7**	**6**	**7**	**6**	**6**	**6**	**11**	**11**	**11**	**6**	**7**	**7**	**11**	**8**	**11**	**4**	**10**	**11**

Los resultados sobre la determinación las especies a reubicar y rescatar, indican que son 7 especies propensas a esto las cuales son: *Agave applanata, Agave nussaviorum, Agave salmiana, Mammillaria haageana, Opuntia streptacantha, Tillandsia recurvata y Tillandsia macdougallii* ya que obtuvieron valores iguales o mayores a 10 puntos, cumpliendo con 3 de los criterios calificados para las especies a rescatar y reubicar.



Imagen VI.11. Especies propuestas a rescatar y reubicar

Criterios utilizados para la determinación de los individuos de las especies a reubicar en el AP

A continuación, se describen los criterios utilizados para la determinación del **número de individuos** a reubicar y a rescatar, los criterios manejados cuentan con un porcentaje de acuerdo a las características individuales de la especie, por lo que en algunos casos existen porcentajes que son sumados o restados según sea el caso.

🕮 Especies con algún estatus en la NOM-159-SEMARNAT-2010

Con estatus (100%): Las especies encontradas en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, en sus diferentes categorías: Probablemente extinta en el medio silvestre (E), en peligro de extinción (P), amenazada(A) y sujeta a protección especial (Pr) se reubicarán en un 100%.

Sin estatus (-10%): Especies sin categoría de riesgo

🕮 Presencia

Muy abundante (Si cumple con este punto resta 30%): En este nivel se pueden observar aquellas especies con mayor abundancia dentro del área de CUSTF, con un número de individuos mayor a 10,000.

Abundante (Si cumple con este punto resta 20%): En este nivel el número de individuos es mayor a 2,000 pero menor a 10,000 individuos por ha.

Poco abundante (Si cumple con este punto resta 10%): En este nivel se pueden observar aquellas especies con un número de individuos mayor a 200 y menor a 2000.

Escasa (Si cumple con este punto se propone una reubicación en 100% y se descartan los demás criterios): En este nivel se pueden observar aquellas especies con un número de individuos menor a 200 y las cuales serán reubicados a un 100%.

🕮 Distribución de las especies

Endémica (Si cumple con este punto suma 5%): Especie que se encuentra restringida a una región. El término endémico es relativo y siempre se usa con referencia a la región.

Nativa (Si cumple con este punto suma 5%): Especie que se encuentra dentro de su área de distribución natural u original (histórica o actual) de acuerdo con su potencial de dispersión natural.

Exótica (Si cumple con este punto resta 10%): Especie introducida fuera de su área de distribución original. Muchas de las especies de plantas ornamentales y de animales domésticos son especies exóticas provenientes de otros continentes.

Invasora (Si cumple con este punto resta 10%): Especie que por nuevas condiciones creadas en su ambiente aumenta su población y distribución geográfica. Son especies con gran capacidad de dispersión y colonización. Pueden ser especies nativas o exóticas.

Sin información aparente (Si cumple con este punto resta 10%): No se cuenta con información aparente, de acuerdo a la búsqueda de bibliografía.

🕮 Uso y valor cultural

Ornamental (Si cumple con este punto resta 10%): Son aquellas especies de plantas utilizadas como adornos o atavíos que permiten decorar una cosa y hacerla más vistosa.

Comercial (Si cumple con este punto resta 10%): Se incluyen a las especies que tienen algún valor económico y que las personas utilizan para vender.

Alimento (Si cumple con este punto suma 10%): Aquellas especies que brindan partes de su estructura como alimento.

Medicinal (Si cumple con este punto suma 10%): Especies a las que se les conoce por sus características curativas.

Sin uso aparente (Si cumple con este punto resta 10%): Son aquellas especies de las que se desconoce si cuentan con algún uso.

🕮 Extracción

Fácil extracción (Si cumple con este punto suma 10%): Son aquellas especies que por su tamaño son fácil de extraer ya que presentan una raíz capaz de rascarse y obtenerse en buenas condiciones**.**

Difícil extracción (Si cumple con este punto resta 20%): Son aquellas especies que por su tamaño se dificulta obtener un individuo completo sin lastimarlo.

Cuadro VI.24. Criterios para la determinación del porcentaje de especies a reubicar

Criterios utilizados para la determinación de los individuos de las especies a reubicar				
Criterios	**Descripción**	**Clasificación**	**Calificación**	**Observaciones**
Presente en la NOM-059-SEMARNAT	Especies consideradas dentro de alguna categoría de riesgo a nivel mundial	En estatus	Rescate y reubicación en un 100%	S/O
		Sin estatus	-10%	S/O
Presencia	Cantidad de individuos encontrados dentro del área propuesta para cambio de uso de suelo	Muy abundante	-30%	> a 10,000 individuos
		Abundante	-20%	> a 2,000 y < de 10,000 individuos
		Poca abundancia	-10%	> a 200 y < a 2000
		Escasa	Rescate y reubicación en un 100%	S/O
Distribución de las especies	Se refiere a la distribución de las especies, dependiendo de su historia y de sus capacidades de dispersión las especies pueden ocupar grandes extensiones de territorio o estar restringidas a pequeñas regiones.	Endémica	(+)5%	S/O
		Nativa	(+5)%	S/O
		Exótica	-10%	S/O
		Invasora	-10%	S/O
		Sin información aparente	-10%	S/O
Uso y valor cultural	Plantas que ofrecen servicios	Ornamental	-10%	S/O
		Comercial	-10%	S/O
		Alimento	(+)10%	S/O
		Medicinal	(+)10%	S/O
		Sin uso aparente	-10%	S/O
Extracción	Es una especie que es fácil de ser retirada de su hábitat natural.	Fácil	(+)10	S/O
		Difícil	-10	S/O
Total de individuos			-	
Porcentaje de rescate			%	
Total de individuos a rescatar			**-**	

Resultados obtenidos.

Cuadro VI.25. Criterios utilizados para la determinación del número de individuos por especies a reubicar

Criterios utilizados para la determinación del número de especies a rescatar y reubicar								
Criterios	**Clasificación**	**Calificación %**						
		Agave applanata	*Agave nussaviorum*	*Agave salmiana*	*Mammillaria haageana*	*Opuntia streptacantha*	*Tillandsia recurvata*	*Tillandsia macdougallii*
Presente en la NOM-059-SEMARNAT	En estatus							
	Sin estatus	90	90	90	90	90	90	90
Presencia	Muy abundante							

Criterios utilizados para la determinación del número de especies a rescatar y reubicar								
Criterios	**Clasificación**	**Calificación %**						
		Agave applanata	*Agave nussaviorum*	*Agave salmiana*	*Mammillaria haageana*	*Opuntia streptacantha*	*Tillandsia recurvata*	*Tillandsia macdougallii*
	Abundante							
	Poca abundancia	80	80	80	80		80	80
	Sin criterios para evaluar					**100**		
Distribución	Endémica	85	85	85	85			85
	Nativa						85	
	Exótica							
	Invasora							
	Sin información							
Uso y valor cultural	Ornamental	75	75		75		75	75
	Comercial			75				
	Alimento							
	Medicinal							
	Sin uso aparente							
Extracción	Facil							
	Dificil	**65**	**65**	**65**	**65**	**100**	**65**	**65**
*Total de individuos		418	1,293	989	913	152	304	837
Porcentaje de rescate		65%	65%	65%	65%	100%	65%	65%
Total de individuos a rescatar		**272**	**840**	**643**	**593**	**152**	**198**	**544**

BROMELIAS EPIFITAS (GENERO *TILLANDSIA*).

Las bromelias son plantas que brindan un hogar y alimento a distintos tipos de animales, además, abonan y mantienen la humedad de un bosque. Por la belleza de su follaje y sus flores, por la facilidad de su cultivo y por la resistencia a muchas plagas, numerosas especies de bromelias tienen un alto valor ornamental.

Este tipo de plantas se alimentan a través de sus hojas, y sus raíces sirven para aferrarse a las ramas o al tronco donde se desarrollan.

Las bromelias epífitas se pueden clasificar en dos tipos:

- **Tanque.** Tienen hojas grandes no pubescentes, conforman rosetas, hojas concatenadas, que forman un tanque donde se acumulan agua y hojarascas; requieren más humedad en el tanque y lugares menos soleados.
- **Atmosféricas.** Cuentan con hojas delgadas muy pubescentes para absorber agua y nutrientes, no toleran mucha humedad y están en zonas más expuestas al sol (*Tillandsia recurvata* y *Tillandsia macdougallii*).

Las atmosféricas son plantas de 10 a 15 cm de alto, que habitan en zonas cálidas, tienen gran cantidad de tricomas en sus hojas, con las cuales retienen humedad y nutrientes.

En cuanto a la reproducción se puede realizar de dos formas; sexual: intervienen los órganos sexuales masculino y femenino, que se encuentran dentro de las flores que conforman las inflorescencias de la planta, con los cuales pueden generar y dispersar semillas y asexual: la planta madre genera hijuelos con lo que forman grandes colonias.

A experiencia de proyectos anteriormente ejecutados se ha observado que a menudo las plantas epifitas rescatadas, durante su florescencia duran meses en el individuo lo que también permanece atractiva por uno o dos años más (con el correcto rescate). La mayoría de las especies de bromelia adoptan una apariencia vieja y eventualmente mueren una vez que completan el ciclo de floración. Sin embargo, no se pierde completamente la planta, ya que produce varios brotes o hijuelos.
Así mismo, se propone un mantenimiento y vigilancia durante 3 años posteriores a su rescate lo que aumenta aún más el porcentaje de sobrevivencia y propagación.

A todo ello nos demuestra que la bromelia es un individuo de fácil propagación y mantenimiento, por ello dentro del presente proyecto se plantea que anexado a los criterios aplicados a este género, al resultado se le **restará un 50% más** quedando así lo siguiente:

Cuadro VI.26. Especies y número total de individuos a rescatar.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	META DE RESCATE	N°
Agave applanata	Maguey espadilla	65%	272
Agave nussaviorum	Maguey	65%	840
Agave salmiana	Maguey pulquero	65%	643
Mammillaria haageana	Caca de burro	65%	593
Opuntia streptacantha	Nopal cardón	100%	152
Tillandsia recurvata	Gallito	65% / 50%	99
Tillandsia macdougallii	Magueyito	65% / 50%	272
TOTAL			**2,871**

Los resultados sobre la determinación del número de especies a rescatar y reubicar indican que se rescatará un total de **2,871 individuos.**

A continuación, se presenta el triángulo de especies para la vegetación de bosque de encino, correspondiente al área del proyecto (AP).

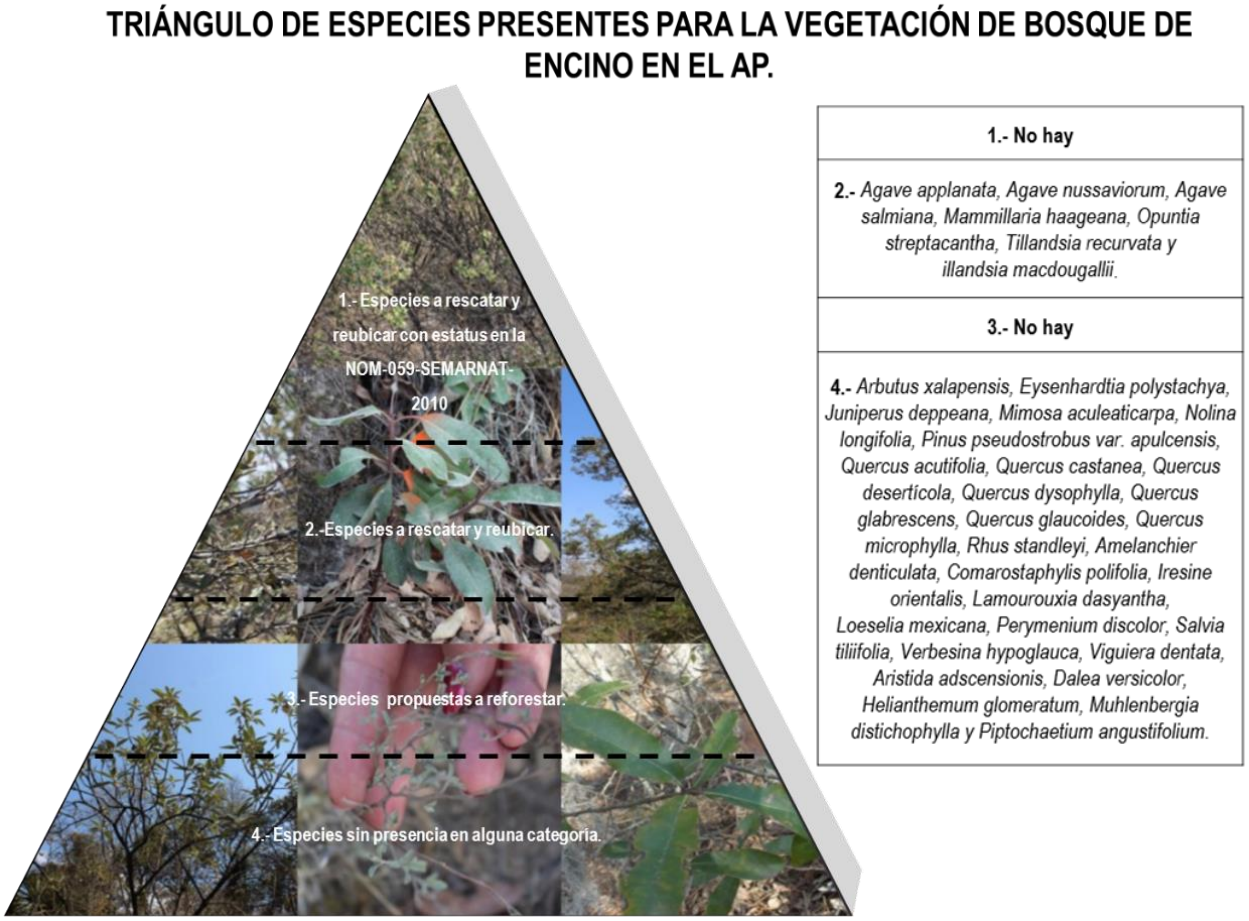


Figura VI.4. Triángulo de especies presentes para bosque de encino en el AP

Las especies que se encuentran en la base del triángulo, son aquellas que no presentaron características óptimas para el rescate y reubicación de ejemplares así como para la reforestación, de manera que conforme el triángulo se va cerrando las especies se vas clasificando hasta llegar a la cúspide que corresponde a las especies con presencia en la NOM-059-SEMARNAT 2010 (que para el presente estudio no se hallaron), dicha clasificación se obtuvo de los resultados anteriormente mencionados y dependerá totalmente de las característica particulares de cada especie y al número de individuos de cada una.

Áreas destinadas a la reubicación

Una parte sustancial para obtener un sitio de reintroducción, lo constituye el manejo del hábitat, para lo cual debe haber una estrecha colaboración entre autoridades y técnicos, para incluir métodos de conservación de las porciones del terreno seleccionado y asegurar la viabilidad de las poblaciones a reintroducir o reubicar en cada sitio de reubicación. Se deberán realizar prospecciones donde existen fragmentos de vegetación arbórea o bien donde se encuentren ejemplares de la misma familia botánica, todo esto con la finalidad de reconocer los sitios con capacidad de hospedar a los ejemplares a reubicar.

El total de plantas rescatadas se distribuirá en el mayor número de espacios posibles, evitando colocar todos los ejemplares en un mismo sitio, y así tratar de conservar la densidad natural de la zona. La reubicación se deberá llevar a cabo mediante la extracción de la planta, para llevarla de inmediato al lugar donde se reubicará evitando el estrés de la misma. Para el presente proyecto se propone la reubicación de

la flora rescatada en la zona norte del proyecto, esta franja cuenta con las condiciones originales de la vegetación a afectar por lo que es la indicada. A continuación, se presenta ilustraciones y el plano de ubicación del área propuesta.



Imagen VI.12. Condiciones que presentan las áreas propuestas de reubicación

*En el caso de las especies para el género **Agave** se realizará la separación de ejemplares más pequeños en caso de no poder extraer todo el ejemplar, para **Opuntia**, se realizara por medio de esquejes en caso de no poder extraer el ejemplar completo por dimensiones muy grandes y para **Tillandsia** se extraerá el ejemplar completo, debido a su mayor importancia en el medio ambiente, cuidando de realizarlo con cepellón, de no ser así, se extraerá con la mayor cantidad de raíz posible, y de inmediato llevarla al lugar donde se reubicará, para evitar el estrés, buscando lugares con condiciones semejantes a las de la extracción.*

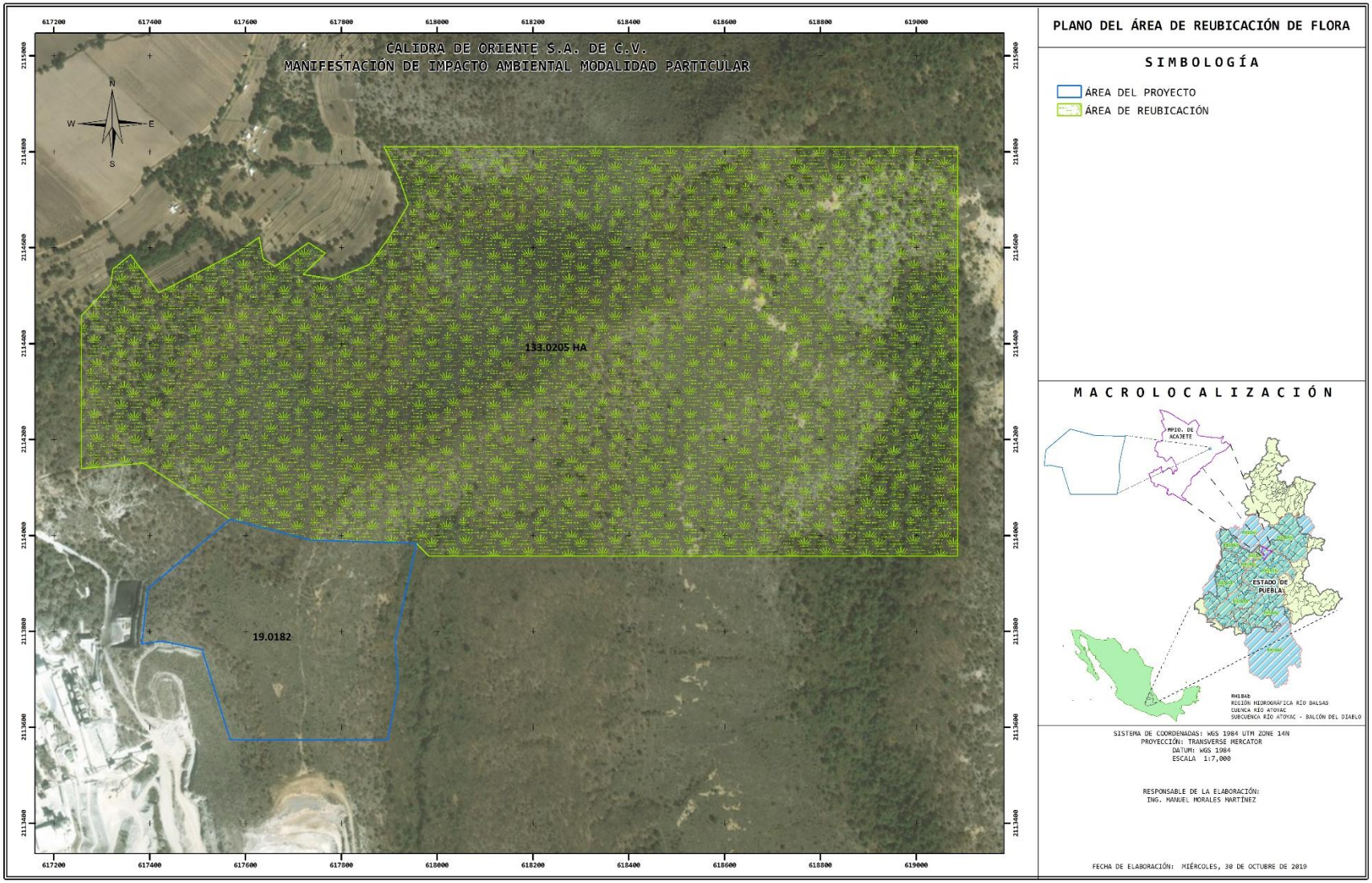


Figura VI.5. Plano del área de reubicación de flora silvestre.

La metodología para la reubicación de las especies, así como la descripción de las especies que serán rescatadas y reubicadas y la calendarización de cómo se hará el rescate, se explica más a detalle en el anexo del programa de rescate y reubicación de flora silvestre (ANEXO 12. PROG. RESCATE_FLORA).

Características de la vegetación por remover

Existen muchos argumentos que justifican la conservación de la vida silvestre, como son el papel de las plantas y los animales dentro del ambiente en cuanto a la regulación y equilibrio de los ecosistemas; su valor científico como elemento fundamental en el estudio y comprensión de los procesos naturales; la importancia económica de las especies como un recurso para la humanidad; el papel que desempeñan en la cultura o simplemente considerar el derecho a existir que tiene cualquier especie (CONABIO; 2000; Flor y Lucas, 1998).

Sin en cambio, específicamente para el presente estudio se establecen estrategias para conservar la vegetación aún existente en el área de proyecto, aplicando técnicas para favorecer el rescate y reubicación de las familias Agavaceae, Cactaceae y Bromeliaceae, y reubicarlas en la zona norte del proyecto (**133.0205 ha.**). A continuación, se presenta el listado de las especies identificadas durante la toma de información.

Cuadro VI.27. Especies propuestas para el rescate y reubicación

ESPECIES A RESCATAR/REUBICAR SIN ESTATUS							
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N**	**% RESCATE**	**TOTAL de INDIVIDUOS**
1	Agavaceae	Agave	*Agave applanata*	Maguey espadilla	418	65%	272
2	Agavaceae	Agave	*Agave nussaviorum*	Maguey	1,293	65%	840
3	Agavaceae	Agave	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	989	65%	643
4	Cactaceae	Mammillaria	*Mammillaria haageana*	Caca de burro	913	65%	593
5	Cactaceae	Opuntia	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	152	100%	152
6	Bromeliaceae	Tillandsia	*Tillandsia recurvata*	Gallito	304	65% / 50%	99
7	Bromeliaceae	Tillandsia	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	837	65% / 50%	272
TOTAL					**4,907**	**-**	**2,871**

Se menciona que **NO** se encontraron especies con estatus de protección especial dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, no obstante, **si se llegase a encontrar alguna durante las actividades de cambio no se descartará el rescate y reubicación de dichos individuos**.

De acuerdo a las características antes descritas, estas áreas tienen la capacidad para albergar la flora que existe más los individuos a reubicar.

CONVENIO CONAFOR - CALIDRA.

El presente proyecto es una extensión (3ra etapa) del cambio de uso de suelo para el establecimiento de una mina y planta procesadora de piedra caliza, previamente autorizada en enero de 1999.

Como parte de cumplimiento a las condicionantes, el pasado 11 de agosto del 2017 se firmó el convenio de Calidra de Oriente y CONAFOR (Comisión Nacional Forestal), de forma voluntaria para la reforestación, conservación y mantenimiento de 500 hectáreas de terreno deforestadas. El objetivo principal es conjuntar recursos financieros y operativos de la CONAFOR y Calidra de Oriente para incentivar la creación y

fortalecimiento de Mecanismos Locales de Pago por Servicios Ambientales a través de Fondos Concurrentes con el fin de reforestar las áreas indicadas en tres ejidos cercanos de la empresa.

Hasta el momento, se tiene un total de 125 hectáreas reforestadas pertenecientes a 2 de los ejidos propuestos.

Ejido San Jerónimo Ocotitlán:

- Se han reforestado 89 hectáreas de las 100 disponibles.
- Se han plantado especies nativas como: *Juníperos deppeana, Pinus pseudostrobus* y *Pinus teocote*.
- Hasta el momento se tienen 97,950 árboles plantados.



Imagen VI.13. Reforestación en el Ejido San Jerónimo Ocotitlán 1



Imagen VI.14. Reforestación en el Ejido San Jerónimo Ocotitlán 2



Imagen VI.15. Reforestación en el Ejido San Jerónimo Ocotitlán 3

Ejido Santa María Magdalena Tétela Morelos:

- Se han reforestado 36 hectáreas de las 250 disponibles.
- Se han plantado especies nativas como: *Juníperos deppeana* y *Pinus teocote*.
- Hasta el momento se tienen 55,600 árboles plantados.



Imagen VI.16. Reforestación en el Ejido Santa María Magdalena Tétela Morelos 1.



Imagen VI.17. Reforestación en el Ejido Santa María Magdalena Tétela Morelos 2.



Imagen VI.18. Reforestación en el Ejido Santa María Magdalena Tétela Morelos 3.

Sin embargo, como se mencionó anteriormente la meta es cubrir con vegetación nativa una superficie de 500 hectáreas, por lo que queda una superficie por reforestar de 375 ha.

Nota: *Cabe aclarar que cada etapa del proyecto general contempla un periodo de 10 años, por lo que estas 500 ha, están disponibles para posteriores aprovechamientos, es decir, que durante esta etapa de aprovechamiento perteneciente a la tercera no busca reforestar en su totalidad las 375 restantes, pero si como mínimo una superficie similar a la del cambio (19.0182 ha.)*

UBICACIÓN:

Las zonas de reforestación se encuentran cercanas al área del proyecto, para muestra el siguiente plano.

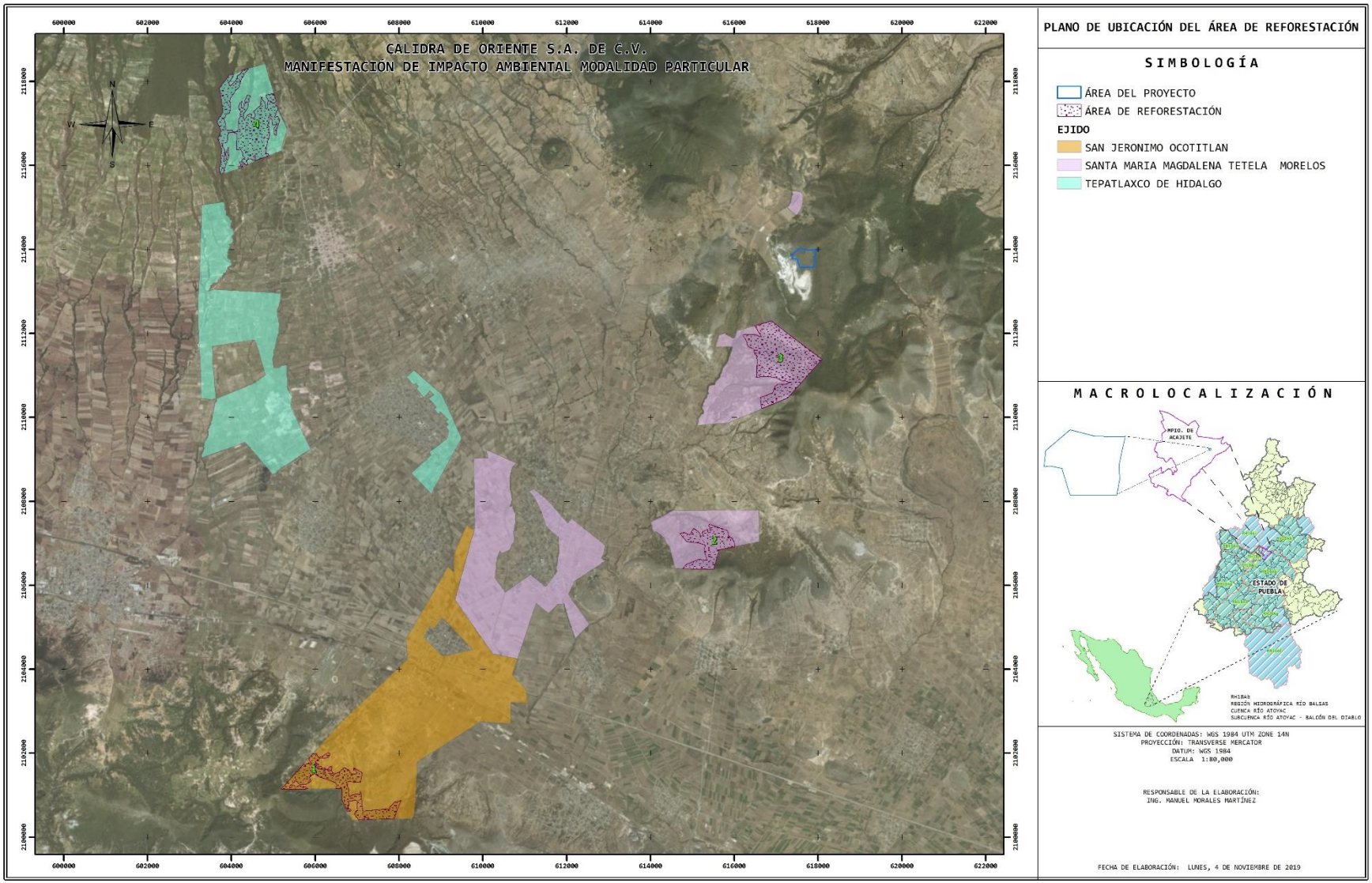


Figura VI.6. Ubicación de las áreas propuestas para reforestación.

Coordenadas de las áreas de reforestación:

Cuadro VI.28. Coordenadas de la superficie de reforestación.

COORDENADAS DE REFORESTACIÓN (500 HA.)							
PROPIETARIO	**POLÍGONO**	**HA**	**No**	**X**	**Y**	**N**	**W**
EJIDO SAN JERONIMO OCOTITLAN	1	100	1	606324.19	2101904.05	19° 0' 25.095" N	97° 59' 23.252" W
			2	606223.63	2101882.93	19° 0' 24.427" N	97° 59' 26.696" W
			3	606100.47	2101871.17	19° 0' 24.067" N	97° 59' 30.910" W
			4	606075.75	2101836.36	19° 0' 22.939" N	97° 59' 31.762" W
			5	606078.49	2101811.77	19° 0' 22.139" N	97° 59' 31.674" W
			6	606049.35	2101819.97	19° 0' 22.411" N	97° 59' 32.669" W
			7	606026.58	2101804.48	19° 0' 21.912" N	97° 59' 33.450" W
			8	606011.10	2101757.13	19° 0' 20.374" N	97° 59' 33.989" W
			9	605982.87	2101736.19	19° 0' 19.698" N	97° 59' 34.959" W
			10	605989.24	2101720.71	19° 0' 19.193" N	97° 59' 34.744" W
			11	606023.85	2101746.20	19° 0' 20.016" N	97° 59' 33.555" W
			12	606034.78	2101764.42	19° 0' 20.607" N	97° 59' 33.178" W
			13	606053.90	2101757.13	19° 0' 20.366" N	97° 59' 32.525" W
			14	606076.67	2101743.47	19° 0' 19.917" N	97° 59' 31.749" W
			15	606081.22	2101725.26	19° 0' 19.324" N	97° 59' 31.597" W
			16	606070.29	2101717.97	19° 0' 19.089" N	97° 59' 31.972" W
			17	606045.70	2101724.35	19° 0' 19.301" N	97° 59' 32.812" W
			18	606030.22	2101711.60	19° 0' 18.889" N	97° 59' 33.344" W
			19	606027.49	2101685.19	19° 0' 18.031" N	97° 59' 33.442" W
			20	606035.69	2101657.87	19° 0' 17.140" N	97° 59' 33.168" W
			21	606053.90	2101637.84	19° 0' 16.485" N	97° 59' 32.549" W
			22	606064.83	2101645.12	19° 0' 16.720" N	97° 59' 32.173" W
			23	606062.10	2101666.98	19° 0' 17.432" N	97° 59' 32.263" W
			24	606068.47	2101690.65	19° 0' 18.201" N	97° 59' 32.040" W
			25	606093.97	2101689.74	19° 0' 18.166" N	97° 59' 31.168" W
			26	606122.20	2101685.19	19° 0' 18.013" N	97° 59' 30.203" W
			27	606154.07	2101681.55	19° 0' 17.889" N	97° 59' 29.114" W
			28	606168.64	2101653.32	19° 0' 16.967" N	97° 59' 28.621" W
			29	606152.25	2101616.89	19° 0' 15.786" N	97° 59' 29.189" W
			30	606189.59	2101619.62	19° 0' 15.867" N	97° 59' 27.912" W
			31	606204.16	2101641.48	19° 0' 16.576" N	97° 59' 27.409" W
			32	606220.57	2101658.22	19° 0' 17.117" N	97° 59' 26.844" W
			33	606256.98	2101631.20	19° 0' 16.231" N	97° 59' 25.604" W
			34	606227.83	2101619.62	19° 0' 15.860" N	97° 59' 26.604" W
			35	606195.96	2101588.66	19° 0' 14.859" N	97° 59' 27.700" W
			36	606193.23	2101573.18	19° 0' 14.356" N	97° 59' 27.796" W

COORDENADAS DE REFORESTACIÓN (500 HA.)							
PROPIETARIO	POLÍGONO	HA	No	X	Y	N	W
			37	606196.87	2101538.58	19° 0' 13.230" N	97° 59' 27.678" W
			38	606196.87	2101503.06	19° 0' 12.074" N	97° 59' 27.685" W
			39	606220.55	2101501.24	19° 0' 12.011" N	97° 59' 26.876" W
			40	606230.57	2101513.99	19° 0' 12.423" N	97° 59' 26.531" W
			41	606237.85	2101530.38	19° 0' 12.955" N	97° 59' 26.279" W
			42	606234.21	2101543.13	19° 0' 13.371" N	97° 59' 26.401" W
			43	606218.73	2101563.16	19° 0' 14.025" N	97° 59' 26.926" W
			44	606233.30	2101604.14	19° 0' 15.356" N	97° 59' 26.420" W
			45	606266.48	2101624.16	19° 0' 16.001" N	97° 59' 25.281" W
			46	606289.83	2101606.82	19° 0' 15.432" N	97° 59' 24.486" W
			47	606307.06	2101579.55	19° 0' 14.542" N	97° 59' 23.902" W
			48	606328.00	2101545.86	19° 0' 13.442" N	97° 59' 23.192" W
			49	606338.93	2101545.86	19° 0' 13.440" N	97° 59' 22.819" W
			50	606330.74	2101575.91	19° 0' 14.419" N	97° 59' 23.093" W
			51	606363.52	2101577.73	19° 0' 14.472" N	97° 59' 21.971" W
			52	606355.32	2101599.59	19° 0' 15.185" N	97° 59' 22.247" W
			53	606318.90	2101600.50	19° 0' 15.221" N	97° 59' 23.493" W
			54	606298.66	2101616.62	19° 0' 15.750" N	97° 59' 24.182" W
			55	606357.03	2101681.47	19° 0' 17.848" N	97° 59' 22.173" W
			56	606402.19	2101675.67	19° 0' 17.651" N	97° 59' 20.630" W
			57	606388.69	2101580.77	19° 0' 14.566" N	97° 59' 21.110" W
			58	606434.64	2101514.11	19° 0' 12.389" N	97° 59' 19.552" W
			59	606406.32	2101518.54	19° 0' 12.539" N	97° 59' 20.519" W
			60	606340.75	2101531.29	19° 0' 12.966" N	97° 59' 22.759" W
			61	606341.66	2101523.09	19° 0' 12.699" N	97° 59' 22.730" W
			62	606366.25	2101495.78	19° 0' 11.806" N	97° 59' 21.894" W
			63	606399.04	2101489.40	19° 0' 11.592" N	97° 59' 20.774" W
			64	606416.34	2101463.90	19° 0' 10.759" N	97° 59' 20.187" W
			65	606435.46	2101448.42	19° 0' 10.252" N	97° 59' 19.536" W
			66	606430.00	2101474.83	19° 0' 11.112" N	97° 59' 19.718" W
			67	606452.76	2101473.92	19° 0' 11.078" N	97° 59' 18.940" W
			68	606444.01	2101500.51	19° 0' 11.945" N	97° 59' 19.234" W
			69	606575.97	2101550.25	19° 0' 13.538" N	97° 59' 14.711" W
			70	606695.58	2101656.79	19° 0' 16.982" N	97° 59' 10.599" W
			71	606800.40	2101592.62	19° 0' 14.875" N	97° 59' 7.027" W
			72	606866.29	2101503.73	19° 0' 11.971" N	97° 59' 4.792" W
			73	606969.98	2101504.33	19° 0' 11.971" N	97° 59' 1.245" W
			74	607002.83	2101540.07	19° 0' 13.127" N	97° 59' 0.114" W
			75	606957.48	2101586.42	19° 0' 14.643" N	97° 59' 1.656" W

COORDENADAS DE REFORESTACIÓN (500 HA.)							
PROPIETARIO	POLÍGONO	HA	No	X	Y	N	W
			76	606926.65	2101590.19	19° 0' 14.772" N	97° 59' 2.710" W
			77	606927.18	2101651.87	19° 0' 16.778" N	97° 59' 2.680" W
			78	607119.87	2101537.40	19° 0' 13.019" N	97° 58' 56.112" W
			79	607084.09	2101306.07	19° 0' 5.500" N	97° 58' 57.382" W
			80	607042.35	2101311.39	19° 0' 5.681" N	97° 58' 58.808" W
			81	606948.72	2101304.53	19° 0' 5.475" N	97° 59' 2.012" W
			82	606896.08	2101310.55	19° 0' 5.681" N	97° 59' 3.811" W
			83	606807.32	2101326.36	19° 0' 6.212" N	97° 59' 6.843" W
			84	606756.29	2101314.48	19° 0' 5.835" N	97° 59' 8.591" W
			85	606761.07	2101268.69	19° 0' 4.344" N	97° 59' 8.436" W
			86	606777.16	2101258.25	19° 0' 4.002" N	97° 59' 7.888" W
			87	606778.98	2101202.43	19° 0' 2.186" N	97° 59' 7.837" W
			88	606791.67	2101174.59	19° 0' 1.278" N	97° 59' 7.408" W
			89	606809.43	2101135.20	19° 0' 0.000" N	97° 59' 6.809" W
			90	606799.72	2101081.42	18° 59' 58.245" N	97° 59' 7.151" W
			91	606793.92	2101044.53	18° 59' 57.046" N	97° 59' 7.357" W
			92	606802.77	2100985.59	18° 59' 55.127" N	97° 59' 7.066" W
			93	606833.94	2100967.87	18° 59' 54.545" N	97° 59' 6.004" W
			94	606872.85	2100996.53	18° 59' 55.470" N	97° 59' 4.667" W
			95	606947.37	2101017.50	18° 59' 56.138" N	97° 59' 2.115" W
			96	607024.97	2101024.79	18° 59' 56.361" N	97° 58' 59.459" W
			97	607083.12	2101019.34	18° 59' 56.172" N	97° 58' 57.472" W
			98	607070.24	2101082.16	18° 59' 58.219" N	97° 58' 57.900" W
			99	607086.23	2101087.18	18° 59' 58.379" N	97° 58' 57.352" W
			100	607138.43	2100622.03	18° 59' 43.238" N	97° 58' 55.659" W
			101	607735.52	2100676.84	18° 59' 44.908" N	97° 58' 35.229" W
			102	607747.48	2100650.69	18° 59' 44.055" N	97° 58' 34.825" W
			103	607775.81	2100674.78	18° 59' 44.833" N	97° 58' 33.851" W
			104	607782.19	2100685.05	18° 59' 45.166" N	97° 58' 33.631" W
			105	607788.92	2100709.49	18° 59' 45.960" N	97° 58' 33.396" W
			106	607779.57	2100718.16	18° 59' 46.244" N	97° 58' 33.714" W
			107	607910.95	2100841.36	18° 59' 50.227" N	97° 58' 29.196" W
			108	607940.18	2100831.27	18° 59' 49.893" N	97° 58' 28.199" W
			109	608050.12	2100876.67	18° 59' 51.349" N	97° 58' 24.430" W
			110	608023.07	2100790.94	18° 59' 48.565" N	97° 58' 25.372" W
			111	607958.63	2100673.38	18° 59' 44.753" N	97° 58' 27.599" W
			112	607888.64	2100436.23	18° 59' 37.052" N	97° 58' 30.040" W
			113	607731.29	2100436.74	18° 59' 37.098" N	97° 58' 35.421" W
			114	607524.03	2100428.27	18° 59' 36.862" N	97° 58' 42.510" W

COORDENADAS DE REFORESTACIÓN (500 HA.)							
PROPIETARIO	POLÍGONO	HA	No	X	Y	N	W
			115	607230.04	2100416.88	18° 59' 36.546" N	97° 58' 52.567" W
			116	607244.42	2100436.09	18° 59' 37.169" N	97° 58' 52.071" W
			117	607259.67	2100435.22	18° 59' 37.138" N	97° 58' 51.550" W
			118	607274.05	2100432.17	18° 59' 37.036" N	97° 58' 51.058" W
			119	607291.41	2100438.03	18° 59' 37.223" N	97° 58' 50.464" W
			120	607289.42	2100466.14	18° 59' 38.138" N	97° 58' 50.526" W
			121	607213.04	2100464.42	18° 59' 38.096" N	97° 58' 53.139" W
			122	607189.24	2100463.18	18° 59' 38.060" N	97° 58' 53.953" W
			123	607184.27	2100428.25	18° 59' 36.925" N	97° 58' 54.129" W
			124	607180.76	2100414.97	18° 59' 36.494" N	97° 58' 54.252" W
			125	607032.63	2100409.23	18° 59' 36.335" N	97° 58' 59.319" W
			126	607023.18	2100451.98	18° 59' 37.727" N	97° 58' 59.634" W
			127	606972.20	2100485.59	18° 59' 38.830" N	97° 59' 1.371" W
			128	606946.70	2100529.62	18° 59' 40.267" N	97° 59' 2.234" W
			129	606945.54	2100567.86	18° 59' 41.512" N	97° 59' 2.266" W
			130	606975.67	2100624.64	18° 59' 43.353" N	97° 59' 1.224" W
			131	607028.97	2100626.96	18° 59' 43.418" N	97° 58' 59.401" W
			132	606998.85	2100688.37	18° 59' 45.422" N	97° 59' 0.419" W
			133	606997.69	2100788.02	18° 59' 48.664" N	97° 59' 0.439" W
			134	607010.43	2100856.39	18° 59' 50.885" N	97° 58' 59.990" W
			135	606979.15	2100872.61	18° 59' 51.419" N	97° 59' 1.056" W
			136	606950.18	2100879.57	18° 59' 51.651" N	97° 59' 2.046" W
			137	606915.42	2100877.25	18° 59' 51.582" N	97° 59' 3.235" W
			138	606881.81	2100864.50	18° 59' 51.173" N	97° 59' 4.387" W
			139	606843.57	2100857.55	18° 59' 50.954" N	97° 59' 5.696" W
			140	606812.29	2100855.23	18° 59' 50.885" N	97° 59' 6.766" W
			141	606793.75	2100848.28	18° 59' 50.662" N	97° 59' 7.402" W
			142	606807.65	2100812.36	18° 59' 49.491" N	97° 59' 6.933" W
			143	606807.65	2100766.01	18° 59' 47.983" N	97° 59' 6.942" W
			144	606791.43	2100745.15	18° 59' 47.308" N	97° 59' 7.501" W
			145	606786.79	2100718.50	18° 59' 46.442" N	97° 59' 7.665" W
			146	606796.06	2100696.48	18° 59' 45.724" N	97° 59' 7.352" W
			147	606800.70	2100677.94	18° 59' 45.120" N	97° 59' 7.197" W
			148	606818.08	2100668.67	18° 59' 44.815" N	97° 59' 6.605" W
			149	606854.00	2100655.92	18° 59' 44.394" N	97° 59' 5.379" W
			150	606855.16	2100637.38	18° 59' 43.790" N	97° 59' 5.343" W
			151	606838.94	2100620.00	18° 59' 43.228" N	97° 59' 5.901" W
			152	606819.24	2100610.73	18° 59' 42.930" N	97° 59' 6.577" W
			153	606782.03	2100606.61	18° 59' 42.803" N	97° 59' 7.850" W

COORDENADAS DE REFORESTACIÓN (500 HA.)							
PROPIETARIO	POLÍGONO	HA	No	X	Y	N	W
			154	606735.50	2100698.42	18° 59' 45.798" N	97° 59' 9.423" W
			155	606699.23	2100769.68	18° 59' 48.123" N	97° 59' 10.649" W
			156	606650.12	2100863.74	18° 59' 51.192" N	97° 59' 12.310" W
			157	606637.24	2101159.55	19° 0' 0.817" N	97° 59' 12.693" W
			158	606494.26	2101157.95	19° 0' 0.792" N	97° 59' 17.583" W
			159	606491.26	2101157.87	19° 0' 0.790" N	97° 59' 17.685" W
			160	606526.49	2101221.10	19° 0' 2.840" N	97° 59' 16.468" W
			161	606491.54	2101288.83	19° 0' 5.050" N	97° 59' 17.650" W
			162	606319.77	2101366.84	19° 0' 7.620" N	97° 59' 23.509" W
			163	606102.99	2101430.38	19° 0' 9.727" N	97° 59' 30.910" W
			164	605983.79	2101513.43	19° 0' 12.451" N	97° 59' 34.971" W
			165	605864.01	2101435.33	19° 0' 9.933" N	97° 59' 39.082" W
			166	605896.09	2101345.46	19° 0' 7.003" N	97° 59' 38.003" W
			167	605895.64	2101315.44	19° 0' 6.027" N	97° 59' 38.024" W
			168	605872.68	2101330.04	19° 0' 6.506" N	97° 59' 38.806" W
			169	605848.09	2101289.97	19° 0' 5.207" N	97° 59' 39.655" W
			170	605822.59	2101270.85	19° 0' 4.590" N	97° 59' 40.531" W
			171	605790.72	2101261.74	19° 0' 4.300" N	97° 59' 41.623" W
			172	605746.10	2101259.92	19° 0' 4.249" N	97° 59' 43.149" W
			173	605721.51	2101255.36	19° 0' 4.105" N	97° 59' 43.991" W
			174	605684.18	2101253.54	19° 0' 4.053" N	97° 59' 45.268" W
			175	605656.86	2101254.45	19° 0' 4.087" N	97° 59' 46.202" W
			176	605625.89	2101261.74	19° 0' 4.330" N	97° 59' 47.260" W
			177	605602.22	2101273.58	19° 0' 4.720" N	97° 59' 48.067" W
			178	605588.56	2101291.79	19° 0' 5.315" N	97° 59' 48.531" W
			179	605576.72	2101315.47	19° 0' 6.087" N	97° 59' 48.931" W
			180	605552.13	2101331.86	19° 0' 6.625" N	97° 59' 49.769" W
			181	605540.29	2101339.14	19° 0' 6.864" N	97° 59' 50.172" W
			182	605519.35	2101328.22	19° 0' 6.512" N	97° 59' 50.891" W
			183	605504.78	2101307.27	19° 0' 5.834" N	97° 59' 51.393" W
			184	605486.57	2101302.72	19° 0' 5.689" N	97° 59' 52.017" W
			185	605472.91	2101304.54	19° 0' 5.751" N	97° 59' 52.483" W
			186	605466.53	2101295.43	19° 0' 5.456" N	97° 59' 52.703" W
			187	605462.89	2101269.02	19° 0' 4.597" N	97° 59' 52.833" W
			188	605444.68	2101259.01	19° 0' 4.275" N	97° 59' 53.458" W
			189	605416.45	2101245.35	19° 0' 3.836" N	97° 59' 54.426" W
			190	605409.16	2101233.51	19° 0' 3.452" N	97° 59' 54.677" W
			191	605399.14	2101215.30	19° 0' 2.861" N	97° 59' 55.023" W
			192	605390.95	2101193.44	19° 0' 2.152" N	97° 59' 55.308" W

COORDENADAS DE REFORESTACIÓN (500 HA.)							
PROPIETARIO	POLÍGONO	HA	No	X	Y	N	W
			193	605396.41	2101183.42	19° 0' 1.825" N	97° 59' 55.123" W
			194	605413.71	2101171.58	19° 0' 1.437" N	97° 59' 54.534" W
			195	605424.64	2101173.41	19° 0' 1.494" N	97° 59' 54.160" W
			196	605436.48	2101195.26	19° 0' 2.203" N	97° 59' 53.750" W
			197	605443.77	2101222.58	19° 0' 3.090" N	97° 59' 53.496" W
			198	605451.05	2101238.06	19° 0' 3.592" N	97° 59' 53.244" W
			199	605472.00	2101236.24	19° 0' 3.529" N	97° 59' 52.528" W
			200	605483.83	2101228.04	19° 0' 3.260" N	97° 59' 52.125" W
			201	605502.05	2101234.42	19° 0' 3.464" N	97° 59' 51.501" W
			202	605512.97	2101222.58	19° 0' 3.077" N	97° 59' 51.129" W
			203	605526.63	2101197.99	19° 0' 2.275" N	97° 59' 50.667" W
			204	605546.67	2101197.99	19° 0' 2.271" N	97° 59' 49.982" W
			205	605572.17	2101201.64	19° 0' 2.385" N	97° 59' 49.109" W
			206	605582.18	2101210.74	19° 0' 2.679" N	97° 59' 48.765" W
			207	605597.66	2101224.40	19° 0' 3.121" N	97° 59' 48.232" W
			208	605623.16	2101224.40	19° 0' 3.116" N	97° 59' 47.360" W
			209	605648.66	2101228.04	19° 0' 3.230" N	97° 59' 46.488" W
			210	605662.32	2101210.74	19° 0' 2.664" N	97° 59' 46.024" W
			211	605680.53	2101198.90	19° 0' 2.276" N	97° 59' 45.403" W
			212	605706.94	2101193.44	19° 0' 2.093" N	97° 59' 44.501" W
			213	605729.71	2101208.01	19° 0' 2.563" N	97° 59' 43.720" W
			214	605769.78	2101183.42	19° 0' 1.756" N	97° 59' 42.354" W
			215	605793.45	2101179.78	19° 0' 1.633" N	97° 59' 41.545" W
			216	605835.55	2101147.43	19° 0' 0.573" N	97° 59' 40.112" W
			217	605783.35	2101146.00	19° 0' 0.536" N	97° 59' 41.897" W
			218	605615.86	2101143.05	19° 0' 0.471" N	97° 59' 47.626" W
			219	605335.13	2101138.55	19° 0' 0.376" N	97° 59' 57.228" W
			220	605294.14	2101133.91	19° 0' 0.233" N	97° 59' 58.630" W
			221	605191.18	2101146.37	19° 0' 0.657" N	98° 0' 2.149" W
			222	605728.04	2101745.97	19° 0' 20.064" N	97° 59' 43.672" W
			223	605744.28	2101724.35	19° 0' 19.357" N	97° 59' 43.121" W
			224	605762.49	2101698.85	19° 0' 18.524" N	97° 59' 42.503" W
			225	605774.33	2101714.33	19° 0' 19.026" N	97° 59' 42.095" W
			226	605779.79	2101734.36	19° 0' 19.676" N	97° 59' 41.904" W
			227	605781.62	2101751.67	19° 0' 20.239" N	97° 59' 41.838" W
			228	605799.83	2101748.94	19° 0' 20.147" N	97° 59' 41.216" W
			229	605822.59	2101743.47	19° 0' 19.965" N	97° 59' 40.439" W
			230	605837.17	2101755.31	19° 0' 20.347" N	97° 59' 39.938" W
			231	605842.63	2101770.79	19° 0' 20.850" N	97° 59' 39.748" W

COORDENADAS DE REFORESTACIÓN (500 HA.)							
PROPIETARIO	POLÍGONO	HA	No	X	Y	N	W
			232	605859.02	2101765.33	19° 0' 20.669" N	97° 59' 39.188" W
			233	605869.04	2101744.38	19° 0' 19.986" N	97° 59' 38.850" W
			234	605873.59	2101725.26	19° 0' 19.363" N	97° 59' 38.698" W
			235	605893.63	2101714.33	19° 0' 19.004" N	97° 59' 38.015" W
			236	605904.55	2101736.19	19° 0' 19.712" N	97° 59' 37.637" W
			237	605904.55	2101754.40	19° 0' 20.305" N	97° 59' 37.633" W
			238	605901.82	2101778.99	19° 0' 21.105" N	97° 59' 37.722" W
			239	605878.14	2101803.57	19° 0' 21.910" N	97° 59' 38.527" W
			240	605862.66	2101836.36	19° 0' 22.979" N	97° 59' 39.050" W
			241	605838.97	2101869.88	19° 0' 24.074" N	97° 59' 39.854" W
			242	605947.78	2101991.41	19° 0' 28.007" N	97° 59' 36.109" W
			243	605965.57	2101982.06	19° 0' 27.700" N	97° 59' 35.502" W
			244	605987.42	2101979.33	19° 0' 27.607" N	97° 59' 34.755" W
			245	606026.20	2101981.34	19° 0' 27.665" N	97° 59' 33.429" W
			246	606085.29	2101896.36	19° 0' 24.889" N	97° 59' 31.424" W
			247	606197.76	2101938.08	19° 0' 26.226" N	97° 59' 27.570" W
			248	606306.54	2102018.97	19° 0' 28.837" N	97° 59' 23.834" W
			249	606344.60	2101997.98	19° 0' 28.147" N	97° 59' 22.536" W
			250	606357.82	2101990.12	19° 0' 27.888" N	97° 59' 22.085" W
EJIDO SANTA MARIA MAGDALENA TETELA MORELOS	2	65.1421	1	615026.38	2107355.41	19° 3' 20.733" N	97° 54' 24.478" W
			2	615056.26	2107341.17	19° 3' 20.264" N	97° 54' 23.459" W
			3	615074.98	2107333.25	19° 3' 20.003" N	97° 54' 22.821" W
			4	615071.03	2107320.72	19° 3' 19.596" N	97° 54' 22.958" W
			5	615098.56	2107302.72	19° 3' 19.005" N	97° 54' 22.020" W
			6	615140.73	2107286.39	19° 3' 18.465" N	97° 54' 20.581" W
			7	615162.35	2107252.56	19° 3' 17.360" N	97° 54' 19.849" W
			8	615187.07	2107203.34	19° 3' 15.754" N	97° 54' 19.014" W
			9	615203.02	2107175.79	19° 3' 14.854" N	97° 54' 18.474" W
			10	615227.05	2107178.31	19° 3' 14.932" N	97° 54' 17.652" W
			11	615257.79	2107187.19	19° 3' 15.214" N	97° 54' 16.598" W
			12	615250.42	2107225.06	19° 3' 16.448" N	97° 54' 16.842" W
			13	615234.89	2107239.69	19° 3' 16.927" N	97° 54' 17.370" W
			14	615244.35	2107244.63	19° 3' 17.085" N	97° 54' 17.045" W
			15	615238.88	2107252.40	19° 3' 17.339" N	97° 54' 17.231" W
			16	615245.63	2107269.67	19° 3' 17.900" N	97° 54' 16.996" W
			17	615301.24	2107306.09	19° 3' 19.073" N	97° 54' 15.086" W
			18	615309.54	2107312.13	19° 3' 19.268" N	97° 54' 14.801" W
			19	615312.68	2107310.69	19° 3' 19.221" N	97° 54' 14.694" W
			20	615371.15	2107330.81	19° 3' 19.863" N	97° 54' 12.689" W

COORDENADAS DE REFORESTACIÓN (500 HA.)							
PROPIETARIO	POLÍGONO	HA	No	X	Y	N	W
			21	615371.97	2107279.53	19° 3' 18.195" N	97° 54' 12.672" W
			22	615394.75	2107253.97	19° 3' 17.359" N	97° 54' 11.898" W
			23	615436.41	2107265.26	19° 3' 17.718" N	97° 54' 10.471" W
			24	615426.90	2107305.00	19° 3' 19.012" N	97° 54' 10.788" W
			25	615418.22	2107372.18	19° 3' 21.199" N	97° 54' 11.070" W
			26	615398.92	2107410.49	19° 3' 22.449" N	97° 54' 11.722" W
			27	615395.29	2107422.32	19° 3' 22.835" N	97° 54' 11.844" W
			28	615400.55	2107440.20	19° 3' 23.415" N	97° 54' 11.660" W
			29	615403.43	2107457.94	19° 3' 23.992" N	97° 54' 11.558" W
			30	615833.60	2107308.90	19° 3' 19.056" N	97° 53' 56.874" W
			31	615866.13	2107219.46	19° 3' 16.140" N	97° 53' 55.780" W
			32	615855.25	2107188.24	19° 3' 15.127" N	97° 53' 56.159" W
			33	615881.00	2107178.57	19° 3' 14.807" N	97° 53' 55.280" W
			34	615888.98	2107156.62	19° 3' 14.091" N	97° 53' 55.012" W
			35	615960.93	2107108.74	19° 3' 12.519" N	97° 53' 52.561" W
			36	615959.85	2107108.46	19° 3' 12.510" N	97° 53' 52.598" W
			37	615969.73	2107069.61	19° 3' 11.245" N	97° 53' 52.268" W
			38	615992.69	2107055.99	19° 3' 10.797" N	97° 53' 51.486" W
			39	616009.90	2106968.49	19° 3' 7.947" N	97° 53' 50.916" W
			40	616017.07	2106920.41	19° 3' 6.381" N	97° 53' 50.681" W
			41	615643.00	2106844.63	19° 3' 3.992" N	97° 54' 3.494" W
			42	615510.81	2106386.03	19° 2' 49.101" N	97° 54' 8.114" W
			43	615167.58	2106386.62	19° 2' 49.190" N	97° 54' 19.855" W
			44	614769.30	2106398.50	19° 2' 49.658" N	97° 54' 33.476" W
			45	614860.76	2106499.59	19° 2' 52.928" N	97° 54' 30.326" W
			46	615150.31	2106617.78	19° 2' 56.713" N	97° 54' 20.396" W
			47	615357.29	2106594.27	19° 2' 55.907" N	97° 54' 13.321" W
			48	615320.32	2106704.70	19° 2' 59.506" N	97° 54' 14.562" W
			49	615275.92	2106841.79	19° 3' 3.975" N	97° 54' 16.052" W
			50	615313.27	2106962.22	19° 3' 7.885" N	97° 54' 14.748" W
			51	615138.79	2107010.74	19° 3' 9.498" N	97° 54' 20.706" W
			52	614866.48	2107039.57	19° 3' 10.492" N	97° 54' 30.016" W
			53	614709.26	2107231.29	19° 3' 16.760" N	97° 54' 35.353" W
			54	614794.37	2107256.62	19° 3' 17.567" N	97° 54' 32.436" W
			55	614941.64	2107206.03	19° 3' 15.891" N	97° 54' 27.409" W
			56	614969.42	2107255.01	19° 3' 17.479" N	97° 54' 26.448" W
			57	614971.62	2107255.59	19° 3' 17.497" N	97° 54' 26.373" W
			58	614974.88	2107264.62	19° 3' 17.790" N	97° 54' 26.260" W
	3	184.858	1	617030.04	2110781.56	19° 5' 11.774" N	97° 53' 15.191" W

COORDENADAS DE REFORESTACIÓN (500 HA.)							
PROPIETARIO	POLÍGONO	HA	No	X	Y	N	W
			2	617219.28	2110785.92	19° 5' 11.877" N	97° 53' 8.715" W
			3	617325.61	2110835.58	19° 5' 13.470" N	97° 53' 5.066" W
			4	617233.81	2110861.86	19° 5' 14.344" N	97° 53' 8.201" W
			5	617127.05	2110880.14	19° 5' 14.960" N	97° 53' 11.850" W
			6	617014.00	2110941.04	19° 5' 16.965" N	97° 53' 15.705" W
			7	616791.46	2110977.55	19° 5' 18.198" N	97° 53' 23.312" W
			8	616606.80	2110960.58	19° 5' 17.684" N	97° 53' 29.633" W
			9	616524.13	2110948.54	19° 5' 17.310" N	97° 53' 32.465" W
			10	616546.52	2111010.98	19° 5' 19.336" N	97° 53' 31.685" W
			11	616547.07	2111224.18	19° 5' 26.272" N	97° 53' 31.620" W
			12	616548.02	2111230.39	19° 5' 26.473" N	97° 53' 31.586" W
			13	616547.10	2111235.51	19° 5' 26.640" N	97° 53' 31.617" W
			14	616547.46	2111372.51	19° 5' 31.096" N	97° 53' 31.575" W
			15	616527.77	2111424.87	19° 5' 32.804" N	97° 53' 32.237" W
			16	616533.87	2111435.99	19° 5' 33.164" N	97° 53' 32.026" W
			17	616534.74	2111456.22	19° 5' 33.822" N	97° 53' 31.992" W
			18	616531.79	2111479.79	19° 5' 34.589" N	97° 53' 32.088" W
			19	616512.06	2111495.05	19° 5' 35.090" N	97° 53' 32.759" W
			20	616495.52	2111510.64	19° 5' 35.600" N	97° 53' 33.322" W
			21	616494.83	2111536.13	19° 5' 36.430" N	97° 53' 33.340" W
			22	616487.11	2111540.02	19° 5' 36.558" N	97° 53' 33.603" W
			23	616484.85	2111548.25	19° 5' 36.826" N	97° 53' 33.679" W
			24	616482.44	2111556.16	19° 5' 37.084" N	97° 53' 33.760" W
			25	616468.91	2111574.20	19° 5' 37.673" N	97° 53' 34.219" W
			26	616467.55	2111582.84	19° 5' 37.955" N	97° 53' 34.264" W
			27	616473.90	2111588.06	19° 5' 38.123" N	97° 53' 34.045" W
			28	616461.92	2111631.65	19° 5' 39.543" N	97° 53' 34.446" W
			29	616426.01	2111643.02	19° 5' 39.921" N	97° 53' 35.672" W
			30	616399.74	2111658.76	19° 5' 40.438" N	97° 53' 36.567" W
			31	616392.87	2111658.40	19° 5' 40.428" N	97° 53' 36.802" W
			32	616368.00	2111664.78	19° 5' 40.641" N	97° 53' 37.652" W
			33	616317.41	2111711.00	19° 5' 42.155" N	97° 53' 39.373" W
			34	616312.55	2111723.83	19° 5' 42.573" N	97° 53' 39.537" W
			35	616314.68	2111735.86	19° 5' 42.964" N	97° 53' 39.461" W
			36	616306.95	2111753.92	19° 5' 43.553" N	97° 53' 39.722" W
			37	616307.29	2111763.62	19° 5' 43.868" N	97° 53' 39.708" W
			38	616304.10	2111789.10	19° 5' 44.698" N	97° 53' 39.812" W
			39	616292.01	2111804.39	19° 5' 45.198" N	97° 53' 40.222" W
			40	616272.73	2111859.67	19° 5' 47.000" N	97° 53' 40.870" W

COORDENADAS DE REFORESTACIÓN (500 HA.)							
PROPIETARIO	POLÍGONO	HA	No	X	Y	N	W
			41	616272.59	2111862.52	19° 5' 47.092" N	97° 53' 40.874" W
			42	616268.99	2111868.29	19° 5' 47.281" N	97° 53' 40.996" W
			43	616265.65	2111872.15	19° 5' 47.407" N	97° 53' 41.109" W
			44	616263.92	2111873.21	19° 5' 47.442" N	97° 53' 41.168" W
			45	616242.46	2111903.29	19° 5' 48.425" N	97° 53' 41.896" W
			46	616242.46	2111903.29	19° 5' 48.425" N	97° 53' 41.896" W
			47	616240.09	2111910.36	19° 5' 48.655" N	97° 53' 41.976" W
			48	616232.63	2111918.73	19° 5' 48.929" N	97° 53' 42.229" W
			49	616227.27	2111923.85	19° 5' 49.097" N	97° 53' 42.412" W
			50	616219.29	2111934.64	19° 5' 49.450" N	97° 53' 42.682" W
			51	616219.25	2111935.80	19° 5' 49.487" N	97° 53' 42.683" W
			52	616216.19	2111939.54	19° 5' 49.609" N	97° 53' 42.787" W
			53	616218.17	2111967.68	19° 5' 50.525" N	97° 53' 42.714" W
			54	616382.11	2111971.31	19° 5' 50.609" N	97° 53' 37.103" W
			55	616414.18	2111967.39	19° 5' 50.475" N	97° 53' 36.006" W
			56	616429.20	2111972.35	19° 5' 50.633" N	97° 53' 35.491" W
			57	616488.74	2111973.67	19° 5' 50.664" N	97° 53' 33.454" W
			58	616567.56	2111951.25	19° 5' 49.918" N	97° 53' 30.762" W
			59	616592.17	2111930.76	19° 5' 49.247" N	97° 53' 29.924" W
			60	616643.79	2111915.30	19° 5' 48.733" N	97° 53' 28.161" W
			61	616639.20	2111930.87	19° 5' 49.241" N	97° 53' 28.315" W
			62	616651.75	2111927.30	19° 5' 49.122" N	97° 53' 27.886" W
			63	616569.89	2112047.34	19° 5' 53.044" N	97° 53' 30.661" W
			64	616489.59	2112178.25	19° 5' 57.318" N	97° 53' 33.380" W
			65	616487.48	2112185.87	19° 5' 57.567" N	97° 53' 33.451" W
			66	616891.48	2112298.51	19° 6' 1.147" N	97° 53' 19.602" W
			67	617372.22	2111925.50	19° 5' 48.914" N	97° 53' 3.234" W
			68	618097.82	2111384.86	19° 5' 31.177" N	97° 52' 38.524" W
			69	617273.23	2110464.98	19° 5' 1.425" N	97° 53' 6.939" W
			70	616655.20	2110204.77	19° 4' 53.088" N	97° 53' 28.141" W
			71	616625.91	2110473.53	19° 5' 1.837" N	97° 53' 29.085" W
			72	616715.87	2110500.44	19° 5' 2.694" N	97° 53' 26.001" W
			73	616918.13	2110583.35	19° 5' 5.349" N	97° 53' 19.063" W
			74	616972.21	2110741.69	19° 5' 10.489" N	97° 53' 17.178" W
EJIDO TEPATLAXCO DE HIDALGO	4	150	1	604454.26	2117230.97	19° 8' 44.033" N	98° 0' 24.235" W
			2	604485.31	2117207.08	19° 8' 43.250" N	98° 0' 23.176" W
			3	604471.73	2117154.15	19° 8' 41.531" N	98° 0' 23.652" W
			4	604466.62	2117125.10	19° 8' 40.587" N	98° 0' 23.832" W
			5	604554.13	2117141.20	19° 8' 41.095" N	98° 0' 20.834" W

COORDENADAS DE REFORESTACIÓN (500 HA.)							
PROPIETARIO	POLÍGONO	HA	No	X	Y	N	W
			6	604572.51	2117186.31	19° 8' 42.559" N	98° 0' 20.196" W
			7	604571.66	2117234.74	19° 8' 44.134" N	98° 0' 20.215" W
			8	604525.40	2117279.93	19° 8' 45.613" N	98° 0' 21.790" W
			9	604593.27	2117343.61	19° 8' 47.672" N	98° 0' 19.455" W
			10	604596.87	2117344.64	19° 8' 47.705" N	98° 0' 19.331" W
			11	604598.94	2117348.93	19° 8' 47.844" N	98° 0' 19.259" W
			12	604638.91	2117386.43	19° 8' 49.056" N	98° 0' 17.884" W
			13	604687.76	2117424.49	19° 8' 50.285" N	98° 0' 16.205" W
			14	604692.09	2117425.55	19° 8' 50.319" N	98° 0' 16.056" W
			15	604691.26	2117427.22	19° 8' 50.373" N	98° 0' 16.084" W
			16	604700.20	2117434.18	19° 8' 50.598" N	98° 0' 15.777" W
			17	604718.67	2117633.28	19° 8' 57.072" N	98° 0' 15.106" W
			18	604747.82	2117611.52	19° 8' 56.358" N	98° 0' 14.112" W
			19	604744.78	2117573.59	19° 8' 55.125" N	98° 0' 14.223" W
			20	604750.74	2117553.09	19° 8' 54.457" N	98° 0' 14.024" W
			21	604779.18	2117527.95	19° 8' 53.634" N	98° 0' 13.055" W
			22	604792.83	2117522.94	19° 8' 53.468" N	98° 0' 12.589" W
			23	604810.50	2117461.12	19° 8' 51.454" N	98° 0' 11.996" W
			24	604820.23	2117414.21	19° 8' 49.926" N	98° 0' 11.672" W
			25	604819.53	2117366.56	19° 8' 48.376" N	98° 0' 11.705" W
			26	604844.00	2117344.07	19° 8' 47.640" N	98° 0' 10.872" W
			27	604857.23	2117365.90	19° 8' 48.348" N	98° 0' 10.415" W
			28	604871.78	2117402.28	19° 8' 49.529" N	98° 0' 9.910" W
			29	604868.27	2117435.79	19° 8' 50.619" N	98° 0' 10.024" W
			30	604865.46	2117488.13	19° 8' 52.323" N	98° 0' 10.109" W
			31	604879.29	2117552.00	19° 8' 54.398" N	98° 0' 9.624" W
			32	604826.52	2117646.17	19° 8' 57.471" N	98° 0' 11.411" W
			33	604826.20	2117678.04	19° 8' 58.508" N	98° 0' 11.416" W
			34	604877.40	2117692.72	19° 8' 58.976" N	98° 0' 9.661" W
			35	604902.16	2117695.72	19° 8' 59.069" N	98° 0' 8.813" W
			36	604908.16	2117681.41	19° 8' 58.602" N	98° 0' 8.610" W
			37	604925.36	2117680.75	19° 8' 58.577" N	98° 0' 8.021" W
			38	604945.20	2117691.99	19° 8' 58.940" N	98° 0' 7.340" W
			39	604947.44	2117701.20	19° 8' 59.239" N	98° 0' 7.262" W
			40	605017.76	2117709.71	19° 8' 59.502" N	98° 0' 4.853" W
			41	605063.85	2117533.94	19° 8' 53.776" N	98° 0' 3.310" W
			42	605027.23	2117498.19	19° 8' 52.620" N	98° 0' 4.570" W
			43	605047.07	2117488.93	19° 8' 52.315" N	98° 0' 3.893" W
			44	605057.65	2117454.53	19° 8' 51.194" N	98° 0' 3.537" W

COORDENADAS DE REFORESTACIÓN (500 HA.)							
PROPIETARIO	POLÍGONO	HA	No	X	Y	N	W
			45	605060.96	2117409.55	19° 8' 49.730" N	98° 0' 3.433" W
			46	605078.82	2117423.44	19° 8' 50.179" N	98° 0' 2.819" W
			47	605096.56	2117409.17	19° 8' 49.711" N	98° 0' 2.214" W
			48	605119.58	2117321.38	19° 8' 46.851" N	98° 0' 1.444" W
			49	605085.20	2117306.03	19° 8' 46.358" N	98° 0' 2.624" W
			50	605060.74	2117207.14	19° 8' 43.146" N	98° 0' 3.480" W
			51	605018.50	2117152.92	19° 8' 41.390" N	98° 0' 4.937" W
			52	605049.33	2117156.65	19° 8' 41.506" N	98° 0' 3.881" W
			53	605044.45	2117146.89	19° 8' 41.189" N	98° 0' 4.049" W
			54	605079.15	2117160.27	19° 8' 41.617" N	98° 0' 2.859" W
			55	605109.78	2117163.98	19° 8' 41.732" N	98° 0' 1.810" W
			56	605156.49	2117091.83	19° 8' 39.377" N	98° 0' 0.225" W
			57	605129.51	2116996.88	19° 8' 36.293" N	98° 0' 1.167" W
			58	605100.00	2116905.86	19° 8' 33.338" N	98° 0' 2.195" W
			59	605079.21	2116821.48	19° 8' 30.597" N	98° 0' 2.923" W
			60	605067.31	2116713.45	19° 8' 27.084" N	98° 0' 3.352" W
			61	605020.80	2116751.36	19° 8' 28.327" N	98° 0' 4.936" W
			62	605012.50	2116889.56	19° 8' 32.824" N	98° 0' 5.193" W
			63	605070.99	2116946.51	19° 8' 34.665" N	98° 0' 3.180" W
			64	605059.55	2116976.73	19° 8' 35.651" N	98° 0' 3.566" W
			65	604990.86	2116956.16	19° 8' 34.994" N	98° 0' 5.921" W
			66	604980.59	2116975.13	19° 8' 35.613" N	98° 0' 6.269" W
			67	604965.03	2117094.68	19° 8' 39.505" N	98° 0' 6.778" W
			68	604934.03	2117112.95	19° 8' 40.105" N	98° 0' 7.836" W
			69	604930.98	2117123.46	19° 8' 40.448" N	98° 0' 7.938" W
			70	604940.53	2117203.93	19° 8' 43.064" N	98° 0' 7.595" W
			71	604903.28	2117173.71	19° 8' 42.087" N	98° 0' 8.876" W
			72	604905.61	2117119.20	19° 8' 40.314" N	98° 0' 8.807" W
			73	604907.28	2117075.49	19° 8' 38.892" N	98° 0' 8.759" W
			74	604897.79	2117036.37	19° 8' 37.621" N	98° 0' 9.091" W
			75	604897.59	2116999.16	19° 8' 36.410" N	98° 0' 9.105" W
			76	604885.06	2116981.89	19° 8' 35.851" N	98° 0' 9.537" W
			77	604865.81	2116976.06	19° 8' 35.665" N	98° 0' 10.197" W
			78	604863.58	2116950.73	19° 8' 34.841" N	98° 0' 10.279" W
			79	604897.25	2116937.07	19° 8' 34.391" N	98° 0' 9.129" W
			80	604897.18	2116924.45	19° 8' 33.980" N	98° 0' 9.134" W
			81	604908.91	2116844.00	19° 8' 31.361" N	98° 0' 8.748" W
			82	604905.75	2116830.11	19° 8' 30.910" N	98° 0' 8.859" W
			83	604905.90	2116807.74	19° 8' 30.182" N	98° 0' 8.858" W

COORDENADAS DE REFORESTACIÓN (500 HA.)							
PROPIETARIO	POLÍGONO	HA	No	X	Y	N	W
			84	604921.90	2116754.66	19° 8' 28.452" N	98° 0' 8.321" W
			85	604887.25	2116623.45	19° 8' 24.191" N	98° 0' 9.533" W
			86	604869.60	2116587.34	19° 8' 23.019" N	98° 0' 10.144" W
			87	604872.52	2116573.12	19° 8' 22.556" N	98° 0' 10.047" W
			88	604832.39	2116436.93	19° 8' 18.133" N	98° 0' 11.447" W
			89	604839.52	2116284.24	19° 8' 13.165" N	98° 0' 11.233" W
			90	604873.29	2116277.57	19° 8' 12.941" N	98° 0' 10.078" W
			91	604903.96	2116233.60	19° 8' 11.505" N	98° 0' 9.037" W
			92	604570.23	2116115.22	19° 8' 7.716" N	98° 0' 20.482" W
			93	604564.05	2116111.33	19° 8' 7.591" N	98° 0' 20.695" W
			94	604562.43	2116110.66	19° 8' 7.569" N	98° 0' 20.750" W
			95	604565.12	2116124.83	19° 8' 8.030" N	98° 0' 20.655" W
			96	604580.70	2116157.31	19° 8' 9.083" N	98° 0' 20.116" W
			97	604581.79	2116230.78	19° 8' 11.473" N	98° 0' 20.064" W
			98	604563.63	2116255.96	19° 8' 12.296" N	98° 0' 20.681" W
			99	604549.13	2116164.24	19° 8' 9.315" N	98° 0' 21.195" W
			100	604542.58	2116127.07	19° 8' 8.107" N	98° 0' 21.426" W
			101	604529.08	2116126.46	19° 8' 8.089" N	98° 0' 21.889" W
			102	604465.33	2116159.41	19° 8' 9.173" N	98° 0' 24.064" W
			103	604411.04	2116149.95	19° 8' 8.875" N	98° 0' 25.924" W
			104	604370.37	2116129.35	19° 8' 8.213" N	98° 0' 27.320" W
			105	604378.13	2116104.83	19° 8' 7.414" N	98° 0' 27.059" W
			106	604372.38	2116086.60	19° 8' 6.822" N	98° 0' 27.260" W
			107	604390.63	2116045.63	19° 8' 5.486" N	98° 0' 26.643" W
			108	604389.34	2116020.75	19° 8' 4.676" N	98° 0' 26.692" W
			109	604368.49	2116010.98	19° 8' 4.363" N	98° 0' 27.408" W
			110	604357.76	2116017.00	19° 8' 4.561" N	98° 0' 27.774" W
			111	604318.25	2116025.21	19° 8' 4.835" N	98° 0' 29.124" W
			112	604307.03	2116031.73	19° 8' 5.049" N	98° 0' 29.507" W
			113	604274.75	2116090.00	19° 8' 6.950" N	98° 0' 30.601" W
			114	604256.91	2116058.30	19° 8' 5.923" N	98° 0' 31.217" W
			115	604267.09	2116032.31	19° 8' 5.075" N	98° 0' 30.874" W
			116	604275.64	2115977.38	19° 8' 3.287" N	98° 0' 30.592" W
			117	604183.85	2115935.22	19° 8' 1.932" N	98° 0' 33.742" W
			118	604177.80	2115974.11	19° 8' 3.199" N	98° 0' 33.941" W
			119	604231.06	2115983.90	19° 8' 3.507" N	98° 0' 32.117" W
			120	604229.31	2116026.54	19° 8' 4.895" N	98° 0' 32.168" W
			121	604180.18	2116085.51	19° 8' 6.822" N	98° 0' 33.839" W
			122	604240.97	2116089.81	19° 8' 6.950" N	98° 0' 31.757" W

COORDENADAS DE REFORESTACIÓN (500 HA.)							
PROPIETARIO	POLÍGONO	HA	No	X	Y	N	W
			123	604249.70	2116138.84	19° 8' 8.544" N	98° 0' 31.449" W
			124	604324.57	2116175.60	19° 8' 9.726" N	98° 0' 28.879" W
			125	604279.24	2116225.90	19° 8' 11.371" N	98° 0' 30.421" W
			126	604268.32	2116296.94	19° 8' 13.683" N	98° 0' 30.780" W
			127	604225.01	2116388.33	19° 8' 16.664" N	98° 0' 32.245" W
			128	604129.64	2116376.93	19° 8' 16.311" N	98° 0' 35.512" W
			129	604130.96	2116391.52	19° 8' 16.785" N	98° 0' 35.464" W
			130	604126.79	2116389.88	19° 8' 16.733" N	98° 0' 35.607" W
			131	604121.17	2116415.44	19° 8' 17.565" N	98° 0' 35.794" W
			132	604131.22	2116596.07	19° 8' 23.440" N	98° 0' 35.415" W
			133	604131.23	2116596.07	19° 8' 23.440" N	98° 0' 35.415" W
			134	604131.23	2116596.29	19° 8' 23.447" N	98° 0' 35.415" W
			135	604132.52	2116619.58	19° 8' 24.204" N	98° 0' 35.366" W
			136	604138.00	2116756.54	19° 8' 28.658" N	98° 0' 35.152" W
			137	604074.03	2116783.83	19° 8' 29.558" N	98° 0' 37.336" W
			138	603965.11	2116793.74	19° 8' 29.901" N	98° 0' 41.062" W
			139	603907.97	2116719.69	19° 8' 27.502" N	98° 0' 43.033" W
			140	603908.54	2116619.63	19° 8' 24.247" N	98° 0' 43.033" W
			141	603881.24	2116546.60	19° 8' 21.876" N	98° 0' 43.981" W
			142	603859.48	2116543.06	19° 8' 21.765" N	98° 0' 44.726" W
			143	603862.15	2116528.39	19° 8' 21.288" N	98° 0' 44.638" W
			144	603795.14	2116534.72	19° 8' 21.506" N	98° 0' 46.930" W
			145	603796.93	2116439.94	19° 8' 18.422" N	98° 0' 46.887" W
			146	603841.11	2116371.72	19° 8' 16.195" N	98° 0' 45.388" W
			147	603841.80	2116250.60	19° 8' 12.254" N	98° 0' 45.388" W
			148	603817.63	2116099.05	19° 8' 7.329" N	98° 0' 46.245" W
			149	603862.59	2116115.10	19° 8' 7.843" N	98° 0' 44.703" W
			150	603892.02	2116220.60	19° 8' 11.269" N	98° 0' 43.675" W
			151	603855.59	2116245.41	19° 8' 12.083" N	98° 0' 44.917" W
			152	603865.33	2116294.18	19° 8' 13.668" N	98° 0' 44.575" W
			153	603894.98	2116361.49	19° 8' 15.852" N	98° 0' 43.547" W
			154	603930.83	2116439.38	19° 8' 18.379" N	98° 0' 42.305" W
			155	603936.50	2116322.23	19° 8' 14.567" N	98° 0' 42.133" W
			156	603936.87	2116321.86	19° 8' 14.555" N	98° 0' 42.120" W
			157	603931.95	2116274.21	19° 8' 13.006" N	98° 0' 42.298" W
			158	603935.12	2116265.79	19° 8' 12.731" N	98° 0' 42.191" W
			159	603945.30	2116238.69	19° 8' 11.848" N	98° 0' 41.848" W
			160	603924.83	2116172.07	19° 8' 9.685" N	98° 0' 42.561" W
			161	603912.97	2116139.32	19° 8' 8.622" N	98° 0' 42.974" W

COORDENADAS DE REFORESTACIÓN (500 HA.)							
PROPIETARIO	POLÍGONO	HA	No	X	Y	N	W
			162	603885.97	2116086.24	19° 8' 6.900" N	98° 0' 43.908" W
			163	603895.09	2116089.98	19° 8' 7.020" N	98° 0' 43.595" W
			164	603869.38	2116019.03	19° 8' 4.716" N	98° 0' 44.489" W
			165	603857.72	2115982.88	19° 8' 3.543" N	98° 0' 44.895" W
			166	603825.11	2115881.85	19° 8' 0.262" N	98° 0' 46.031" W
			167	603847.47	2115893.77	19° 8' 0.646" N	98° 0' 45.263" W
			168	603826.64	2115852.14	19° 7' 59.295" N	98° 0' 45.984" W
			169	603817.71	2115816.95	19° 7' 58.152" N	98° 0' 46.297" W
			170	603726.21	2115796.53	19° 7' 57.505" N	98° 0' 49.432" W
			171	603706.80	2115927.48	19° 8' 1.768" N	98° 0' 50.071" W
			172	603746.34	2116070.49	19° 8' 6.413" N	98° 0' 48.690" W
			173	603749.33	2116126.04	19° 8' 8.220" N	98° 0' 48.577" W
			174	603752.81	2116190.95	19° 8' 10.330" N	98° 0' 48.445" W
			175	603756.84	2116265.84	19° 8' 12.766" N	98° 0' 48.293" W
			176	603759.25	2116310.77	19° 8' 14.227" N	98° 0' 48.202" W
			177	603763.81	2116395.65	19° 8' 16.988" N	98° 0' 48.030" W
			178	603740.65	2116465.43	19° 8' 19.262" N	98° 0' 48.809" W
			179	603728.04	2116503.39	19° 8' 20.499" N	98° 0' 49.233" W
			180	603694.96	2116603.04	19° 8' 23.747" N	98° 0' 50.346" W
			181	603688.66	2116622.02	19° 8' 24.365" N	98° 0' 50.558" W
			182	603682.35	2116641.00	19° 8' 24.984" N	98° 0' 50.770" W
			183	603713.12	2116724.29	19° 8' 27.688" N	98° 0' 49.701" W
			184	603751.23	2116827.48	19° 8' 31.037" N	98° 0' 48.377" W
			185	603703.05	2116942.82	19° 8' 34.798" N	98° 0' 50.003" W
			186	603669.67	2117022.75	19° 8' 37.405" N	98° 0' 51.131" W
			187	603658.10	2117050.43	19° 8' 38.307" N	98° 0' 51.521" W
			188	603803.94	2117283.40	19° 8' 45.859" N	98° 0' 46.484" W
			189	603718.29	2117847.66	19° 9' 4.230" N	98° 0' 49.307" W
			190	603949.12	2118156.70	19° 9' 14.241" N	98° 0' 41.346" W
			191	604055.07	2118172.02	19° 9' 14.720" N	98° 0' 37.716" W
			192	604050.57	2118154.45	19° 9' 14.149" N	98° 0' 37.873" W
			193	604031.08	2118111.14	19° 9' 12.744" N	98° 0' 38.549" W
			194	603962.27	2117999.34	19° 9' 9.119" N	98° 0' 40.926" W
			195	603959.34	2117998.68	19° 9' 9.099" N	98° 0' 41.027" W
			196	603945.98	2117979.06	19° 9' 8.463" N	98° 0' 41.488" W
			197	603951.23	2117973.27	19° 9' 8.274" N	98° 0' 41.309" W
			198	603944.50	2117945.15	19° 9' 7.360" N	98° 0' 41.545" W
			199	603970.16	2117894.57	19° 9' 5.710" N	98° 0' 40.676" W
			200	604062.29	2117975.18	19° 9' 8.315" N	98° 0' 37.507" W

COORDENADAS DE REFORESTACIÓN (500 HA.)							
PROPIETARIO	POLÍGONO	HA	No	X	Y	N	W
			201	604071.07	2117987.75	19° 9' 8.722" N	98° 0' 37.204" W
			202	604081.83	2117991.46	19° 9' 8.841" N	98° 0' 36.835" W
			203	604116.22	2118037.28	19° 9' 10.325" N	98° 0' 35.649" W
			204	604124.98	2118059.38	19° 9' 11.043" N	98° 0' 35.345" W
			205	604128.78	2118070.45	19° 9' 11.402" N	98° 0' 35.212" W
			206	604131.49	2118074.33	19° 9' 11.528" N	98° 0' 35.119" W
			207	604133.53	2118084.25	19° 9' 11.850" N	98° 0' 35.047" W
			208	604139.33	2118101.13	19° 9' 12.398" N	98° 0' 34.845" W
			209	604144.07	2118134.61	19° 9' 13.486" N	98° 0' 34.677" W
			210	604222.19	2118184.29	19° 9' 15.088" N	98° 0' 31.993" W
			211	604229.55	2118203.13	19° 9' 15.699" N	98° 0' 31.738" W
			212	604257.97	2118231.54	19° 9' 16.618" N	98° 0' 30.759" W
			213	604249.75	2118254.89	19° 9' 17.380" N	98° 0' 31.036" W
			214	604251.58	2118259.56	19° 9' 17.531" N	98° 0' 30.972" W
			215	604409.99	2118313.81	19° 9' 19.266" N	98° 0' 25.539" W
			216	604318.20	2118192.13	19° 9' 15.325" N	98° 0' 28.705" W
			217	604300.68	2118158.98	19° 9' 14.250" N	98° 0' 29.311" W
			218	604296.66	2118134.77	19° 9' 13.463" N	98° 0' 29.453" W
			219	604284.83	2118119.16	19° 9' 12.958" N	98° 0' 29.862" W
			220	604257.01	2118100.44	19° 9' 12.354" N	98° 0' 30.817" W
			221	604252.70	2118073.22	19° 9' 11.469" N	98° 0' 30.970" W
			222	604235.20	2118047.93	19° 9' 10.650" N	98° 0' 31.574" W
			223	604204.08	2117932.87	19° 9' 6.913" N	98° 0' 32.662" W
			224	604180.64	2117862.08	19° 9' 4.614" N	98° 0' 33.478" W
			225	604115.66	2117799.57	19° 9' 2.593" N	98° 0' 35.714" W
			226	604108.75	2117798.31	19° 9' 2.553" N	98° 0' 35.951" W
			227	604092.76	2117775.47	19° 9' 1.813" N	98° 0' 36.503" W
			228	604064.67	2117731.01	19° 9' 0.372" N	98° 0' 37.473" W
			229	603990.94	2117624.95	19° 8' 56.935" N	98° 0' 40.017" W
			230	603989.92	2117622.02	19° 8' 56.840" N	98° 0' 40.053" W
			231	603978.56	2117605.59	19° 8' 56.308" N	98° 0' 40.445" W
			232	603980.15	2117593.98	19° 8' 55.930" N	98° 0' 40.393" W
			233	603954.00	2117518.88	19° 8' 53.491" N	98° 0' 41.302" W
			234	603966.68	2117514.51	19° 8' 53.347" N	98° 0' 40.869" W
			235	603960.37	2117503.40	19° 8' 52.987" N	98° 0' 41.087" W
			236	603986.93	2117506.00	19° 8' 53.066" N	98° 0' 40.178" W
			237	603988.79	2117473.26	19° 8' 52.001" N	98° 0' 40.120" W
			238	603983.15	2117410.03	19° 8' 49.945" N	98° 0' 40.326" W
			239	603984.38	2117345.13	19° 8' 47.834" N	98° 0' 40.296" W

COORDENADAS DE REFORESTACIÓN (500 HA.)							
PROPIETARIO	POLÍGONO	HA	No	X	Y	N	W
			240	603965.21	2117286.83	19° 8' 45.941" N	98° 0' 40.964" W
			241	603955.76	2117248.83	19° 8' 44.706" N	98° 0' 41.294" W
			242	603876.39	2117222.40	19° 8' 43.861" N	98° 0' 44.016" W
			243	603839.18	2117127.09	19° 8' 40.768" N	98° 0' 45.308" W
			244	603831.18	2117095.59	19° 8' 39.744" N	98° 0' 45.588" W
			245	603856.09	2117013.14	19° 8' 37.058" N	98° 0' 44.751" W
			246	603858.49	2117013.06	19° 8' 37.054" N	98° 0' 44.669" W
			247	603868.49	2116974.89	19° 8' 35.811" N	98° 0' 44.335" W
			248	603872.21	2116846.94	19° 8' 31.648" N	98° 0' 44.232" W
			249	603963.87	2116836.40	19° 8' 31.288" N	98° 0' 41.097" W
			250	604027.23	2116834.12	19° 8' 31.203" N	98° 0' 38.928" W
			251	604027.99	2116815.93	19° 8' 30.611" N	98° 0' 38.906" W
			252	604060.01	2116804.97	19° 8' 30.248" N	98° 0' 37.812" W
			253	604099.60	2116785.60	19° 8' 29.611" N	98° 0' 36.461" W
			254	604090.34	2116817.61	19° 8' 30.654" N	98° 0' 36.772" W
			255	604111.40	2116809.19	19° 8' 30.376" N	98° 0' 36.052" W
			256	604134.99	2116814.24	19° 8' 30.536" N	98° 0' 35.244" W
			257	604140.60	2116842.93	19° 8' 31.468" N	98° 0' 35.046" W
			258	604159.95	2116843.57	19° 8' 31.486" N	98° 0' 34.384" W
			259	604161.89	2116852.74	19° 8' 31.783" N	98° 0' 34.315" W
			260	604170.98	2116854.95	19° 8' 31.854" N	98° 0' 34.004" W
			261	604169.14	2116886.81	19° 8' 32.890" N	98° 0' 34.061" W
			262	604170.16	2116891.63	19° 8' 33.047" N	98° 0' 34.025" W
			263	604169.83	2117000.96	19° 8' 36.604" N	98° 0' 34.015" W
			264	604183.01	2117106.64	19° 8' 40.039" N	98° 0' 33.543" W
			265	604205.31	2117164.39	19° 8' 41.913" N	98° 0' 32.769" W
			266	604205.03	2117220.30	19° 8' 43.732" N	98° 0' 32.768" W
			267	604208.87	2117239.92	19° 8' 44.370" N	98° 0' 32.632" W
			268	604231.09	2117279.13	19° 8' 45.641" N	98° 0' 31.864" W
			269	604219.17	2117292.56	19° 8' 46.080" N	98° 0' 32.270" W
			270	604219.54	2117294.45	19° 8' 46.142" N	98° 0' 32.257" W
			271	604182.14	2117352.75	19° 8' 48.045" N	98° 0' 33.526" W
			272	604177.39	2117407.49	19° 8' 49.827" N	98° 0' 33.677" W
			273	604176.83	2117422.10	19° 8' 50.302" N	98° 0' 33.694" W
			274	604194.89	2117461.99	19° 8' 51.597" N	98° 0' 33.068" W
			275	604201.00	2117471.35	19° 8' 51.900" N	98° 0' 32.857" W
			276	604210.41	2117490.96	19° 8' 52.536" N	98° 0' 32.531" W
			277	604233.31	2117514.14	19° 8' 53.286" N	98° 0' 31.743" W
			278	604257.71	2117531.04	19° 8' 53.831" N	98° 0' 30.904" W

COORDENADAS DE REFORESTACIÓN (500 HA.)							
PROPIETARIO	POLÍGONO	HA	No	X	Y	N	W
			279	604245.57	2117464.07	19° 8' 51.655" N	98° 0' 31.333" W
			280	604226.52	2117387.71	19° 8' 49.174" N	98° 0' 32.000" W
			281	604282.24	2117359.59	19° 8' 48.249" N	98° 0' 30.098" W
			282	604285.26	2117392.59	19° 8' 49.322" N	98° 0' 29.988" W
			283	604289.43	2117392.37	19° 8' 49.314" N	98° 0' 29.845" W
			284	604300.72	2117404.47	19° 8' 49.706" N	98° 0' 29.456" W
			285	604307.15	2117439.76	19° 8' 50.853" N	98° 0' 29.229" W
			286	604317.23	2117532.16	19° 8' 53.856" N	98° 0' 28.866" W
			287	604351.42	2117603.29	19° 8' 56.164" N	98° 0' 27.682" W
			288	604371.86	2117652.95	19° 8' 57.776" N	98° 0' 26.973" W
			289	604375.49	2117659.80	19° 8' 57.998" N	98° 0' 26.847" W
			290	604383.01	2117678.42	19° 8' 58.602" N	98° 0' 26.586" W
			291	604457.20	2117653.20	19° 8' 57.768" N	98° 0' 24.052" W
			292	604429.09	2117581.15	19° 8' 55.430" N	98° 0' 25.028" W
			293	604389.71	2117375.53	19° 8' 48.748" N	98° 0' 26.416" W
			294	604380.22	2117351.84	19° 8' 47.979" N	98° 0' 26.746" W
			295	604347.50	2117312.00	19° 8' 46.689" N	98° 0' 27.873" W
			296	604335.35	2117287.76	19° 8' 45.903" N	98° 0' 28.294" W
			297	604285.39	2117237.49	19° 8' 44.277" N	98° 0' 30.014" W
			298	604287.60	2117112.68	19° 8' 40.216" N	98° 0' 29.962" W
			299	604323.68	2117104.99	19° 8' 39.959" N	98° 0' 28.729" W
			300	604334.16	2117122.53	19° 8' 40.528" N	98° 0' 28.367" W
			301	604346.95	2117119.77	19° 8' 40.436" N	98° 0' 27.929" W
			302	604362.65	2117170.26	19° 8' 42.075" N	98° 0' 27.382" W
			303	604375.74	2117192.18	19° 8' 42.786" N	98° 0' 26.930" W
			304	604439.57	2117229.61	19° 8' 43.992" N	98° 0' 24.738" W

VI.1.4.5 FAUNA.

MODIFICACIÓN DEL HÁBITAT

AHUYENTAMIENTO DE FAUNA SILVESTRE.

La fauna tiene menores consecuencias por el cambio de uso de suelo, debido a su gran movilidad, sin embargo, el grupo más susceptible será la herpetofauna, Durante los transectos recorridos por todas las áreas de cambio de uso de suelo, se reporta lo siguiente:

- Reptiles – 4 especies con 13 individuos.
- Aves – 18 especies con 41 individuos.
- Mamíferos – 4 especies con 11 individuos.

El proyecto cuenta con un Programa de Ahuyentamiento de Fauna cuyo objetivo es prevenir los posibles impactos ambientales negativos hacia la fauna donde se desarrollará el proyecto, con especial énfasis hacia los organismos vertebrados, crías en nidos o aquellos que ocupan hábitats muy particulares (troncos huecos, principalmente). Previo a las actividades de cambio de uso de suelo, se realizarán las medidas de mitigación, compensación y/o prevención previas al cambio de uso de suelo, que consiste como primer paso realizar el ahuyentamiento de la fauna, esto es, generar condiciones de tipo ecológico que causen estrés ambiental y por consiguiente, un desplazamiento de los animales que se encuentren en la zona a intervenir por el proyecto. El segundo paso es el rescate; en este, se capturaran los organismos que no puedan migrar por el ahuyentamiento o que tengan lento desplazamiento. El tercer paso, muy ligado al segundo, es la reubicación de los organismos capturados en un lugar seguro para ellos. Con lo que se pretende establecer un mecanismo que disipe las especies presentes en el área del proyecto, de modo que estos no sean afectados por la implementación del mismo.

- **SE REALIZARÁ EL RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE.**

En el caso de especies animales de lento desplazamiento éstas deberán ser capturadas para ser trasladadas y posteriormente liberadas en ecosistemas similares en los cuales no se vislumbre próximo un proceso de afectación. Se puede decir que dentro de la fauna encontrada en el AP ninguna presenta categoría de riesgo, sin embargo, en el programa anexo a este documento no se hace distinción del rescate de fauna silvestre con y sin estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La captura, traslado y reubicación de las especies, se realizará tomando en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Evitar al máximo la manipulación y en caso de que sea indispensable, reducir al máximo el tiempo de manejo.
- Mantener en todo momento a los organismos dentro de sus contenedores, los cuales no deberán ser expuestos directamente al sol, lluvia o condiciones extremas de frío.
- Se deberán acondicionar los contenedores con agua y vegetación con el fin de conservar la humedad para aquellos que lo requieran.
- En la medida de lo posible, se deberá tener un contenedor por cada individuo, y nunca mezclarán individuos de diferentes especies.
- Realizar las liberaciones de los individuos el mismo día de su captura, o a más tardar al día siguiente. Los horarios para llevar a cabo estas actividades deberán coincidir con los horarios de actividad propios de cada especie.
- Los recorridos a las áreas de liberación deberán ser breves, o en caso contrario se deberá verificar el estado de los individuos, asegurándose de que se encuentran en buenas condiciones para ser liberados; en caso contrario, los individuos se mantendrán en cuarentena, en contenedores especialmente acondicionados para el tipo de organismo en cuestión, asegurándose que cuente con agua y alimento, así como con las condiciones específicas de humedad y temperatura. Si los casos son más graves, se trasladará a los animales a UMA'S o zoológicos.

El programa de ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre, el ahuyentamiento comprende la utilización de diferentes metodologías y técnicas que incluyen estímulos visuales (siluetas y globos),

estímulos auditivos (reproducción de sonidos que alerten el peligro), estímulos mecánicos (movimiento de la vegetación arbórea y arbustiva) y estímulos químicos (hormonas de animales depredadores).

Para el proyecto, el ahuyentamiento de fauna silvestre se realizará principalmente mediante recorridos en la superficie total del área del proyecto; dichos recorridos se harán previo al inicio de la etapa de desmonte y despalme. Las acciones de ahuyentamiento y seguimiento de los individuos, se iniciarán desde la zona centro del área de influencia hacia la periferia. Eventualmente se extenderán más allá de los límites del área de influencia directa del proyecto para asegurar desplazamientos poblacionales hacia sectores sin intervención antrópica.

La metodología para el ahuyentamiento de las especies y en caso de que alguna especie sea rescatada, así como la calendarización de cómo se llevara a cabo esta actividad, se explica más a detalle en el anexo del programa de ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre (ANEXO 13. PROG. RESCATE_FAUNA).

VI.1.4.6 PAISAJE.

MODIFICACIÓN DEL PAISAJE

- **LIMPIEZA Y RETIRO DE LA MAQUINARIA.**

Una vez concluidas cada una de las actividades de cambio de uso de suelo por intervención dentro de la vida útil del proyecto, se contempla el retiro de la maquinaria implementada dentro del área del proyecto, de modo que esto permita la realización de la limpieza del sitio en donde se prevé la remoción de todo material no perteneciente de manera natural al sitio.

- **MANTENIMIENTO Y RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.**

Durante la vida útil del proyecto se prevé la generación de diversos residuos sólidos no peligrosos generados por los trabajadores (restos de comida, botellas, bolsas, papel, etc.) mismas que puedan generar una vista desagradable al mismo personal de trabajadores y cualquier transeúnte cercano. Para evitar que los diversos residuos generados contaminen el área y den un aspecto desagradable, se realizará la supervisión constante de las zonas de trabajo y se le dará mantenimiento en cada intervención de la ejecución del proyecto, así mismo, en caso de que se lleguen a generar residuos se deberá disponer en los contenedores satélites distribuidos en la empresa y/o en los almacenes de residuos correspondientes.

Las medidas a proponer aseguran la mitigación y compensación de dichos impactos, la verificación se va a dar a través del cumplimiento del plan de vigilancia ambiental a establecer en el siguiente apartado.

VI.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA).

Uno de los objetivos del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) es la propuesta, diseño y seguimiento de acciones preventivas, mitigatorias, correctivas y/o compensatorias aplicadas a las interacciones potenciales adversas entre el proyecto y el ambiente, con la finalidad de preservar esta relación en el punto más armónico posible, no deteniendo el desarrollo y protegiendo al ambiente.

VI.2.1 INTRODUCCIÓN.

Las acciones que en su conjunto se denominan “medidas de mitigación o manejo”, siendo éstas las que pueden aplicarse para evitar y reducir los impactos negativos ocasionados a los componentes

ambientales o compensar el daño causado en un área con las preservaciones o mejoramiento de otra, dichas medidas deben proporcionar:

- ✓ Evitar el impacto por completo, al no realizar una cierta o partes de la misma.
- ✓ Reducir el impacto generado por las actividades a realizar.
- ✓ Reparar el impacto ocasionado, rehabilitando y restaurando el medio afectado.
- ✓ Reducir el impacto generado, mediante las tareas de protección y mantenimiento durante la vida útil del proyecto.
- ✓ Compensar el impacto generado, mediante el remplazo de recursos ambientales sustitutos.

VI.2.2 OBJETIVOS.

VI.2.2.1 OBJETIVO GENERAL.

Vigilar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación que se proponen para combatir los impactos generados por la ejecución del proyecto, así mismo, se busca garantizar la protección y conservación de los recursos naturales que se encuentran en el sistema ambiental.

VI.2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Establecer medidas oportunas para cada impacto generado, teniendo como objetivo principal el cuidado de los recursos naturales.
- Verificar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación que se aplicarán durante y después de la vida útil del proyecto, para disminuir al mínimo los impactos ambientales.
- Detectar oportunamente impactos no previstos para implementar medidas adicionales, así como alteraciones no previstas anteriormente.

VI.2.3 RESPONSABILIDAD DEL SEGUIMIENTO.

El cumplimiento, control y seguimiento de las medidas contra impactos, quedara a responsabilidad de la empresa promovente, quien las ejecutara en conjunto con personal propio o mediante asistencia técnica. Por su parte, la empresa interesada de la obra, nombrara a un Responsable Técnico, cuyo cargo será la responsabilidad de ejecutar las medidas de prevención, mitigación y/o compensación previamente expuestas en el documento.

VI.2.4 ACCIONES DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.

De un principio, para la obtención de los objetivos antes señalados se deberá contratar Asistencia Técnica (Responsable Técnico) que posea los conocimientos adecuados.

Las tareas fundamentales de dicha asistencia consistirán en:

- Conocer la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular (MIA-P) y el resto de condiciones ambientales recogidas en la resolución de autorización.
- Asistencia a la reunión de replanteo y realización de una visita semanal a las obras.
- Supervisar, controlar y recibir los materiales, condiciones de ejecución, almacenamiento y unidades de obra relacionadas con el acabado formal de las superficies nuevas, con un acondicionamiento y con el tratamiento estético y vegetal.

- Coordinar la aplicación de medidas de prevención, mitigación y compensación.
- Comprobación de que se acota correctamente en espacio el ámbito de proyecto, fuera del cual no deben ejecutarse.

VI.2.5 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS.

Otro de los objetivos del PVA, es llevar a cabo el cumplimiento y ejecución de todas y cada una de las medidas preventivas, de mitigación y/o compensación, mediante supervisión y seguimiento de estas, las cuales son determinadas en el presente estudio; lo dicho se encuentra basado en la elaboración de los diferentes programas, estudios y planes, tomando en cuenta los aspectos siguientes:

- Impactos ambientales detectados por la implementación del proyecto.
- Medidas de vigilancia propuestas para la regulación de impactos ambientales.
- Legislación y normatividad vigente y aplicable al proyecto.

En el siguiente cuadro se presenta el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) basado en los impactos ambientales detectados por el desarrollo de las diferentes actividades que se llevarán a cabo durante el proyecto.

Cuadro VI.29. Programa de vigilancia ambiental.

Medio	Factor	Impacto	Medida de mitigación		Tipo de medida	Descripción de la medida	Meta	Indicador	Encargado	Duración	Recursos necesarios	Registro de cumplimiento	Cantidad
Abiótico	Agua	Reducción de la infiltración	M6	Delimitación de las áreas (restringir las actividades sólo al AP)	Prevención	Previo al inicio de actividades se realizará la delimitación de las áreas en donde se llevaran a cabo las diversas actividades contempladas, evitando la afectación de sitios no contemplados en el presente proyecto.	Establecer límites de trabajo y afectación	Perímetro de la superficie sujeta a evaluación	Coordinador del proyecto y trabajadores	Durante las actividades de cambio de uso de suelo (por intervención)	Equipo para realizar la limitación (Cinta de precaución)	Registro por medio de evidencia fotográfica.	En el perímetro del área del proyecto 1,808.17 m
			M8	Utilización de los sanitarios existentes	Prevención	Para impedir la contaminación del agua y suelo se fomentará la utilización de los baños existentes dentro del predio, estos reciben un mantenimiento periódicamente durante todo el tiempo de actividad.	Impedir la contaminación de agua cercana al AP	Número de sanitarios y registro de limpieza	Supervisor ambiental y trabajadores	Durante las actividades de cambio de uso de suelo (por intervención)	No aplica	Registro de mantenimiento y memorias fotográficas	Se utilizarán los existentes
			M5	Convenio de Reforestación CONAFOR - CALIDRA (Fondos Concurrentes)	Compensación	Existe un convenio CONAFOR-CALIDRA el cual a través de Fondos Concurrentes buscan el cuidado, preservación y mantenimiento de las zonas verdes, así mismo busca la reforestación de sitios dañados; para esta última se prevé compensar una superficie de 500 hectáreas con especies nativas de la zona involucrada. La proliferación de vegetación contribuye a la retención de agua y mejoramiento de la calidad de la misma.	Compensar los individuos removidos por el proyecto	Superficie y número de ejemplares plantados	Supervisor ambiental y trabajadores	Durante la vida útil del proyecto	Número de planta que se requiera	Bitácora de registro de los individuos plantados	375 hectáreas disponibles
			M2	Obras de conservación de suelos (terrazas individuales)	Mitigación	Como medida compensatoria se plantea el rescate de especies con alto valor ecológico y cultural (flora), para asegurar la sobrevivencia se contempla la ejecución de terrazas individuales de los cuales solo se realizará para los géneros Agave, Mammillaria y Opuntia. Estas obras cumplen con la función de retener el agua pluvial favoreciendo el crecimiento de las especies plantadas.	Recolectar las aguas pluviales	Cantidad de agua pluvial retenida	Supervisor ambiental y trabajadores	Durante la vida útil del proyecto	Equipo para realizar las terrazas (pala, pico, entre otros)	Bitácora de jornaleros, registro de las obras realizadas y memoria fotográfica	2,500 terrazas individuales en una superficie de 133.0205 ha.

Medio	Factor	Impacto	Medida de mitigación		Tipo de medida	Descripción de la medida	Meta	Indicador	Encargado	Duración	Recursos necesarios	Registro de cumplimiento	Cantidad
	Aire	Suspensión de partículas	M11	Horarios de trabajo bajo normativa	Prevención	Se establecerán horarios de trabajo estables permitidos por la normatividad vigente, de modo que esto permita establecer horarios fijos y de esta manera evitar largas jornadas laborales que generen e incrementen la generación de partículas suspendidas.	Establecer horarios justos para los trabajadores	Horas de trabajo	Coordinador del proyecto y trabajadores	Durante las actividades de cambio de uso de suelo (por intervención)	Trabajadores	Bitácoras de los jornales trabajados	Se trabajaran 50 horas a la semana con 1 de comida.
			M9	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Prevención	Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo la maquinaria y equipo, evitando así la generación innecesaria de partículas.	Establecer los niveles de generación de partículas aceptables	Número de equipo y maquinaria con mantenimiento	Coordinador del proyecto y operadores.	Durante el transporte de material orgánico	El costo establecido para el mantenimiento de la maquinaria y equipo	Bitácora de mantenimiento de maquinaria y equipo	Toda la maquinaria y el equipo.
			M10	Humedecimiento de superficies	Prevención	Durante las actividades de trabajo se humedecerán los caminos donde exista polvo, con el objetivo de evitar la dispersión de partículas. Se resalta que esta medida solo será implementada en temporal de sequía.	Evitar la generación de partículas suspendidas que dañe la calidad del aire	Número de pipas para riego o en su caso litros de agua	Coordinador del proyecto, supervisor ambiental y trabajadores	Durante las actividades de cambio de uso de suelo (por intervención)	Pipas de agua para riego y 1 operador	Bitácora del registro de las pipas de agua utilizadas y memoria fotográfica	Humedecimiento paulatino conforme el área del proyecto lo requiera.
		Perdida de confort sonoro	M9	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Prevención	Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo la maquinaria y equipo.	Establecer los niveles de ruido aceptables	Número de equipo y maquinaria con mantenimiento	Coordinador del proyecto y operadores.	Durante el transporte de material orgánico	El costo establecido para el mantenimiento de la maquinaria y equipo	Bitácora de mantenimiento de maquinaria y equipo	Toda la maquinaria y el equipo.

Medio	Factor	Impacto	Medida de mitigación		Tipo de medida	Descripción de la medida	Meta	Indicador	Encargado	Duración	Recursos necesarios	Registro de cumplimiento	Cantidad
			M11	Horarios de trabajo bajo normativa	Prevención	Las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria serán vertidas directamente a la atmósfera, por lo que se utilizarán vehículos, maquinaria y equipo con el sistema de escape y silenciadores en buenas condiciones de operación, así como, adecuada afinación de los motores de combustión interna por lo que las emisiones estarán debajo de los niveles máximos permisibles establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas, como: NOM-081-SEMARNAT-1994 que establece los niveles máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores (maquinaria pesada para la construcción); además de ajustarse al horario permitido por la misma.	Reducir al máximo las emisiones sonoras	Maquinaria con silenciadores	Coordinador del proyecto, supervisor ambiental, operadores de camión	Durante el transporte de material orgánico	Camiones y maquinaria con silenciador incluido	Bitácora de camiones utilizados y memoria fotográfica	Todos los camiones y maquinaria.
	Suelo	Perdida de material orgánico	M4	Rescate del material resultante del despalme	Prevención	No habrá una pérdida de suelo puesto que se pretende utilizar el mismo material removido para estabilizar la superficie del mismo proyecto así como impulsar la regeneración de vegetación en áreas que lo requieran. (ANEXO 11. PROG. RESCATE_SUELO)	Conservar el suelo fértil presente en el área del proyecto	Superficie y volumen almacenado	Supervisor ambiental, coordinador y operador de camiones	Durante las actividades de cambio de uso de suelo (por intervención)	Camión para el transporte del material y 1 operador	Bitácoras y registros del material almacenado.	En una superficie de 19.0182 ha., y un volumen 9,509.1 m³.
			M2	Obras de conservación de suelos (terrazas individuales)	Mitigación	Establecer mecanismos que incentiven la conservación del suelo y reduzcan la erosión.	Retención de la mayor cantidad de suelo, evitando su perdida	Retención del suelo por medio de la captación	Coordinador del proyecto y trabajadores	Durante la vida útil del proyecto	Trabajadores y recursos necesarios para su construcción	Bitácoras de los jornales y registro de las obras realizadas y memorias fotografías	Captación de 235 ton de azolve
			M1	Evitar la exposición prolongada del suelo desnudo	Prevención	Para evitar la erosión del suelo se debe reducir el tiempo entre el desmonte y el despalme para evitar la exposición prolongada de la capa orgánica.	Realizar el desmonte y despalme en el menor tiempo posible	No exceder el tiempo estimado para la realización de las actividades	Coordinador del proyecto y trabajadores	Durante las actividades de cambio de uso de suelo (por intervención)	Programación de la actividad	Registro de los jornales para la desmonte y despalme y memoria fotográfica	En los años de intervención (1 al 9)

Medio	Factor	Impacto	Medida de mitigación		Tipo de medida	Descripción de la medida	Meta	Indicador	Encargado	Duración	Recursos necesarios	Registro de cumplimiento	Cantidad
		Aumento de la erosión	M3	Establecimiento de una franja de amortiguamiento	Prevención	Se establecerá una zona de amortiguamiento en la parte oriente del área del proyecto, misma que fungirá como un mecanismo para proteger la vegetación presente más allá del área del proyecto delimitado, esta es considerada como una medida alternativa.	Restringir actividades al área del proyecto	Área verde (amortiguamiento) delimitada	Coordinador del proyecto	Durante las actividades de cambio de uso de suelo (por intervención)	No se requerirá de ningún tipo de recurso, excepto no rebasar el límite establecido	Fotos y bitácora de cumplimiento	Zona de amortiguamiento de 2.9641 ha.
			M5	Convenio de Reforestación CONAFOR - CALIDRA (Fondos Concurrentes)	Compensación	Como parte de cumplimiento a las condicionantes, CALIDRA DE ORIENTE S.A DE C.V., realizo un convenio junto con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) para que atravesó de Fondos Concurrentes se reforeste 500 hectáreas y se busque el cuidado y mantenimiento de las zonas verdes pertenecientes a 3 ejidos. El establecimiento de vegetación por medio de la raíces contribuye a la retención de suelo.	Compensar los individuos removidos por el proyecto	Superficie y número de ejemplares plantados	Supervisor ambiental y trabajadores	Durante la vida útil del proyecto	Número de planta que se requiera	Bitácora de registro de los individuos plantados	375 hectáreas disponibles
			M2	Obras de conservación de suelos (terrazas individuales)	Mitigación	Las mismas obras de conservación de suelos propuestas para la retención de agua, cumplen con la función de retener el suelo que se llegase a perder por la ejecución de las actividades del proyecto.	Retención de la mayor cantidad de suelo, evitando su perdida	Retención del suelo por medio de la recolección	Coordinador del proyecto y trabajadores	Durante la vida útil del proyecto	Trabajadores y recursos necesarios para su construcción	Bitácora de jornaleros, registro de las obras realizadas y memoria fotográfica	2,500 terrazas individuales en una superficie de 133.0205 ha.

Medio	Factor	Impacto	Medida de mitigación		Tipo de medida	Descripción de la medida	Meta	Indicador	Encargado	Duración	Recursos necesarios	Registro de cumplimiento	Cantidad
		Contaminación del suelo>	M7	Mantenimiento y Recolección de residuos sólidos	Prevención	Al considerar que el cambio de uso de suelo se realizará de manera paulatina en un periodo de 10 años, se considera que el proceso en sí, no es una operación en la cual se genere una cantidad considerable de residuos y que estos puedan provocar una contaminación. No obstante, en caso de que se lleguen a generar residuos, derivados de las actividades, deberán contenerse y disponerse en los almacenes de residuos correspondientes, en el área de residuos y en los contenedores satélite distribuidos en la empresa.	Evitar la contaminación del suelo y el desagrado visual	Extensión de superficie limpia	Supervisor ambiental y trabajadores	Durante las actividades de cambio de uso de suelo (por intervención)	Trabajadores y recursos necesarios para su mantenimiento	Registro de mantenimiento y memorias fotográficas.	Vigilancia continua y recolección de residuos
Biótico	Flora	Perdida de cobertura vegetal	M12	Rescate y reubicación de flora	Prevención	El proyecto, previo a las actividades de cambio de uso del suelo, contempla la implementación de un "Programa de Rescate y Reubicación de Especies de Flora Silvestre" (ANEXO 12. PROG. RESCATE_FLORA), con el cual se pretende proteger y conservar especies de flora nativa mediante técnicas apropiadas para garantizar su permanencia.	Conservar la diversidad presente en la zona de estudio	Número de ejemplares rescatados y reubicados	Supervisor ambiental y trabajadores	Durante las actividades de cambio de uso de suelo (por intervención)	El costo estimado para el programa de rescate de flora será de $210,050.00	Bitácora de registro de los ejemplares rescatados y reubicados	2,871 individuos a reubicar
			M5	Convenio de Reforestación CONAFOR - CALIDRA (Fondos Concurrentes)	Compensación	Como parte de cumplimiento a las condicionantes, CALIDRA realizo un convenio junto con la CONAFOR para que a través de Fondos Concurrentes se reforeste 500 hectáreas con especies nativas de la zona involucrada, así mismo, este convenio busca el cuidado y mantenimiento de las zonas verdes existentes.	Compensar los individuos removidos por el proyecto	Superficie y número de ejemplares plantados	Supervisor ambiental y trabajadores	Durante la vida útil del proyecto	La planta a adquirir	Bitácora de registro de los individuos plantados y sobrevivencia	375 hectáreas disponibles

Medio	Factor	Impacto	Medida de mitigación		Tipo de medida	Descripción de la medida	Meta	Indicador	Encargado	Duración	Recursos necesarios	Registro de cumplimiento	Cantidad
	Fauna	Modificación del hábitat	M13	Ahuyentamiento de fauna silvestre	Prevención	Se realizarán recorridos para el ahuyentamiento de fauna silvestre, con lo que se pretende establecer un mecanismo que disipe las especies de fauna presentes en el área del proyecto, de modo que estos no sean afectados por la implementación del mismo.	Evitar el daño a la fauna presente en el área del proyecto	Especies encontradas durante el ahuyentamiento	Supervisor ambiental y trabajadores	Tendrá una duración de 10 años y se realizará durante las actividades de cambio de uso de suelo	1 Técnico especialista en rescate de fauna y 2 trabajadores	Bitácora de registro de los ejemplares ahuyentados y encontrados	En la superficie total del área del proyecto, 19.0182 ha.
			M14	Se realizará el rescate y reubicación de fauna silvestre	Prevención	El proyecto, previo a las actividades de cambio de uso de suelo, cuenta con un "Programa de Ahuyentamiento de Fauna", cuyo objetivo es minimizar los posibles impactos ambientales negativos hacia la fauna donde se desarrollará el proyecto, con especial énfasis hacia los organismos de lento desplazamiento, crías en nidos o aquellos que ocupan hábitats muy particulares (cuevas y tronco huecos, principalmente) y especies protegidas (en caso de encontrarse) por la NOM-059-SEMARNAT-2010. En el caso de especies animales de lento desplazamiento éstas deberán ser capturadas para ser trasladadas y posteriormente liberadas en ecosistemas similares en los cuales no se vislumbre próximo un proceso de afectación. Se puede decir que dentro de la fauna encontrada en el AP ninguna presenta categoría de riesgo, sin embargo, en el programa anexo a este documento no se hace distinción del rescate de fauna silvestre con y sin estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Lo que se propone es un Programa de ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre (ANEXO 13. PROG. RESCATE_FAUNA).	Conservar la diversidad faunística presente en la región	Ahuyentar todos los ejemplares avistados y número de ejemplares reubicados	Coordinador del proyecto, supervisor ambiental y trabajadores.	Tendrá una duración de 10 años y se realizará durante las actividades de cambio de uso de suelo	El costo estimado para el programa de ahuyentamiento de fauna será de $346,150.00	Bitácora del avistamiento de especies de fauna ahuyentadas y bitácora de registro de los ejemplares rescatados y reubicados, y material fotográfico	En la superficie total del área del proyecto, 19.0182 ha.

Medio	Factor	Impacto	Medida de mitigación		Tipo de medida	Descripción de la medida	Meta	Indicador	Encargado	Duración	Recursos necesarios	Registro de cumplimiento	Cantidad
Perceptual	Paisaje	Modificación del paisaje	M15	Limpieza y retiro de la maquinaria	Mitigación	Se retirará la maquinaria y se llevará a cabo la limpieza del área del proyecto, removiendo todos aquellos objetos que no sean propias de la naturaleza del sitio intervenido.	Mitigar los impactos causados en el área del proyecto	Número de maquinaria removida	Supervisor ambiental, coordinador y operador de camiones	Durante las actividades de cambio de uso de suelo (por intervención)	1 operador y 2 trabajadores	Bitácora de máquinas retirada y memoria fotográfica	En la superficie total del área del proyecto, 19.0182 ha.
			M6	Delimitación de las áreas (restringir las actividades sólo al AP)	Prevención	Previo al inicio de actividades se realizará el marqueo de las áreas en donde se llevaran a cabo las diversas actividades contempladas, evitando la afectación de sitios no contemplados en el presente proyecto.	Establecer límites de trabajo y afectación	Perímetro de la superficie sujeta a evaluación	Coordinador del proyecto y trabajadores	Durante las actividades de cambio de uso de suelo (por intervención)	Equipo para realizar la limitación (Cinta de precaución)	Registro por medio de evidencia fotográfica.	En el perímetro del área del proyecto 1,808.17 m
			M7	Mantenimiento y Recolección de residuos sólidos	Prevención	Para evitar que los diversos residuos generados contaminen el área y den un aspecto desagradable, se realizará la supervisión constante de las zonas de trabajo y se le dará mantenimiento en cada intervención de la ejecución del proyecto, así mismo, en caso de que se lleguen a generar residuos se deberá disponer en los almacenes correspondientes.	Evitar la contaminación del suelo y el desagrado visual	Extensión de superficie limpia	Supervisor ambiental y trabajadores	Durante las actividades de cambio de uso de suelo (por intervención)	Trabajadores y recursos necesarios para su mantenimiento	Registro de mantenimiento y memorias fotográficas.	Vigilancia continua y recolección de residuos
			M5	Convenio de Reforestación CONAFOR - CALIDRA (Fondos Concurrentes)	Compensación	Como fue mencionado, existe un convenio CONAFOR-CALIDRA (Fondos concurrentes) para la reforestación de 500 hectáreas con especies nativas de la zona involucrada y preservación de las zonas verdes existentes. Como es visto, la proliferación de vegetación trae consigo muchas ventajas, retención de agua, retención de suelo y por supuesto mejoramiento del paisaje.	Compensar los individuos removidos por el proyecto	Superficie y número de ejemplares por reposición	Supervisor ambiental y trabajadores	Durante la vida útil del proyecto	La planta a adquirir	Bitácora de registro de los individuos plantados y sobrevivencia	375 hectáreas disponibles

VI.2.6 CRONOGRAMA DE LAS ACTIVIDADES DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y MEDIDAS CONTRA IMPACTOS.

El plazo solicitado para llevar a cabo el proyecto es de 10 años para la ejecución del cambio de uso de suelo de manera paulatina. Para prevenir, mitigar y/o compensar los impactos ocasionados por la implementación del mismo, se proponen acciones específicas para los componentes (agua, suelo, aire, flora, fauna y paisaje) algunas de estas medidas se realizarán durante el plazo solicitado del cambio de uso, sin embargo se propone 3 años posteriores al proyecto para el mantenimiento las medidas de mitigación que corresponden a las actividades de rescate de flora, por lo cual el plazo de las medidas solicitado correspondería a 13 años.

Las actividades del cambio de uso de suelo (señalización (delimitación del área), desmonte, extracción de materias primas provenientes del desmonte y despalme) se desarrollará de manera paulatina durante los primeros 10 años a partir de la autorización emitida por la SEMARNAT.

En el **cuadro 30** es la representación del cronograma general de las actividades y medidas previas, durante y posterior al cambio de uso de suelo. De igual forma se presenta el **cuadro 31**, el cual corresponde al cronograma por periodo de ejecución de cada una de las actividades necesarias para llevar a cabo el cambio de uso de suelo por etapa y/o intervención, correspondiente a un año de intervención.

Cuadro VI.30. Cronograma general de las actividades y medidas contra impactos.

Actividad	Vida útil del proyecto en años y semestres																				Años posteriores al proyecto					
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención previas al cambio de uso de suelo																										
Rescate de flora silvestre																										
Ahuyentamiento de especies de fauna silvestre																										
Rescate de fauna silvestre																										
Utilización de las obras existentes (baños)																										
Colocación de contenedores de residuos																										
Actividades del cambio de uso de suelo																										
Señalización (Delimitación del área)																										
Desmonte																										
Extracción de materias primas provenientes del desmonte																										
Despalme																										
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención durante el cambio de uso de suelo																										
Humedecimiento de superficies																										
Transporte de material orgánico																										
Almacenamiento de material orgánico.																										
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención durante y posterior al cambio de uso de suelo																										
Reubicación de flora silvestre																										
Obras de conservación (terrazas individuales)[1]																										
Mantenimiento de la flora rescatada y obras de conservación																										

[1] Estas obras están enfocadas para los géneros (A*gave, Mammillaria y Opuntia*) que son de algunos de los géneros de las especies a reubicar.

Cuadro VI.31. Calendarización de las actividades por año y mes de intervención

CRONOGRAMA DE MEDIDAS CONTRA IMPACTOS (ANUAL)																								
Actividad	**Actividades Año 1 al 9 de aprovechamiento (2020-2028)**																							
	ene		feb.		mar.		abr.		may.		jun.		jul.		ago.		sep.		oct.		nov.		dic.	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención previas al cambio de uso de suelo																								
Rescate de flora silvestre																								
Ahuyentamiento de especies de fauna silvestre																								
Rescate de fauna silvestre																								
Colocación de contenedores de residuos																								
Actividades del cambio de uso de suelo																								
Señalización (Delimitación del área)																								
Desmonte																								
Extracción de materias primas provenientes del desmonte																								
Despalme																								
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención durante el cambio de uso de suelo																								
Humedecimiento de superficies																								
Transporte de material orgánico																								
Almacenamiento de material orgánico.																								
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención durante y posterior al cambio de uso de suelo																								
Reubicación de flora silvestre																								
Obras de conservación (terrazas individuales)																								
Mantenimiento de la flora rescatada y obras de conservación																								
Actividad	**Actividades Año 10 de aprovechamiento**																							
	ene-29		feb-29		mar-29		abr-29		may-29		jun-29		jul-29		ago-29		sep-29		oct-29		nov-29		dic-29	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención previas al cambio de uso de suelo																								
Rescate de flora silvestre																								

CRONOGRAMA DE MEDIDAS CONTRA IMPACTOS (ANUAL)																								
Ahuyentamiento de especies de fauna silvestre	■																							
Rescate de fauna silvestre	■																							
Colocación de contenedores de residuos	■																							
Actividades del cambio de uso de suelo																								
Señalización (Delimitación del área)		■																						
Desmonte				■																				
Extracción de materias primas provenientes del desmonte						■																		
Despalme								■																
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención durante el cambio de uso de suelo																								
Humedecimiento de superficies				■		■		■																
Transporte de material orgánico				■		■		■																
Almacenamiento de material orgánico.				■		■		■																
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención durante y posterior al cambio de uso de suelo																								
Reubicación de flora silvestre	■																							
Obras de conservación (terrazas individuales)	■																							
Mantenimiento de la flora rescatada y obras de conservación		■					■					■					■					■		

Las actividades de cambio de uso de suelo y algunas de las medidas contra impactos se realizarán simultáneamente, para ello se considera un período de los primeros 9 años para llevar a cabo las actividades.

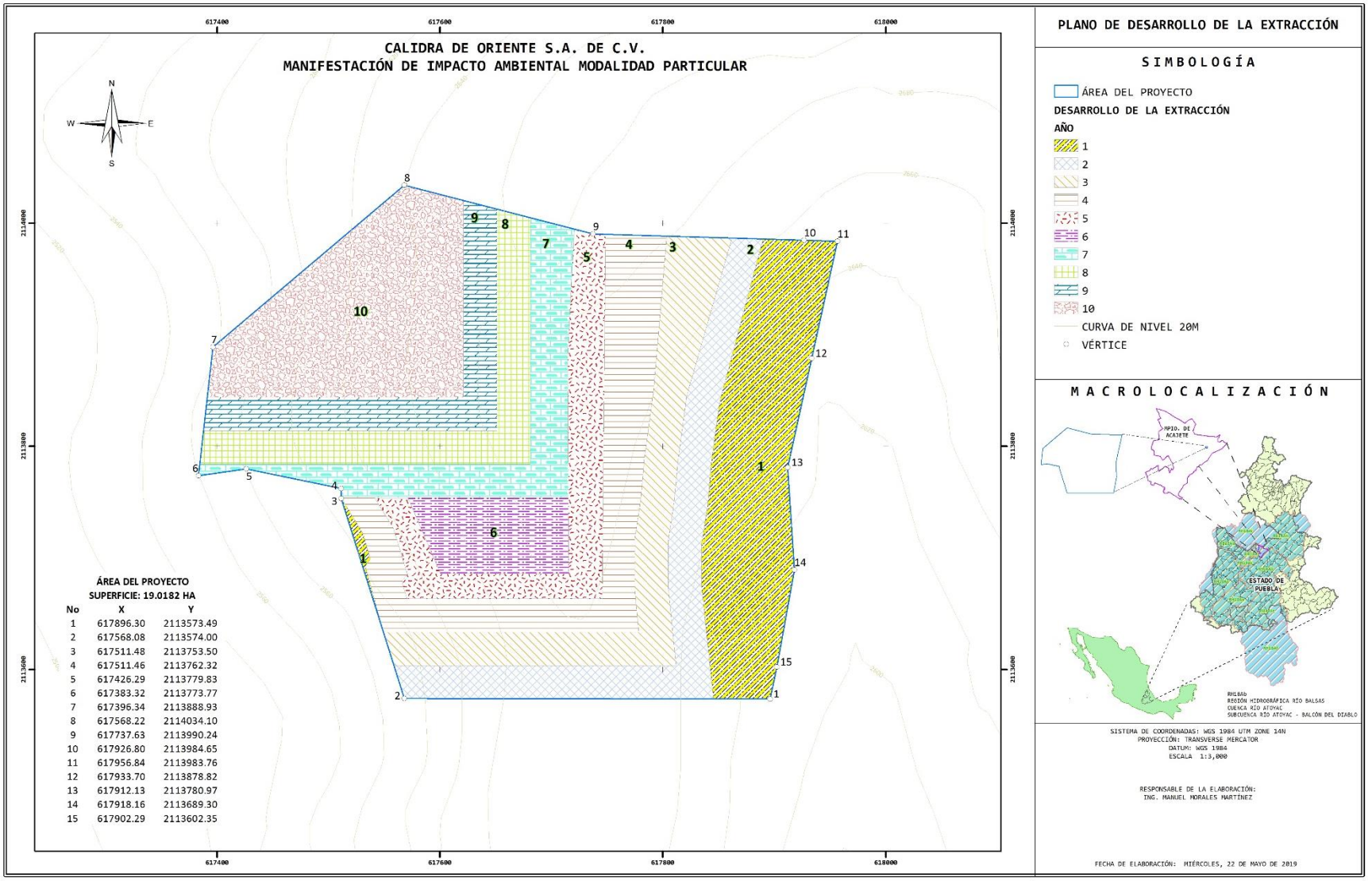


Figura VI.7. Desarrollo de la ejecución del área del proyecto.

VI.3 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO).

El procedimiento para el monitoreo de las medidas de mitigación a ejecutar, se llevará a cabo por un asesor técnico (director de obra), quien será el responsable de corroborar la correcta implementación de las medidas de manejo propuestas y de acuerdo a una planeación. De la misma manera, tiene como propósito concretar la forma, tiempo y periodicidad en que deberán ser llevadas a cabo las actividades relativas al monitoreo y evaluación de dichas medidas de acuerdo a la calendarización establecida anteriormente.

Cuadro VI.32. Indicadores del seguimiento de las medidas propuestas.

Medio	Factor	Indicador de impacto	Medida de mitigación	Indicadores	Medida adicional
Abiótico	Agua	Reducción de la infiltración	Delimitación de las áreas (restringir las actividades sólo al AP)	Área sujeta a evaluación	Para evitar la afectación a áreas aledañas al proyecto se prevé la vigilancia constante de las actividades
			Utilización de los sanitarios existentes	Registro de mantenimiento de sanitarios	Se propone la vigilancia constante de las actividades
			Convenio de Reforestación CONAFOR - CALIDRA (Fondos Concurrentes)	Número de plantas vivas/año	Establecer el cuidado previo y posterior al trasplante de los individuos, por lo que se le dará seguimiento las medidas emergentes si es requerido.
			Obras de conservación de suelos (terrazas individuales)	Número de obras realizadas	Se realizará el mantenimiento pertinente
	Aire	Suspensión de partículas	Horarios de trabajo bajo normativa	Registro de las entradas y salidas de los trabajadores	Vigilar que no se realicen actividades fuera del horario establecido
			Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Número de equipo y maquinaria con mantenimiento	Se verificara constantemente el estado físico y funcional de la maquinaria
			Humedecimiento de superficies	Número de riegos/año	Riego en las superficies aledañas al cambio cuando exista acumulación de partículas.
		Perdida de confort sonoro	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Número de equipo y maquinaria con mantenimiento	Se verificara constantemente el estado físico y funcional de la maquinaria
			Horarios de trabajo bajo normativa	Registro de las entradas y salidas de los trabajadores	Vigilar que no se realicen actividades durante la noche
	Suelo	Perdida de material orgánico	Rescate del material resultante del despalme	Volumen de suelo orgánico almacenado y superficie destinada como almacenamiento	No se mezclará la capa orgánica de suelo con basura o materiales inertes, de tal forma que pueda ser utilizada en la superficie de compensación

Medio	Factor	Indicador de impacto	Medida de mitigación	Indicadores	Medida adicional
			Obras de conservación de suelos (terrazas individuales)	Número de obras realizadas	Se realizará el mantenimiento pertinente
			Evitar la exposición prolongada del suelo desnudo	Tiempo calendarizado para las actividades	Respetar los tiempos establecidos para la preparación del sitio evitando tiempos muertos
		Aumento de la erosión	Establecimiento de una franja de amortiguamiento	Área verde delimitada	Verificar que las actividades sean realizadas específicamente en los sitios asignados
			Convenio de Reforestación CONAFOR - CALIDRA (Fondos Concurrentes)	Número de plantas vivas/año	Establecer el cuidado previo y posterior al trasplante de los individuos, por lo que se le dará seguimiento las medidas emergentes si es requerido.
			Obras de conservación de suelos (terrazas individuales)	Número de obras realizadas	Se realizará el mantenimiento pertinente
		Contaminación del suelo*	Mantenimiento y Recolección de residuos sólidos	Número de contenedores	Se realizará el mantenimiento periódico y recolección de los desechos
Biótico	Flora	Perdida de cobertura vegetal	Rescate y reubicación de flora	Número de plantas vivas/año	Establecer el cuidado previo y posterior al trasplante de los individuos rescatados y plantados, por lo que se le dará seguimiento los programas correspondientes
			Convenio de Reforestación CONAFOR - CALIDRA (Fondos Concurrentes)	Número de plantas vivas/año	Establecer el cuidado previo y posterior al trasplante de los individuos, por lo que se le dará seguimiento las medidas emergentes si es requerido.
	Fauna	Modificación del hábitat	Ahuyentamiento de fauna silvestre	Número de ejemplares ahuyentados	Ahuyentamiento preventivo durante todo el proceso del proyecto
			Se realizará el rescate y reubicación de fauna silvestre	Número de ejemplares ahuyentados, rescatados y reubicados	Ahuyentamiento preventivo durante todo el proceso del proyecto y el rescate de los mismos
Perceptual	Paisaje	Modificación del paisaje	Limpieza y retiro de la maquinaria	Registro del cumplimiento de horarios de trabajo	Se supervisara en todo momento la implementación en orden de las actividades de cambio, por lo que al final de la jornada se hará lo posible por ordenar el espacio de trabajo. Así mismo, se supervisara el retiro de la maquinaria de las áreas de trabajo
			Delimitación de las áreas (restringir las actividades sólo al AP)	Área sujeta a evaluación	Para evitar la afectación a áreas aledañas al proyecto se prevé la vigilancia constante de las actividades

Medio	Factor	Indicador de impacto	Medida de mitigación	Indicadores	Medida adicional
			Mantenimiento y Recolección de residuos sólidos	Número de contenedores	Se realizará el mantenimiento periódico y recolección de los desechos
			Convenio de Reforestación CONAFOR - CALIDRA (Fondos Concurrentes)	Número de plantas vivas/año	Establecer el cuidado previo y posterior al trasplante de los individuos, por lo que se le dará seguimiento las medidas emergentes si es requerido.

* Este impacto no es identificado dentro del Cap. V, puesto que no es un efecto que vaya a tener relevancia o permanencia dentro de proyecto, no obstante se proponen medidas preventivas

VI.3.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.

Mediante la información tomada de los registros de cumplimiento, realizados continuamente mediante supervisiones y monitoreo periódico, por el supervisor ambiental y el coordinador del proyecto, se obtendrán evidencias que demuestren la aplicación de las medidas de mitigación durante el desarrollo y vida útil del mismo.

Los indicadores señalados en los cuadros anteriores, permitirán comprobar el resultado reflejado del cumplimiento del Programa de Vigilancia Ambiental. Se tomarán en cuenta aspectos y características visuales mediante bitácoras y registros fotográficos durante el desarrollo del proyecto, para contrastar el avance de las actividades durante el tiempo de vida útil del mismo.

Las mediciones consistirán dependiendo de la medida de mitigación aplicada, siendo las más importantes las planteadas en las obras de compensación.

A continuación, se presentan algunas de las medidas que se tomaran en cuenta para la toma de información con sus fechas correspondientes:

- Inspecciones periódicas.
- Registro fotográfico.
- Bitácoras.
- Monitorización continúa.
- Medición de densidad poblacional y su variación con el tiempo (rescate y reubicación).
- Mediciones comparativas.
- Inspección visual de procesos erosivos.

Selección de variables a medir para el programa de rescate y reubicación de flora y su seguimiento:

- Sobrevivencia
- Vigor
- Crecimiento en altura
- Crecimiento en diámetro
- Análisis comparativo durante los años de eje

VI.3.2 INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

Tomando en cuenta que el convenio de reforestación por parte de CONAFOR-CALIDRA beneficiará la dinámica y funcionalidad del ecosistema, se realizará una evaluación de sobrevivencia de las mismas por año, esto para garantizar el establecimiento de la vegetación. Mediante el análisis de la información (bitácoras, fotografías, etc.) se permitirá evaluar la efectividad, estado y progreso de las actividades realizadas o si es necesario la aplicación de otra estrategia o planeación de actividades.

VI.4 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS DE FIANZAS.

De acuerdo a lo señalado en el Capítulo VIII: De los Seguros y las Garantías, en el artículo 51 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (D.O.F. 31 de octubre de 2014), en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental en el cual se menciona que "*La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas.*

Se considera que pueden producirse daños graves a los ecosistemas cuando:

***I.** Puedan liberarse sustancias que al contacto con el ambiente se transformen en toxinas persistentes y bioacumulables;*

II. *En los lugares en los que se pretende realizar la obra o actividad existan cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;*

III. *Los proyectos impliquen la realización de actividades consideradas altamente riesgosas conforme a la Ley, el reglamento respectivo y demás disposiciones aplicables, y*

IV. *Las obras o actividades se lleven a cabo en Áreas Naturales Protegidas.*

Dicho lo anterior, el proyecto "**CALIDRA DE ORIENTE S.A. DE C.V.**" se desarrolla sobre el tipo de vegetación bosque de encino (común en la región y descrito detalladamente en el capítulo IV de este documento), en donde habitan individuos de flora y fauna; por lo que a continuación se presenta el monto de la garantía que se soporta en los estudios técnico-económicos que respaldan las estrategias de control, mitigación y compensación ambiental establecidas para el proyecto.

Las medidas de mitigación incluyen diferentes actividades previas, durante y posteriores a la ejecución del proyecto, considerando las diferentes medidas de mitigación y las actividades del proyecto el costo total de la inversión estimada para el proyecto es de $1,337,389.00. En el siguiente cuadro se presenta el costo de la inversión total del proyecto.

Cuadro VI.33. Estimación de los costos totales de las actividades del proyecto y medidas de mitigación.

CONCEPTO	COSTO ANUAL	COSTO TOTAL
Gestión ambiental y restauración*		
Trámites de autorización	$69,364.00	$69,364.00
Elaboración de proyectos	$150,000.00	$150,000.00
SUBTOTAL	**-**	**$219,364.00**
Actividades del proyecto		
Señalización / Delimitación	$630.00	$6,300.00
Derribo	$8,000.00	$80,000.00
Extracción de materias primas	$4,000.00	$40,000.00
Despalme	$6,000.00	$60,000.00
SUBTOTAL	**-**	**$186,300.00**
Medidas de mitigación		
Transporte de material orgánico	$8,000.00	$80,000.00
Almacenamiento de material orgánico	$3,000.00	$30,000.00
Contenedores para residuos solidos	$1,000.00	$10,000.00
Humedecimiento de superficies	$3,000.00	$30,000.00
Terrazas individuales	$16,025.00	$16,025.00
Programa de rescate y reubicación de flora	$21,005.00	$210,050.00
Programa de rescate y reubicación de fauna	$34,615.00	$346,150.00
Programa de Rescate y Resguardo del M.O.	$20,950.00	$209,500.00
SUBTOTAL	**-**	**$931,725.00**
TOTAL		**$1,337,389.00**

Nota: se anexan los planos correspondientes a las medidas y programas (ANEXO 14. ANEXO CARTOGRÁFICO) dentro del capítulo VI.

VI.5 BIBLIOGRAFÍA

[i] PLADEYRA, 2003, Estudio de paisajes hidrológicos y balance hídrico de la cuenca Lerma-Chapala, Instituto Nacional de Ecología, México.

[ii] Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT (2002). Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000. Conservación del recurso agua. Se establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. DO, pp. 10.

[iii] SMN. 2010. Normales Climatológicas por Estación. Servicio Meteorológico Nacional. http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75. fecha de consulta, año 2018.

[iv] FAO 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos.

[v] FAO 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos.

[vi] Comisión Nacional Forestal, CONAFOR (2006). "Protección, restauración y conservación de suelos forestales", *MANUAL DE OBRAS Y PRACTICAS*, (pp. 202-204) CONAFOR. México.

CAPÍTULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

ÍNDICE GENERAL

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. 1
VII.1 ESCENARIO SIN PROYECTO 1
VII.2 ESCENARIO CON PROYECTO SIN APLICAR LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN. 6
VII.3 ESCENARIO CON PROYECTO APLICANDO LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN. 9
VII.4 PRONOSTICO AMBIENTAL 13
VII.5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 15

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro VII.1. Erosión hídrica actual de las tres unidades de análisis. 1
Cuadro VII.2. Erosión eólica actual de las tres unidades de análisis. 1
Cuadro VII.3. Resultados del balance hídrico de las tres unidades de análisis. 2
Cuadro VII.4. Riqueza florística en las tres unidades de análisis. 2
Cuadro VII.5. Número total de individuos por estrato de flora presentes en el área del proyecto. 3
Cuadro VII.6. Diversidad faunística en las tres unidades de análisis. 3
Cuadro VII.7. Número total de individuos por grupo de fauna registrados en el área del proyecto. 3
Cuadro VII.8. Resultados del Diagnóstico ambiental. 4
Cuadro VII.9. Impactos identificados. 6
Cuadro VII.10. Factores afectados de acuerdo a las actividades de preparación del sitio. 8
Cuadro VII.11. Comparación de la infiltración antes y después del proyecto. 8
Cuadro VII.12. Comparativo de la erosión sin y con proyecto. 9
Cuadro VII.13. Medidas de prevención, mitigación y compensación a realizar. 9
Cuadro VII.14. Cantidad de material orgánico a rescatar. 12
Cuadro VII.15. Porcentaje de individuos a reubicar en relación con el número actual de individuos. 12
Cuadro VII.16. Comparación del Uso de Suelo y Vegetación del año 2005 con el Uso de Suelo y Vegetación del año 2016 en el sistema ambiental. 13
Cuadro VII.17. Consideraciones para determinar la realización del proyecto. 15

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VII.1. Mapa del sistema ambiental en el año 2011. 5
Figura VII.2. Mapa del sistema ambiental en el año 2017. 5
Figura VII.3. Uso de suelo y vegetación, serie III en las tres unidades de análisis. 14
Figura VII.4. Uso de suelo y vegetación, serie IV en las tres unidades de análisis. 15

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen VII.1. Cambios del área del proyecto a lo largo del tiempo. 6

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

Considerando la detallada descripción ecológica de las tres unidades de análisis (sistema ambiental, área de influencia y del área del proyecto) que conforma al capítulo IV de esta MIA, en esta sección se presenta un análisis sintético y se lleva a cabo una proyección que muestra cual será el resultado de realizar las medidas de mitigación sobre los impactos ambientales generados. Cabe hacer mención que únicamente se mostraran los aspectos que nos permitan evaluar la diferencia entre los escenarios.

A continuación, se describen los tres posibles escenarios futuros de la zona bajo estudio: escenario sin proyecto, escenario con proyecto sin aplicar las medidas preventivas o mitigatorias y el escenario con proyecto aplicando las medidas preventivas o mitigatorias.

VII.1 ESCENARIO SIN PROYECTO

Para este escenario se tomará como referencia la información presentada en el capítulo IV, con la finalidad de tener un panorama de la situación actual de las tres unidades de análisis y así determinar la tendencia que estos tendrían si no se ejecutara el proyecto.

A continuación, se muestra la situación actual de algunos factores.

- **Erosión**

La erosión no es un proceso en sí mismo, sino la manifestación fenomenológica de una multitud de procesos que dan lugar a la pérdida del recurso suelo, sin que intervenga el sellado por infraestructuras y urbanismo. Sin embargo, el hombre mediante ciertas actividades tiende a acelerarla, hasta el punto de que las pérdidas no pueden ser compensadas por las tasas naturales de formación del suelo.

El cálculo de la erosión actual del sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto se presentan en los siguientes cuadros.

Cuadro VII.1. Erosión hídrica actual de las tres unidades de análisis.

Unidad de análisis	Erosión hídrica(Ton/Ha/año)	Clase de degradación
Sistema ambiental (SA)	22.59	Moderada
Área de influencia (AI)	17.55	Moderada
Área del proyecto actual (AP)	21.22	Moderada

Cuadro VII.2. Erosión eólica actual de las tres unidades de análisis.

Unidad de análisis	Erosión eólica (Ton/Ha/año)	Clase de degradación
Sistema ambiental (SA)	30.68	Ligera
Área de influencia (AP)	6.53	Sin erosión
Área del proyecto actual (AP)	7.89	Sin erosión

En relación con los datos de la infiltración, podemos determinar que la erosión que tiene mayor impacto es la hídrica, sin embargo, por la cantidad de toneladas/ha de suelo que se pierde anualmente esta es clasificada como moderada. Mientras que la erosión eólica resulta con ligera y sin erosión.

- **Balance Hídrico**

El balance hídrico da como resultado la cantidad de agua disponible luego de restar lo referente a la intercepción, evapotranspiración, escurrimiento superficial, infiltración y la recarga subterránea.

Cuadro VII.3. Resultados del balance hídrico de las tres unidades de análisis.

BALANCE HÍDRICO ACTUAL		
Sistema ambiental		
Balance hídrico	**m3/año**	**%**
Volumen precipitado	8,412,069.78	100
Volumen EVT	2,522,200.19	30
Volumen escurrimiento	1,170,585.66	14
Volumen infiltración	4,719,283.93	56
Área de influencia		
Balance hídrico	**m3/año**	**%**
Volumen precipitado	505,876.22	100
Volumen EVT	152,072.58	30
Volumen escurrimiento	23,813.95	5
Volumen infiltración	329,989.69	65
Área del proyecto		
Balance hídrico	**m3/año**	**%**
Volumen precipitado	143,606.43	100
Volumen EVT	43,169.85	30
Volumen escurrimiento	6,760.22	5
Volumen infiltración	93,676.36	65

De lo anterior se tiene, que de la cantidad de lluvia que cae sobre las tres unidades de análisis, más del 50% está siendo absorbido por el suelo e inclusive más (65%) en el área del proyecto. Esto indica que los suelos presentes en las tres unidades de análisis tienen gran capacidad de permeabilidad.

- **Biodiversidad**

Otro factor importante para conocer el estado de conservación de las tres unidades de análisis es la biodiversidad de flora y fauna, los cuales son indicadores de la conservación de un sitio.

Flora

De acuerdo con el muestreo realizado para la flora en las tres unidades de análisis, en el siguiente cuadro se muestran los resultados obtenidos.

Cuadro VII.4. Riqueza florística en las tres unidades de análisis.

RIQUEZA ESPECÍFICA DE BOSQUE DE ENCINO				
ÁREA	**ESTRATO**	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**
Área del Proyecto (AP)	Arbóreo	8	8	14
	Arbustivo	7	9	9

RIQUEZA ESPECÍFICA DE BOSQUE DE ENCINO				
ÁREA	ESTRATO	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
	Herbáceo	3	5	5
	Epífitas y/o cactáceas	3	4	7
Área de Influencia (AI)	Arbóreo	10	11	19
	Arbustivo	8	12	12
	Herbáceo	3	6	6
	Epífitas y/o cactáceas	3	3	6
Sistema Ambiental (SA)	Arbóreo	14	16	25
	Arbustivo	9	15	17
	Herbáceo	6	10	10
	Epífitas y/o cactáceas	3	4	11

Cuadro VII.5. Número total de individuos por estrato de flora presentes en el área del proyecto.

ESTRATO	N° INDIVIDUOS TOTAL
Arbóreo	29,914
Arbustivo	44,312
Herbáceo	5,249,023
Epífitas y cactáceas	4,907
Total	**5,328,156**

Fauna

Los datos obtenidos en el muestreo para la fauna silvestre en las tres unidades de análisis son los siguientes:

Cuadro VII.6. Diversidad faunística en las tres unidades de análisis.

FAUNA	Área del proyecto			Área de influencia			Sistema ambiental		
	Familia	Género	Especie	Familia	Género	Especie	Familia	Género	Especie
Avifauna	12	15	18	12	16	18	14	23	25
Mastofauna	1	2	4	3	3	3	3	4	5
Herpetofauna	1	1	4	1	1	3	3	4	7
TOTAL	**14**	**18**	**26**	**16**	**20**	**24**	**20**	**31**	**37**

Cuadro VII.7. Número total de individuos por grupo de fauna registrados en el área del proyecto.

Grupo	N° de registros
Avifauna	41
Mastofauna	11
Herpetofauna	13
Total	**65**

De acuerdo con lo anterior y a otros aspectos en el apartado IV.3.1.1-4 se hace un diagnóstico ambiental, en el que se muestra que la mayoría de los elementos analizados (atmósfera, suelo, agua, flora-fauna y socioeconómico). En general la calidad ambiental del área de estudio se puede catalogar como media tendiendo a baja, siendo el factor atmósfera el que presentan la categoría de media, flora y fauna y socioeconómicos presenta categorías consideradas como moderadamente bajas, y el resto de los factores como moderadamente alta.

Cuadro VII.8. Resultados del Diagnóstico ambiental.

Elemento	Índice de Calidad Ambiental	Categoría
Atmósfera	50	Media
Suelo	69	Moderadamente Alta
Agua	68	Moderadamente Alta
Flora y fauna	32	Moderadamente Baja
Socioeconómico	31	Moderadamente Baja

Nota: Este resultado fue retomado del apartado IV.3.1.5 correspondiente al Capítulo IV.

Sin embargo, de no llevarse a cabo el proyecto no se garantiza que el sistema ambiental permanezca intacto, ya que de acuerdo con el Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, edición 2008 SEMARNAT, se menciona que uno de los principales factores relacionados con el cambio de uso del suelo es el crecimiento de la población, el cual ocasiona una demanda cada vez mayor de recursos para satisfacerla y como consecuencia, las superficies ocupadas por las comunidades naturales son sustituidas por terrenos dedicados al cultivo, a la ganadería o para asentamientos humanos.

En las siguientes imágenes se puede apreciar como dentro del sistema ambiental los principales cambios de uso de suelo se deben a actividades encaminadas a la agricultura y la ganadería.

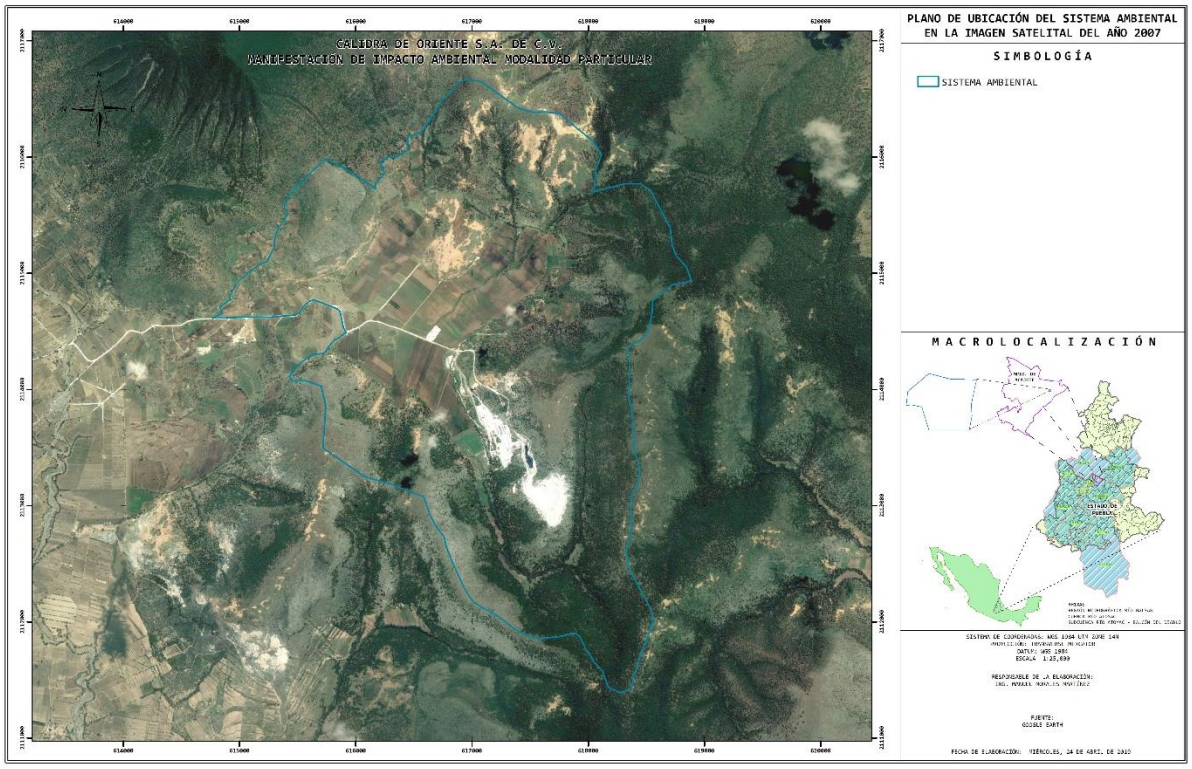


Figura VII.1. Mapa del sistema ambiental en el año 2007.

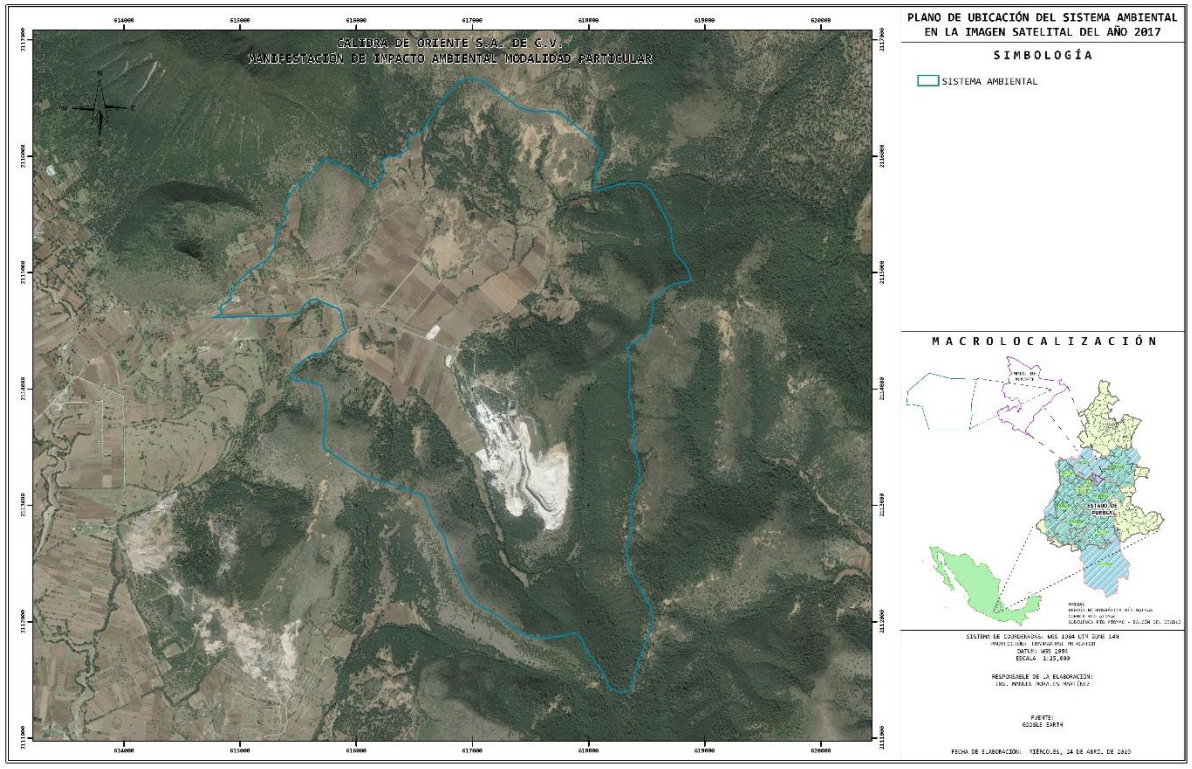


Figura VII.2. Mapa del sistema ambiental en el año 2017.

En la siguiente imagen se puede observar que no han existido grandes cambios en un periodo de 10 años en el área del proyecto.

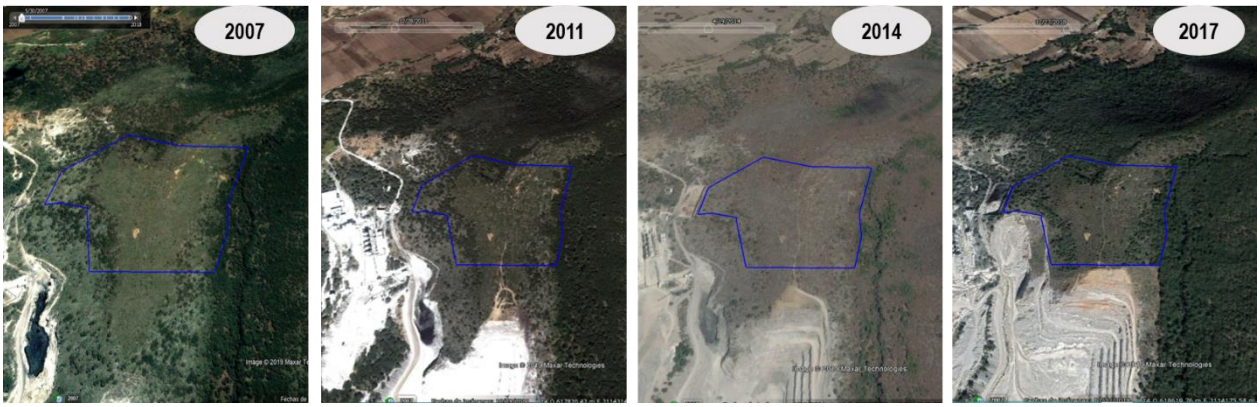


Imagen VII.1. Cambios del área del proyecto a lo largo del tiempo.

En base a lo anterior podemos concluir que de no ejecutar el proyecto, el sistema ambiental, el área de influencia y el área del proyecto seguirán la misma tendencia que hasta ahora, presentando algunos cambios en la vegetación, ya sea por actividades antropogénicas o por afectaciones meteorológicas, modificando de cierta forma su estado original y generando impactos sobre el medio ambiente.

VII.2 ESCENARIO CON PROYECTO SIN APLICAR LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN.

Las consecuencias ambientales de la remoción y degradación de la cubierta vegetal se advierten claramente: van desde el deterioro mismo del paisaje, hasta la degradación de los suelos y de su función productiva, la pérdida de la biodiversidad, la reducción de la disponibilidad y calidad de las aguas superficiales y subterráneas, y la escasez y baja producción de muchos productos que se derivan directa o indirectamente de los recursos naturales que proveen los ecosistemas. De igual modo, la vulnerabilidad de muchas regiones ante eventos meteorológicos extremos, como, por ejemplo, inundaciones y huracanes, se debe en parte, al deterioro y pérdida de los ecosistemas naturales.

Partiendo de este hecho, pero también de que el cambio de uso del suelo en ocasiones es necesario, como el caso del presente proyecto; tomando como base la tendencia que se presume seguirá el sistema ambiental, mencionada en el apartado anterior, más la sobreposición de los impactos ambientales relevantes que generará la remoción de cobertura vegetal, se crea el presente escenario.

Retomando los impactos identificados en el capítulo V, se puede tener una mejor idea de los efectos ocasionados por la construcción del proyecto.

Cuadro VII.9. Impactos identificados.

Medio	Factor	Subfactor	Indicador de impacto	Valor de juicio
Abiótico	Agua	Infiltración	Reducción en la infiltración	Compatibles
	Aire	Calidad	Suspensión de partículas	Compatibles

Medio	Factor	Subfactor	Indicador de impacto	Valor de juicio
		Confort sonoro	Pérdida de confort sonoro	Compatibles
	Suelo	Erosión	Aumento de la erosión	Moderados
			Pérdida de material orgánico	Moderados
Biótico	Flora	Diversidad	Pérdida de la cobertura vegetal	Compatibles
		Cobertura vegetal		
		Abundancia		
	Fauna	Diversidad	Modificación del hábitat	Compatibles
		Abundancia		
Perceptual	Paisaje	Incidencia visual	Modificación del paisaje	Compatibles
		Calidad del paisaje		

Debido que la mayor afectación se lleva durante las actividades que comprende la etapa de preparación del sitio, en el siguiente cuadro se muestra en que actividad se ve afectado cada factor.

Cuadro VII.10. Factores afectados de acuerdo a las actividades de preparación del sitio.

Fases del proyecto / Elementos		Sistema ambiental												
		Físico natural												Socioeconómico
		Abiótico				Biótico						Perceptual		Económico
		Agua	Aire		Suelo	Flora			Fauna			Paisaje		Empleo
		Infiltración	Calidad	Confort sonoro	Erosión	Diversidad	Cobertura vegetal	Abundancia	Diversidad	Abundancia	Hábitat	Incidencia visual	Calidad del paisaje	Empleo
Cambio de uso de suelo	Señalización				*									*
	Desmonte	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Extracción de materias primas	*	*	*	*							*	*	*
	Despalme	*	*	*	*							*	*	*

Dado que la afectación del sistema ambiental se determina en relación de si se construye el proyecto o no, las afectaciones únicamente se mostrarán a nivel área del proyecto, ya que este se encuentra dentro del sistema ambiental.

Impactos al agua

Tomando los valores actuales de la infiltración actual en las tres unidades de análisis, se hace el análisis de afectación que surgirá al construir el proyecto.

Cuadro VII.11. Comparación de la infiltración antes y después del proyecto.

Balance hídrico	Sistema ambiental	Área de influencia	Área del proyecto actual	Área del proyecto con remoción	Diferencias
Volumen precipitado (m^3/año)	8,412,069.78	505,876.22	143,606.43	143,606.43	0
Volumen EVT(m^3/año)	2,522,200.19	152,072.58	43,169.85	43,169.85	0
Volumen escurrimiento (m^3/año)	1,170,585.66	23,813.95	6,760.22	22,600.88	-15,841
Volumen infiltración	4,719,283.93	329,989.69	93,676.36	77,835.71	15,841

De esto podemos decir que con la construcción del proyecto hay una reducción en la infiltración de 15,841 m^3/año, que corresponde a 0.335657% de la total del sistema ambiental. Es importante mencionar que esta reducción se suma al escurrimiento.

Impactos al suelo

Cuadro VII.12. Comparativo de la erosión sin y con proyecto.

TIPO DE EROSIÓN	EROSIÓN ACTUAL POR AÑO (19.0182 HA) TON/AÑO	EROSIÓN SIN VEGETACIÓN (19.0182 HA) TON/AÑO	DIFERENCIA
Hídrica	21.22	84.87	63.65
Eólica	7.89	31.57	23.68

De acuerdo a los datos presentados en el cuadro anterior, se tiene que con la construcción del proyecto la erosión hídrica aumentará 63.65 ton/ha/año, mientras que la erosión eólica aumentará 23.68 ton/ha/año.

Biodiversidad

Para el caso de la biodiversidad, la afectación sobre las diferentes especies de flora y fauna será total, es decir no quedara ningún individuo dentro del área del proyecto.

Ante esto, podemos concluir que a pesar de que la mayoría de los impactos se muestran como compatibles (Cuadro VII.9) calificándolos como **no significativo** (información presentada en el capítulo V); al no llevarse a cabo ninguna medida, esos impactos permanecerán, pero además se sumarán a los presentes y a los futuros que surjan dentro y fuera del sistema ambiental creando alteraciones significativas al medio ambiente y provocado una calidad de vida baja.

VII.3 ESCENARIO CON PROYECTO APLICANDO LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN.

En relación a los diferentes impactos que se generarán por la construcción del proyecto, y principalmente por el cambio de uso de suelo, se crea el escenario con proyecto, pero aplicando las medidas preventivas, mitigatorias y de compensación.

De acuerdo con las medidas determinadas en el capítulo VI, se prevé que estas son suficientes para revertir o compensar los impactos ambientales generados.

Cuadro VII.13. Medidas de prevención, mitigación y compensación a realizar.

Medio	Factor	Impacto	Medidas		Tipo de medida
Abiótico	Agua	Reducción de la infiltración	M6	Delimitación de las áreas (restringir las actividades sólo al AP)	Prevención
			M8	Utilización de los sanitarios existentes	Prevención

Medio	Factor	Impacto	Medidas		Tipo de medida
			M5	Convenio de Reforestación CONAFOR - CALIDRA	Compensación
			M2	Obras de conservación de suelos (terrazas individuales)	Mitigación
	Aire	Suspensión de partículas	M12	Horarios de trabajo bajo normativa	Prevención
			M9	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Prevención
			M10	Humedecimiento de superficies	Prevención
			M11	Revestimiento de camiones con lonas	Prevención
		Perdida de confort sonoro	M9	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Prevención
			M12	Horarios de trabajo bajo normativa	Prevención
	Suelo	Perdida de material orgánico	M4	Rescate del material resultante del despalme	Prevención
			M2	Obras de conservación de suelos (terrazas individuales)	Mitigación
			M1	Evitar la exposición prolongada del suelo desnudo	Prevención
		Aumento de la erosión	M3	Establecimiento de una franja de amortiguamiento	Prevención
			M5	Convenio de Reforestación CONAFOR - CALIDRA	Compensación
			M2	Obras de conservación de suelos (terrazas individuales)	Mitigación
		Contaminación del suelo	M7	Colocación de contenedores para residuos sólidos	Prevención
Biótico	Flora	Perdida de cobertura vegetal	M13	Rescate y reubicación de flora	Prevención
			M5	Convenio de Reforestación CONAFOR - CALIDRA	Compensación
	Fauna	Modificación del hábitat	M14	Ahuyentamiento de fauna silvestre	Prevención
			M15	Se realizará el rescate y reubicación de fauna silvestre	Prevención

Medio	Factor	Impacto	Medidas		Tipo de medida
Perceptual	Paisaje	Modificación del paisaje	M16	Limpieza y retiro de la maquinaria	Mitigación
			M6	Delimitación de las áreas (restringir las actividades sólo al AP)	Prevención
			M7	Colocación de contenedores para residuos sólidos	Prevención
			M5	Convenio de Reforestación CONAFOR - CALIDRA	Compensación
✇ Este impacto no es identificado dentro del Cap. V, puesto que no es un efecto que vaya a tener relevancia o permanencia dentro de proyecto, no obstante se proponen medidas preventivas					

La implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación, son la clave para determinar en qué cantidad estamos reduciendo los impactos, además hacen que el proyecto a parte de cumplir con su objetivo, también genere beneficios permanentes al medio ambiente.

A continuación, se menciona la mitigación, compensación y prevención de impactos que se pudieran generar por la construcción del proyecto.

Agua

Para reducir la infiltración, se proponen 2 medidas de prevención, una de compensación y una más de mitigación. Las de prevención incluyen la Delimitación de las áreas (restringir las actividades sólo al AP y la utilización de los sanitarios existentes. La de compensación es cumplir con el Convenio de Reforestación CONAFOR - CALIDRA que es básicamente reforestar 500 hectáreas. Y por último la medida de mitigación se centra en realizar obras de conservación de suelos como son las terrazas individuales (2,500 obras).

Aire

Para reducir la suspensión de partículas, se proponen medidas de prevención como respetar los horarios de trabajo bajo normativa de 8 horas diarias; también se propone el humedecimiento de superficies y revestir los camiones con lonas. Para la pérdida se confort sonoro, se establecen dos medidas de prevención; las cuales son llevar a cabo el mantenimiento de la maquinaria y el equipo, además de que se respete el horario de trabajo bajo normativa.

Suelo

Para la pérdida de material orgánico se establecen dos obras de prevención, las cuales son el rescate del material resultante del despalme y evitar la exposición prolongada del suelo desnudo. Se establece también una medida de mitigación, la cual es realizar obras de conservación de suelos como son las terrazas individuales.

A continuación, se muestra la cantidad de material orgánico a rescatar.

Cuadro VII.14. Cantidad de material orgánico a rescatar.

Rescate de Material orgánico					
Superficie de AP(ha)	**Erosión potencial AP (ton/ha/año)**	**Erosión potencial Total AP (ton)**	**Profundidad del suelo (cm)**	**Toneladas por hectárea a obtener**	**Azolve Total rescatado (ton)**
19.0182	87.33	1,660.86	5.00	600	11,410.92
Total					**11,410.92**

A partir de los datos presentados se puede decir que obtendremos 11,410.92 toneladas de material orgánico o fértil.

Para disminuir el aumento de la erosión se determinan, una medida de prevención: establecer una franja de amortiguamiento; una medida de compensación es cumplir con el Convenio de Reforestación CONAFOR - CALIDRA que es básicamente reforestar 500 hectáreas. Así como una medida de mitigación se centra en realizar obras de conservación de suelos como son las terrazas individuales (2,500 obras).

Para evitar que los diversos residuos generados contaminen el área, se realizará una clasificación de contenedores para el depósito y almacenamiento de estos, evitando principalmente una mala disposición de los residuos sólidos y se le dará mantenimiento en cada intervención de la ejecución del proyecto.

Biodiversidad

Flora

Para evitar la pérdida de cobertura vegetal se propone una medida de prevención, la cual establece el rescate y reubicación de especies. Otra medida de compensación para la vegetación incluye convenio CONAFOR-CALIDRA para la reforestación de 500 hectáreas con especies nativas de la zona involucrada.

A continuación, se muestra la cantidad de individuos a rescatar para la flora.

Cuadro VII.15. Porcentaje de individuos a reubicar en relación con el número actual de individuos.

ESPECIES A RESCATAR/REUBICAR SIN ESTATUS							
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N**	**% RESCATE**	**TOTAL de INDIVIDUOS**
1	Agavaceae	Agave	*Agave applanata*	Maguey espadilla	418	65%	272
2	Agavaceae	Agave	*Agave nussaviorum*	Maguey	1,293	65%	840
3	Agavaceae	Agave	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	989	65%	643
4	Cactaceae	Mammillaria	*Mammillaria haageana*	Caca de burro	913	65%	593
5	Cactaceae	Opuntia	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	152	100%	152
6	Bromeliaceae	Tillandsia	*Tillandsia recurvata*	Gallito	304	65% / 50%	99
7	Bromeliaceae	Tillandsia	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	837	65% / 50%	272
TOTAL					**4,907**	**-**	**2,871**

Con el rescate de flora se estarán conservando especies existentes en el área del proyecto que tienen una importancia ecológica alta.

Fauna

La fauna tiene menores consecuencias por el cambio de uso de suelo, debido a su gran movilidad, a excepción de los reptiles; sin embrago, las actividades de prevención de ahuyentamiento, rescate y reubicación será para todas las especies que se encuentren en el área del proyecto, lo que quiere decir que la compensación a este factor será del **100%.** Para ver más detalles es necesario ir al ANEXO 13. PROG. RESCATE_FAUNA

Paisaje

Para evitar la modificación del paisaje se proponen 2 medidas de prevención las cuales consisten en la delimitación de las áreas para así solo restringir las actividades en áreas autorizadas y no dañar las aledañas y la otra colocar contenedores para los residuos sólidos por el lado de la medida de mitigación tendrá atención a la limpieza y retiro de la maquinaria; además de considerar un convenio CONAFOR-CALIDRA para la reforestación de 500 hectáreas con especies nativas de la zona involucrada como medida compensatoria.

Como conclusión, se puede decir que estas medidas ayudan a garantizar que desde el inicio del proyecto se minimicen o eviten impactos que a largo plazo sean irreparables; además, algunos impactos serán temporales, es decir, permanecerán durante el tiempo que contempla el proyecto, mientras que los beneficios a obtener de las medidas de mitigación serán permanentes, haciendo que el escenario ambiental del proyecto tenga una aceptación, y que el medio ambiente no se vea afectado por las actividades a realizar. Es importante mencionar que estas medidas influyen directamente en el sistema ambiental por lo que los beneficios no quedan estancados en el área del proyecto si no que van más allá de este.

VII.4 PRONOSTICO AMBIENTAL

Haciendo un análisis para determinar en qué proporción se verá afectado el sistema ambiental por la construcción del proyecto y si es el único factor que generará cambios dentro de este, es necesario evaluar las principales causas de cambio de uso de suelo y en qué cantidad se dan en un lapso de tiempo.

De acuerdo con los datos generados por INEGI y haciendo una comparación entre la carta de Uso de Suelo y Vegetación de la serie III que corresponde al año 2005 con la carta serie VI del año 2016, se puede observar que la agricultura de temporal anual ocupa la mayor parte del territorio dentro del sistema ambiental.

Cuadro VII.16. Comparación del Uso de Suelo y Vegetación del año 2005 con el Uso de Suelo y Vegetación del año 2016 en el sistema ambiental.

Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie (ha) Serie III	% Serie III	Superficie (ha) Serie VI	% Serie VI	Diferencia en superficie (ha)	Diferencia en %	Estado
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	460.9519	41.44	312.1062	28.061	148.8457	13.38	Disminuyó
BOSQUE DE ENCINO-PINO	461.5050	41.49	486.4064	43.733	-24.9014	-2.24	Aumentó
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE BOSQUE DE ENCINO-PINO	0	0.00	119.6831	10.761	-119.6831	-10.76	Aumentó
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO-PINO	189.7737	17.06	194.0349	17.446	-4.2612	-0.38	Aumentó
TOTAL	**1112.2306**	**100.00**	**1112.2306**	**100.00**	**--**	**--**	

Se puede reafirmar en las siguientes figuras que existen cambios en el tipo de uso de suelo y vegetación en un periodo de 11 años. Particularmente, en la serie III presenta más superficie de agricultura de temporal anual, mientras que la serie VI se cubre totalmente de bosque de encino pino.

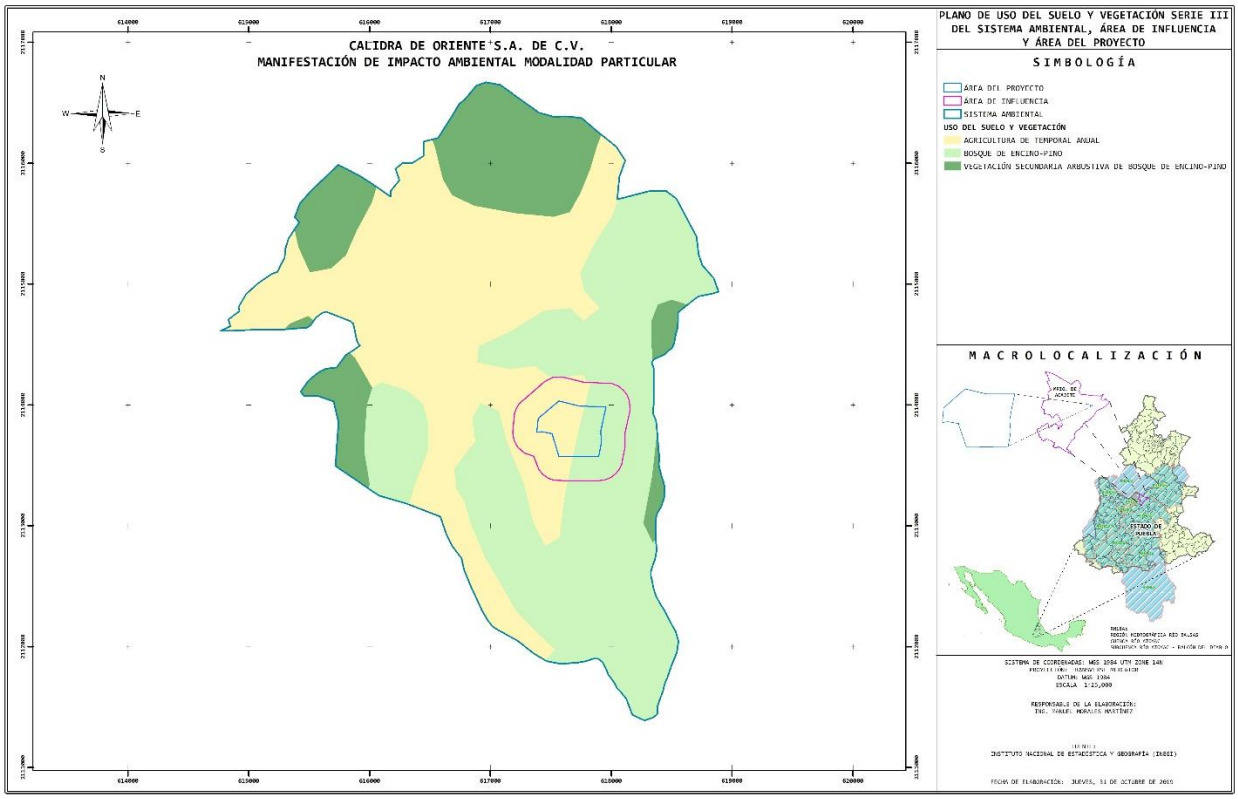


Figura VII.3. Uso de suelo y vegetación, serie III en las tres unidades de análisis.

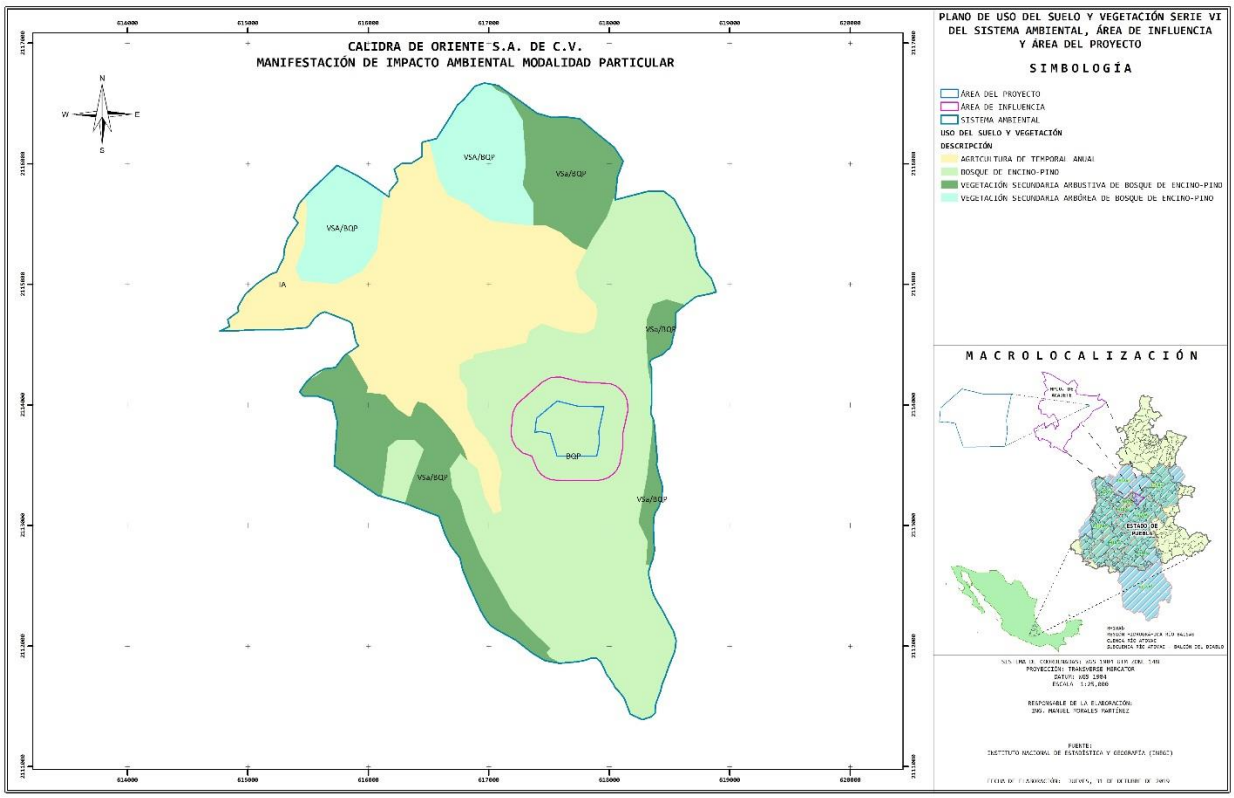


Figura VII.4. Uso de suelo y vegetación, serie IV en las tres unidades de análisis.

Haciendo una comparación, tenemos que la superficie del proyecto abarca una extensión de 19.0182 hectáreas, así mismo la dimensión territorial del sistema ambiental cuenta una superficie total de 1112.2306 hectáreas; esto deja como resultado que la afectación por el proyecto representa únicamente el 1.70% de la superficie total del sistema. Además de que la superficie a impactar es pequeña en comparación con el sistema ambiental, se cuidará que las medidas de prevención, mitigación y compensación se cumplan al pie de la letra.

El presente proyecto cumple con cada una de las reglas y criterios que regulan las actividades a realizar, por lo que se considera compatible con el sistema ambiental.

VII.5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En el siguiente cuadro se muestran las alternativas consideradas para determinar la ubicación y construcción del proyecto.

Cuadro VII.17. Consideraciones para determinar la realización del proyecto.

Opción	Criterios	Consideraciones
1.- No realización del proyecto	Beneficio	Los componentes ambientales que presentan mayor estado de conservación (agua, suelo, aire) no se verían afectados sin el proyecto.
	Inversión	No se requerirá ningún tipo de inversión.

Opción	Criterios	Consideraciones
	Impactos ambientales	No se tendría deterioro en el predio.
2.- Realizar el proyecto en esta área.	Beneficio	El proyecto adicionalmente tendrá un gran impacto positivo en la generación de empleos y en la aplicación de medidas de prevención, mitigación y compensación que pueden tener efectos a largo plazo.
	Inversión	El costo de inversión programado de acuerdo a datos proporcionados por el promovente es de $ 1,337,389.00.
	Impactos ambientales	Los riesgos ambientales que se pudieran presentar se prevé eliminarlos o en su defecto minimizarlos lo más posible con la aplicación de las medidas preventivas, de mitigación y compensación recomendadas en el presente estudio.
3.- Emplazamiento del proyecto con diferente ubicación.	Beneficio	Mantener sin alteración a los componentes ambientales de la zona de estudio.
	Inversión	El costo de inversión inicial seria mayor considerando la inversión de adquisición del predio y la realización de estudios de factibilidad de otro predio.
	Impactos ambientales	Se requerirá ubicar el proyecto en un sitio alternativo pudiéndose presentar este en un mayor estado de conservación que el seleccionado en un primer momento.

Ante esta situación y considerando los intereses de la empresa, se tomó como la mejor alternativa la opción 2 por considerarse la más factible.

CAPÍTULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÒN DE IMPACTO AMBIENTAL

ÍNDICE GENERAL

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO 1
VIII.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN 1
VIII.1.1 CARTOGRAFÍA 1
VIII.1.2 FOTOGRAFÍAS 1
VIII.1.3 VIDEOS 1
VIII.2 OTROS ANEXOS 1
VIII.2.1 MEMORIAS 1
VIII.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS 1
VIII.4 LISTA DE ANEXOS 2

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

VIII.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

De acuerdo al artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entregarán 1 ejemplar impreso y 4 en archivo electrónico (uno de ellos para consulta pública) de la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular.

VIII.1.1 CARTOGRAFÍA

En el proyecto se utilizó cartografía para la ubicación y la delimitación de la superficie del proyecto, la descripción de la región de estudio y sus diferentes elementos. Dicha cartografía se elaboró con un análisis de la información geográfica, usando imágenes satelitales y cartografía de INEGI series III y VI; los planos definitivos se presentan en el contenido del documento y también se presentan por capítulos para su mejor observación en el ANEXO 14. ANEXO CARTOGRÀFICO.

VIII.1.2 FOTOGRAFÍAS

Se integró un anexo (ANEXO 15. ANEXO FOTOGRÁFICO) con fotografías del proyecto y sus inmediaciones que reflejan las condiciones ambientales predominantes en la actualidad del área del proyecto.

VIII.1.3 VIDEOS

Siendo opcional este apartado, no se consideró necesario anexar un video del sitio pero se incluirá un mapa donde se ubiquen los puntos de las tomas de fotografías. Este mapa se incluirá en el anexo fotográfico.

VIII.2 OTROS ANEXOS

No se incluyen otros anexos diferentes a los ya mencionados.

VIII.2.1 MEMORIAS

Se adjunta el ANEXO 16. MEMORIAS CÁLCULO (DIGITAL), el cual contiene las memorias de cálculo en formato digital con la información de los procesos y cálculos usados durante el desarrollo de la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular para este proyecto.

VIII.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS

Se incluye un anexo (ANEXO 17. GLOSARIO TÈRMINOS) referente a la definición de palabras relacionadas con la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular realizada para este proyecto.

VIII.4 LISTA DE ANEXOS

En cumplimiento con el capítulo VIII se presentan los siguientes anexos (obligatorios y adicionales) para la MIA presente.

ANEXO 1. ACTA

ANEXO 2. RFC_PROMO Y ESCRITURA PREDIO

ANEXO 3. PODER NOTARIAL

ANEXO 4. IDENTIFICACIÓN OFICIAL

ANEXO 5. DATOS DEL ASESOR TÉCNICO

ANEXO 6. COORDENADAS UTM DE SA

ANEXO 7. METODOLOGÍA EROSIÓN Y BALANCE H

ANEXO 8. ESFUERZO_ MUESTREO SA

ANEXO 9. ESFUERZO_ MUESTREO AI

ANEXO 10. ESFUERZO_ MUESTREO AP

ANEXO 11. PROG. RESCATE_SUELO

ANEXO 12. PROG. RESCATE_FLORA

ANEXO 13. PROG. RESCATE_FAUNA

ANEXO 14. ANEXO CARTOGRÀFICO

- CAPÍTULO I
- CAPÍTULO II
- CAPÍTULO III
- CAPÍTULO IV
- CAPÍTULO VI
- CAPÍTULO VII

ANEXO 15. ANEXO FOTOGRÁFICO

ANEXO 16. MEMORIAS CÁLCULO (DIGITAL)

- CAPÍTULO II
  - ANEXO II.A. TAMAÑO_MUESTRA
  - ANEXO II.B. CÁLCULO_ VOLUMEN
- CAPÍTULO IV
  - ANEXO IV. A. CÁLCULO EROSIÓN_UA
  - ANEXO IV. B. CÁLCULO BALANCE H_UA
  - ANEXO IV.C. TAMAÑO_MUESTRA SA

ANEXO IV.D. ESFUERZO_MUESTREO SA
ANEXO IV.E. IND. POR HA. Y TOT. SA
ANEXO IV.F. ÍNDICES_FLORA SA
ANEXO IV.G. TAMAÑO_MUESTRA AI
ANEXO IV.H. ESFUERZO_MUESTREO AI
ANEXO IV.I. IND. POR HA. Y TOT. AI
ANEXO IV.J. ÍNDICES_FLORA AI
ANEXO IV.K. ESFUERZO_MUESTREO AP
ANEXO IV.L. IND. POR HA. Y TOT. AP
ANEXO IV.M. ESPECIES_POR SITIO AP
ANEXO IV.N. ÍNDICES_FLORA AP
ANEXO IV.Ñ. ÌNDICES_DIVERSIDAD_FAUNA_AP
ANEXO IV. O. ÌNDICES_DIVERSIDAD_FAUNA_AI
ANEXO IV.P. ÌNDICES_DIVERSIDAD_FAUNA_SA
CAPÍTULO VI
ANEXO VI.A. INFILTRACIÓN CON REFORESTACIÓN.

ANEXO 17. GLOSARIO TÉRMINOS