MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

I. **Nombre del área que clasifica:**

Oficina de Representación de la SEMARNAT en el Estado de Tlaxcala.

II. **Identificación del documento del que se elabora la versión pública:**

Recepción, evaluación y resolución de la manifestación de impacto ambiental en su Modalidad Particular.- Mod. A: No incluye actividad altamente riesgosa (SEMARNAT-04-002-A), artículo 69 fracción VII inciso L) de la LFTAIP.

III. **Partes o secciones clasificadas, así como las páginas que la conforman:**

Datos generales del promovente y del responsable técnico, ubicados en la página 15 y 16 de 425 páginas de la Manifestación de Impacto Ambiental.

IV. **Fundamento legal, indicando el nombre del ordenamiento, el o los artículos, fracción, párrafos con base en los cuales se sustente la clasificación; así como las razones o circunstancias que motivaron a la misma:**

Se clasifican datos personales de personas físicas identificadas o identificables, con fundamento en el artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 párrafo primero de la LGTAIP, consistentes en: domicilio particular y número de teléfono del promovente, así como el nombre, domicilio, RFC, número de teléfono del responsable técnico, por considerarse información confidencial.

V. **Firma del titular del área:**

Lic. Iliana Castillo Algarra, encargada de la Oficina de Representación en Tlaxcala.

"Con fundamento en lo dispuesto por los artículos 6 fracción XVI; 33, 34 y 35 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia por ausencia definitiva del Titular de la Oficina de Representación de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el Estado de Tlaxcala, previa designación, firma la C. Iliana Castillo Algarra, Subdelegada de Administración e Innovación"

VI. **Fecha, número e hipervínculo al acta de la sesión de comité donde se aprobó la versión publica:**

ACTA_11_2024_SIPOT_1T_2024_ART69, en la sesión celebrada el 19 de abril de 2024.

Disponible para su consulta en:

http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2024/SIPOT/ACTA_11_2024_SIPOT_1T_2024_ART69.pdf

CAPÍTULO I

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

ÍNDICE GENERAL

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DE ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. 3
I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO. 3
I.1.1. NOMBRE DEL PROYECTO. 3
I.1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO. 3
I.1.3. TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO. 14
I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 15
I.2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL 15
I.2.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE 15
I.2.3. NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL 15
I.2.4. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL 15
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 16
I.3.5. NÚMERO DE INSCRIPCIÓN EN REGISTRO FORESTAL NACIONAL (NÚMERO, LIBRO, TIPO Y VOLUMEN). 16
I.3.6. IDENTIFICACIÓN OFICIAL. 16
I.4. PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL. 17
I.5. BIBLIOGRAFÍA. 17

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro I.1. Coordenadas del polígono del área del proyecto. 5
Cuadro I.2. Información meteorológica del área del proyecto. 7
Cuadro I.3. Vulcanismo en el área del proyecto. 11
Cuadro I.4. Fallas y fracturas en el área del proyecto. 12
Cuadro I.5. Cronograma de actividades. 14

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1. Localización geográfica del proyecto. 4
Figura I.2. Plano de delimitación del área del proyecto. 6
Figura I.3. Grado de riesgo de ciclones tropicales. 7
Figura I.4. Grado de riesgo de tormentas eléctricas. 8
Figura I.5. Grado de riesgo de granizo. 8
Figura I.6. Grado de riesgo de sequía. 9
Figura I.7. Grado de riesgo por inundaciones. 9
Figura I.8. Mapa de velocidad del viento. 10
Figura I.9. Mapa del proyecto inmerso en la región potencial de deslizamiento de laderas. 10
Figura I.10. Mapa de sismicidad. 11
Figura I.11. Mapa de volcanes activo cercanos al área del proyecto. 12
Figura I.12. Mapa de fallas y fracturas del área del proyecto. 13

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.

CONSTRUCCIÓN DE LAS NAVES INDUSTRIALES PARA GUNDERSON-CONCARRIL S DE RL DE CV A GREENBRIER COMPANY

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR.

I.1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO.

El estado de Tlaxcala se ubica en la región central del país, cuyo su territorio se extiende en 3,996.6 km^2, lo cual representa 0.2% del territorio de la República Mexicana.

La entidad se localiza en las coordenadas geográficas al norte 19°43'44", al sur 19°06'18" de latitud norte; al este 97°37'31", al oeste 98°42'30" de longitud oeste. Colinda al norte con los estados de Hidalgo y Puebla; al este y sur con Puebla; al oeste con Puebla, Estado de México e Hidalgo.

La división política está constituida por 60 municipios, siendo la capital del estado el municipio de Tlaxcala de Xicohténcatl, en donde residen los poderes. Atendiendo a la superficie, el municipio más extenso es Tlaxco, que ocupa 14.38% de la superficie estatal, y los menos extensos son San Lorenzo Axocomanitla y San Juan Huactzinco, con el 0.11% del territorio.

El municipio de Tetla de la Solidaridad se ubica en el Altiplano central mexicano a 2,440 metros sobre el nivel del mar, y se sitúa en un eje de coordenadas geográficas entre los 19°, 26'., 26". latitud norte y 98°, 06', 12". longitud oeste. Localizado al centro del estado, colinda al norte con los municipios de Tlaxco y Atlangatepec; al sur con el municipio de Apizaco; al oriente se establecen linderos con el municipio de Terrenate y al poniente colinda con el municipio de Muñoz de Domingo Arenas.

De acuerdo con la información geoestadística del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), el municipio de Tetla de la Solidaridad comprende una superficie de 169.738 kilómetros cuadrados, lo que representa el 4.26% del total del territorio estatal, el cual asciende a 3 987.943 kilómetros cuadrados.

El predio en el cuál se ubica el Área del proyecto se localiza en el boulevard Emilio Sánchez Piedras No. 108, Cd. Industrial Xicohtencatl, del municipio de Tetla de la Solidaridad, en el estado de Tlaxcala.

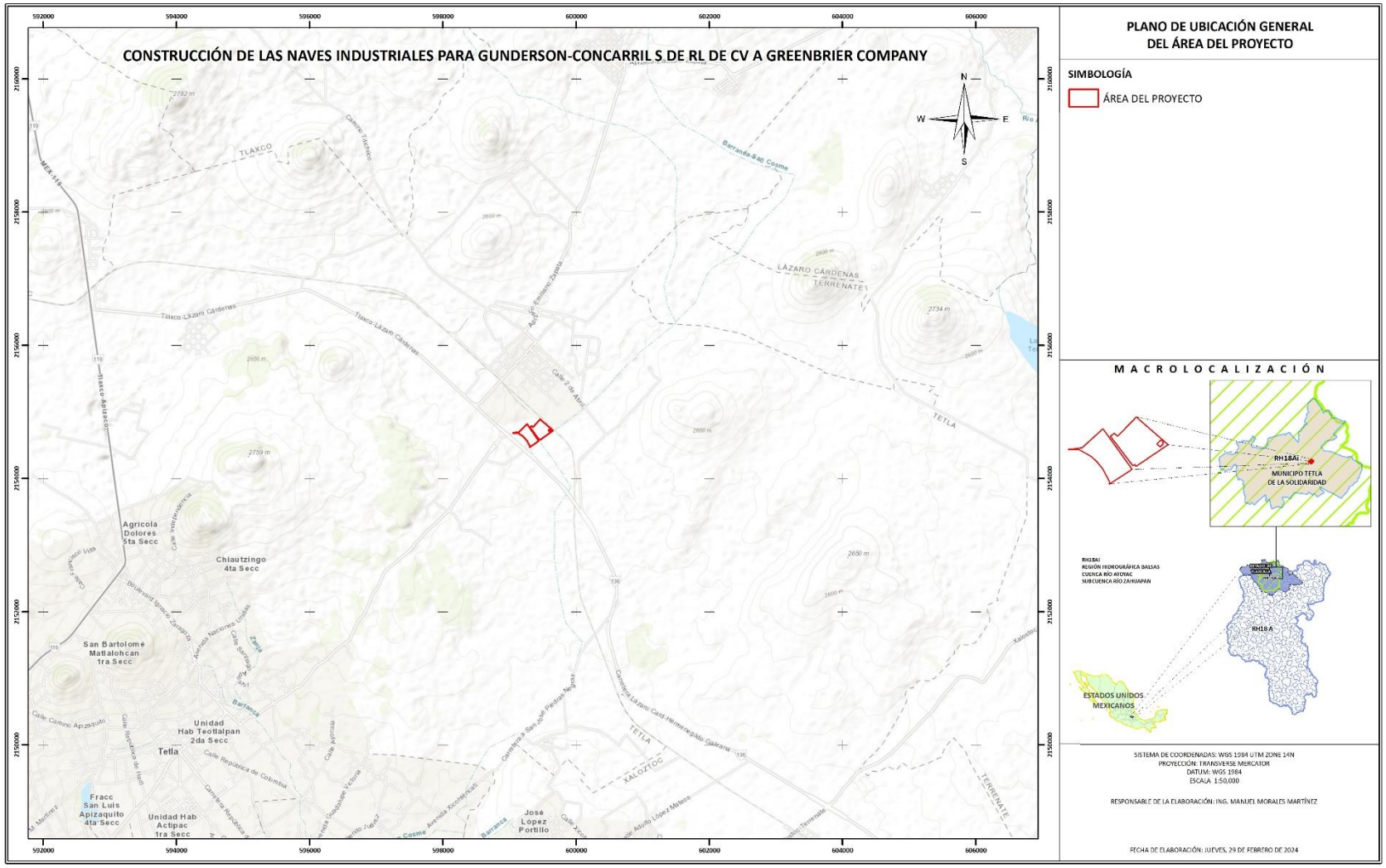


Figura I.1. Localización geográfica del proyecto.

Las coordenadas UTM WGS 84 de los dos polígonos que comprenden a la superficie del 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 DE PROYECTO (POLÍGONO 1)		
SUPERFICIE: 4.6374 HA		
No	**X**	**Y**
1	599439.58	2154562.24
2	599426.03	2154552.43
3	599304.92	2154468.14
4	599306.59	2154482.91
5	599265.62	2154562.61
6	599228.34	2154610.05
7	599194.05	2154642.45
8	599121.51	2154684.17
9	599060.01	2154682.60
10	599060.28	2154685.37
11	599093.79	2154688.63
12	599141.86	2154695.65
13	599260.76	2154811.28
14	599265.67	2154815.13

ÁREA DE PROYECTO (POLÍGONO 2)		
SUPERFICIE: 5.1697 HA		
No	**X**	**Y**
1	599653.69	2154717.23
2	599468.42	2154583.11
3	599460.48	2154582.77
4	599455.70	2154592.45
5	599444.21	2154583.05
6	599309.95	2154768.32
7	599333.37	2154787.55
8	599352.82	2154769.67
9	599462.66	2154889.55
10	599614.79	2154746.95
11	599609.50	2154741.66
12	599606.75	2154743.77
13	599586.98	2154721.68
14	599606.59	2154704.04
15	599626.22	2154725.15
16	599619.66	2154731.29
17	599625.59	2154737.42

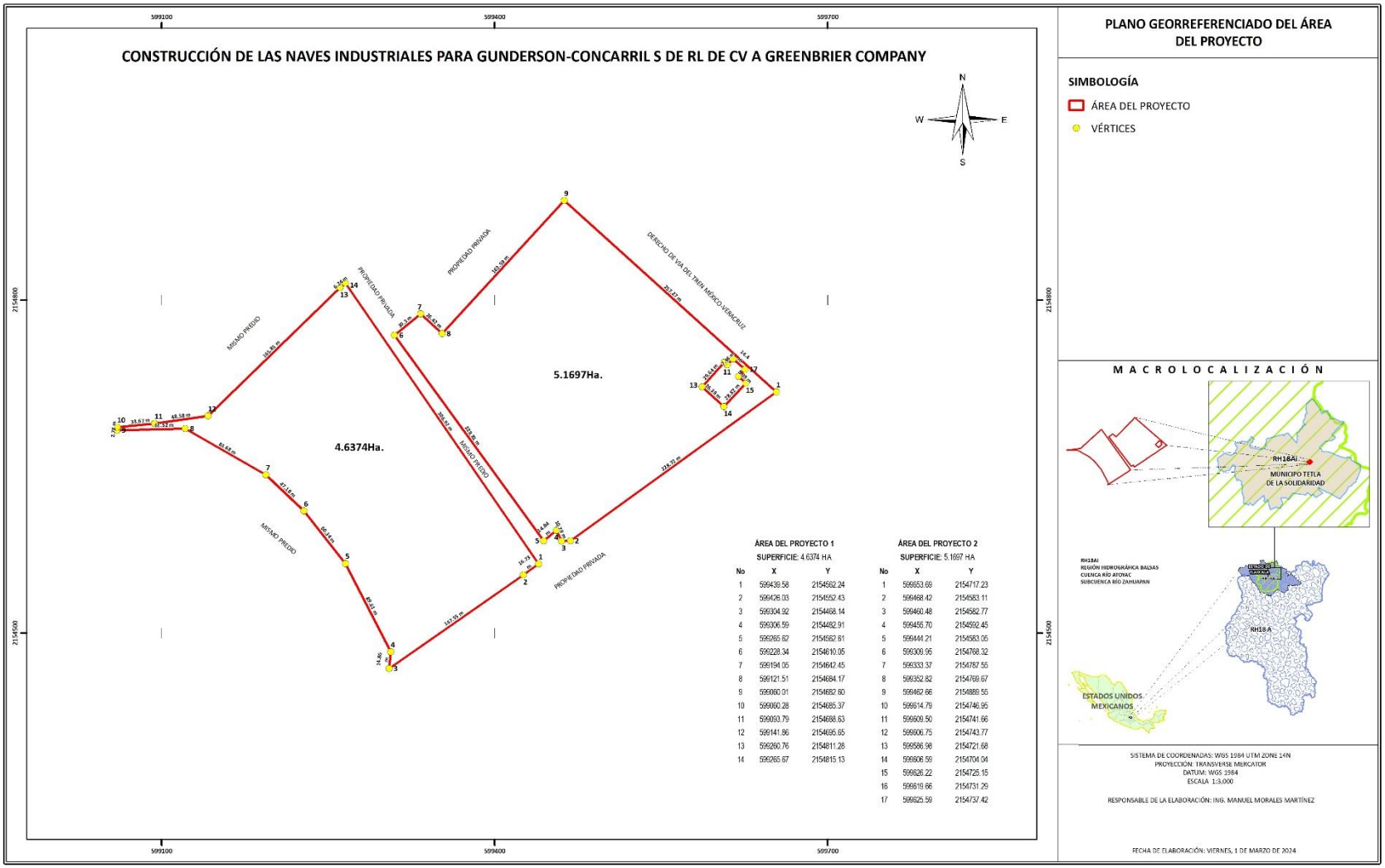


Figura I.2. Plano de delimitación del área del proyecto.

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	9.8071
Grado de riesgo de tormentas eléctricas	Bajo	
Grado de riesgo de granizo	Bajo	
Grado de riesgo de sequía	Bajo	
Grado de riesgo por inundaciones	Bajo	

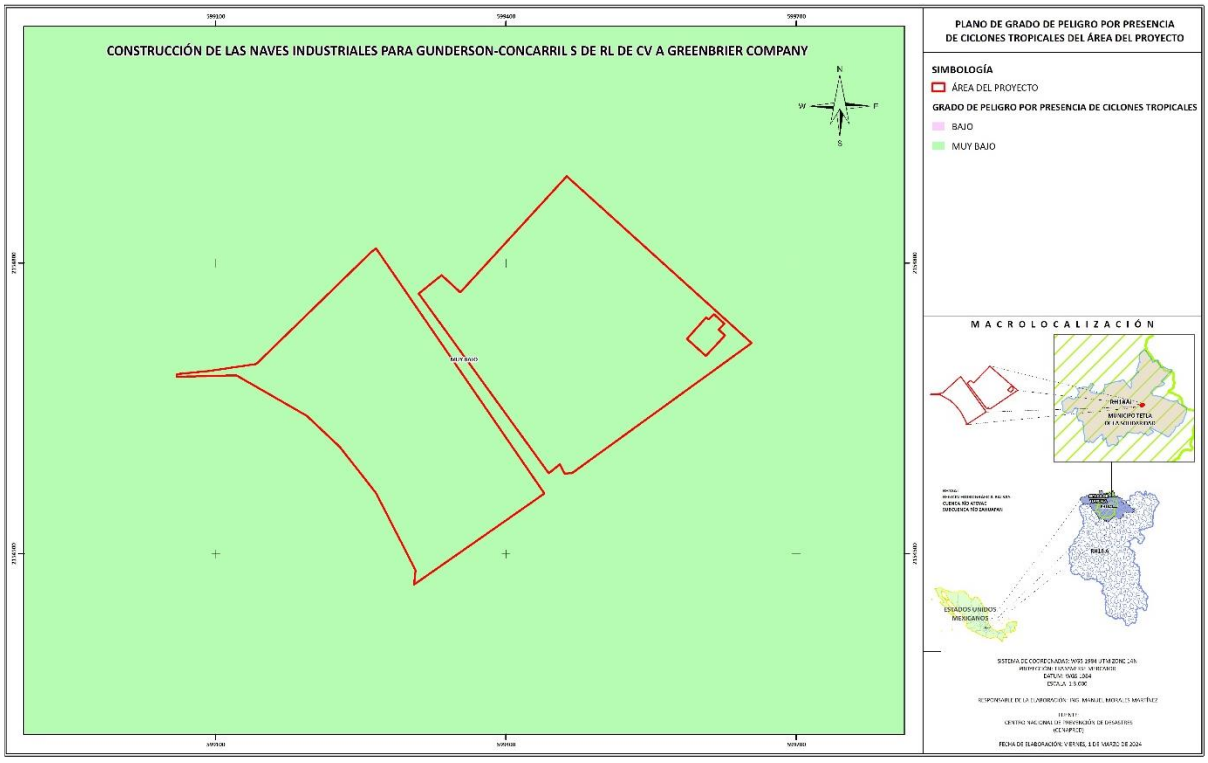


Figura I.3. Grado de riesgo de ciclones tropicales.

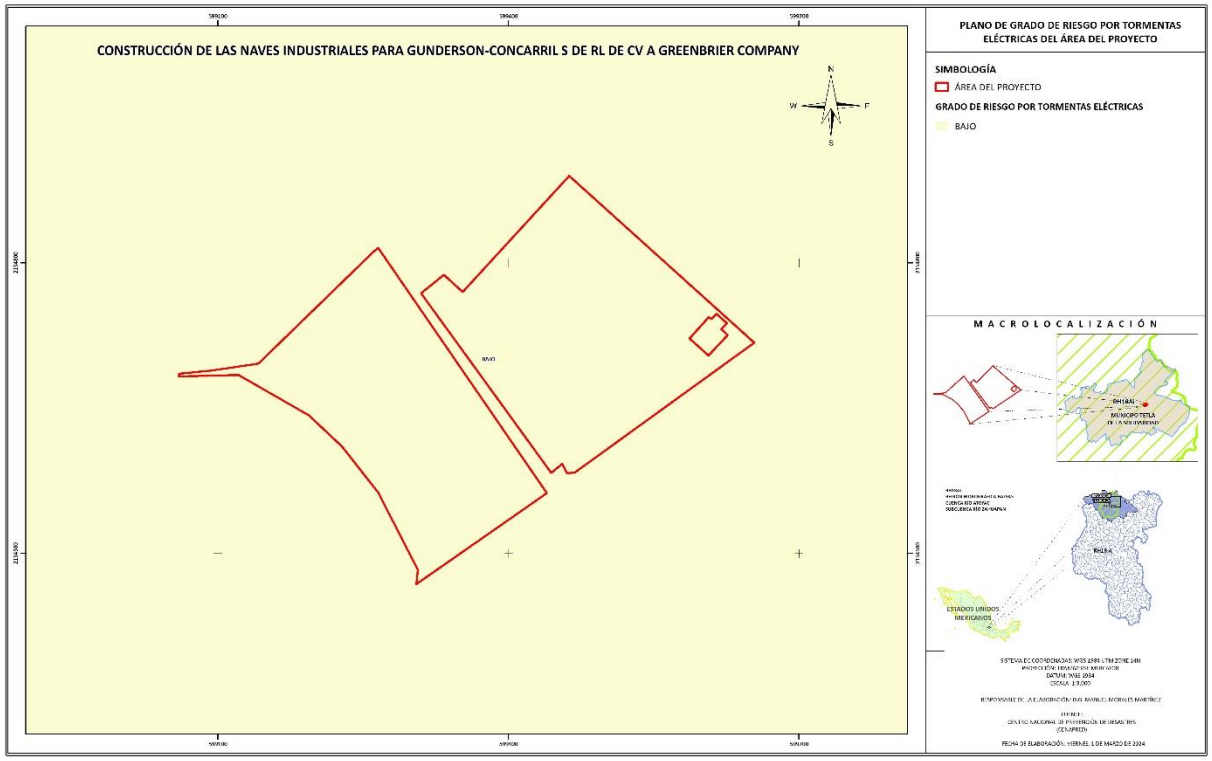


Figura I.4. Grado de riesgo de tormentas eléctricas.

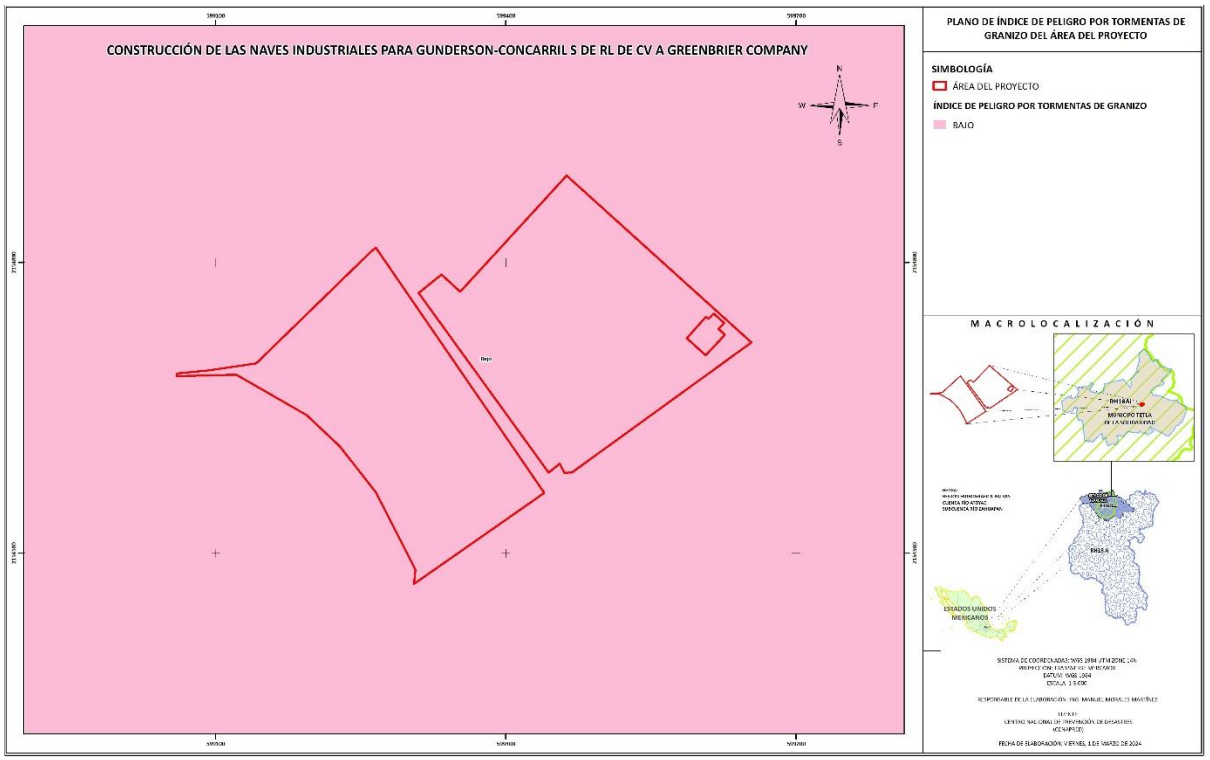


Figura I.5. Grado de riesgo de granizo.

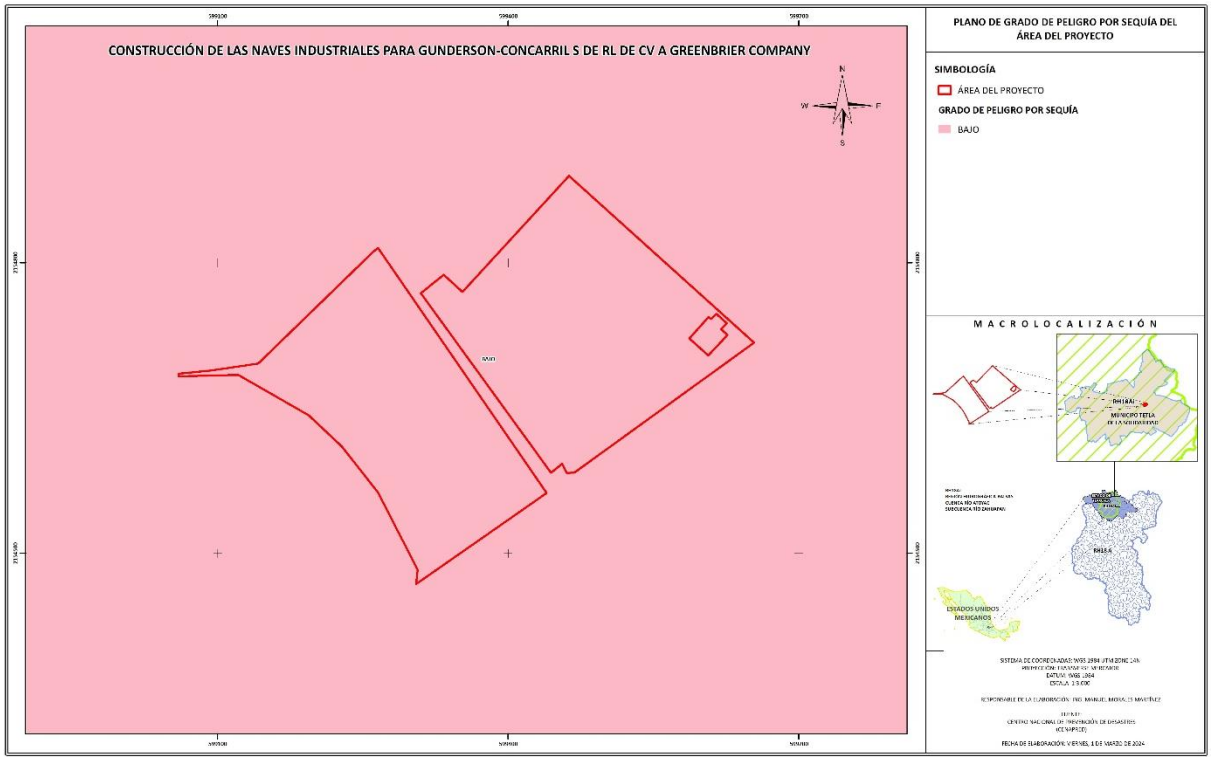


Figura I.6. Grado de riesgo de sequía.

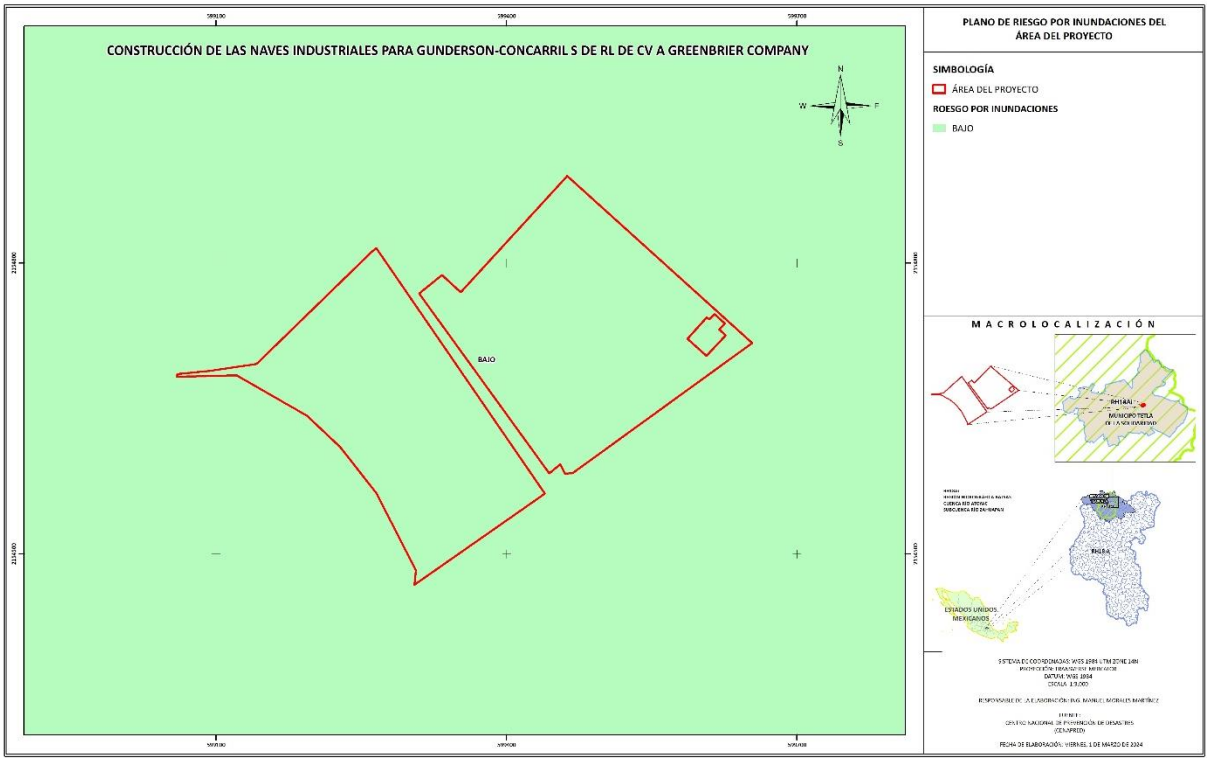


Figura I.7. Grado de riesgo por inundaciones.

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.

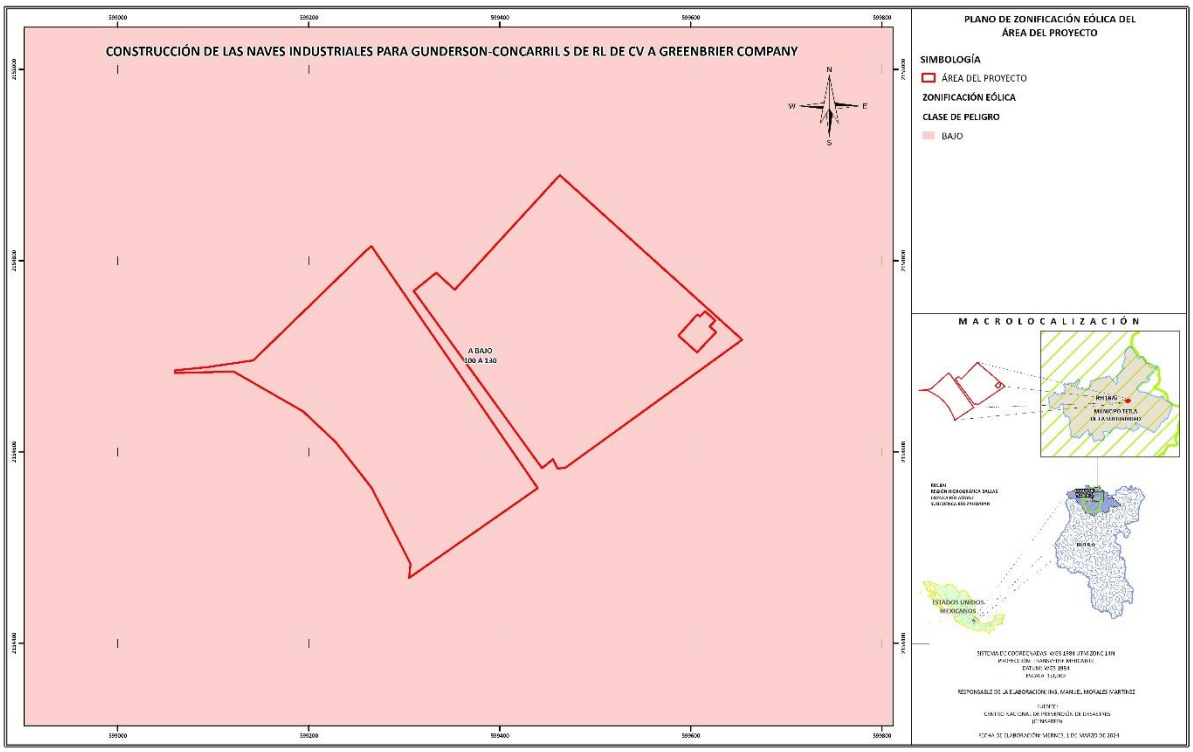


Figura I.8. Mapa de velocidad del viento.

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

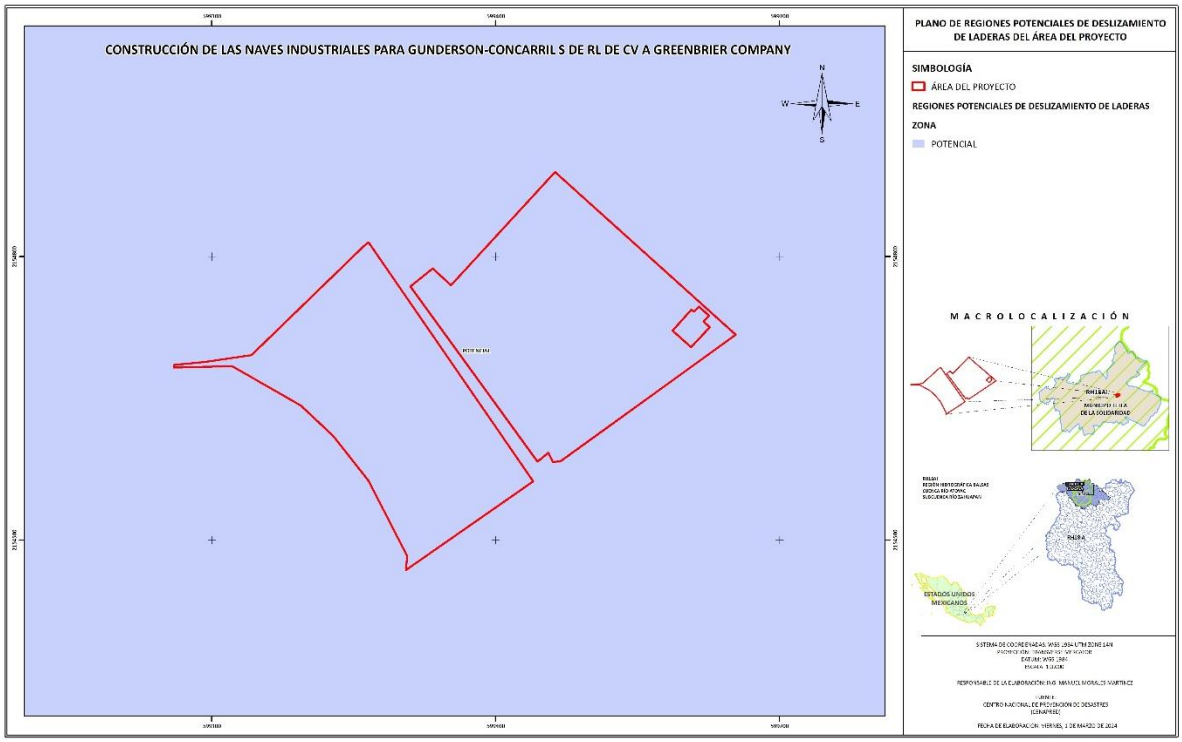


Figura I.9. Mapa del proyecto inmerso en la región potencial de deslizamiento de laderas.

De igual manera el área del proyecto corresponde a la zona con peligro bajo “B” de sismicidad

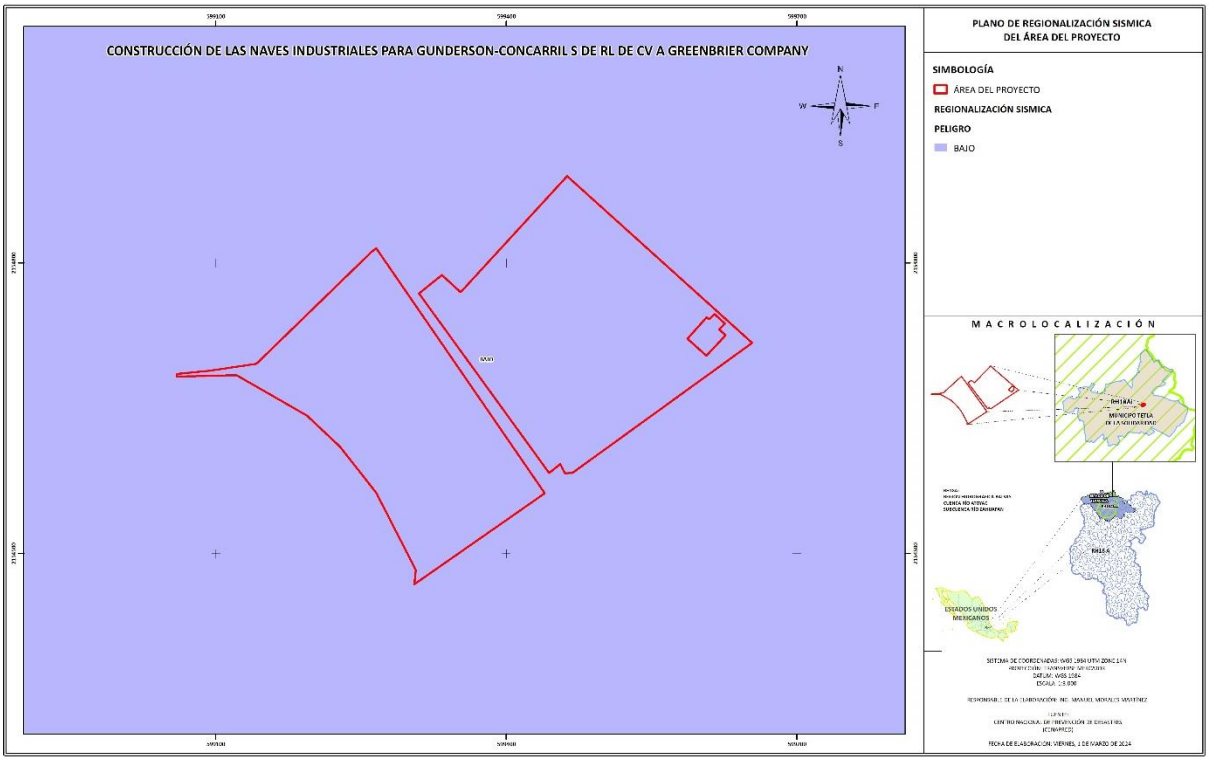


Figura I.10. Mapa de sismicidad.

Dentro del área del proyecto no se encuentran volcanes, los más cercanos son los siguientes:

Cuadro I.3. Vulcanismo en el área del proyecto.

Unidad de análisis	Tipo de volcán	Nombre	Distancia (km)
AP	Estratovolcán	Iztaccihuatl	70.25
	Estratovolcán	La Malinche	27.9
	Campo volcánico	Apan-Tezontepec	58.35
	Estratovolcán, domos y conos de tobas	Serdan-Oriental	65.92
	Campo volcánico	Cerro Grande	19.98
	Caldera	Los Humeros	64.84
	Domo	Papayo	70.29

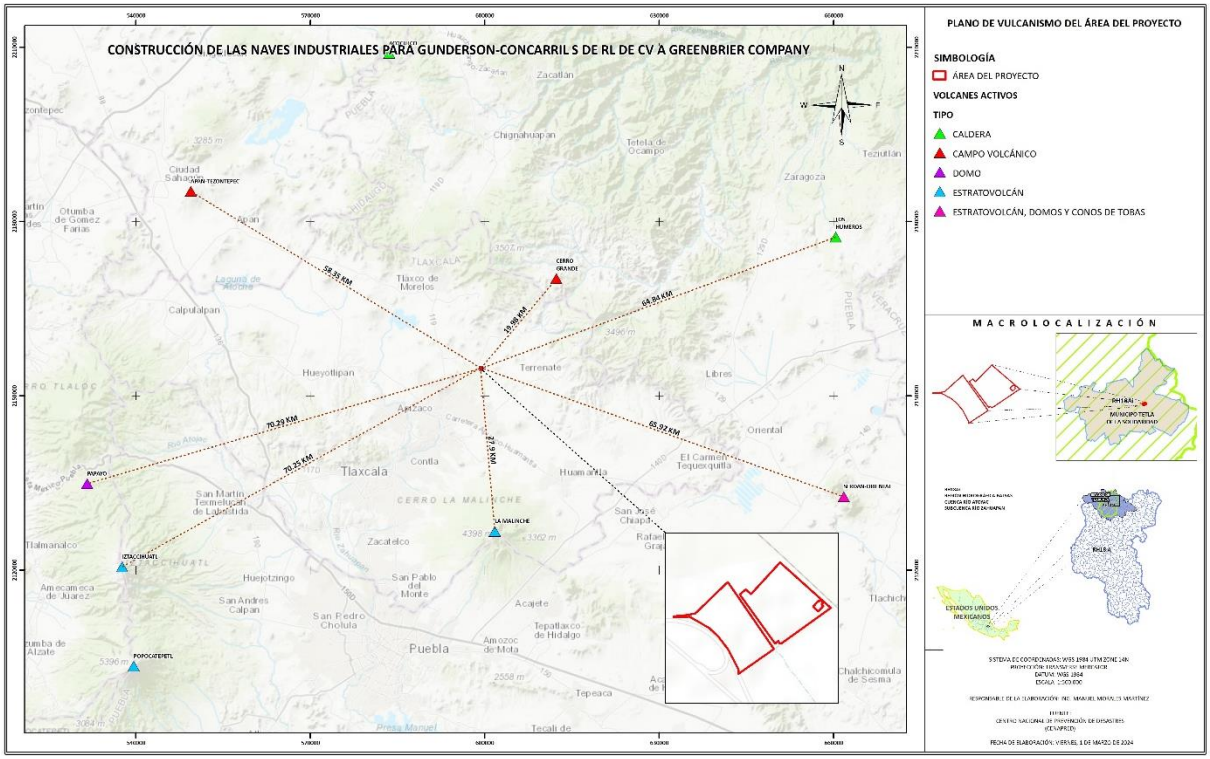


Figura I.11. Mapa de volcanes activo cercanos al área del proyecto.

El área del proyecto se encuentra cerca de las fallas y fracturas siguientes:

Cuadro I.4. Fallas y fracturas en el área del proyecto.

Unidad de análisis	Tipo	Dirección	Distancia (km)
AP	Fractura	Noreste-suroeste	21.68
	Fractura	Noreste-suroeste	14.64
	Falla	Este-oeste	22.67
	Falla	Noreste-suroeste	16.43

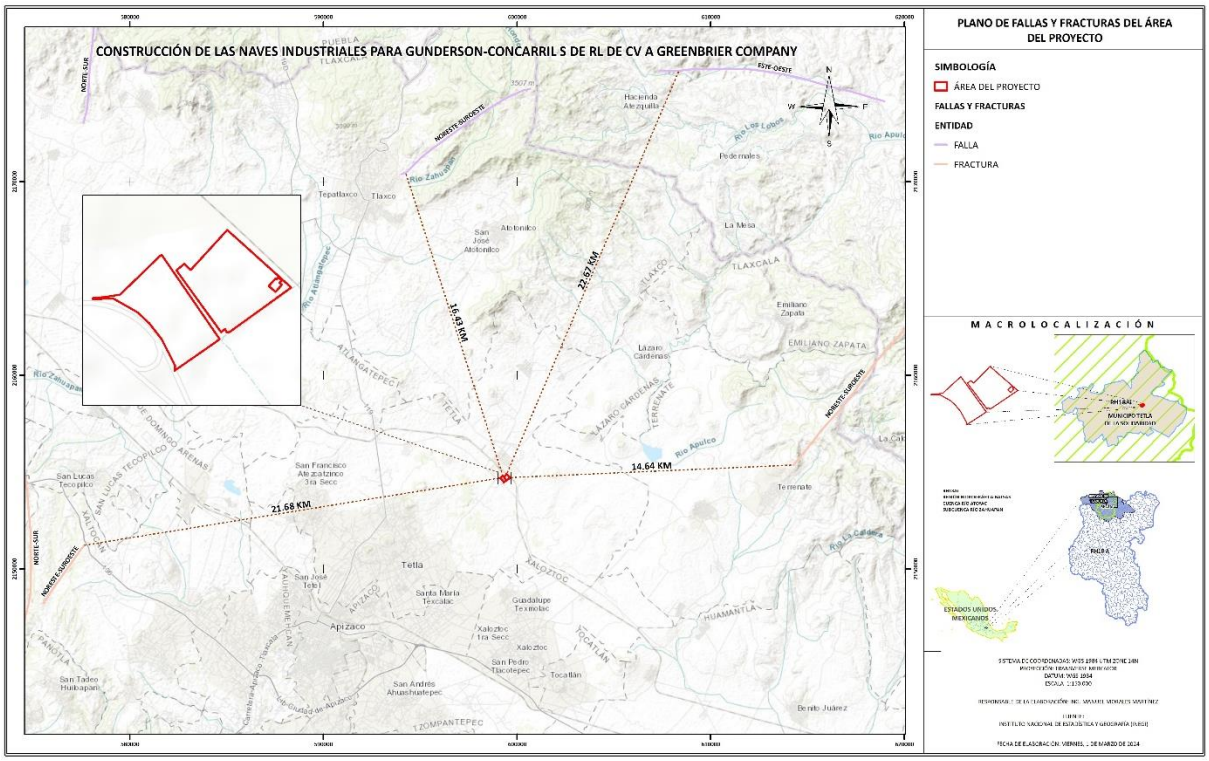


Figura I.12. Mapa de fallas y fracturas del área del proyecto.

I.1.3. TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO.

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 3 meses, 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. Algunas medidas se realizarán previas al cambio de uso de suelo como lo son; el rescate de flora silvestre, ahuyentamiento de especies de fauna silvestre y el rescate de la misma. También algunas otras medidas de mitigación, compensación y/o prevención se harán durante y posterior al cambio de uso de suelo como lo es el mantenimiento de la reubicación de flora silvestre, la elaboración y mantenimiento de las obras de conservación de suelos.

Cuadro I.5. Cronograma de actividades.

Etapa	Obra y/o actividad	Programa de trabajo calendarizado							
		Mes			Año				
		1	2	3	1	2	3	4	5
Cambio de uso de suelo en terrenos forestales	Desmonte	X	X	X					
	Extracción de materias primas	X	X	X					
	Despalme	X	X	X					
Medidas de prevención, mitigación y/o compensación	Delimitación de las áreas de trabajo	X							
	Platicas de concientización ambiental	X	X	X					
	Ahuyentamiento de fauna silvestre	X	X	X					
	Rescate de fauna silvestre con o sin categoría (NOM-059)	X	X	X					
	Rescate de flora silvestre con o sin categoría (NOM-059)	X	X	X					
	Colocación de carteles preventivos	X							
	Colocación de sanitarios portátiles	X	X	X					
	Rescate del material orgánico	X	X	X					
	*Riegos con agua	X	X	X					
	Construcción de terrazas individuales para el recurso agua				X				
	Construcción de los cordones de acomodo de material vegetal muerto				X				
	Plantación				X				
Monitoreo y seguimiento de las medidas	Mantenimiento de los individuos de flora reubicados				X	X	X	X	X
	Monitoreo de las especies de fauna silvestre				X	X	X	X	X
	Mantenimiento de las terrazas individuales				X	X	X	X	
	Mantenimiento de los cordones de acomodo de material vegetal muerto				X	X	X		
	Mantenimiento de la plantación				X	X	X	X	X

*Esta actividad se realizará únicamente si la ejecución del CUSTF se lleva a cabo en época de estiaje

I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

GUNDERSON-CONCARRIL S DE RL DE CV

I.2.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE

[redacted]

I.2.3. NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL

Luis Ernesto Minutti León

Representante legal

I.2.4. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL

[redacted]

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

I.3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.

[redacted]

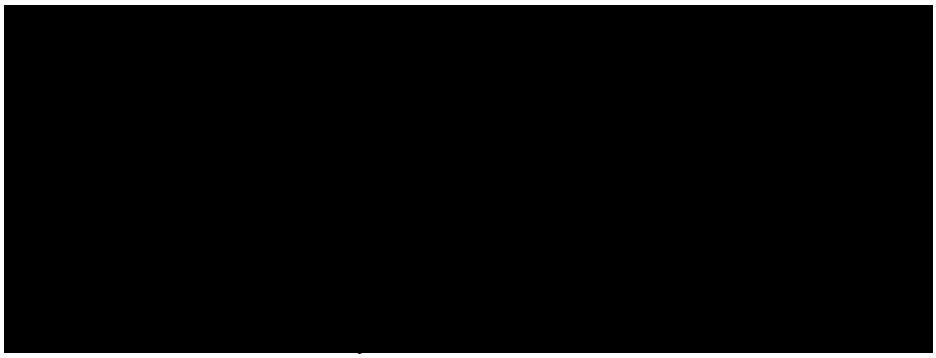
I.3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES

[redacted]

I.3.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

[redacted]

I.3.4. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO



COLABORADORES:





I.3.6. IDENTIFICACIÓN OFICIAL.

Se anexa en: ANEXO 5. DATOS DEL ASESOR TÉCNICO

I.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_PROMO Y ESCRITURAS).
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 11. ANEXO CARTOGRÁFICO / CAPÍTULO I.

I.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. 3
II.1.1. Naturaleza del proyecto. 3
II.1.2. Ubicación física y dimensiones del proyecto. 4
II.2. Uso de suelo propuesto 13
II.3. Características particulares del proyecto 16
II.3.1. Programa de trabajo 16
II.3.2. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 18
II.3.3. Etapa de preparación del sitio (cambio de uso de suelo) 18
II.3.4. Años posteriores al proyecto 32
II.4. Inversión requerida 32
II.5. Etapa de abandono del sitio. 33
II.6. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera. 33
II.7. Bibliografía 35

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro II.1. Superficie del Área del Proyecto. 5
Cuadro II.2. Coordenadas de los polígonos del Área del Proyecto. 5
Cuadro II.3. Clasificación de superficie del Área del Proyecto. 8
Cuadro II.4. Uso de suelo propuesto para el Área del Proyecto. 13
Cuadro II.5. Principales actividades desarrolladas en el cambio de uso de suelo del proyecto. 16
Cuadro II.6. Cronograma de actividades. 16
Cuadro II.7. Número de individuos a rescatar y reubicar. 19
Cuadro II.8. Determinación del tamaño de muestra. 26
Cuadro II.9. Datos utilizados para obtener el tamaño de muestra. 26
Cuadro II.10. Modelos para el cálculo de volumen. 27
Cuadro II.11. Volumen a extraer de las zonas 1 y 2. 28
Cuadro II.12. Volumen a extraer de la zona 3 28
Cuadro II.13. Rescate del material orgánico. 29
Cuadro II.14. Información de excavadora hidráulica. 30
Cuadro II.15. Información de camión de volteo 12 o 14 m^3. 31
Cuadro II.16. Inversión económica estimada en la región por la ejecución del proyecto. 32
Cuadro II.17. Residuos orgánicos. 33
Cuadro II.18. Sólidos inorgánicos. 34
Cuadro II.19. Residuos líquidos. 34
Cuadro II.20. Emisiones a la atmósfera. 34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1. Plano de ubicación general del proyecto en el estado de Tlaxcala. 3
Figura II.2. Ubicación del proyecto respecto a la Cuenca Hidrológica. 4
Figura II.3. Ubicación general del Área del Proyecto. 5
Figura II.4. Ubicación y vértices del Área del Proyecto con coordenadas UTM WGS 84. 7
Figura II.5. Mapa de vegetación y uso de suelo del Área del Proyecto (INEGI). 8
Figura II.6. Uso de suelo actual en el Área del Proyecto. 9
Figura II.7. Uso de suelo propuesto del Área del Proyecto. 15
Figura II.8. Ejemplo de muestreo para el Área del Proyecto. 24

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen II.1. Condiciones de vegetación de bosque de táscate de la zona 1. 10
Imagen II.2. Condiciones de vegetación de bosque de táscate de la zona 2. 11
Imagen II.3. Condiciones de la vegetación de bosque de táscate de la zona 3 o "inundada". 12
Imagen II.4. Condiciones de la vegetación de bosque de táscate de la zona 4 o "jarillas". 13
Imagen II.5. Ejemplo de señalización y delimitación de áreas autorizadas. 18
Imagen II.6. Forma típica de realizar el derribo y troceo de arbolado. 20
Imagen II.7. Tipo de maquinaria empleada en el desmonte. 21
Imagen II.8. Ejemplo de la extracción de materias primas. 21
Imagen II.9. Ejemplo de la maquinaria para llevar a cabo el despalme. 30
Imagen II.10. Ejemplo del transporte de tierra fértil. 31

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 para el cambio de uso de suelo** para el desarrollo del proyecto denominado **“CONSTRUCCIÓN DE LAS NAVES INDUSTRIALES PARA GUNDERSON-CONCARRIL S DE RL DE CV A GREENBRIER COMPANY”.** El Área del Proyecto comprende una superficie de **9.8071 hectáreas**, las cuales presentan vegetación de **bosque de táscate**.

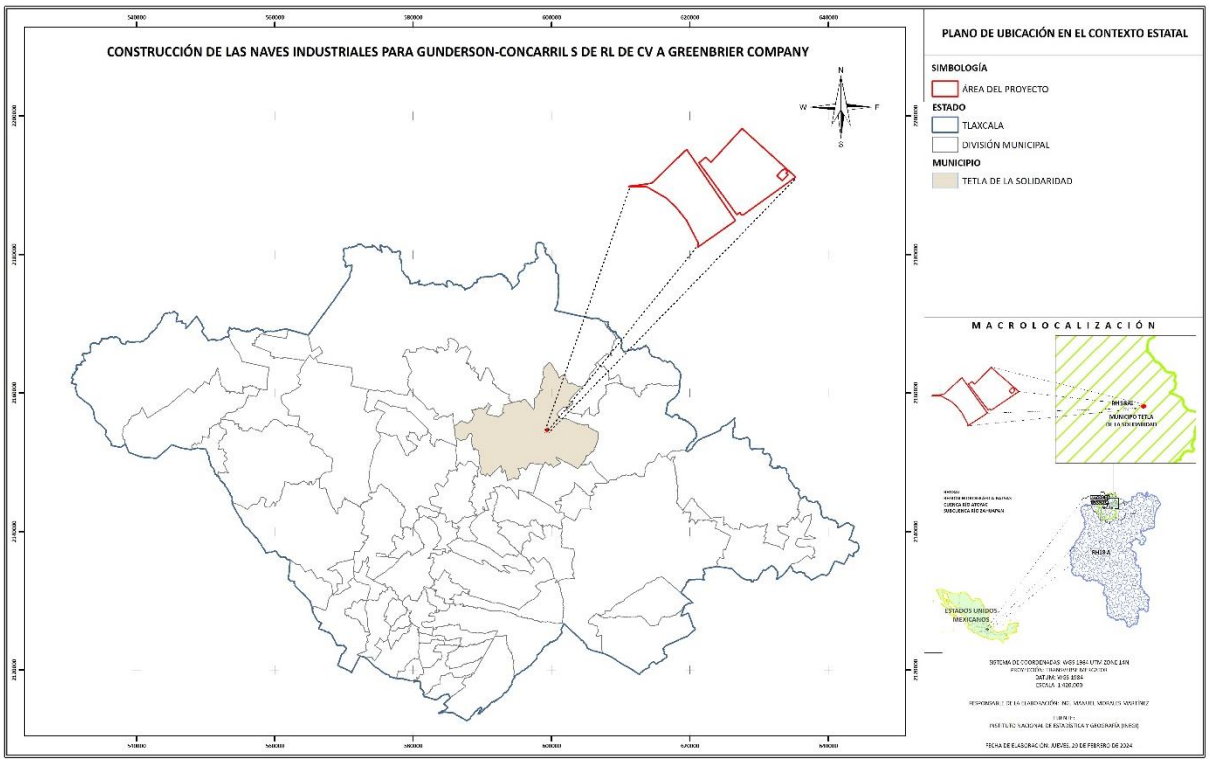


Figura II.1. Plano de ubicación general del proyecto en el estado de Tlaxcala.

II.1.1. Naturaleza del proyecto.

Actualmente, el área donde se pretende llevar a cabo el proyecto presenta un uso de suelo correspondiente a bosque de táscate y de acuerdo al mismo, este se clasifica como área forestal, cuya remoción de la vegetación implica la generación de impactos ambientales en algunos de los factores del 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 (AP).**

Por lo tanto, el principal motivo de la presentación de este trabajo, consiste en el **cambio de uso de suelo** en una superficie de **9.8071 ha** para la construcción de naves industriales; la ubicación del proyecto corresponde al municipio de Tetla de la Solidaridad en el estado de Tlaxcala.

Para llevar a cabo la construcción del proyecto, el cual incluye el cambio de uso de suelo, se realizará en primer lugar **la preparación de sitio (cambio de uso de suelo),** en la 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 construcción y posteriormente la operación y mantenimiento del mismo.

En relación a los productos maderables que resulten del proyecto, estos, serán derribados de manera paulatina.

II.1.2. Ubicación física y dimensiones del proyecto.

Geopolíticamente, el proyecto se ubica en el municipio de Tetla de la Solidaridad, éste se ubica en el Altiplano central mexicano a 2,440 metros sobre el nivel del mar, y se sitúa en un eje de coordenadas geográficas entre los 19°, 26'., 26". latitud norte y 98°, 06', 12". longitud oeste. Localizado al centro del estado, colinda al norte con los municipios de Tlaxco y Atlangatepec; al sur con el municipio de Apizaco; al oriente se establecen linderos con el municipio de Terrenate y al poniente colinda con el municipio de Muñoz de Domingo Arenas. Respecto a la región hidrológica, el área se encuentra inmersa en la Región Hidrológica **"Balsas"** (RH18).

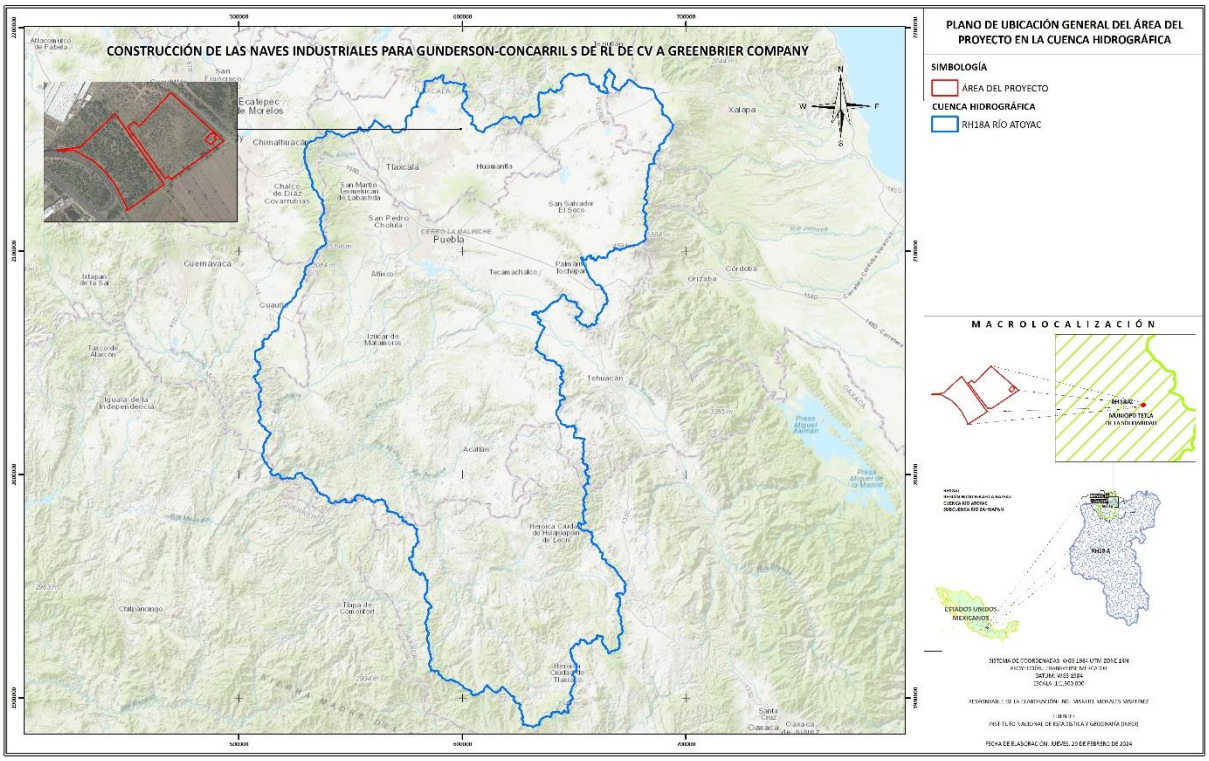


Figura II.2. Ubicación del proyecto respecto a la Cuenca Hidrológica.

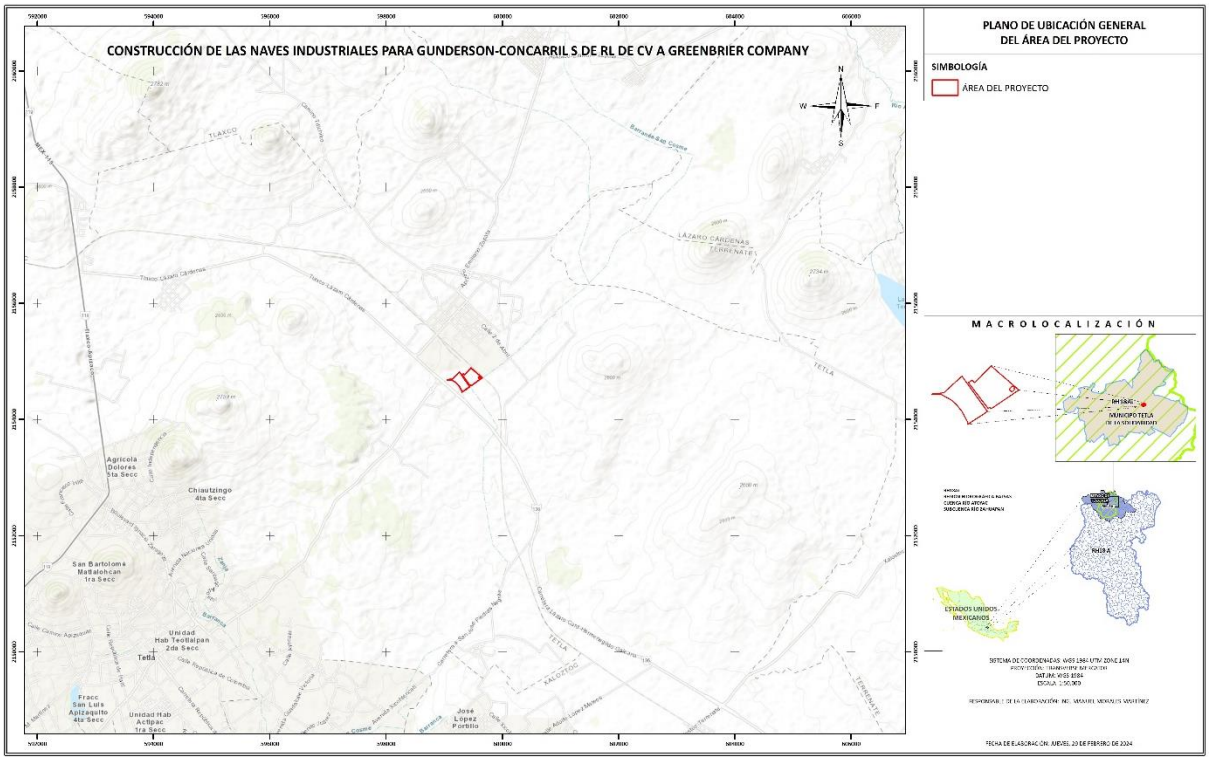


Figura II.3. Ubicación general del Área del Proyecto.

La **superficie total** que se somete a evaluación en materia de impacto ambiental para el cambio de uso de suelo es de:

Cuadro II.1. Superficie del Área del Proyecto.

Clasificación	Superficie (ha)	Superficie %
Cambio de uso de suelo	**9.8071**	100

Las coordenadas **UTM (Datum WGS84),** de la superficie a evaluar se presentan en el siguiente cuadro, así también se presenta el plano correspondiente:

Cuadro II.2. Coordenadas de los polígonos del Área del Proyecto.

ÁREA DE PROYECTO (POLÍGONO 1)		
SUPERFICIE: 4.6374 HA		
No	**X**	**Y**
1	599439.58	2154562.24
2	599426.03	2154552.43
3	599304.92	2154468.14
4	599306.59	2154482.91
5	599265.62	2154562.61
6	599228.34	2154610.05
7	599194.05	2154642.45
8	599121.51	2154684.17

ÁREA DE PROYECTO (POLÍGONO 2)		
SUPERFICIE: 5.1697 HA		
No	**X**	**Y**
1	599653.69	2154717.23
2	599468.42	2154583.11
3	599460.48	2154582.77
4	599455.70	2154592.45
5	599444.21	2154583.05
6	599309.95	2154768.32
7	599333.37	2154787.55
8	599352.82	2154769.67

ÁREA DE PROYECTO (POLÍGONO 1)		
9	599060.01	2154682.60
10	599060.28	2154685.37
11	599093.79	2154688.63
12	599141.86	2154695.65
13	599260.76	2154811.28
14	599265.67	2154815.13

ÁREA DE PROYECTO (POLÍGONO 2)		
9	599462.66	2154889.55
10	599614.79	2154746.95
11	599609.50	2154741.66
12	599606.75	2154743.77
13	599586.98	2154721.68
14	599606.59	2154704.04
15	599626.22	2154725.15
16	599619.66	2154731.29
17	599625.59	2154737.42

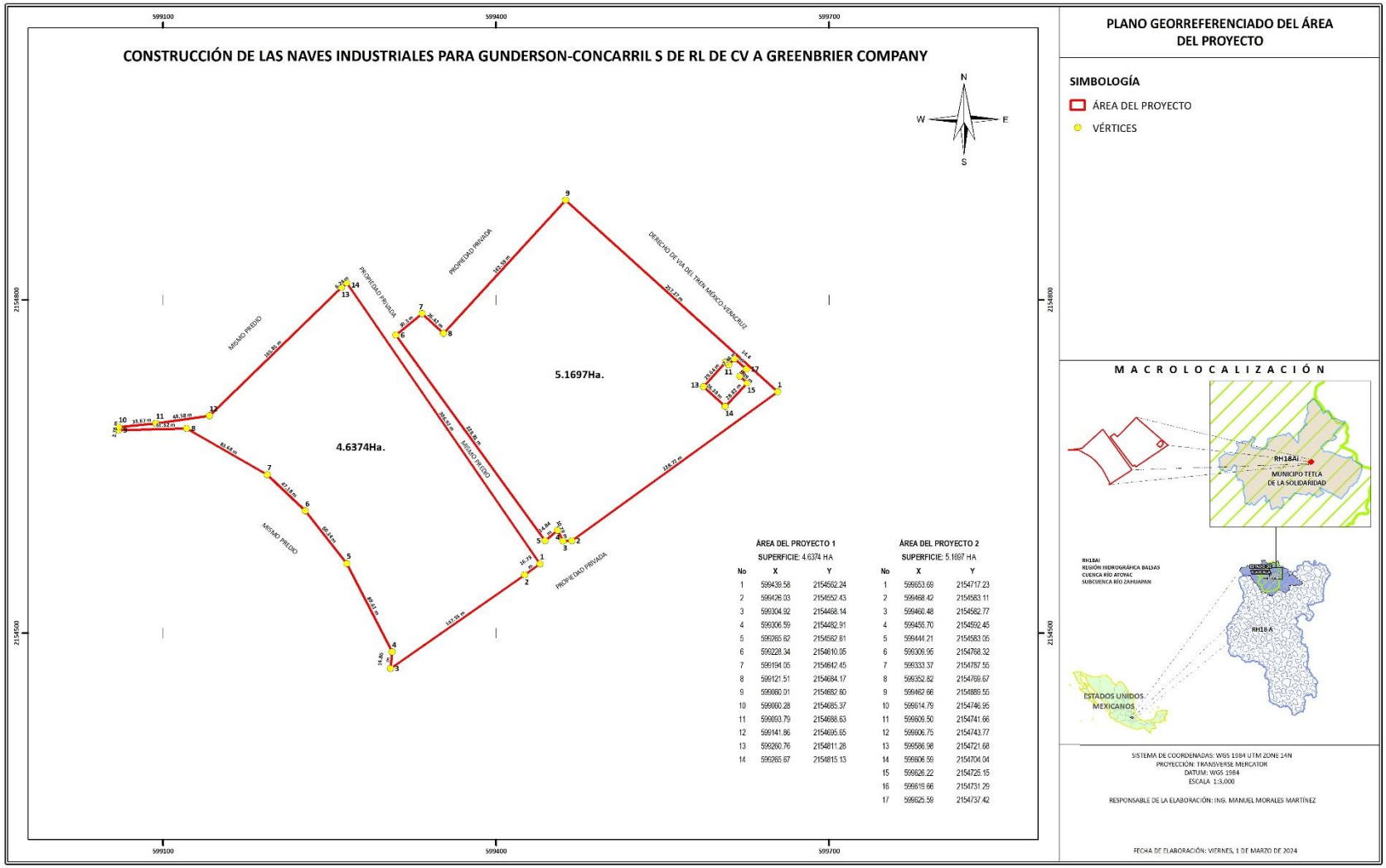


Figura II.4. Ubicación y vértices del Área del Proyecto con coordenadas UTM WGS 84.

a) Caracterización del Área del Proyecto.

El área del proyecto **(9.8071 ha)** sujeta a cambio de uso de suelo de acuerdo a la carta de INEGI, Uso de Suelo y Vegetación escala 1: 250,000 Serie VII, presenta el tipo de vegetación de Bosque de táscate en 1.3076 ha y de agricultura de temporal anual en 8.4995 ha, sin embargo, lo observado en los recorridos recorridos de verificación realizados durante la toma de información de campo, mostraron que las 9.8071 ha ostentan vegetación de bosque de táscate con diferentes grados de perturbación.

Por lo tanto, se determinó que el área del proyecto presenta condición forestal ya perturbada, determinando así el tipo de vegetación ya indicada.

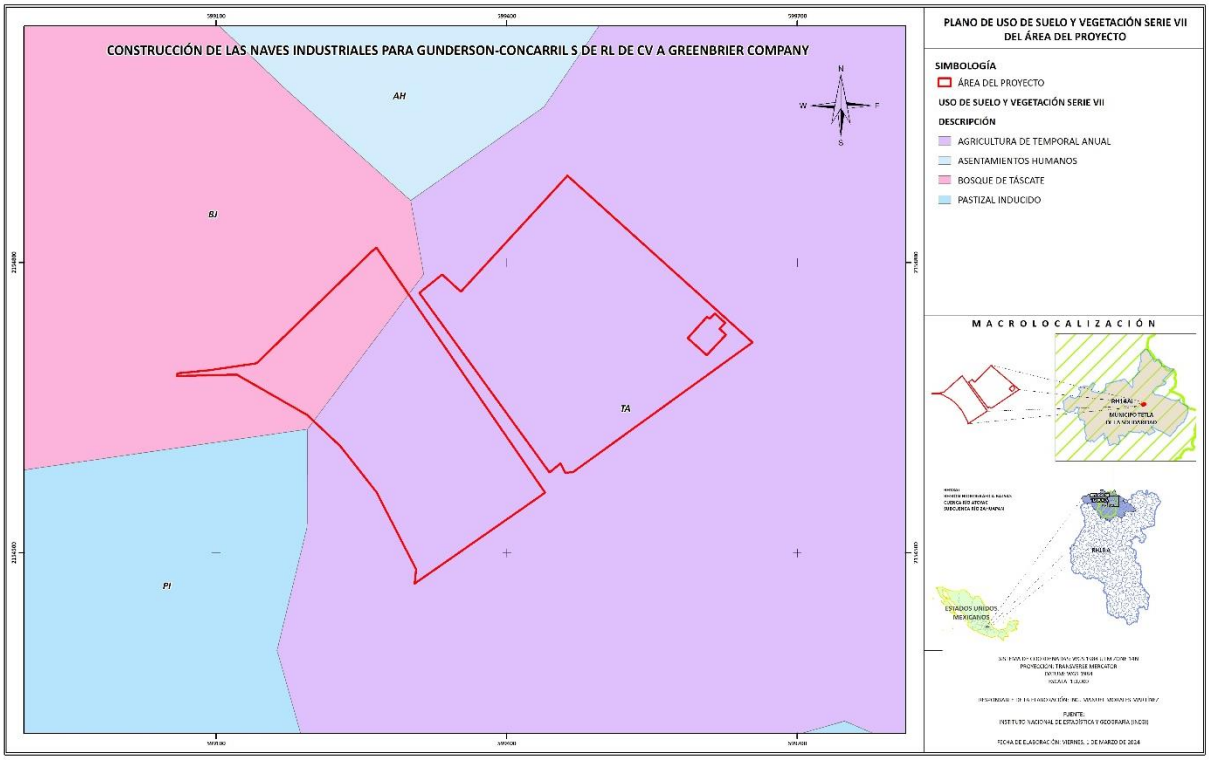


Figura II.5. Mapa de vegetación y uso de suelo del Área del Proyecto (INEGI).

Por lo tanto, la clasificación de superficie del proyecto es la siguiente:

Cuadro II.3. Clasificación de superficie del Área del Proyecto.

Clasificación	Superficie (ha)	Superficie %
Bosque de táscate	9.8071	100

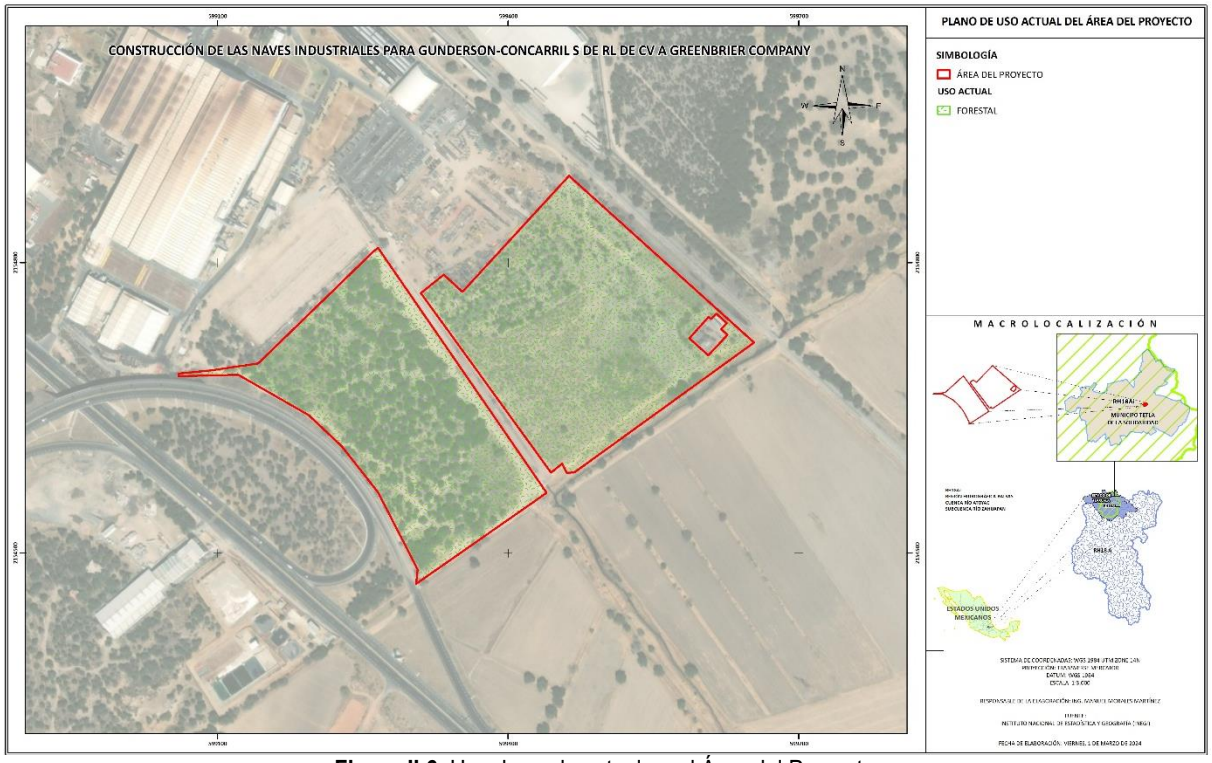


Figura II.6. Uso de suelo actual en el Área del Proyecto.



Imagen II.1. Condiciones de vegetación de bosque de táscate de la zona 1.



Imagen II.2. Condiciones de vegetación de bosque de táscate de la zona 2.



Imagen II.3. Condiciones de la vegetación de bosque de táscate de la zona 3 o “inundada”.



Imagen II.4. Condiciones de la vegetación de bosque de táscate de la zona 4 o “jarillas”.

II.2. Uso de suelo propuesto

El cambio de uso de suelo del proyecto tiene la finalidad de la construcción de naves industriales, los diferentes componentes a continuación de indican.

Cuadro II.4. Uso de suelo propuesto para el Área del Proyecto.

Polígono	Uso propuesto	Superficie (ha)
1	Otros usos	0.810
	Acera	0.048
	Cabina de pintura	0.334
	Derecho de vía	0.525
	Guarnición	0.002
	Muro de contensión	0.002
	Naves (plasma city)	1.213
	Patio de gruas	0.379
	Patio de materiales	1.240
	Pendiente	0.003
	Rampa	0.081
2	Otros usos	1.569
	Acera	0.018
	Cabina de pintura	0.119
	Estacionamiento de trailers	1.743
	Expansión vías	0.057

Polígono	Uso propuesto	Superficie (ha)
	Naves (plasma city)	0.065
	Patio de gruas	0.267
	Patio de maniobras	1.266
	Planta de tratamiento de aguas residuales	0.048
	Rampa	0.016
Total		**9.8071**

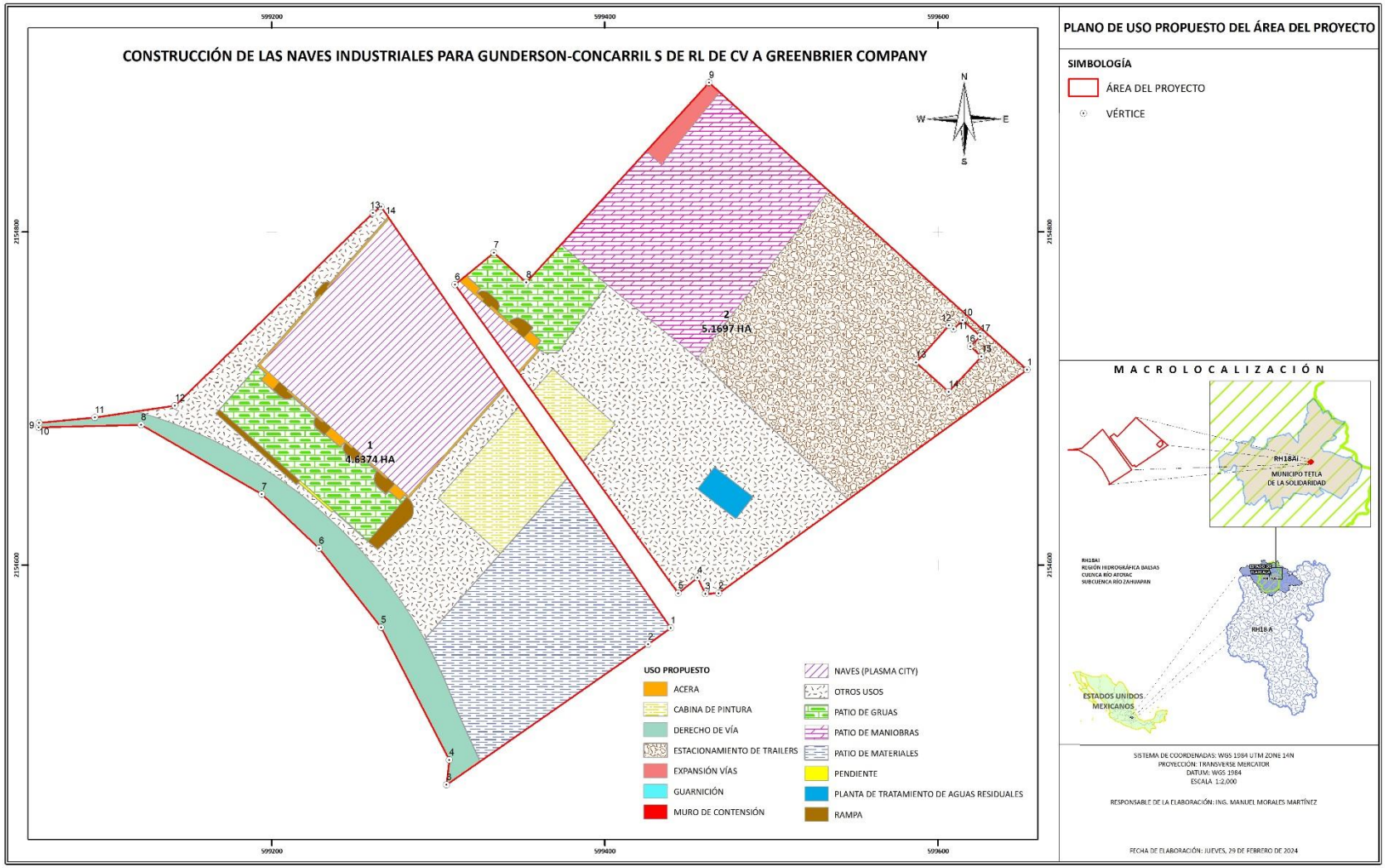


Figura II.7. Uso de suelo propuesto del Área del Proyecto.

II.3. Características particulares del proyecto

El proyecto, corresponde al cambio de uso de suelo, el cual comprende principalmente la preparación del sitio enfocada a las actividades previas a la construcción. En el siguiente cuadro se muestran las actividades que se realizarán durante el desarrollo del proyecto.

Cuadro II.5. Principales actividades desarrolladas en el cambio de uso de suelo del proyecto.

ETAPA	ACTIVIDAD
Preparación del sitio	Señalización (Delimitación)
	Desmonte
	Extracción de materias primas
	Despalme
	Transporte de material inerte
	Aplicación de medidas de mitigación previas, durante y después del cambio de uso de suelo.

II.3.1. Programa de trabajo

El proyecto que justifica este escrito tendrá como plazo 3 meses, los cuales se consideran para actividades propias al cambio de uso de suelo (señalización, desmonte, extracción de materias primas, despalme y transporte del material inerte).

El proyecto incluye además las medidas de mitigación, compensación y/o prevención, previas al cambio de uso de suelo como lo es el rescate de flora silvestre, y el ahuyentamiento y rescate de especies de fauna silvestre. Es importante resaltar que el rescate de las especies incluye además la reubicación.

Se contemplan también medidas de mitigación, compensación y/o prevención durante y posterior al cambio de uso de suelo como por ejemplo el seguimiento a la reubicación de flora silvestre y su mantenimiento, la realización de reforestación, entre otras.

Es importante recalcar que la actividad a evaluar **es el cambio de uso de suelo** para el proyecto, sin embargo, posteriormente a esa etapa, se llevaría a cabo como tal la construcción del mismo, pero en este documento no es una etapa que se tome en cuenta como parte de la evaluación y, por lo tanto, las medidas de mitigación, compensación y/o prevención después del cambio de uso de suelo se proponen realizarlos en 5 años posteriores a esta actividad.

Cuadro II.6. Cronograma de actividades.

Etapa	Obra y/o actividad	Programa de trabajo calendarizado							
		Mes			Año				
		1	2	3	1	2	3	4	5
Cambio de uso de suelo en terrenos forestales	Desmonte	X	X	X					
	Extracción de materias primas	X	X	X					
	Despalme	X	X	X					
Medidas de prevención, mitigación y/o compensación	Delimitación de las áreas de trabajo	X							
	Platicas de concientización ambiental	X	X	X					
	Ahuyentamiento de fauna silvestre	X	X	X					
	Rescate de fauna silvestre con o sin categoría (NOM-059)	X	X	X					
	Rescate de flora silvestre con o sin categoría (NOM-059)	X	X	X					
	Colocación de carteles preventivos	X							

Etapa	Obra y/o actividad	Programa de trabajo calendarizado							
		Mes			Año				
		1	2	3	1	2	3	4	5
	Colocación de sanitarios portátiles	X	X	X					
	Rescate del material orgánico	X	X	X					
	*Riegos con agua	X	X	X					
	Construcción de terrazas individuales para el recurso agua				X				
	Construcción de los cordones de acomodo de material vegetal muerto				X				
	Plantación				X				
Monitoreo y seguimiento de las medidas	Mantenimiento de los individuos de flora reubicados				X	X	X	X	X
	Monitoreo de las especies de fauna silvestre				X	X	X	X	X
	Mantenimiento de las terrazas individuales				X	X	X	X	
	Mantenimiento de los cordones de acomodo de material vegetal muerto				X	X	X		
	Mantenimiento de la plantación				X	X	X	X	X

*Esta actividad se realizará únicamente si la ejecución del CUSTF se lleva a cabo en época de estiaje

II.3.2. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El área donde se encuentra el proyecto es en una zona urbana, se encuentra en el municipio de Tetla de Solidaridad, Tlaxcala.

Dentro del predio que alberga el proyecto se cuenta con la disponibilidad de servicios y obras públicos, como lo son, vías de acceso, servicio de agua potable, energía eléctrica y drenaje.

II.3.3. 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, además de las principales actividades de mitigación, compensación y/o prevención para la flora y fauna. La forma de ejecución y las actividades propias de esta etapa son las siguientes:

ACTIVIDADES PREVIAS AL DESMONTE-DESPALME

- **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.

- **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. Esta técnica, debe combinarse con el rescate y la reubicación de los individuos que se encuentren en el sitio.

- **Rescate y reubicación de fauna silvestre.**

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 AI directa del proyecto. Dentro de los anexos correspondientes al Capítulo VIII, se puede encontrar el ANEXO 9. PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE 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 reubicada en sitios de características ambientales similares a las de su origen. Para la reubicación, especialmente se le dio importancia a la flora con estatus o endémica y es mencionada en el cuadro siguiente. 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.7. Número de individuos a rescatar y reubicar.

Especies a reubicar							
Estrato arbóreo							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**N**	**% rescate**	**Total de individuos**
1	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Sabino	125	10%	13
Subtotal					**125**		**13**
Estrato de cactáceas y/o epífitas							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**N**	**% rescate**	**Total de individuos**
1	Cactaceae	*Coryphantha*	*Coryphantha pycnacantha*	Biznaga partida chiche de burro	871	15%	131
2	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria rhodantha*	Biznaga de cabezas aureas	742	15%	111
3	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	814	15%	122
Subtotal					**2,427**		**364**
Total					**2,552**		**377**

Estas actividades se realizarán de acuerdo a las especificaciones mostradas en el programa que se muestra en los anexos del Capítulo VIII: ANEXO 8. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA.

ACTIVIDADES DE DESMONTE-DESPALME

- **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 hachas. 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 AP.



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 AP:*

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 AP corresponde a bosque de táscate.

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 AP.
3. Muestreo mediante sitios. Para el AP se establecieron 8 sitios circulares de 500 m^2 con un de radio de 12.61 metros para el estrato arbóreo y que representan una intensidad de muestreo de 10 %, para una superficie de 9.8071 hectáreas, de acuerdo con el Inventario Nacional Forestal[1]
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 50% al volumen obtenido de la tabla de volumen para compensar la presencia de las ramas.

[1] Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2011. Manual y procedimientos para el muestreo de campo: Inventario Nacional Forestal y de Suelos.

CENSO

En estadística descriptiva, se denomina censo al recuento de individuos que conforman una población estadística, definida como un conjunto de elementos de referencia sobre el que se realizan las observaciones. También se puede considerar como el conteo de todos y cada uno de los elementos de una población o de un universo, en un lugar determinado y en un tiempo dado.

La zona 3 bosque de táscate (área inundada) cuenta con una superficie de 1.2884 ha, debido a que cuenta con un nivel alto de perturbación, donde la mayoría de los individuos están muertos se optó por la realización de un censo.

MUESTREO

Con fundamento en el artículo 39 fracción V, inciso a, 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%. Las áreas de cambio de uso de suelo se levantaron con 10 sitios en una superficie de 8.5187 has.

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., 2011i; Mostacedo y Fredericksen, 2000ii).

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).

Muestreo aleatorio: El muestreo aleatorio es un tipo de muestreo probabilístico donde se hace una selección aleatoria del primer elemento para la muestra, y luego se seleccionan los elementos posteriores utilizando intervalos fijos o sistemáticos hasta alcanzar el tamaño de la muestra deseado.

Con la finalidad de determinar si el muestreo realizado en el área de cambio de uso de suelo 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.

MUESTREO

Forma y tamaño de los sitios.

Para obtener la información del AP, se implementó la siguiente manera:

Estrato arbóreo, cactáceas y/o epífitas (MUESTREO).

- Con ayuda del GPS, Tablet e imagen satelital, se llevó a cabo la identificación de los sitios de muestreo, se marcó el punto central del sitio con una etiqueta plástica para posteriormente marcar los límites de dicho sitio circular con ayuda de aerosol, la dimensión del área de muestreo para estos estratos es de 500 metros (radio de 12.61 m).
- Se etiquetaron y marcaron con aerosol los individuos del estrato arbóreo, llevando un registro del nombre, DAP, altura en metros.
- Se contabilizaron, etiquetaron y marcaron con aerosol todos los individuos renuevos del estrato arbóreo.
- Se contabilizaron y marcaron con aerosol todos los individuos renuevos del estrato cactáceas y/o epífitas.

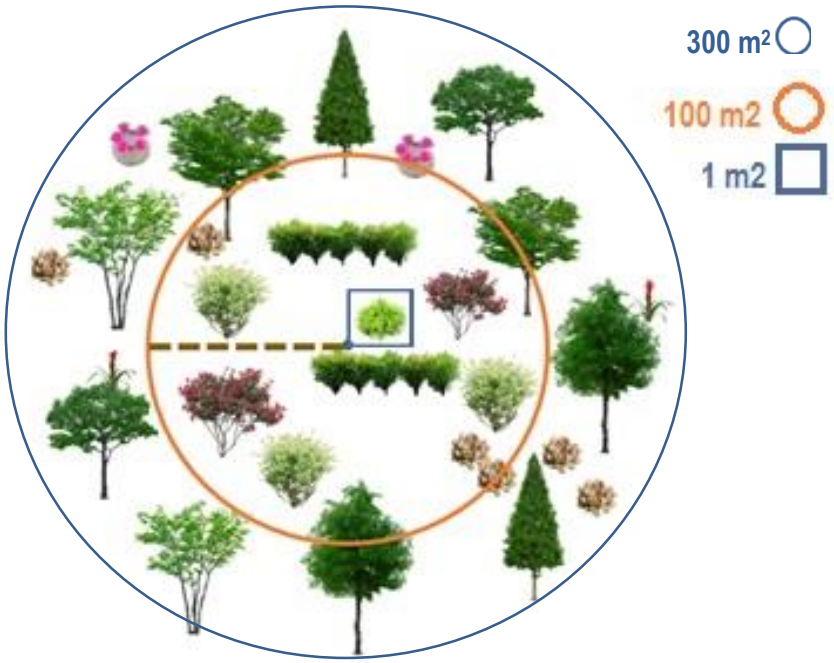


Figura II.8. Ejemplo de muestreo para el Área del Proyecto.

Estrato arbóreo (CENSO).

- Con ayuda del GPS, Tablet e imagen satelital, se llevó a cabo la identificación de la zona inundada.
- Se contabilizaron y marcaron con aerosol aquellos individuos que están muertos, obteniendo una altura y diámetro promedio.
- Se contabilizaron, marcaron con aerosol y se tomaron los datos de altura en metros y DAP de aquellos individuos vivos.

Estrato arbustivo (Sitios de muestreo).

- Con ayuda del GPS, Tablet e imagen satelital, se llevó a cabo la identificación de los sitios de muestreo, se marcó el punto central del sitio con una etiqueta plástica para posteriormente marcar los límites de dicho sitio circular con ayuda de aerosol, la dimensión del área de muestreo para este estrato es de 100 metros (radio de 5.64 m).

- Se etiquetaron y marcaron con aerosol los individuos del estrato, llevando un registro del nombre y número de individuo.

Estrato herbáceo (Sitios de muestreo).

- Se establecieron sitios de muestreo con una superficie de 1m^2, dentro de los sitios de muestreo del estrato arbóreo.
- Se ubicaron los sitios a través de un GPS, delimitando el área de muestreo con ayuda de aerosol.
- Se cuantificaron y nombraron los individuos.

Para la identificación de especies florísticas, se tomaron fotografías de la botánica de los individuos (fuste, hojas, flor y fruto, en caso de estar presente), para esta actividad se utilizaron los siguientes materiales:

- Binoculares
- Cámara fotográfica
- Formato para el registro fotográfico
- Lápiz

En este proyecto se conformó una brigada de 4 personas; las actividades comenzaron a las 8:30 am y se detuvieron a las 4:30 pm.

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 pero 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[iii]; Mostacedo y Fredericksen, 2000[iv]).

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", 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.8. Determinación del tamaño de muestra.

Tipo de Vegetación	PM	Número de especies registradas
Bosque de táscate	1	7
Bosque de táscate	2	7
Bosque de táscate	3	10
Bosque de táscate	4	8
Bosque de táscate	5	9
Bosque de táscate	6	11
Bosque de táscate	7	8
Jarilla	8	4
Jarilla	9	4
Jarilla	10	5
Promedio (ẋ)		7
VARIANZA		6
Muestras (n)		10
Desviación estándar (S)		2.4060
Coeficiente de variación (CV)		32.9591
95% de probabilidad t=		2.2620
E=		20
N=		129
Total de sitios 95% (n=)		**13**

Cuadro II.9. Datos utilizados para obtener el tamaño de muestra.

Tipo de Vegetación	Superficie		Tamaño de la muestra	Total de unidades muéstrales en toda la población
	Ha	m²	m²	N
Bosque de táscate	6.4307	64,307.00	500	129
Jarilla	2.088	20,880.00	100	209

Estimación del 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 predio para tener bien definidos sus límites y tener una primera idea de la cantidad de vegetación presente dentro del mismo.
2. Recorrido por el perímetro de la superficie propuesta, para identificar la cubierta de vegetación que sería afectada por el cambio de uso del suelo.
3. Muestreo mediante sitios de muestreo. Para el área de cambio de uso de suelo se establecieron sitios circulares de 500 m^2, con un de radio de 12.64 m para el estrato arbóreo y con una superficie total de cambio de 9.8071 ha.
4. Medición de las variables dasométricas en la delimitación de los sitios, necesarias para la estimación de las existencias volumétricas dentro del área (diámetro, altura y no. de individuos) por especie.
5. Determinación de los volúmenes mediante la utilización de las tablas de volumen, definidas por el Inventario Estatal Forestal para esta parte del estado.
6. En cada caso se agregó un 50% al volumen obtenido de la tabla de volumen para compensar la presencia de las ramas.

MODELOS PARA ESTIMAR EL VOLUMEN.

Para la estimación de los volúmenes de las especies maderables se utilizaron las tablas de volumen del inventario forestal del estado de Tlaxcala, publicado en el año 1984, documento en el cual se encuentran tablas de volúmenes para las 5 zonas que comprende el estado. Las tablas de volúmenes que se presentan en el Inventario Estatal Forestal de la zona, utilizadas para el proyecto son las siguientes:

Cuadro II.10. Modelos para el cálculo de volumen.

Modelos para el cálculo del volumen		
Tlaxcala	*Juniperus deppeana*	Vol=Exp (-9.69246238+1.92883177 Log (DN)+0.90538711 Log (HT))

CÁLCULO DE VOLÚMENES.

A continuación, se presentan los resultados de la estimación del volumen total de las especies maderables presentes y el listado de los individuos a remover catalogados como renuevos.

Cuadro II.11. Volumen a extraer de las zonas 1 y 2

ZONA	SUPERFICIE	TIPO DE VEGETACIÓN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. ÁRBOLES /HA	NO. ÁRBOLES TOT	ÁREA BASAL (m2 / HA)	DN (cm)	ALT (m)	VOLUMEN TOTAL/HA (M3 V.T.A.)	VOLUMEN TOTAL (M3 V.T.A.)
1	4.6374	Bosque de Táscate	Buddleja cordata	Tepozán	20	93	0.00015	3	2	0.0003	0.0012
			Juniperus deppeana	Sabino	2340	10852	0.6485	15.7	2.8	1.4184	6.5775
TOTAL					**2360**	**10944.264**				**1.4186**	**6.5787**
2	1.7933	Bosque de Táscate	Juniperus deppeana	Sabino	2780	4985	0.3552	6	2.6	0.7781	1.3953
			Prunus serotina	Capulin	20	36	0.0002	2	1	0.0002	0.0003
TOTAL					**2800**	**5021.24**				**0.7782**	**1.3956**

Cuadro II.12. Volumen a extraer de la zona 3

ZONA	SUPERFICIE	TIPO DE VEGETACIÓN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTADO	NO. ÁRBOLES TOT	ÁREA BASAL (m2 / HA)	DN (cm)	ALT (m)	VOLUMEN TOTAL/HA (M3 V.T.A.)	VOLUMEN TOTAL (M3 V.T.A.)
3	1.2776	Bosque de táscate (Área inundada)	Juniperus deppeana	Sabino	Muerto	337	1.3259	8	2.5	2.5761	3.2912
			Juniperus deppeana	Sabino	Vivo	70	0.6755	8	2.6	1.4981	1.9078
TOTAL						**407**				**4.0742**	**5.1990**

Nota: Se anexa cálculo de volumen ANEXO 13. MEMORIAS CÁLCULO (DIGITAL), CAPÍTULO II, ANEXO II.A. CÁLCULO_ VOLUMEN).

- **Despalme.**

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

Material fértil o materia orgánica:

Para este caso por las condiciones del suelo, se realizará el rescate de **1,471.07 toneladas** de materia orgánica en el área del proyecto.

Cuadro II.13. Rescate del material orgánico.

Obra propuesta	Tipo de Vegetación	Superficie de AP (ha)	Erosión Total AP (ton)	Profundidad del suelo (cm)	Toneladas por hectárea a obtener	Total rescatado (ton)
Rescate de Material orgánico	Bosque de táscate	9.8071	337.65	1.00	150	1,471.07
TOTAL		**9.8071**	**337.65**	**-**	**-**	**1,471.07**

Maquinaria a emplear:

Para remover el suelo, se usarán equipos pesados que permitan realizar el movimiento del suelo, esto será, conforme al cronograma presentado sujeto a evaluación y se puede decir que la remoción del material inerte se llevará a cabo en un lapso de cuatro meses después de la extracción de las materias primas.

Los equipos pesados que permitan realizar el movimiento de suelos podrían ser:

- Excavadora hidráulica
- Camión de volteo.

Cuadro II.14. Información de excavadora hidráulica.

MAQUINARIA	CARACTERÍSTICAS	FUNCIÓN
Excavadora hidráulica (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 excavadora es una máquina especialmente equipada para el movimiento de tierras, en este caso se utilizará para el empuje de tierras hacia adelante o hacia un lado.



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

Actividades posteriores al desmonte y despalme

- **Transporte de material inerte.**

Se realizará simultáneamente a la etapa de despalme. Los residuos producto del despalme (material inerte), se cargarán y transportarán al área de depósito lo más pronto posible, los cuales, se colocarán con una excavadora hidráulica y se transportarán en camiones volteo con capacidad de 12 a 14 m^3.

Maquinaria a emplear:

- Camión Volteo de 12 o 14 m^3.

Cuadro II.15. Información de camión de volteo 12 o 14 m^3.

MAQUINARIA	CARACTERÍSTICAS	FUNCIÓN
Camión de volteo (Cantidad 2)	**Características:** Motor a diésel; Capacidad de 12 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.

A continuación, se muestra el transporte de este material:



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

- **Material inerte.**

Parte del material inerte será utilizado para la nivelación del proyecto en donde se ocupe, otra parte será utilizado para las actividades de compensación, y el resto será transportado a algún banco de tiro.

En resumen, los principales pasos implicados en el cambio de uso de suelo de acuerdo a su orden de aplicación son: 1) Señalización, 2) Rescate de flora y fauna, 3) Desmonte, 4) Extracción de las materias primas forestales, 5) Despalme y remoción del material inerte, y 6) Transporte del material inerte al área destinada; sin embargo, tal como ya se ha mencionado, existen otras asociadas a dichos pasos y las cuales, se describen a detalle en el Capítulo VI de la presente MIA.

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.3.4. Años posteriores al proyecto

Posterior al cambio de uso de suelo del proyecto, se llevarán a cabo actividades de seguimiento, principalmente a todas aquellas medidas de mitigación, compensación y/o prevención realizadas en el cambio de uso de suelo (Para ver más detalles de las actividades a realizar ver Capítulo VI).

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

II.4. Inversión requerida

La inversión requerida para el proyecto se estima en $1,465,374.50. Como se desglosa a continuación:

Cuadro II.16. Inversión económica estimada en la región por la ejecución del proyecto.

CONCEPTO	COSTO TOTAL ($)
Gestión ambiental y restauración*	
Trámites de autorización	$85,415.00
Elaboración de proyectos	$150,000.00
SUBTOTAL	**$235,415.00**
Actividades del proyecto	
Señalización / Delimitación	$3,050.00
Derribo	$12,000.00
Extracción de materias primas	$10,000.00
Despalme	$10,000.00
SUBTOTAL	**$35,050.00**
Medidas de prevención, mitigación y/o compensación	
Delimitación del área del proyecto	$3,050.00
Programa de rescate y resguardo del MO	$67,250.00
Programa de plantación y obras de conservación	$237,009.50
Programa de rescate y reubicación de flora	$19,260.00
Programa de rescate y reubicación de fauna	$863,140.00

CONCEPTO	COSTO TOTAL ($)
Pláticas de concientización ambiental	$4,800.00
Colocación de carteles preventivos	$400.00
SUBTOTAL	**$1,194,909.50**
TOTAL	**$1,465,374.50**

II.5. Etapa de abandono del sitio.

La presente manifestación, considera exclusivamente la etapa de cambio de uso de suelo en el AP posteriormente a esto todas las medidas de mitigación y compensación correrán por parte del promovente.

II.6. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera.

La realización del proyecto se divide en 5 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 AP, 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.17. Residuos orgánicos.

ETAPA	ACTIVIDAD	TIPO DE RESIDUO	CARACTERÍSTICAS	ACCIONES PARA REDUCIR LOS IMPACTOS
Preparación del sitio - cambio de uso de suelo	1. Señalización (Delimitación) 2. Desmonte 3. Despalme 4. Extracción de materias primas 5. Transporte de material inerte	Residuos orgánicos	Se generará del material vegetativo que no pueda ser reutilizado 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. 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. 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. El suelo obtenido del despalme será almacenado en un área específica destinada para tal fin, desprovista de vegetación.

Cuadro II.18. Sólidos inorgánicos.

ETAPA	ACTIVIDAD	TIPO DE RESIDUO	CARACTERÍSTICAS	ACCIONES PARA REDUCIR LOS IMPACTOS
Preparación del sitio - cambio de uso de suelo	1. Señalización (Delimitación) 2. Desmonte 3. Despalme 4. Extracción de materias primas 5. Transporte de material inerte	Sólidos inorgánicos	Se generará del material e insumos que utilicen los trabajadores.	La tierra obtenida luego del despalme de la superficie del proyecto, será removida y almacenada en el área para la plantación, para acondicionar la superficie.
				Se realizará el almacenamiento de los residuos sólidos en contenedores y bolsas de plástico, ubicados estratégicamente.
				Se evitará que los contenedores se saturen para evitar la dispersión de basura fuera de ellos.
				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.19. Residuos líquidos.

ETAPA	ACTIVIDAD	TIPO DE RESIDUO	CARACTERÍSTICAS	ACCIONES PARA REDUCIR LOS IMPACTOS
Preparación del sitio - cambio de uso de suelo	1. Señalización (Delimitación) 2. Desmonte 3. Despalme 4. Extracción de materias primas 5. Transporte de material orgánico	Residuos líquidos	El desarrollo del proyecto requerirá de trabajadores durante un periodo de 3 meses, lo que implica la generación de aguas residuales sanitarias.	Se contempla la utilización de baños ya existentes dentro del predio, y que cuentan con un mantenimiento constante.
				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.

Cuadro II.20. 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 3. Despalme 4. Extracción de materias primas 5. Transporte de material orgánico	Emisiones a la atmósfera	Se generarán emisiones por el uso de vehículos automotores y maquinaria pesada utilizados en la etapa de despalme, los cuales emiten gases de combustión (óxidos de nitrógeno y azufre, así como dióxido y monóxido de carbono e hidrocarburos no quemados).	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 y mantenimiento periódico a cada unidad, evitando así rebasar los límites permisibles de emisión de gases establecidos en la NOM-041-SEMARNAT-2015 y la NOM-045-SEMARNAT-2017.

II.7. Bibliografía

- [i] **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.**
- [ii] **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.**
- [iii] **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.**
- [iv] **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 DE SUELO

ÍNDICE GENERAL

III VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.....4
III.1.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT). 4
III.1.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE TLAXCALA 10
III.2 VINCULACIÓN CON ÁREAS NATURALES (ANP´S) Y ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL 15
III.2.1 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP´S).....15
III.2.2 ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL.....19
III.3 VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES.....27
III.3.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 27
III.3.2 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DEL ESTADO DE TLAXCALA (2021-2027). 27
III.3.3 PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE TETLA DE LA SOLIDARIDAD (2021-2024).....29
III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM'S).....31
III.5 OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR 33
III.5.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS ÚLTIMA REFORMA PUBLICADA DOF 24-01-2024.....33
III.5.2 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS) ULTIMA REFORMA DOF-11-04-2022 34
III.5.3 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS) 36
III.5.4 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL. 38
III.5.5 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE.....39
III.5.6 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE. 40
III.5.7 CONVENIOS O TRATADOS INTERNACIONALES. 40

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro III.1. Descripción de la Unidad Ambiental Biofísica 57. 7
Cuadro III.2. Descripción de la Unidad Ambiental que comprende el Área del proyecto. 7
Cuadro III.3. Vinculación con el Programa de Ordenamiento Ecológico del estado de Tlaxcala. 12
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. 27
Cuadro III.5. Vinculación del Proyecto con las estrategias del Plan a seguir por la administración en el Plan Estatal de Desarrollo de Tlaxcala. 28
Cuadro III.6. Vinculación del proyecto con las estrategias del Plan Municipal de Desarrollo 2021 – 2024 de Tetla de la solidaridad. 30
Cuadro III.7. . Vinculación del proyecto con Normas de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Secretaría del Trabajo aplicables al proyecto.....32
Cuadro III.8. Vinculación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos con el proyecto. 34
Cuadro III.9. Vinculación del proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 34
Cuadro III.10. Vinculación del proyecto con la LGVS. 36

Cuadro III.11. Vinculación del proyecto con el REIA. 38
Cuadro III.12. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). 39
Cuadro III.13. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. 40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III.1. Ubicación del Área del proyecto en la Región Ecológica 18.10 definidas en el POEGT (regional). 5
Figura III.2. Ubicación del área del Proyecto en las UAB 51 definida en el POEGT. 6
Figura III.3. Captura del Portal Ordenamientos Ecológicos Expedidos de la SEMARNAT. 10
Figura III.4. Ubicación del área del proyecto el Ordenamiento Ecológico del estado de Tlaxcala. 11
Figura III.5. Ubicación del área de cambio de uso de suelo respecto a las ANP's de carácter Federal más cercanas. 16
Figura III.6. Ubicación del área de cambio de uso de suelo respecto a las ANP's de carácter Estatal más cercanas. 18
Figura III.7. Regiones hidrológicas prioritarias cercanas al proyecto. 20
Figura III.8. Regiones Terrestres Prioritarias cercanas al área del proyecto. 22
Figura III.9. Ubicación de AICA´s cercanas al área del proyecto. 24
Figura III.10. Ubicación del área de cambio de uso de suelo respecto a las ADVC´S. 26
Figura III.11. Ubicación de los sitios Ramsar. 41
Figura III.12. Corredor biológico cercano al área del proyecto 44

III 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 se ubica en el municipio de Tetla de la solidaridad, en el estado de Tlaxcala y se encuentra establecido en la **Unidad Ambiental Biofísica 57**[1] denominada **“**Depresión oriental (de Tlaxcala y Puebla)**”**, **Región ecológica 16.10.**

[1] https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/DO2923.pd

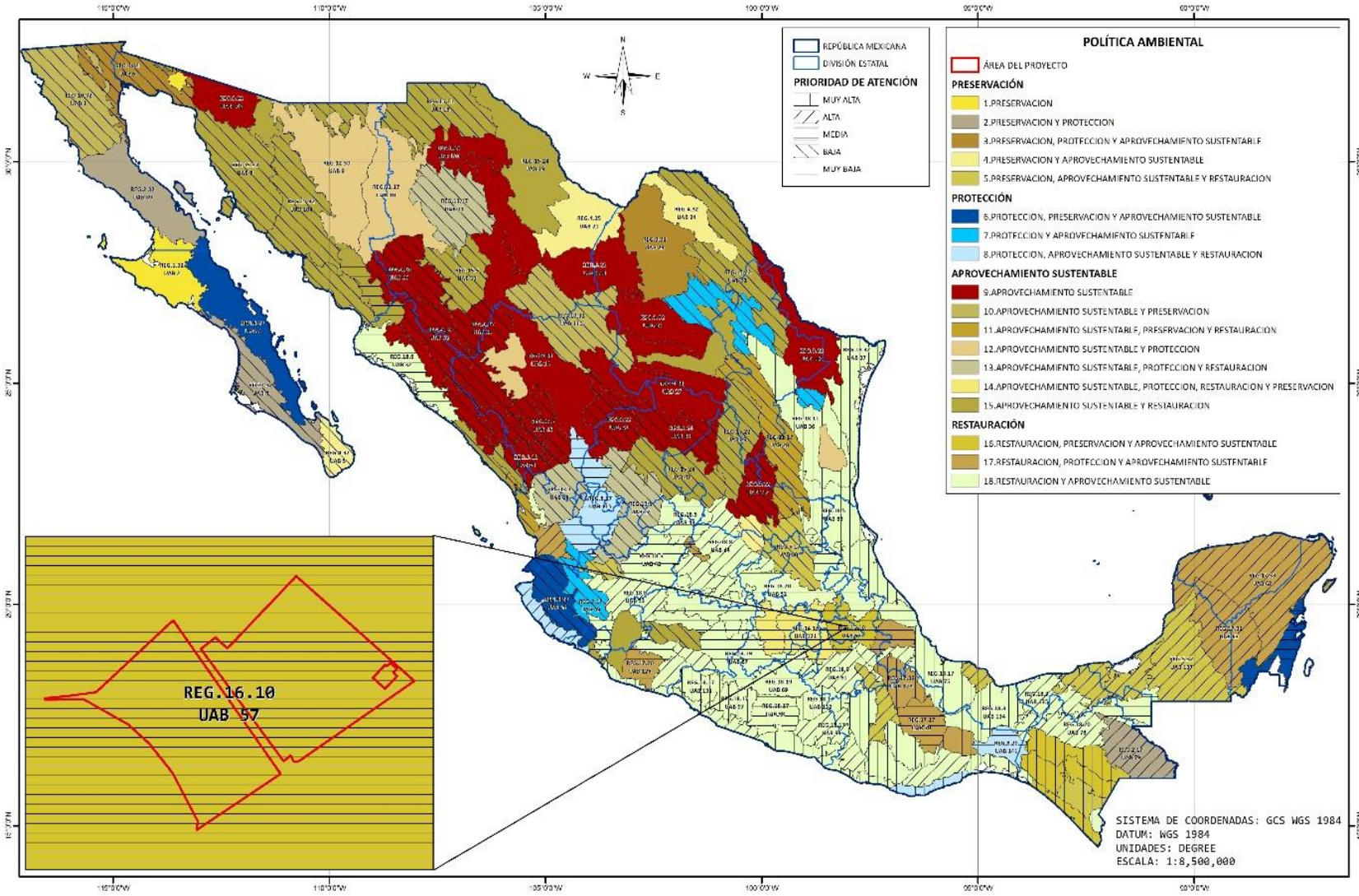


Figura III.1. Ubicación del Área del proyecto en la Región Ecológica 18.10 definidas en el POEGT (regional).

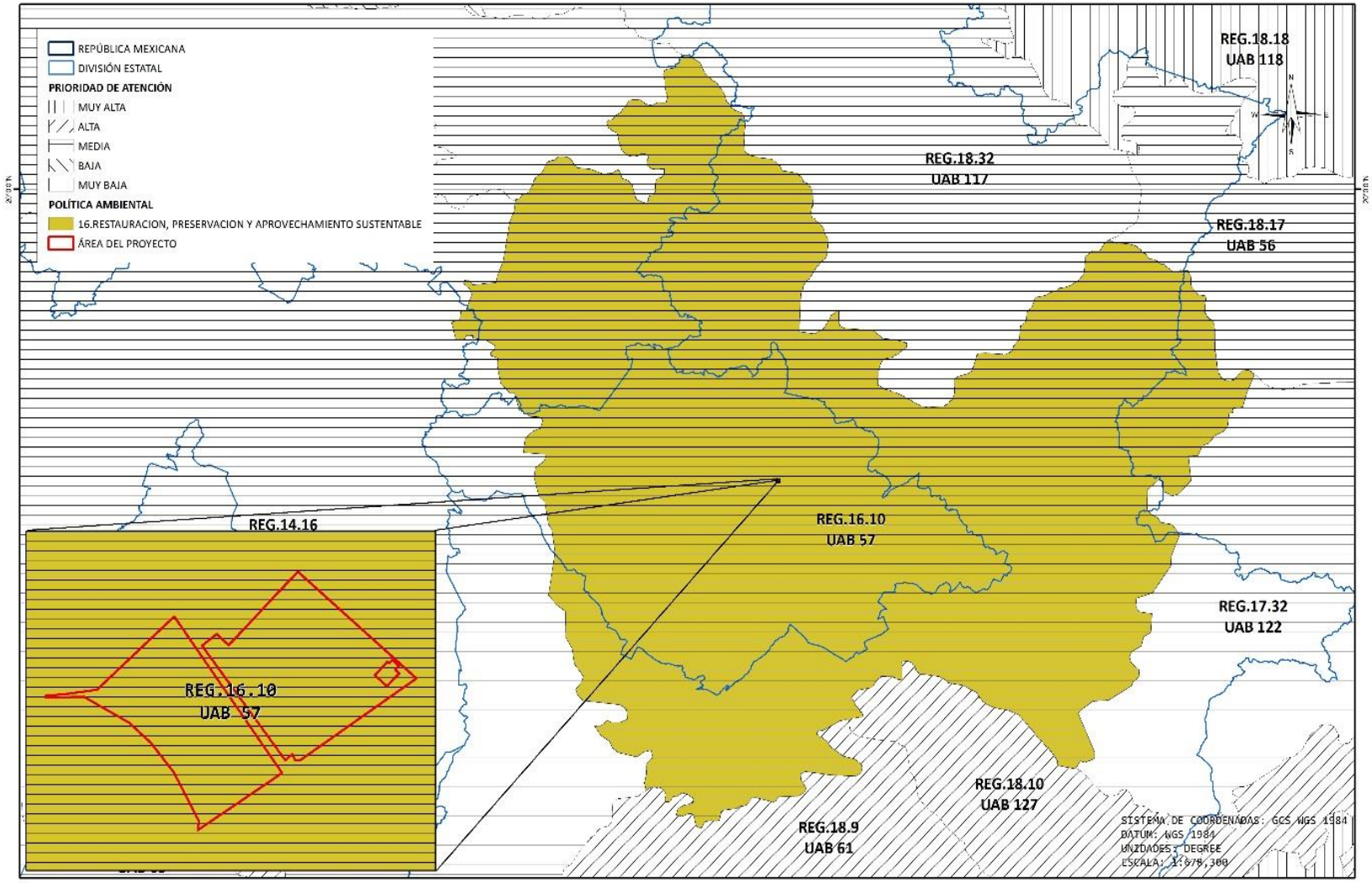


Figura III.2. Ubicación del área del Proyecto en las UAB 51 definida en el POEGT.

Cuadro III.1. Descripción de la Unidad Ambiental Biofísica 57.

CLAVE REGIÓN	16.10
UAB	57
NOMBRE DE LA UAB	**"**Depresión oriental (de Tlaxcala y Puebla)**"**
RECTORES DEL DESARROLLO	Desarrollo Social – Forestal
COADYUVANTES DEL DESARROLLO	Agricultura
ASOCIADOS DEL DESARROLLO	Ganadería-minería
OTROS SECTORES DE INTERÉS	CFE- Industria – Preservación de flora y fauna
POLÍTICA AMBIENTAL	Restauración, Preservación y Aprovechamiento Sustentable.
NIVEL DE ATENCIÓN PRIORITARIA	Media
ESTRATEGIAS	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 19, 20, 28, 29, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Estado actual del medio ambiente 2008: Inestable. Conflicto Sectorial Bajo. No presenta superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy alta. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Media. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Alta. El uso de suelo es Agrícola y Forestal. Déficit de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 66.6. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Medio indicador de consolidación de la vivienda. Medio indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

Las estrategias de las UAB se dividen en tres grupos: Grupo I) Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio; Grupo II) Dirigidas al mejoramiento del sistema social e Infraestructura urbana y Grupo III) Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional. Considerando esto, se puede hacer la vinculación con los objetivos y actividades del proyecto, mostrándolo en una lista como a continuación:

Cuadro III.2. Descripción de la Unidad Ambiental que comprende el Área del proyecto.

Estrategias. UAB 57		
Características del grupo	**Estrategia** **Descripción**	**Vinculación con el proyecto**
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
A) Preservación	1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.	El proyecto contempla programas de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, así como para el rescate del material orgánico y para el establecimiento de una plantación, como medida de remediación del cambio de uso de suelo.
	2. Recuperación de especies en riesgo.	No se encontraron dentro del Área del proyecto, especies en riesgo de flora ni de fauna, sin embargo, los programas de

Estrategias. UAB 57		
Características del grupo	**Estrategia** **Descripción**	**Vinculación con el proyecto**
		rescate y reubicación de flora silvestre y el ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, consideran que, en caso de encontrar especies en alguna categoría de riesgo, serán rescatadas y reubicadas en un 100%.
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	No aplica
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	Para la realización del proyecto será necesaria la remoción de la vegetación y la fauna que se encuentren dentro del área elegida. Dicha remoción no implicará la afectación de las especies a los alrededores.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	No aplica
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	No aplica
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	Para la realización del proyecto será necesaria la remoción de la vegetación y la fauna que se encuentren dentro del área elegida. Dicha remoción no implicará la afectación de las especies a los alrededores.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	El proyecto fomentará la protección de los ecosistemas y compensación de los impactos negativos a través de medidas de prevención y mitigación.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas.	Al realizar el cambio de uso de suelo se considerarán medidas y obras que controlen, mitiguen, prevengan y compensen el daño al ecosistema.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	Al ejecutar la reubicación de ejemplares rescatados se aplicarán biofertilizantes para asegurar la sobrevivencia de los individuos. No obstante, no se utilizarán agroquímicos ni alguna otra sustancia química para eliminar individuos durante la preparación del sitio.
D) Restauración	14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	Con el objetivo de mitigar los impactos generados al recurso flora, se contempla la ejecución de un programa de rescate de flora y un programa de plantación con especies nativas de *Juniperus deppeana* y *Buddleja cordata* en una superficie de 3.00 ha
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.	No aplica

Estrategias. UAB 57		
Características del grupo	**Estrategia** **Descripción**	**Vinculación con el proyecto**
	15 Bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	No aplica
	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.	No aplica
	17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).	No aplica
	19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.	No aplica
	20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticas bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.	No aplica
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
C) Agua y saneamiento	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	No aplica
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	No aplica
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.	No aplica
	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.	No aplica
E) Desarrollo Social	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	No aplica
	37.Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	No aplica
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	No aplica
	39. Incentivar el uso de servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	No aplica

Estrategias. UAB 57		
Características del grupo	**Estrategia**	**Vinculación con el proyecto**
	Descripción	
	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.	No aplica
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.	No aplica
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	No aplica
	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.	No aplica

III.1.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE TLAXCALA

En el estado de Tlaxcala, se tiene un Programa de Ordenamiento Ecológico, de acuerdo con el portal oficial de la SEMARNAT.

Estado	Ordenamiento	Fecha de Decreto	Documento (2)	Cambio Climático (1)
tlaxcala				
Tlaxcala	Estatal	P.O. 15/Ago/2002 P.O. 06/Jun/2012 (Modificación) P.O. 22/Oct/2014 (Modificación) P.O. 11/Nov/2015 (Modificación)	OET Tlaxcala Acuerdo por el que se modifica el decreto por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Estado de Tlaxcala Modificación al decreto por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Estado de Tlaxcala (2014) Modificación al decreto por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Estado de Tlaxcala (2015)	

Figura III.3. Captura del Portal Ordenamientos Ecológicos Expedidos de la SEMARNAT.

Fuente: SEMARNAT.

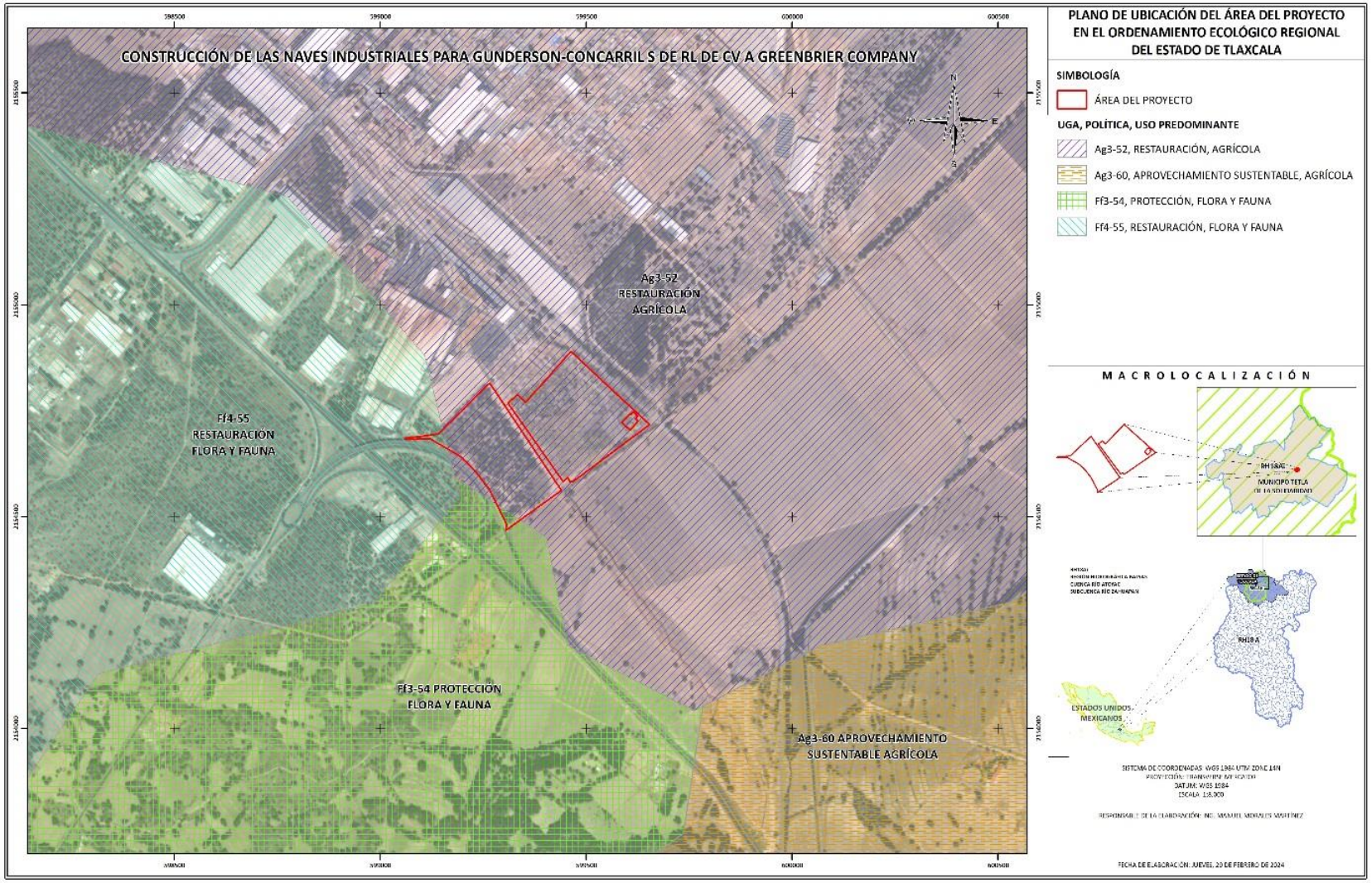


Figura III.4. Ubicación del área del proyecto el Ordenamiento Ecológico del estado de Tlaxcala.

A continuación, se presenta la vinculación del programa de ordenamiento ecológico con el proyecto.

Cuadro III.3. Vinculación con el Programa de Ordenamiento Ecológico del estado de Tlaxcala.

UGA	POLÍTICA	CRITERIOS	ESPECIFICACIONES	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
3	Protección	Gn1	Reforestar todas UGA's bajo los criterios de cerca viva, los márgenes de ríos y arroyos, presas	No aplica
		Gn2	Los residuos sólidos domésticos deberán ser depositados en sitios que la autoridad competente dictamine	Los residuos serán depositados en los lugares destinados dentro de la industria
		Gn5	Deberá prohibirse hacer uso de los cañones como receptores de residuos sólidos (tiraderos a cielo abierto)	No aplica
		Gn6	Se deberán construir trampas de sedimentos sobre las corrientes intermitentes que alimenten a los mismos	No aplica
		Gn9	Se deberán mantener inalterados los cauces y escurrimientos naturales	No aplica
		Gn10	No deberán ubicarse tiraderos para la disposición de residuos sólidos en las barrancas, próximos a escurrimientos fluviales, ríos y arroyos.	No aplica
		Gn11	Se deberán conservar o restaurar la vegetación en los bordes de ríos, arroyos y cañadas respetando una franja de 50 metros a ambos lados del cauce.	No aplica
		Gn12	Se deberá reforestar las cuencas, subcuencas y micro cuencas.	No aplica
		Gn14	Se deberá reinyectar agua pluvial al subsuelo.	El proyecto tiene planeado un programa de obras de conservación, en el que se establece la construcción de 3,200 terrazas individuales para la captación de agua de lluvia.
		Gn15	Se evitará la alteración de áreas de recarga de acuíferos	No aplica
		Gn16	Se deberá racionalizar el uso del recurso agua (mantener el equilibrio entre oferta y gasto)	No aplica
		Fo1	Se deberá contar con un programa de manejo autorizado en las unidades de vida silvestre	No aplica
		Fo2	Se deberá posibilitar el desarrollo de viveros e invernaderos para la producción de plantas de ornato y medicinales con fines comerciales	No aplica
		Fo3	Las unidades de producción forestal deberán contar con un programa de manejo autorizado	No aplica
		Fo4	El programa de manejo forestal deberá garantizar la permanencia de corredores faunísticos considerando zonas de exclusión para el aprovechamiento	No aplica
		Fo5	Se deberán reforestar áreas federales	No aplica
		Fo6	Se deberá seguir un programa de manejo integral autorizado para garantizar la regeneración efectiva del bosque.	No aplica
		Fo7	Se deberá seguir un programa de manejo integral autorizado para garantizar la regeneración efectiva del bosque.	No aplica
		Fo8	El aprovechamiento de leña para uso doméstico deberá estar sujeto a las normas establecidas.	No aplica

UGA	POLÍTICA	CRITERIOS	ESPECIFICACIONES	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		Fo9	En áreas forestales alteradas se permitirá la introducción de plantaciones comerciales, previa manifestación y autorización del EIA y Programa de Manejo Forestal	No aplica
		Fo10	Para reforestar sólo se deberá emplear especies nativas	Se tiene considerado un programa de plantación con especies nativas, en una superficie de 3.00 ha.
		Fo11	No se permitirá el pastoreo en áreas de corte forestal que se encuentren en regeneración	No aplica
		Fo12	Se deberá prevenir incendios forestales.	No aplica
		Fo13	Se deberá prevenir y combatir las plagas forestales.	No aplica
		Fo14	Se prohíbe el cambio de uso del suelo en áreas con aptitud forestal y en pendientes mayores al 15%, así como aquellas zonas que además presentan alta y muy alta susceptibilidad a la erosión hídrica	El proyecto se encuentra inmerso en una superficie con pendiente del 0 - 8%, con valores de erosión que van de la categoría de "sin erosión" a "ligera"
		Mi1	Se prohíbe la ubicación de bancos de extracción de material en áreas de protección.	No aplica
		Ac1	Se permitirá el aprovechamiento pesquero en los cuerpos de agua controlando los niveles de extracción	No aplica
		Ac2	Se repoblarán los cuerpos de aguas con especies de fauna nativa: bagre, charal, carpa, rana toro, etc.	No aplica
		Ac3	No se permitirá la introducción de organismos acuáticos alóctonos ni el desarrollo de la acuicultura con especies exóticas en los cuerpos de agua.	No aplica
		Tu1	Se deberán emplear materiales de construcción que armonicen con el entorno y el paisaje del sitio.	No aplica
		Tu2	Se deberán contar con un Programa de Manejo de aguas residuales, disposición de residuos sólidos y reglamentos en espacios recreativos.	No aplica
		Tu3	Se deberán procurar el mínimo impacto sobre la vida silvestre.	El proyecto contempla un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de fauna silvestre
		Tu4	Sólo se deberán emplear especies nativas y propias de la región en la creación de jardines.	No aplica
		Tu5	Se deberá contar con un programa que integre: objetivos, zonificación del uso del área (especificando oportunidades recreativas), así como el desarrollo cuidadoso del sistema de acceso y normas para los visitantes	No aplica
		Tu6	Se deberán respetarse los espacios reconocidos como corredores biológicos	No aplica
		Ff1	No se permitirá la introducción de especies exóticas de flora y fauna en las áreas protegidas.	No se permitirá la introducción o robo de especies de flora y fauna encontradas dentro de la superficie Área del proyecto
		Ff2	La realización de obras en zonas donde se encuentren especies incluidas en la norma NOM-059-ECOL-94 quedará condicionada a lo que establezca el dictamen de la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente.	No aplica
		Ff3	Se deberá establecer un reglamento para la caza legal de especies cinegéticas atendiendo al calendario federal y estatal de caza	No aplica

UGA	POLÍTICA	CRITERIOS	ESPECIFICACIONES	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		Ff4	Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna incluidas en la norma NOM-059-ECOL-94.	Se tiene prohibida la extracción ilegal de especies de flora y fauna localizadas dentro del proyecto
		Ff5	El aprovechamiento de la flora y la fauna silvestre deberá contar con un Programa de Manejo Autorizado.	No habrá aprovechamiento de flora ni de fauna
		Ff6	No autorizar actividades incompatibles con la protección de los recursos naturales.	Se proponen medidas de prevención, mitigación y de compensación para los recursos suelo, agua, flora, fauna y carbono
		Ff7	Deberá controlarse y regularse en estas áreas el crecimiento de los asentamientos humanos existentes y prohibir nuevos asentamientos	No aplica
		Ff8	En las áreas propuestas con uso forestal de conservación, sólo se permitirá que los habitantes del lugar realicen actividades de recolección (leña y frutos)	No aplica
		Ff9	La franja de vegetación que deberá respetarse como mínimo a la orilla de los ríos es de dos metros de ancho, de acuerdo a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM EM 011-SARH-1994.	No aplica
		Ff10	Se prohibirá la tala no controlada así como el cambio de uso del suelo, por ser zonas con susceptibilidad alta a la erosión hídrica y no aptos para la actividad agrícola.	No aplica
		Ff11	Deberán respetarse todas aquellas áreas con relictos de vegetación natural.	No aplica
		Ff12	Se prohíbe el cambio de uso del suelo y cualquier actividad que dañe los recursos de los cañones y sierras	No aplica
		Ff13	Se deberá proteger los relictos de vegetación que conforman hábitat para la vida silvestre.	No aplica
		Ff14	Se deberán establecer cuotas de autoconsumo y difundir técnicas de uso de recursos	No aplica
		Ff15	Se deberá evitar el cambio de uso de suelo, diferente al de vida silvestre y forestal	No aplica
		Ff16	Se deberán realizar prácticas de mantenimiento de cobertura máxima del suelo.	El proyecto contempla un Programa de plantación y Obras de conservación de suelo.
		Ff17	Se deberán realizar prácticas de combinación de características de la pendiente y la superficie del terreno	No aplica
		Ff18	tiempos de descanso del suelo	No aplica
		Ff19	Se deberán realizar prácticas de manejo de sedimentos erosionados.	No aplica
		Ff20	Se deberán reforestar las áreas erosionadas o sin vegetación con especies frutícolas locales en las zonas cuyo relieve topográfico sea mayor o igual al 8% y con alta susceptibilidad a la erosión hídrica	No aplica
		Ff21	Se deberá reforestar con especies locales las zonas erosionadas por caminos	No aplica
		Ff22	Se prohíbe la ubicación de rellenos sanitarios y tiraderos de residuos sólidos en zonas de protección	No aplica
		Ff23	En las Áreas Protegidas no se deberá interrumpir el flujo y comunicación de los corredores biológicos.	No aplica

UGA	POLÍTICA	CRITERIOS	ESPECIFICACIONES	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		Ff24	En las zonas de protección se prohíbe el aprovechamiento de flora y fauna con fines comerciales	No aplica
		Ff25	Cada área protegida deberá contar con su Plan de Manejo	No aplica
		Ff26	Se deberán realizar estudios técnicos de diagnóstico de las Áreas Protegidas propuestas	No aplica

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.

La superficie en donde se desarrollará el proyecto ***no se ubica dentro de la circunscripción geográfica que cubren las ANP Federal***, las más cercanas son: **La Montaña Malinche o Matlalcuéyatl** con una distancia de **15.82 Km** y **Xicoténcatl** con una distancia de **23.21 Km**.

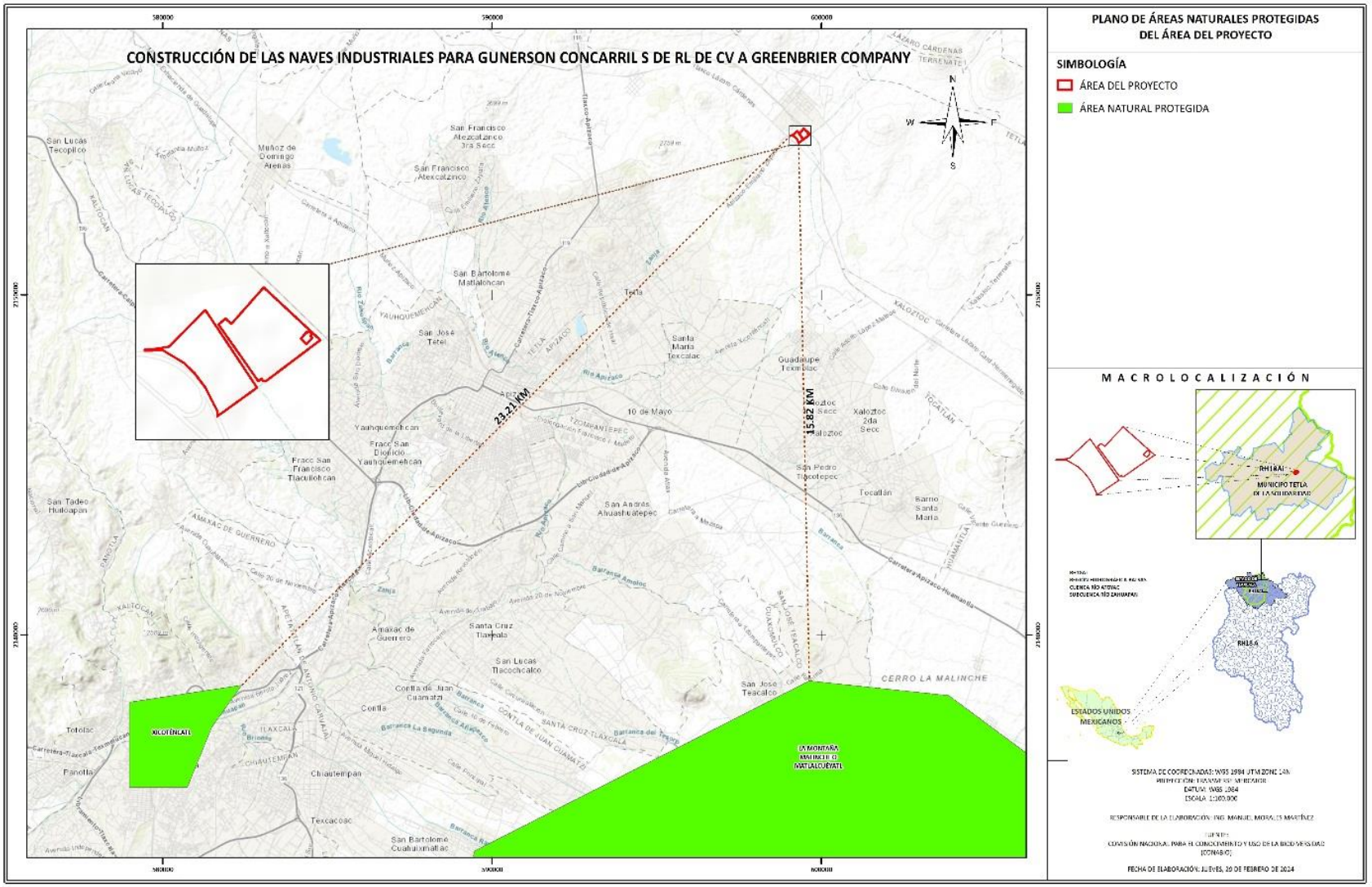


Figura III.5. Ubicación del área de cambio de uso de suelo respecto a las ANP’s de carácter Federal más cercanas.

A) Áreas Naturales Protegidas a nivel Estatal.

La superficie en donde se desarrollará el proyecto ***no se ubica dentro de la circunscripción geográfica que cubren las ANP de carácter Estatal***, las más cercanas son: **La Ciénega** con una distancia de **10.87 Km**, **Rancho Los Pitzocales o El Carmen** con una distancia de **3.7 Km** y **Rancho Teometitla** con una distancia de **6.61 Km**.

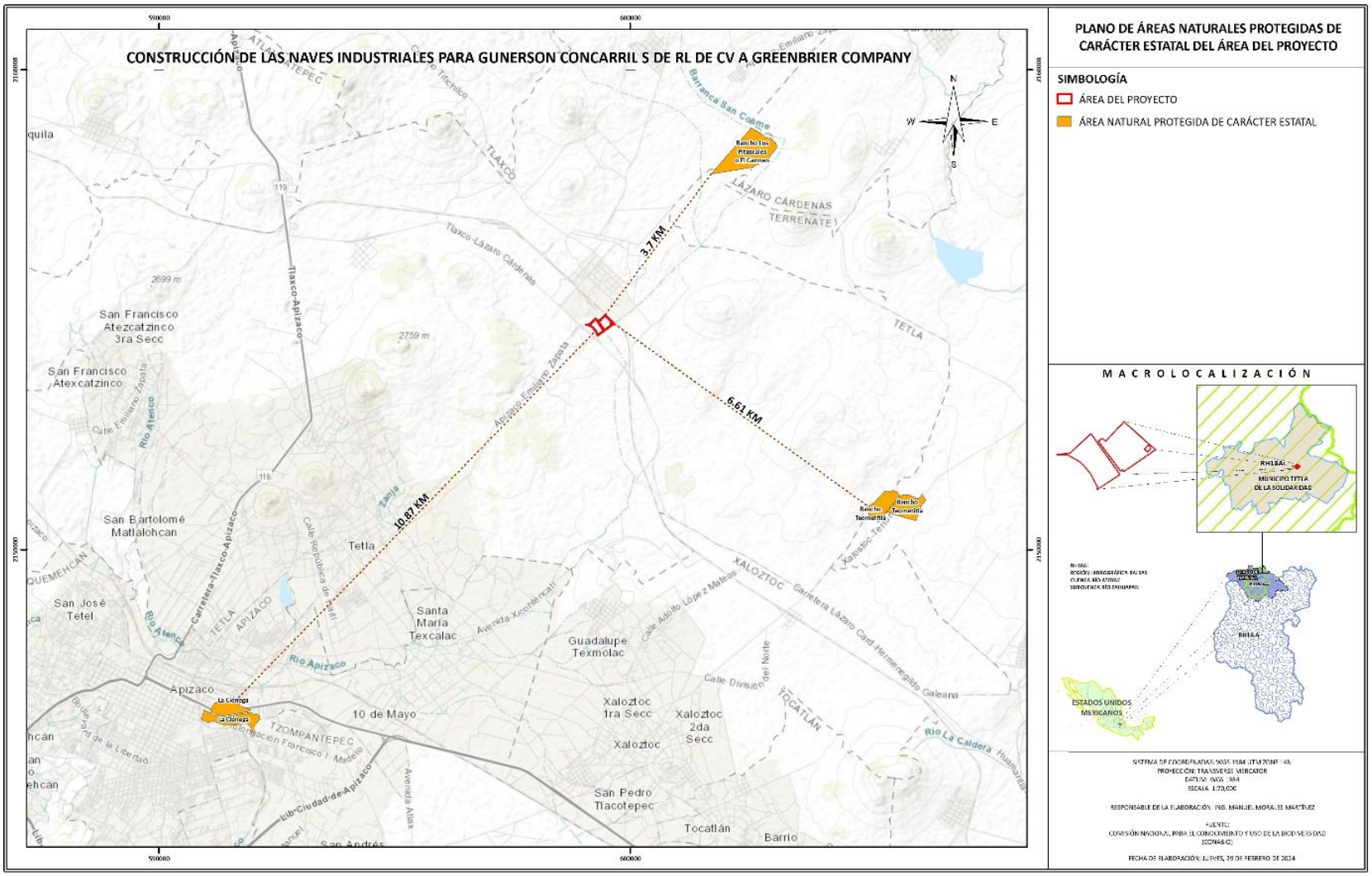


Figura III.6. Ubicación del área de cambio de uso de suelo respecto a las ANP’s de carácter Estatal más cercanas.

III.2.2 ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL

B) 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.

El proyecto no se encuentra dentro de alguna Región Hidrológica Prioritaria, la más cercana es la ***Cuenca Oriental*** con una distancia de **5 Km.**

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

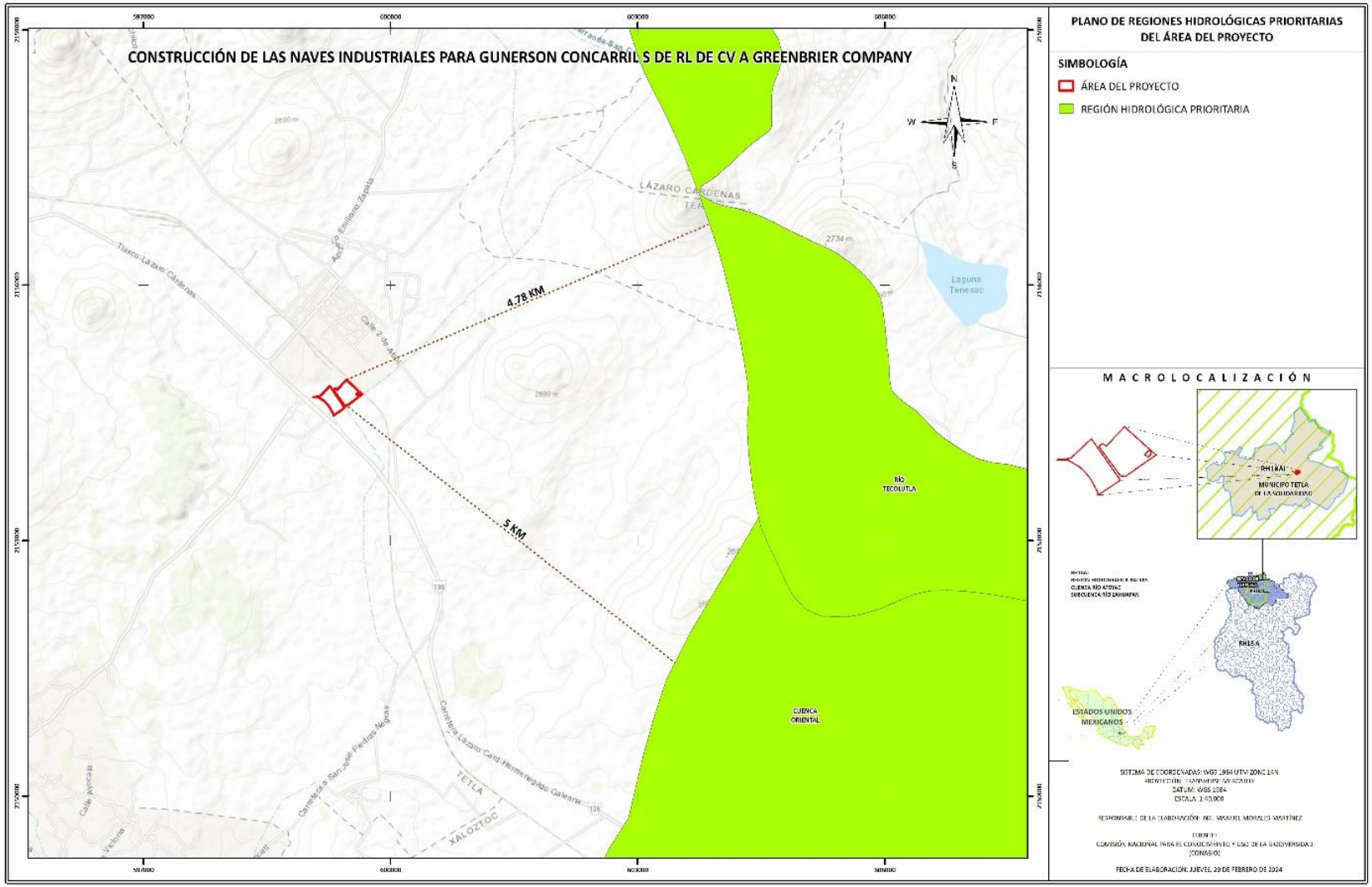


Figura III.7. Regiones hidrológicas prioritarias cercanas al proyecto.

C) 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.

La superficie del proyecto no se encuentra localizada dentro de alguna región terrestre prioritaria, la más cercana es **La Malinche** con una distancia **14.75 Km.**

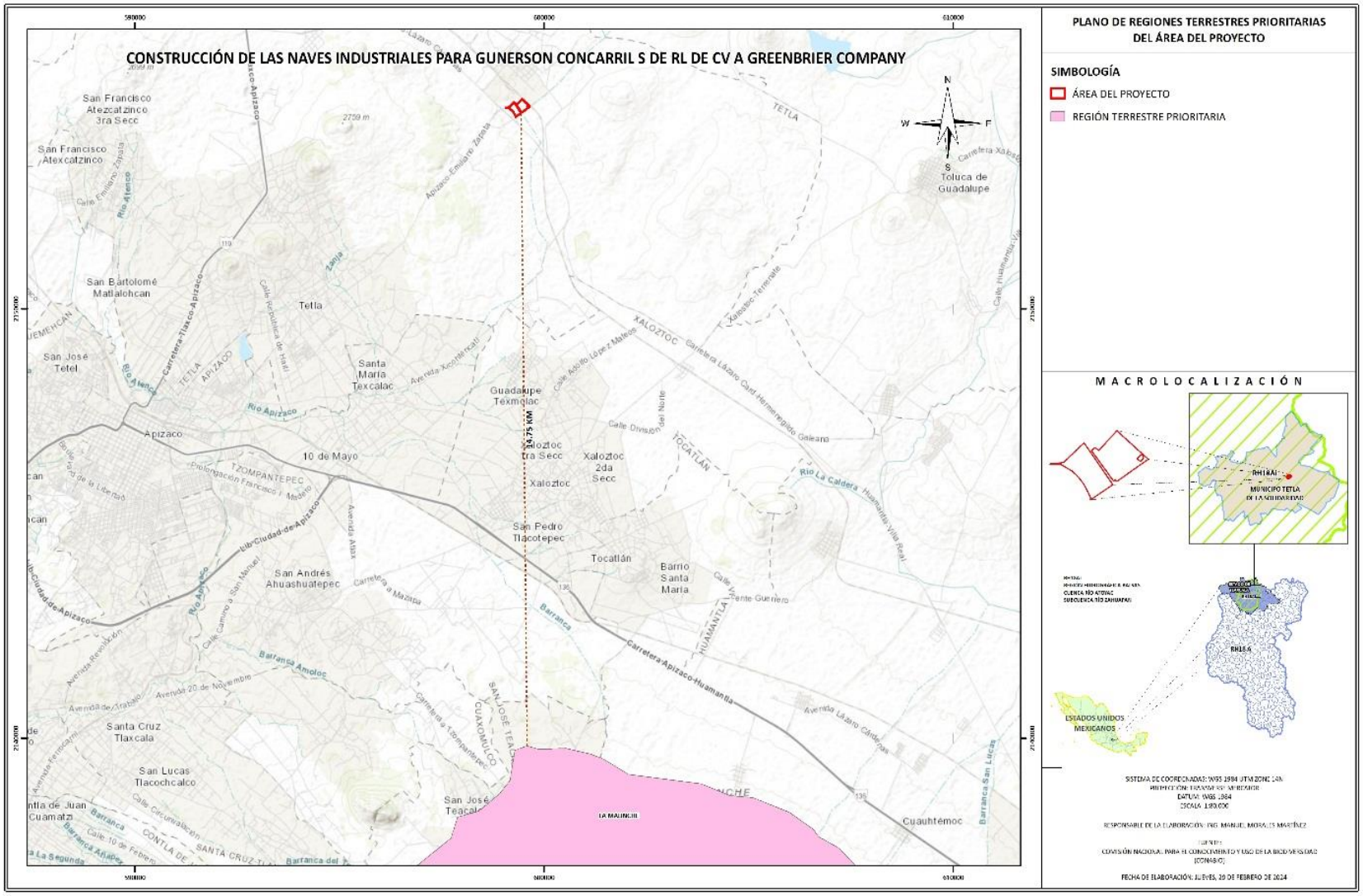


Figura III.8. Regiones Terrestres Prioritarias cercanas al área del proyecto.

D) 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 donde se pretende desarrollar el proyecto, ***no se encuentra dentro de un polígono que delimite una Área de Importancia para la Conservación de la Aves*** (AICA), la más cercanas son: **Bosques Montanos de Zacapoaxtla y Zautla** con una distancia **35.85 Km**, **La Malinche** con distancia de **8.01 Km**, **Volcanes Iztaccihuatl-Popocatepetl** con distancia **53.49 Km** y **Subcuenca Tecocomulco** con distancia **53.49 Km**.

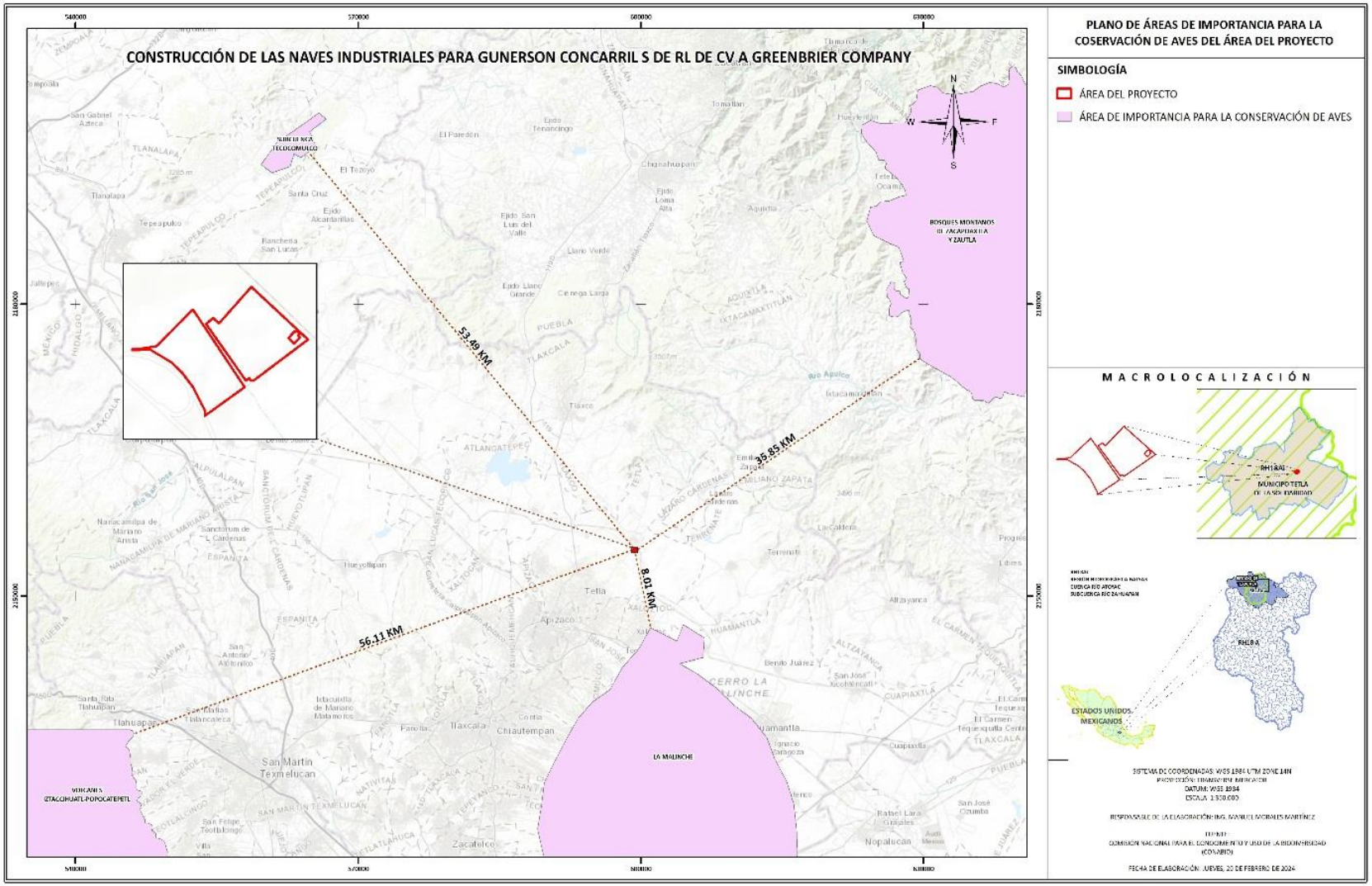


Figura III.9. Ubicación de AICA´s cercanas al área del proyecto.

E) Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC).

El área del proyecto ***no se encuentra dentro de alguna Área Destinada Voluntariamente a la Conservación***, la más cercana es **Área Natural Protegida Tenexac** con una distancia de **7.17 Km**.

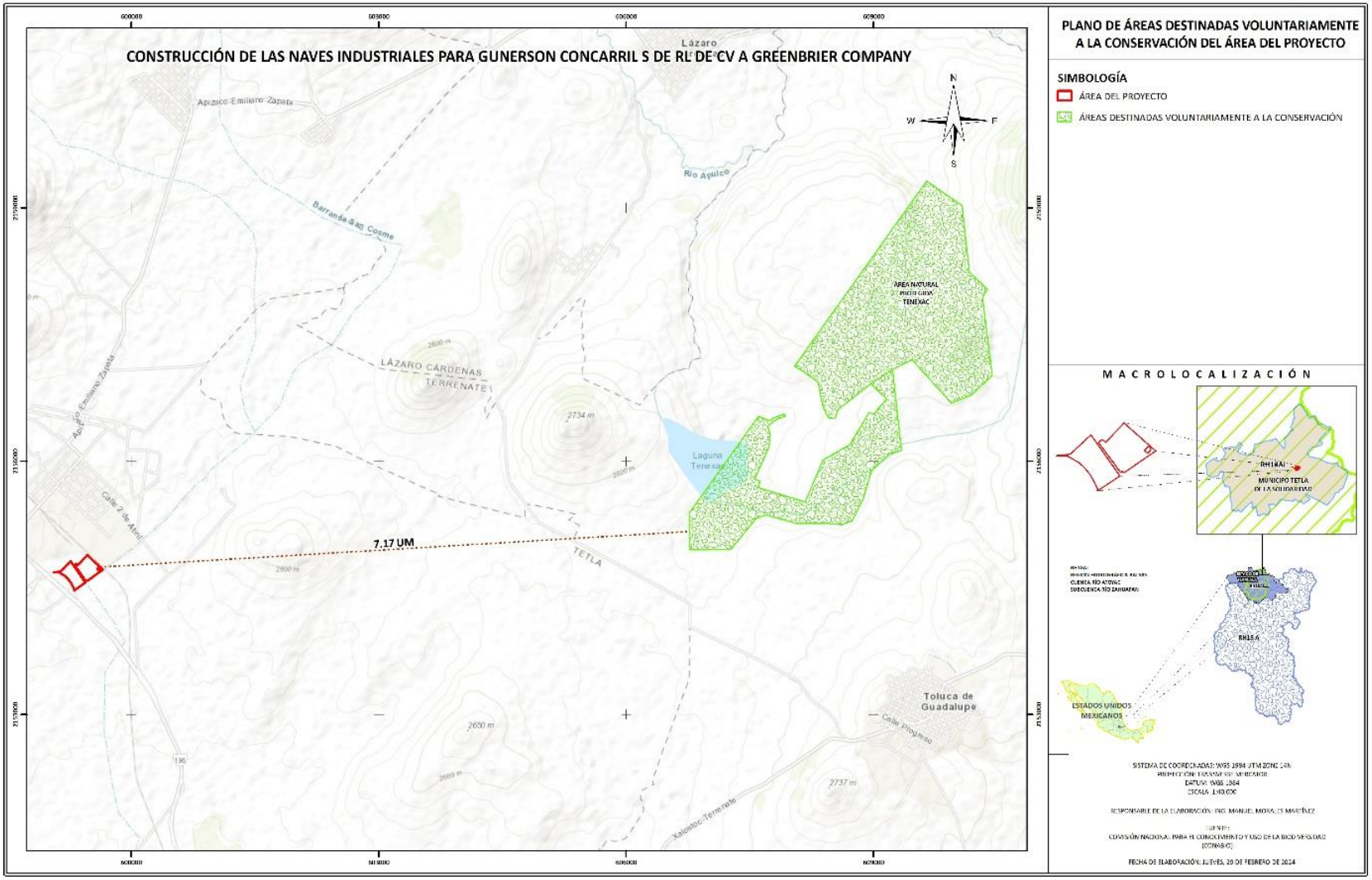


Figura III.10. Ubicación del área de cambio de uso de suelo respecto a las ADVC´S.

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.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es, en esta perspectiva, un instrumento para enunciar los problemas nacionales y enumerar las soluciones en una proyeccion sexenal. A continuacion se muestran los apartados por el cual se rige el PND:

1. Politica y Gobierno
2. Politica social
3. Economia

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.

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO	VINCULACIÓN
POLÍTICA SOCIAL	
Desarrollo sostenible: se le define como la satisfaccion de las necesidades de la generacion presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.	La construccion del proyecto no comprometerá el ambiente para futuras generaciones, se implementaran programas para la mitigacion de los impactos generados con el Area del proyecto.
Garantizar empleo, educacion, salud y bienestar: mediante la cracion de puestos de trabajo, el cumplimiento fel derecho de todos los jovenes del pais a la educacion superior.	El proyecto genera empleos para las personas que viven cerca de la zona, y mejorará la economia del estado.

III.3.2 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DEL ESTADO DE TLAXCALA (2021-2027).

El Plan Estatal de Desarrollo 2021-2027 de Tlaxcala establece una propuesta de gobierno para que las situaciones problemáticas experimentadas por los ciudadanos que demandan una intervención pública por parte del Estado, logren integrarse en un marco de acciones plausible, convincente y viable, a partir de un trabajo político amplio y democrático, que haga posible informar acerca de los problemas que los tlaxcaltecas enfrentamos, que logre un diálogo social fructífero constante, aporte argumentos acerca de la oferta pública que presentamos y transmita a los ciudadanos la relevancia de crear espacios amplios de corresponsabilidad para avanzar en el progreso de la entidad.

La realidad de Tlaxcala, su situación económica, política, social y cultural, es más compleja que cualquier planteamiento que pretenda explicarla y, mucho más aún, que el intento para modificarla mediante un ejercicio de planeación y un presupuesto gubernamental que siempre será limitado. Por eso partimos del

análisis de los problemas que queremos atender y de las propuestas ciudadanas que se recogieron a largo de la campaña electoral constitucional más reciente. El respeto del sentir social, acompañado del acercamiento al pueblo para escuchar atentamente sus preocupaciones, con humildad y sin la arrogancia del poder, a fin construir juntos un gobierno nuevo viable, que responda a sus intereses y causas, constituye el principal objetivo.

Los ejes de gobierno se desarrollan en el capítulo sexto. En cada uno de éstos se abordan los aspectos relacionados con las orientaciones prioritarias de cada tema, los datos que permiten diagnosticar la situación actual y los aspectos estratégicos que posibilitan sistematizar las respuestas gubernamentales.

Asimismo, se describen los ejes transversales y se destacan los aspectos relacionados con las orientaciones prioritarias, el diagnóstico y los aspectos estratégicos. En el capítulo séptimo, se presentan los proyectos detonadores de la gestión 2021-2027.

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

PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2021 – 2027 de Tlaxcala.	
EJE 3. DESARROLLO ECONÓMICO Y MEDIO AMBIENTE	**VINCULACIÓN AL PROYECTO**
1. Detonar el crecimiento armónico Una de las tareas centrales de la Cuarta Transformación es impulsar la reactivación económica y lograr que vuelva a crecer a tasas aceptables. Para ello se requiere, en primer lugar, del fortalecimiento del mercado interno, lo que se conseguirá con una política de recuperación salarial y una estrategia de creación masiva de empleos productivos, permanentes y bien remunerados. En Tlaxcala respetaremos los contratos suscritos por administraciones anteriores, salvo que se comprobara que fueron obtenidos mediante prácticas corruptas, en cuyo caso se denunciarán ante las instancias correspondientes. Se alentará la inversión privada local, estatal, regional y nacional, mediante instrumentos de promoción internacional y la inversión extranjera, por lo que estableceremos un marco de certeza jurídica, honestidad, transparencia y reglas claras. Un compromiso de la autoridad será avanzar hacia la creación de una sociedad del aprendizaje, como principal estrategia económica que renueve los esfuerzos de la eficiente asignación de recursos, tanto públicos como privados, y los esquemas de inversiones nacionales e internacionales. Tlaxcala tiene un compromiso con la comprensión institucional y gubernamental sobre los procesos del aprendizaje y la innovación, a fin impulsar políticas que mejoren en el largo plazo su crecimiento, a partir de la investigación 4. Impulsar el desarrollo sostenible y de respeto al medio ambiente Tlaxcala está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, que en la actualidad se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar. Se define como la satisfacción de las necesidades de la presente generación, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esta fórmula resume insoslayables	Para el desarrollo regional es necesario el impulso a las industrias que se encuentran dentro del municipio. Lo anterior, va de la mano con el cuidado ambiental y las medidas actuales tomadas contra el cambio climático, las cuales buscan un equilibrio sostenible entre los recursos naturales (bosques) y la sociedad.

PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2021 – 2027 de Tlaxcala.	
mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico. El hacer caso omiso de este paradigma, no solo conduce al desequilibrio de toda suerte en el corto plazo, sino que conlleva una severa violación a los derechos de quienes no han nacido. La Declaración de Rio sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, pronunciada en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, los días del 3 al 14 de junio del 1992, estableció como principio que las naciones tienen el derecho soberano de aprovechar sus propios recursos naturales, según sus propias políticas ambientales y de desarrollo, así como la responsabilidad de velar porque las actividades realizadas dentro de su jurisdicción o bajo su control no causen daños al medio ambiente de otros países, regiones o zonas que estén fuera de los límites de la jurisdicción nacional. En este sentido, el derecho al desarrollo debe ejercerse en forma tal, que responda equitativamente a las necesidades de desarrollo y ambientales de las generaciones presentes y futuras. Lograr este desarrollo sostenible implica proteger y cuidar en todo momento del medio ambiente, que constituye parte integrante del proceso de desarrollo, por lo que las políticas ambientales deberán considerarse en forma integral y enmarcarse en la cooperación con espíritu de solidaridad mundial para conservar, proteger y restablecer la salud y la integridad del ecosistema de la Tierra. Por ello, la Cuarta Transformación considerará en toda circunstancia los impactos que tendrán sus políticas y programas en el medio ambiente, en el tejido social y en los horizontes políticos y económicos del país. Además, se guiará por una idea de desarrollo que subsane las injusticias sociales e impulse el crecimiento económico, sin provocar afectaciones a la convivencia pacífica, a los lazos de solidaridad, a la diversidad cultural ni al entorno.	

III.3.3 PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE TETLA DE LA SOLIDARIDAD (2021-2024).

El plan de desarrollo municipal (PMD) actualizado de Tetla de la solidaridad, Tlaxcala.

Planear y prever las acciones que se emprenderán en el espacio municipal es una obligación legal que debe estar articulada con las prioridades de los órdenes estatal y federal, además de las necesidades detectadas mediante procesos de participación ciudadana. El Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 promueve una visión incluyente del futuro para el municipio de Tetla de la Solidaridad.

La articulación de las problemáticas identificadas, con diversas herramientas de diagnóstico y con las líneas de acción para atenderlas, se plasman dentro del Plan Municipal de Desarrollo mediante la Metodología de Marco Lógico, herramienta que tiene por objeto facilitar los procesos de la gestión de proyectos. Este modelo abarca desde la conceptualización, diseño, planificación, ejecución y concluye con la evaluación del trabajo.

Misión

Ser una administración cercana a la gente, que dé solución a las necesidades más imperantes del municipio mediante un trabajo eficiente, humano y coordinado, que haga de Tetla un lugar sustentable, de bienestar y de oportunidades para todos.

Visión

Mejorar las condiciones de vida de los ciudadanos de Tetla de la Solidaridad para que así nuestro municipio se convierta en un referente en donde las personas puedan vivir en un contexto de armonía, respeto, prosperidad y desarrollo.

Presentando los siguientes ejes:

- Sociedad protegida.
- Reactivación económica.
- Medio ambiente sustentable.
- Gobierno municipal ciudadano, transparente e incluyente.
- Desarrollo de las personas y sus familias.

Cuadro III.6. Vinculación del proyecto con las estrategias del Plan Municipal de Desarrollo 2021 – 2024 de Tetla de la solidaridad.

Eje Estratégico	Objetivo general	Estrategia	Meta	Acciones	Vinculación con el proyecto
Refacturacion económica	Establecer y promover estrategias que fomenten productividad e impulsen los sectores económicos y diversas actividades económicas, como el turismo y la cultura, los cuales poseen potencial para el desarrollo del municipio como generadores de bienestar. Dichas acciones encaminarán a un desarrollo económico incluyente y respetuoso con el medio ambiente y sus ecosistemas, con el principio de "No dejar a nadie atrás"	Ser un gobierno municipal facilitador para la atracción de inversión privada al municipio y así poder generar bienestar para los Tetlenses.	Lograr la atracción de inversión al municipio y lograr mediante ello, un empleo para los Tetlenses.	1. Promocionar al municipio de Tetla y su parque industrial (Ciudad Industrial Xicohténcatl) con el apoyo de distintas instancias estatales y federales para establecer y generar empleos para los ciudadanos de Tetla, principalmente.	La implementación del proyecto busca tener el trato más amigable con el medio ambiente que lo rodea, por lo que el promovente asignará un supervisor ambiental, para monitorear las actividades que lleva a cabo la ejecución del proyecto.

Eje Estratégico	Objetivo general	Estrategia	Meta	Acciones	Vinculación con el proyecto
Medio ambienté sustentable	Establecer y generar estrategias para el fomento y preservación del medio ambiente y sus ecosistemas, entre ellos el campo de nuestro municipio, mediante la protección y conservación de la biodiversidad existente. De la misma forma realizar una gestión integral y adecuada de los residuos producidos dentro del municipio, esto último para impulsar medidas de mitigación ante el cambio climático fortaleciendo la resiliencia ecológica de Tetla a largo plazo, siguiendo la línea dela Agenda 2030 de desarrollo sostenible.	Establecer ejecución adecuada de la normatividad con acciones que beneficien al medio ambiente, regulando y promoviendo el ejercicio del cumplimiento de dichas normas.	Cumplir con las normas puestas en marcha que rigen la política ecológica del municipio en pro del ambiente y de la población de Tetla.	1. Formular y expedir el programa de ordenamiento ecológico del territorio del municipio; a su vez, controlar y vigilar el uso del suelo, cumpliendo la normatividad federal, estatal y municipal. 2. Vigilar la expedición de licencias de utilización de suelo y construcción; el otorgamiento de autorizaciones, permisos y licencias para la fundación y operación de establecimientos mercantiles y de servicios. Dichas actividades puedan causar daño al ambiente, recursos naturales o la salud pública, por ello deben contar con la autorización previa de Impacto Ambiental con carácter de favorable de parte de las autoridades estatales o federales.	Respetar los límites permisibles de generación de partículas permitidos por la normatividad vigente, respetar los horarios de trabajo, previo a las actividades del proyecto el mantenimiento de la maquinaria a emplear, y se utilizara una membrana para evitar caída de residuos líquidos (Aceite, Grasas, Combustibles etc.), en el suelo y así evitar la contaminación del agua y el suelo. 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 implementará 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.

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 10 de la Ley de infraestructura de la calidad (2020), 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.7. . Vinculación del proyecto con Normas de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Secretaría del Trabajo aplicables al proyecto.

CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
AGUA	
NOM-052-SEMARNAT-2005 (DOF 23/05/2023)	Los residuos peligrosos se depositarán en áreas determinadas dentro de la industria, para su posterior trasladado a sitios adecuados para su confinamiento y disposición.
Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	
NOM-002-SEMARNAT-1996 (DOF 03/06/1998)	Se utilizarán los sanitarios de la industria.
Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	
AIRE	
NOM-041-SEMARNAT-2015 (DOF 10/06/2015)	Se contará con un programa de mantenimiento para maquinaria y equipo.
Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	
NOM-044-SEMARNAT-2006 (DOF 12/10/2006)	Para cumplir esta Norma se solicitará a los contratistas que todo vehículo o maquinaria que se relacione con trabajos en el proyecto, se les proporcione oportunamente su mantenimiento y que se encuentren afinados con su respectiva verificación.
Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores	
NOM-045-SEMARNAT-2017 (DOF 08/03/2018)	Los camiones de volteo utilizados para el transporte de material, son vehículos que funcionan a base de combustible diésel, por lo que se vigilará el buen funcionamiento de los mismos a través de la verificación adecuada en el período que le corresponda.
Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	
NOM-050-SEMARNAT-2018 (DOF 12/10/2018)	La maquinaria que se empleará en el proyecto, deberá de recibir afinación y mantenimiento periódico, con el fin de minimizar la emisión de gases por algún elemento desajustado; esto también es económicamente recomendable porque optimiza el consumo de combustible.
Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.	
SUELO	
NOM-052-SEMARNAT-2005 (DOF 23/05/2023)	El contratista deberá clasificar e identificar los residuos que se generen durante el proceso de cambio de uso de suelo. Los residuos que por propiedades físicas y químicas tengan características de peligrosidad, deben manejarse y disponerse de acuerdo a la norma.
Que establece las características de los residuos peligrosos y el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	
FLORA Y FAUNA	
Anexo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF 14/11/2019)	Para el caso de flora y fauna no se reportan especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, en el caso de flora es propuesto un programa de rescate y reubicación de individuos, así como una plantación con dos especies: *Juniperus deppeana* y *Buddleja cordata* en una superficie de 3.00 ha. Para fauna durante la ejecución se implementarán las técnicas adecuadas para su ahuyentamiento, rescate y reubicación y garantizar su cuidado y sobrevivencia.
MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.	

CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
EN MATERIA DE SEGURIDAD	
NOM-080-SEMARNAT-1994 (DOF 13/01/1995)	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.
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.	
NOM-081-SEMARNAT-1994 (DOF 03/12/2013)	Se tendrá especial cuidado de no rebasar los parámetros establecidos y que la maquinaria que genera emisión de ruido tenga en el sistema de escape, un silenciador de acuerdo a la Norma.
Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	
NOM-002-STPS-2010 (DOF 09/12/10)	Para la operación del proyecto, se busca cumplir con las normas de seguridad e higiene necesarias y suficientes, para que los trabajadores desarrollen sus actividades con la protección adecuada y en condiciones seguras, tal como la instalación de sanitarios portátiles.
Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.	
NOM-017-STPS-2008 (DOF 09/12/2008)	
Equipo de protección personal - selección, uso y manejo en los centros de trabajo.	

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 ÚLTIMA REFORMA PUBLICADA DOF 24-01-2024.

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 de los estados unidos mexicanos, 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.8. Vinculación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos con el proyecto.

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS		VINCULACIÓN AL PROYECTO
Fundamento Jurídico	**Título Primero** **Capítulo I** de los Derechos Humanos y sus Garantías ***Articulo 4*** ***Párrafo 5***	No se realizará daño ni deterioro al medio ambiente de forma irracional, se realizarán actividades que ayuden a mitigar los impactos, ya que toda persona merece un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar.

III.5.2 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS) ULTIMA REFORMA DOF-11-04-2022

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.9. 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;	El área del proyecto se determinó con presencia de vegetación forestal, correspondiente a Bosque Táscate. Se encontraron las siguientes especies; *Juniperus deppeana, Prunus serótina, Buddleja cordata, Baccharis conferta, Baccharis pteronioides, Senecio salignus, Brickellia veronicifolia, Symphoricarpos microphyllus, Bouvardia ternifolia, Piptochaetium virescens, Setaria parviflora, Tillandsia recurvata, Coryphantha pycnacantha, Mammillaria rhodantha y Opuntia streptacantha.*
Artículo 117.	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 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	El proyecto requiere el cambio de uso del suelo en terrenos forestales en una superficie de 9.8071 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 para reducir los impactos generados sobre el área del proyecto.

LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE		
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**	**VINCULACIÓN**
	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.	
Artículo 163	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 9.8071 ha motivo por el cual se presenta la Manifestación de impacto ambiental, modalidad regional.

III.5.3 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.10. 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			**VINCULACIÓN**
Capítulo I Disposiciones Preliminares			
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.5.4 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.11. 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 alguno 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 9.8071 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 Táscate.
ARTÍCULO 10	Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: I. Regional, o II. Particular.	Dentro del proyecto "Construcción De Las Naves Industriales Para GUNDERSON-CONCARRIL S DE RL DE CV A GREENBRIER COMPANY." por la actividad que se realizara, es de modalidad Regional.
ARTÍCULO 11	**FRACCIÓN IV**. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.	Dentro del proyecto el promovente tiene identificado todos los impactos que pueda ocasionar durante la ejecución de dicho proyecto; agua, aíre, suelo, flora, fauna y paisaje, de igual manera establece las medidas preventivas, de mitigación y compensatorias, en el Capítulo VI, se describe a detalle.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.		
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**	**VINCULACIÓN**
ARTÍCULO 13	La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información: **I.** Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; **II.** Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo; **III.** Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables; **IV.** Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región; **V.** Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; **VI.** Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; **VII.** Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y **VIII.** Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.	Dentro de la Manifestación De Impacto Ambiental De Modalidad Regional, del Proyecto denominado: CONSTRUCCIÓN DE LAS NAVES INDUSTRIALES PARA GUNDERSON-CONCARRIL S DE RL DE CV A GREENBRIER COMPANY, se consideró todas las especificaciones que enmarca la ley. El promovente específica la actividad a realizar, los impactos generados durante la ejecución, así como las medidas de mitigación y compensación. En el documento se detalla cada capítulo, tal como lo especifica el artículo 13.

III.5.5 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

Cuadro III.12. 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 Táscate, 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.5.6 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE.

Cuadro III.13. 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		
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.5.7 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.5.7.1 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[2], distribuida en 142 sitios catalogados en la Lista de Ramsar.

Con respecto al proyecto, ***no afecta ningún sitio RAMSAR***, el más cercano es la **Presa de Atlangatepec** con una distancia de **13.04 Km**.

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

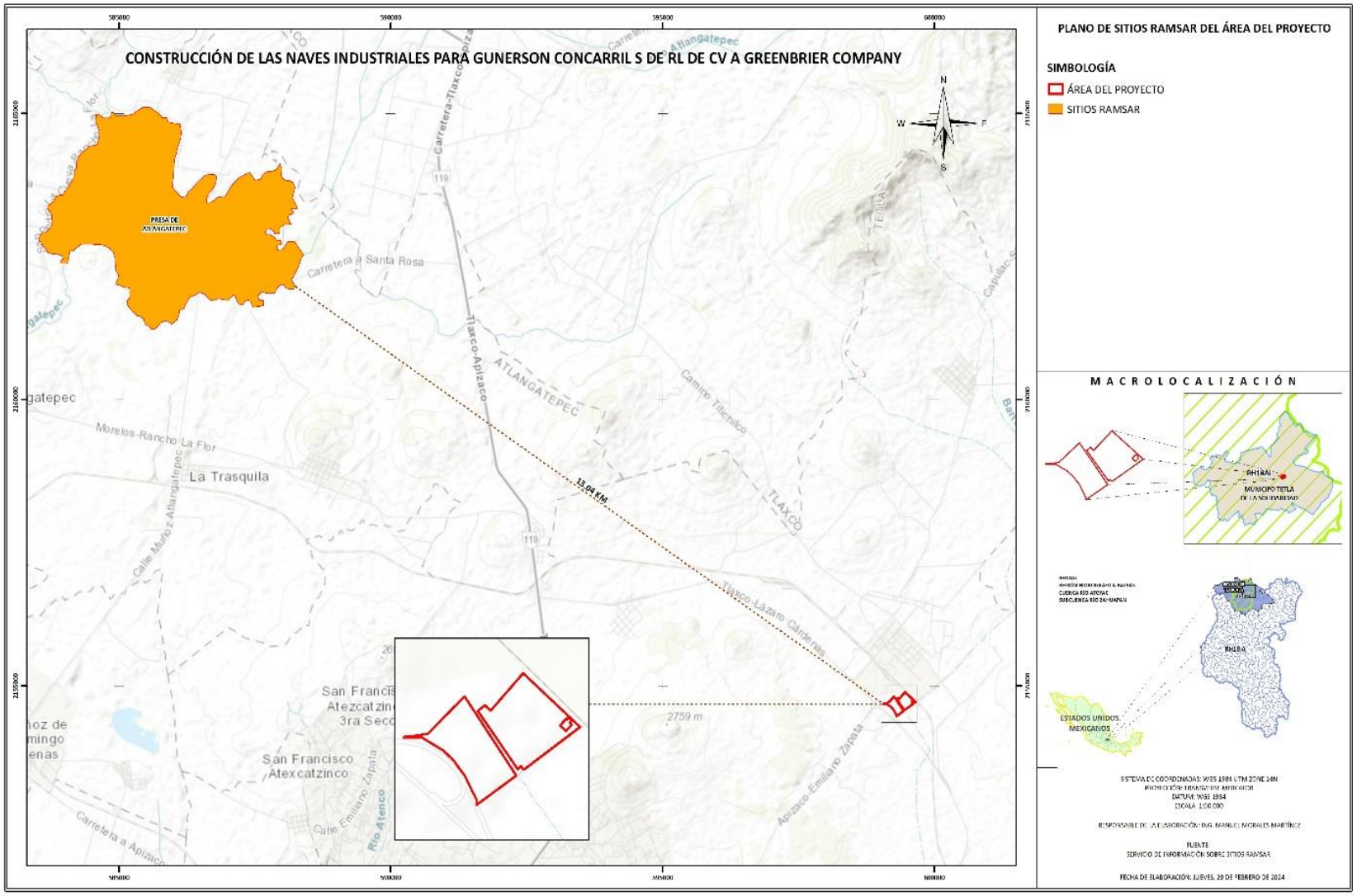


Figura III.11. Ubicación de los sitios Ramsar.

III.5.7.2 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.

Para el proyecto se puede decir que mediante al estatus de las especies enlistadas por la normatividad internacional conforme en la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre, en sus siglas CITES; **se registró una especie de flora presente en el Apéndice II del CITES (*Opuntia tomentosa*). *No se registraron especies de fauna listadas en el CITES.***

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, cabe mencionar que se cuenta con un programa de rescate y reubicación para flora y fauna dentro del proyecto.

III.5.7.3 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.

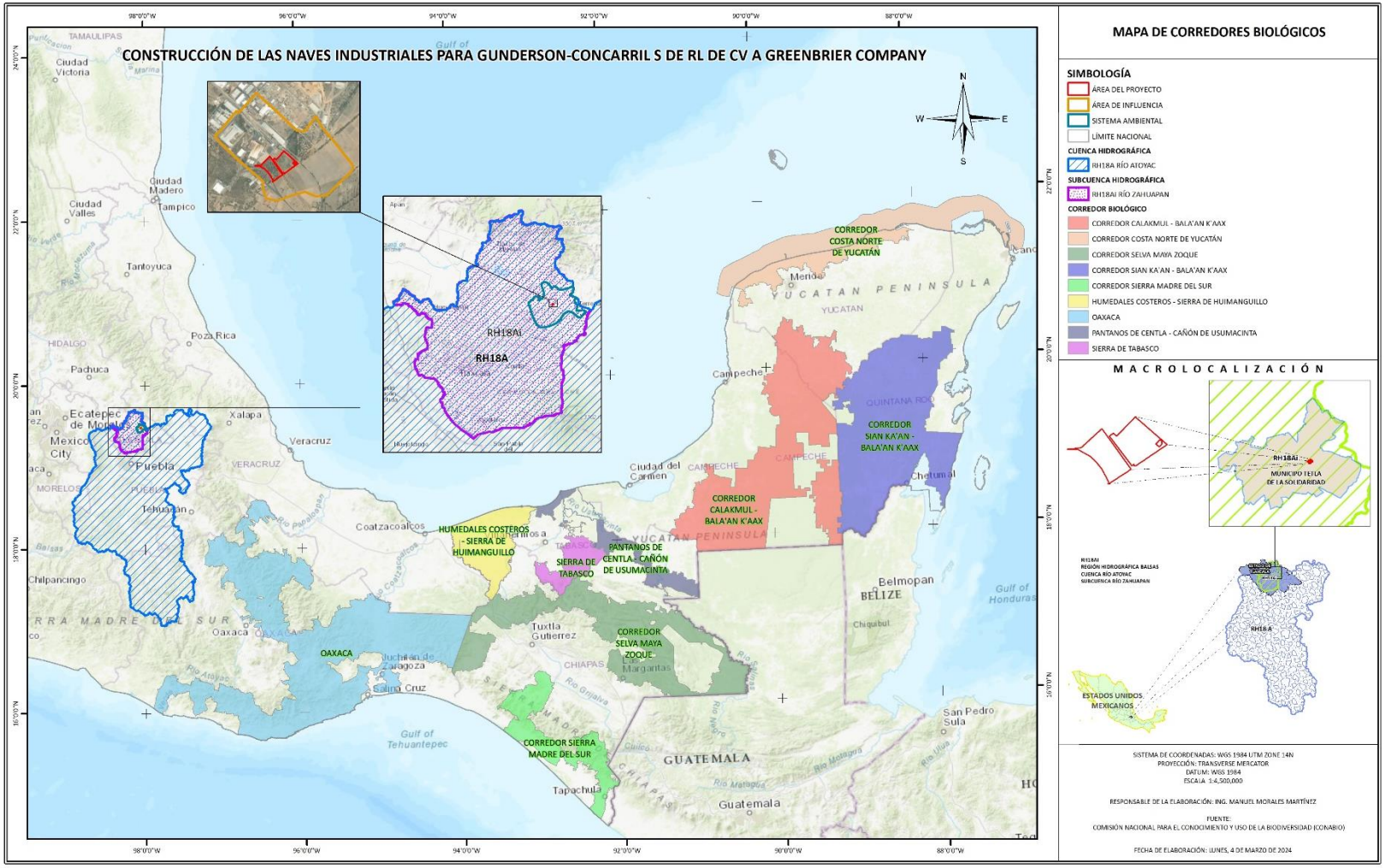


Figura III.12. Corredor biológico cercano al área del proyecto

Nota: Se anexa cartografía del documento **ANEXO 10. CARTOGRAFÍA POR CAPÍTULO, CAPITULO III**

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

ÍNDICE GENERAL

IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA 8

IV.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) DONDE SE PRETENDE ESTABLECER EL PROYECTO. 8
IV.2 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA (AI). 15
IV.3 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO DONDE SE PRETENDE ESTABLECER EL PROYECTO. 22
IV.4 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL 23
IV.4.1.1 MEDIO ABIÓTICO 23
IV.4.1.1.1 CLIMA 23
IV.4.1.1.2 PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA 27
IV.4.1.1.3 FENÓMENOS CLIMATOLÓGICOS 29
IV.4.1.1.4 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA 37
IV.4.1.1.5 EDAFOLOGÍA 60
IV.4.1.1.6 HIDROLOGÍA 63
IV.4.1.2 MEDIO BIÓTICO 68
IV.4.1.2.1 FLORA 68
IV.4.1.2.2 FAUNA 111
IV.4.1.3 ÁREAS DESTINADAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD 186
IV.5 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS DEL MUNICIPIO DONDE SE UBICA EL PREDIO 200
IV.6 BIBLIOGRAFÍA 201

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro IV.1. Coordenadas del sistema ambiental. 14
Cuadro IV.2. Coordenadas del área de influencia. 20
Cuadro IV.3. Coordenadas del AP 22
Cuadro IV.4. Grupos y climas. 23
Cuadro IV.5. Datos climáticos de la estación meteorológica 29051 Toluca de Guadalupe. 27
Cuadro IV.6. Datos climáticos de la estación meteorológica 29002 Apizaco. 27
Cuadro IV.7. Datos climáticos de la estación meteorológica 29032 Tlaxco. 27
Cuadro IV.8. Grado de riesgo por ciclones tropicales en el SA y el AP. 30
Cuadro IV.9. Grado de riesgo de tormentas eléctricas en el SA y en el AP. 31
Cuadro IV.10. Índice de peligro por granizo en el SA y en el AP. 33
Cuadro IV.11. Grado de peligro por sequía en el SA y en el AP. 34
Cuadro IV.12. Información del viento en CENAPRED para el SA y el AP. 36
Cuadro IV.13. Provincias fisiográficas de México 40
Cuadro IV.14. Pendientes en el SA y en el AP 44
Cuadro IV.15. Fallas y fracturas cercanas al SA y al AP. 46

Cuadro IV.16. Exposiciones en el AI. 48
Cuadro IV.17. Elevaciones cercanas al CUS. 51
Cuadro IV.18. Sismicidad del SA y del AP. 54
Cuadro IV.19. Riesgos por inundaciones en el SA y en el AP. 56
Cuadro IV.20. Volcanes cercanos a las UA. 57
Cuadro IV.21. Erosión hídrica y eólica actual en el SA. 63
Cuadro IV.22. Erosión hídrica y eólica actual en el AP. 63
Cuadro IV.23 Balance hídrico en el sistema ambiental y área del proyecto. 67
Cuadro IV.24. Uso de suelo y vegetación Serie VII, en el SA. 68
Cuadro IV.25. Uso de suelo y vegetación Serie VII, en el AP. 69
Cuadro IV.26. Coordenadas del muestreo Sistema ambiental. 76
Cuadro IV.27. Coordenadas del muestreo Área del proyecto. 77
Cuadro IV.28. Especies por sitio de muestreo en el SA. 79
Cuadro IV.29. Especies presentes por sitio de muestreo del AP. 80
Cuadro IV.30. Listado de flora en cuanto a NOM-059 y CITES del SA. 84
Cuadro IV.31. Listado de flora en cuanto a NOM-059 y CITES del AP. 84
Cuadro IV.32. Individuos por hectárea y totales en el SA. 85
Cuadro IV.33. Individuos por hectárea y totales en el AP. 86
Cuadro IV.34. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato arbóreo del SA. 90
Cuadro IV.35. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato arbustivo del SA. 90
Cuadro IV.36. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato herbáceo del SA. 90
Cuadro IV.37. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato de cactáceas y/o epífitas del SA. 91
Cuadro IV.38. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson en la zona 1 bosque de táscate. 91
Cuadro IV.39. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson en la zona 2 bosque de táscate. 92
Cuadro IV.40. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson en la zona 4 jarillas. 94
Cuadro IV.41. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo del SA. 97
Cuadro IV.42. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo del SA. 97
Cuadro IV.43. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo del SA. 97
Cuadro IV.44. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato de cactáceas y/o epífitas del SA. 98
Cuadro IV.45. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener Zona 1 en el AP. 98
Cuadro IV.46. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener Zona 2 en el AP. 99
Cuadro IV.47. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener Zona 4 en el AP. 102
Cuadro IV.48. Índice de Valor de Importancia SA. 105
Cuadro IV.49. Índice de Valor de Importancia Zona 1 bosque de táscate AP. 106
Cuadro IV.50. Índice de Valor de Importancia Zona 2 bosque de táscate AP. 108
Cuadro IV.51. Índice de Valor de Importancia zona 4 jarilla AP. 109
Cuadro IV.52. Estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 para la fauna silvestre. 115
Cuadro IV.53. Estatus de acuerdo a las categorías de riesgo de la IUCN para la fauna silvestre. 116
Cuadro IV.54. Listados de especies de acuerdo a las categorías de riesgo de la CITES para la fauna silvestre. 117
Cuadro IV.55. Categorías referentes a la tendencia poblacional para la fauna silvestre. 117
Cuadro IV.56. Categorías de endemismo empleadas para la fauna silvestre. 117
Cuadro IV.57. Categorías de residencia empleadas para la avifauna silvestre. 118
Cuadro IV.58. Coordenadas geográficas de los puntos de conteo establecidos para la determinación de avifauna en el Sistema ambiental. 128
Cuadro IV.59. Coordenadas geográficas de los transectos establecidos para la determinación de mastofauna y herpetofauna en el Sistema ambiental. 128
Cuadro IV.60. Especies de aves presentes en los sitios de muestreo establecidos en el SA. 130
Cuadro IV.61. Matriz de abundancias y riqueza específica de la avifauna registrada. 132
Cuadro IV.62. Riqueza específica de la avifauna registrada 133
Cuadro IV.63. Índice de Margalef de la avifauna registrada 133

Cuadro IV.64. Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna registradas 133
Cuadro IV.65. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de avifauna registradas..... 134
Cuadro IV.66. Índice de diversidad verdadera de la avifauna registrada 135
Cuadro IV.67. Riqueza específica de avifauna de acuerdo al modelo logarítmico..... 136
Cuadro IV.68. Especies de mamíferos presentes en el SA..... 137
Cuadro IV.69. Matriz de abundancia y riqueza específica de la mastofauna registrada 138
Cuadro IV.70. Riqueza específica de la mastofauna registrada..... 139
Cuadro IV.71. Índice de Margalef de la mastofauna registrada. 139
Cuadro IV.72. Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies registradas..... 139
Cuadro IV.73. Índice de Shannon-Wiener de las especies registradas..... 140
Cuadro IV.74. Índice de diversidad verdadera de la mastofauna registrada..... 140
Cuadro IV.75. Riqueza específica de mastofauna de acuerdo al modelo logarítmico. 141
Cuadro IV.76. Listado de especies de herpetofauna registradas..... 142
Cuadro IV.77. Matriz de abundancia y riqueza específica de la herpetofauna registrada..... 143
Cuadro IV.78. Riqueza específica de herpetofauna..... 144
Cuadro IV.79. Índice de Margalef de la herpetofauna registrada. 144
Cuadro IV.80. Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de herpetofauna registradas..... 145
Cuadro IV.81. Índice de Shannon-Wiener de las especies de herpetofauna registrada. 145
Cuadro IV.82. Índice de diversidad verdadera de la herpetofauna registrada..... 145
Cuadro IV.83. Riqueza específica de mastofauna de acuerdo al modelo logarítmico. 146
Cuadro IV.84. Coordenadas geográficas y ubicación de puntos de observación en el AP..... 155
Cuadro IV.85. Especies de aves presentes en los sitios de muestreo establecidos en el AP. 157
Cuadro IV.86. Matriz de abundancias y riqueza específica de la avifauna registrada. 158
Cuadro IV.87. Riqueza específica de la avifauna registrada..... 159
Cuadro IV.88. Índice de Margalef de la avifauna registrada..... 159
Cuadro IV.89. Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna registradas 159
Cuadro IV.90. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de avifauna registradas..... 160
Cuadro IV.91. Índice de diversidad verdadera de la avifauna registrada 160
Cuadro IV.92. Riqueza específica de avifauna de acuerdo al modelo potencial..... 161
Cuadro IV.93. Especies de mamíferos presentes en el AP..... 162
Cuadro IV.94. Matriz de abundancia y riqueza específica de la mastofauna registrada 163
Cuadro IV.95. Riqueza específica de la mastofauna registrada..... 164
Cuadro IV.96. Índice de Margalef de la mastofauna registrada. 164
Cuadro IV.97. Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies registradas..... 164
Cuadro IV.98. Índice de Shannon-Wiener de las especies registradas..... 164
Cuadro IV.99. Índice de diversidad verdadera de la mastofauna registrada..... 165
Cuadro IV.100. Riqueza específica de avifauna de acuerdo al modelo potencial..... 166
Cuadro IV.101. Listado de especies de herpetofauna registradas..... 167
Cuadro IV.102. Matriz de abundancia y riqueza específica de la herpetofauna registrada..... 168
Cuadro IV.103. Riqueza específica de la mastofauna registrada..... 169
Cuadro IV.104. Índice de Margalef de la mastofauna registrada. 169
Cuadro IV.105. Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies registradas..... 169
Cuadro IV.106. Índice de Shannon-Wiener de las especies registradas..... 169
Cuadro IV.107. Índice de diversidad verdadera de la mastofauna registrada..... 170
Cuadro IV.108. Riqueza específica de avifauna de acuerdo al modelo potencial..... 171
Cuadro IV.109. Especies de fauna silvestre enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010..... 171
Cuadro IV.110. Especies de fauna silvestre enlistadas en algún apéndice perteneciente a la CITES. 175
Cuadro IV.111. Comparativo del número de individuos de avifauna en las unidades de análisis..... 175
Cuadro IV.112. Comparativo del número de individuos de mastofauna en las unidades de análisis..... 179
Cuadro IV.113. Comparativo del número de individuos de herpetofauna en las dos unidades de análisis. 181

Cuadro IV.114. AICA'S cercanas en el SA. 186
Cuadro IV.115. AICA'S cercanas en el AP. 186
Cuadro IV.116. ANP'S cercanas en el SA. 188
Cuadro IV.117. ANP'S cercanas en el AP. 188
Cuadro IV.118. ANP'S estatales cercanas en el SA. 190
Cuadro IV.119. ANP'S estatales cercanas en el AP. 190
Cuadro IV.120. ADVC cercanas en el SA. 192
Cuadro IV.121. ADVC cercanas en el AP. 192
Cuadro IV.122. RHP en el SA. 194
Cuadro IV.123. RHP en el AP. 194
Cuadro IV.124. RTP en el SA. 196
Cuadro IV.125. RTP en el AP. 196
Cuadro IV.126. Ramsar en el SA. 198
Cuadro IV.127. Ramsar en el AP. 198

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV.1. Determinación del SA. 14
Figura IV.2. Determinación del AI. 20
Figura IV.3. Plano del Área del Proyecto (AP). 22
Figura IV.4. Clima del SA 24
Figura IV.5. Clima del AP. 25
Figura IV.6. Polígonos de Thiessen del SA. 26
Figura IV.7. Polígonos de Thiessen del AP. 26
Figura IV.8. Estaciones que influyen en el SA. 28
Figura IV.9. Estaciones que influyen en el AP. 29
Figura IV.10. Grado de riesgo por ciclones tropicales en el SA. 30
Figura IV.11. Grado de riesgo por ciclones tropicales en al AP. 31
Figura IV.12. Grado de riesgo de tormentas eléctricas en el SA. 32
Figura IV.13. Grado de riesgo de tormentas eléctricas en el AP. 32
Figura IV.14. Índice de peligro por granizo en el SA. 33
Figura IV.15. Índice de peligro por granizo en el AP. 34
Figura IV.16. Grado de peligro por sequía en el SA. 35
Figura IV.17. Grado de peligro por sequía en el AP. 35
Figura IV.18. Zonificación eólica en el SA. 36
Figura IV.19. Zonificación eólica en el AP. 37
Figura IV.20. Topoformas del SA. 38
Figura IV.21. Topoformas del AP. 39
Figura IV.22. Provincias fisiográficas de la República Mexicana. 40
Figura IV.23. Provincia fisiográfica en la que se encuentra el SA. 42
Figura IV.24. Provincia fisiográfica en la que se encuentra el AP. 42
Figura IV.25. Subprovincia fisiográfica en la que se encuentra el SA. 43
Figura IV.26. Subprovincia fisiográfica en la que se encuentra el AP. 44
Figura IV.27. Pendientes en el SA. 45
Figura IV.28. Pendientes en el AP. 45
Figura IV.29. Fallas y Fracturas cercanas al SA. 47
Figura IV.30. Fallas y Fracturas cercanas al AP. 47
Figura IV.31. Exposiciones en el SA. 49
Figura IV.32. Exposiciones en el AP. 49
Figura IV.33. Características geológicas del SA 50

Figura IV.34. Características geológicas del AP. 51
Figura IV.35. Elevaciones más cercanas al SA. 52
Figura IV.36. Elevaciones más cercanas al AP. 52
Figura IV.37. Región potencial de deslizamientos de laderas del SA. 53
Figura IV.38. Región potencial de deslizamientos de laderas del AP. 54
Figura IV.39. Regionalización sismíca del SA. 55
Figura IV.40. Regionalización sísmica del AP. 55
Figura IV.41. Riesgo por inundación dentro del SA. 56
Figura IV.42. Riesgo por inundación dentro del AP. 57
Figura IV.43. Volcanes más cercanos al SA. 58
Figura IV.44. Volcanes más cercanos al AP. 58
Figura IV.45. Tipos de suelo en el SA. 61
Figura IV.46. Tipo de suelo en el AP. 61
Figura IV.47. Hidrología superficial del SA. 64
Figura IV.48. Hidrología superficial del AP 65
Figura IV.49. Hidrología subterránea del SA. 66
Figura IV.50. Hidrología subterránea del AP. 66
Figura IV.51. Uso de suelo y vegetación en el SA, AI, de acuerdo a INEGI serie VII. 69
Figura IV.52. Uso de suelo y vegetación en el AP, de acuerdo a INEGI serie VII 70
Figura IV.53. Plano de los sitios de muestreo del SA. 78
Figura IV.54. Plano de los sitios de muestreo del AP. 78
Figura IV.55. Plano de Rutas Migratorias de Aves respecto al AP y al SA. 112
Figura IV.56. Plano de Áreas de conservación de respecto al AP y al SA. 112
Figura IV.57. Plano de corredores biológicos pertenecientes al CBMM respecto al AP y al SA. 113
Figura IV.58. Provincia herpetológica de la Sierra Madre Sur y Eje Neovolcanico. 114
Figura IV.59. Provincia mastofaunística de la Sierra Madre Sur 115
Figura IV.60. Curva de acumulación de especies. 124
Figura IV.61. Curva de acumulación de especies. El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se han registrado todas las especies (asíntota). 125
Figura IV.62 Sitios de muestreo para avifauna 129
Figura IV.63. Puntos de conteo y transectos establecidos para la determinación de mastofauna y herpetofauna en el Sistema ambiental 129
Figura IV.64. Distribución de los individuos de avifauna en cada punto de conteo en el que fueron registradas. 133
Figura IV.65. Curva de acumulación de especies de avifauna con un modelo potencial y logarítmico. 136
Figura IV.66. Distribución de los individuos de mastofauna en cada transecto en el que fueron registradas. 139
Figura IV.67. Curva de acumulación de especies de mastofauna con un modelo potencial y logarítmico. 141
Figura IV.68. Distribución de los individuos de mastofauna en cada transecto en el que fueron registrados. 144
Figura IV.69. Curva de acumulación de especies de herpetofauna con un modelo potencial y logarítmico. 146
Figura IV.70. Curva de acumulación de especies. 152
Figura IV.71. Curva de acumulación de especies. El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se han registrado todas las especies (asíntota). 153
Figura IV.72. Sitios de muestreo establecidos para la determinación de avifauna, mastofauna y herpetofauna en la AP. 156
Figura IV.73. Distribución de los individuos de avifauna en cada punto de conteo en el que fueron registradas. 159
Figura IV.74. Curva de acumulación de especies de avifauna con un modelo potencial y logarítmico. 161
Figura IV.75. Distribución de los individuos de mastofauna en cada transecto en el que fueron registrados. 163
Figura IV.76. Curva de acumulación de especies de mastofauna con un modelo potencial y logarítmico. 165
Figura IV.77. Distribución de los individuos de herpetofauna en cada transecto en el que fueron registrados. 168

Figura IV.78. Curva de acumulación de especies de mastofauna con un modelo potencial y logarítmico. 170
Figura IV.79 Distribución potencial de *Accipiter cooperii*..... 172
Figura IV.80 Distrubicón potencial de *Barisia imbricata* 172
Figura IV.81 Distribución potencial de *Pituophis deppei* 173
Figura IV.82 Distrubución potencial de *Phrynosoma orbiculare*..... 173
Figura IV.83 Distribución potencial de *Sceloporus grammicus* 174
Figura IV.84 Distribución potencial de *Aspidoscelis costata* 174
Figura IV.85. Distribución del número de individuos de avifauna en las unidades de análisis. 176
Figura IV.86. Comparativo de los individuos totales de avifauna en las unidades de análisis. 177
Figura IV.87. Comparativo de la riqueza específica de avifauna en las unidades de análisis 178
Figura IV.88. Comparativo de la diversidad de avifauna en las unidades de análisis 178
Figura IV.89. Distribución del número de individuos de mastofauna en las unidades de análisis..... 179
Figura IV.90. Comparativo de los individuos totales de mastofauna en las unidades de análisis 180
Figura IV.91. Comparativo de la riqueza específica de mastofauna en las unidades de análisis. 180
Figura IV.92. Comparativo de la diversidad de mastofauna en las unidades de análisis. 181
Figura IV.93. Distribución del número de individuos de herpetofauna en las dos unidades de análisis..... 182
Figura IV.94. Comparativo de los individuos totales de herpetofauna en las dos unidades de análisis. 182
Figura IV.95. Comparativo de la riqueza específica de herpetofauna en las dos unidades de análisis. 183
Figura IV.96. Comparativo de la diversidad de herpetofauna en las dos unidades de análisis. 183
Figura IV.97 Áreas AICA cerca SA. 187
Figura IV.98. Áreas AICA cerca AP..... 188
Figura IV.99 ANP cerca de SA. 189
Figura IV.100 ANP cerca de AP 190
Figura IV.101 ANP estatales cerca de SA. 191
Figura IV.102 ANP cerca de AP 192
Figura IV.103 ADVC cerca de SA. 193
Figura IV.104 ADVC cerca de AP 194
Figura IV.105 RHP cerca de SA. 195
Figura IV.106 RHP cerca de AP 196
Figura IV.107 RTP cerca de SA. 197
Figura IV.108 RTP cerca de AP 198
Figura IV.109 Sitio RAMSAR cerca de SA. 199

ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen IV.1. Ejemplo sitio. 72
Imagen IV.2. Ubicación del sitio de muestreo. 73
Imagen IV.3. Formato para la toma de datos. 74
Imagen IV.4. Ejemplo de delimitación del sitio de muestreo. 75
Imagen IV.5. Estado actual de la zona 3 área inundada. 101
Imagen IV.6. Ejemplo del establecimiento de un punto de conteo para la avifauna. Fuente: Ruiz Gutiérrez et al (2020). 120
Imagen IV.7. Ejemplo del establecimiento de un transecto para la mastofauna y herpetofauna. Fuente: Ruiz Gutiérrez et al (2020). 121
Imagen IV.8. Ejemplo del establecimiento de un punto de conteo para la avifauna. Fuente: Ruiz Gutiérrez et al (2020). 148
Imagen IV.9. Ejemplo del establecimiento de un transecto para la mastofauna y herpetofauna. Fuente: Ruiz Gutiérrez et al (2020). 149

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

IV.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) DONDE SE PRETENDE ESTABLECER EL PROYECTO.

La delimitación del área de estudio equivale a definir la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de impacto ambiental. *"…este apartado se orienta a ofrecer una caracterización del medio en sus elementos bióticos y abióticos, describiendo y analizando, en forma integral, los componentes del sistema ambiental del sitio donde se establecerá el proyecto, todo ello con el objeto de hacer una correcta identificación de sus condiciones ambientales y de las principales tendencias de desarrollo y/o deterioro…"* (Guía MIA-P, SEMARNAT, 2002), utilizado la identificación, el reconocimiento y la caracterización de unidades espaciales de homogeneidad relativa, como herramienta inicial para lograr un diagnóstico ambiental de una porción del territorio, con validez para proyectar la evaluación del impacto ambiental.

Bajo las consideraciones anteriores, se optó por delimitar una superficie que permita realizar las comparaciones de los factores bióticos y abióticos del Sistema Ambiental (SA) de manera que se logre crear el escenario real de lo que conlleva el funcionamiento y desarrollo del proyecto.

Consecuentemente, para la delimitación del SA se debe entender en qué consiste la estructura ambiental que conforman los componentes bióticos y abióticos, y su correspondencia al formar un todo, es decir, es la manera en la que se conforman los componentes ambientales (J. Nebel, Wright & Dávila, 1999). Estos están dotados al mismo tiempo de servicios y funciones ambientales para su desarrollo. También puede considerarse como un modelo de ocupación del territorio, que fija de manera general la estrategia de localización y distribución de las actividades (Fraume, 2007).

Adicionalmente, de acuerdo con lo mencionado por Gómez (2003), se debe de considerar que el territorio es un sistema que manifiesta un estilo de desarrollo particular y que puede asumirse por cuatro elementos, los cuales son:

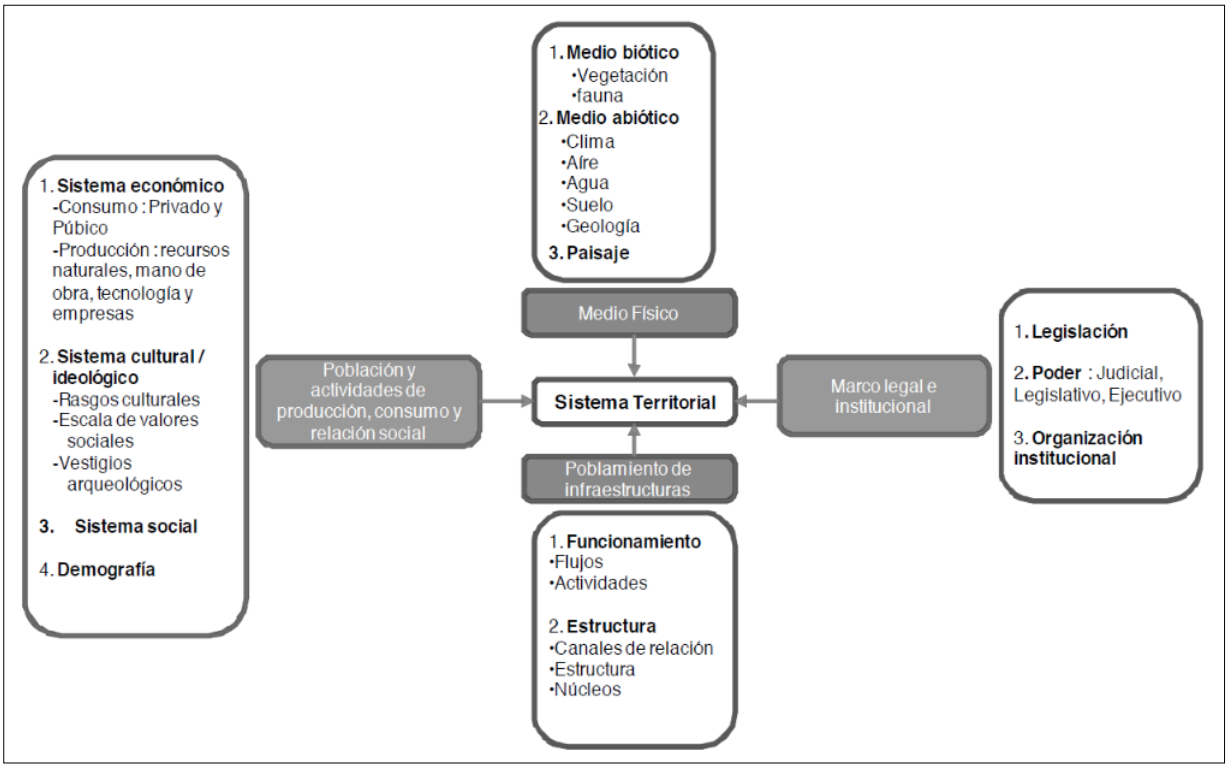
- **Medio físico**: Es el territorio y sus recursos naturales, sistema que queda formado por los elementos y procesos del ambiente natural, tal y como se encuentran en la actualidad: el aire, el clima, el suelo y subsuelo, el agua, la vegetación, la fauna, el paisaje, las interacciones entre ellos los procesos de erosión y sedimentación, el proceso de carga de acuíferos subterráneos, el proceso de interacción entre hábitat y comunidades, formas antrópicas de aprovechamiento de los recursos naturales, y de utilización primaria del suelo, etc.

- **La población y sus actividades de producción, consumo y relación social**: Es decir, en cuanto a la fuerza de trabajo, la demanda de bienes y servicios, y la población como sujeto de relaciones sociales, así como la base, estructura y especialización de la economía. Si el medio físico es el soporte del sistema territorial, con un papel más bien pasivo, la población representa un papel activo. La población es el agente fundamental: adapta el medio físico para ubicar sus actividades, toma recursos de él para transformarlos en su propio beneficio y le incorpora los desechos o productos no deseados.

- **El poblamiento**: Modelo organizativo de la población en el tiempo y en el espacio, está constituido por los asentamientos: ciudades, pueblos, etc., y los canales, a través de los cuales se relacionan intercambiando personas, mercancías, energía e información; infraestructura, transporte, energéticas y de comunicación. Este elemento determina la capacidad de acceso de la población a la explotación de los recursos naturales del territorio, la medida en que puede ser abastecida, de una forma económica, en bienes y servicios sociales y las posibilidades de interrelación social determinantes, a su vez, de la estructura y vertebración de la sociedad.

- **El marco legal e institucional**: Que administra las reglas de funcionamiento, constituido por las leyes humanas y por las que regulan los sistemas y por las instituciones públicas o privadas.

A su vez, la estructura del sistema queda configurado por múltiples relaciones entre los elementos y procesos más simples como se muestra continuación:



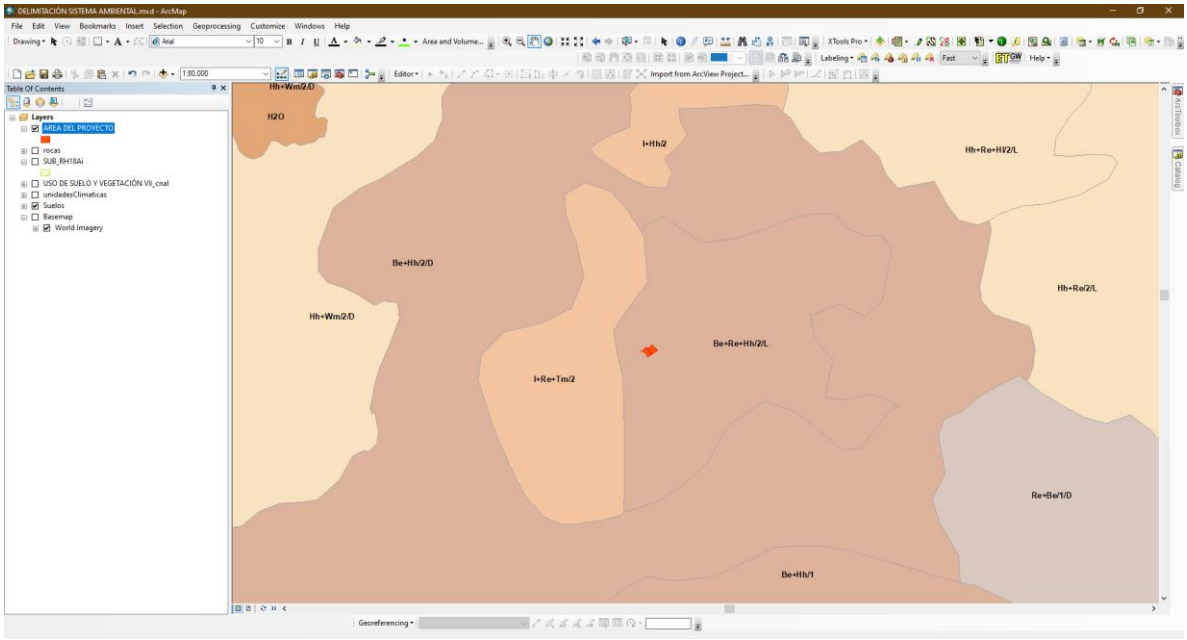
De acuerdo con lo anterior, podemos determinar las interrelaciones a considerar para la delimitación del sistema territorial, mismas que utilizaremos para concretar la delimitación de un Sistema Ambiental, el cual se describe como "la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el Proyecto". (SEMARNAT 2002).

Por consiguiente, aplicando los conceptos anteriores, se determinaron los elementos a considerar para la delimitación del Sistema Ambiental, los cuales serán los siguientes.

EDAFOLOGÍA

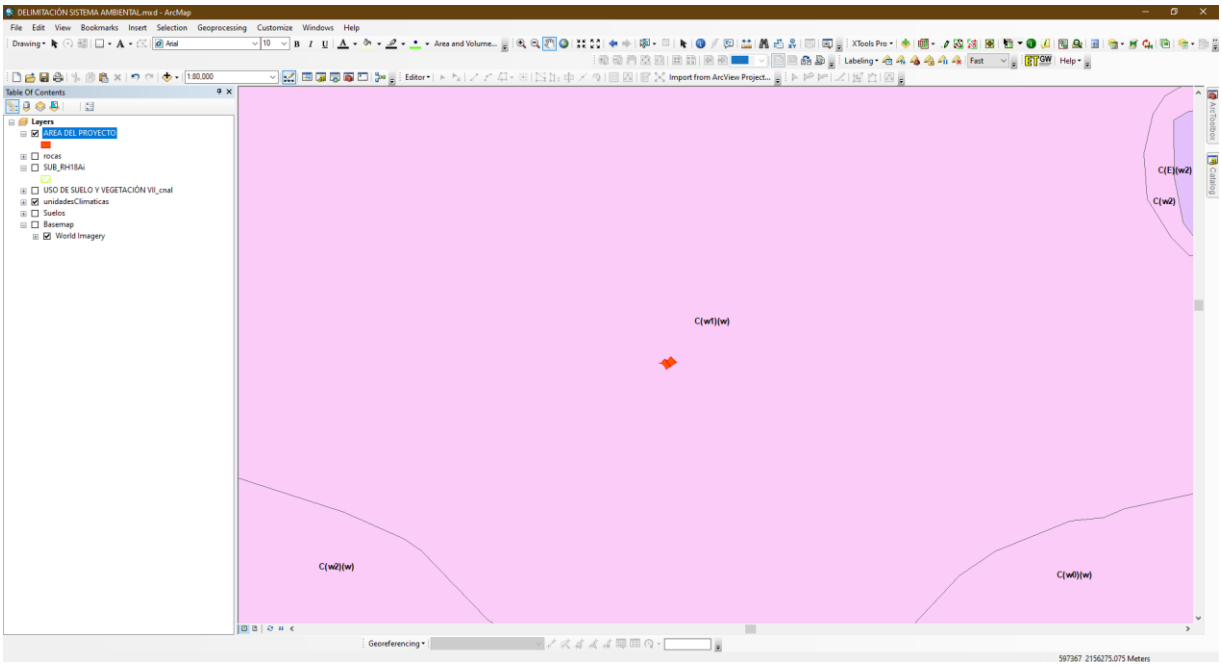
La edafología es la ciencia que estudia la composición y naturaleza del suelo en su relación con las plantas y el entorno que le rodea. El suelo se origina a partir de la materia madre producida por los procesos químicos y mecánicos de transformación de las rocas de la superficie terrestre.

Respecto a este elemento, se utilizó el tipo de suelo cambisol eútrico para la delimitación del SA.



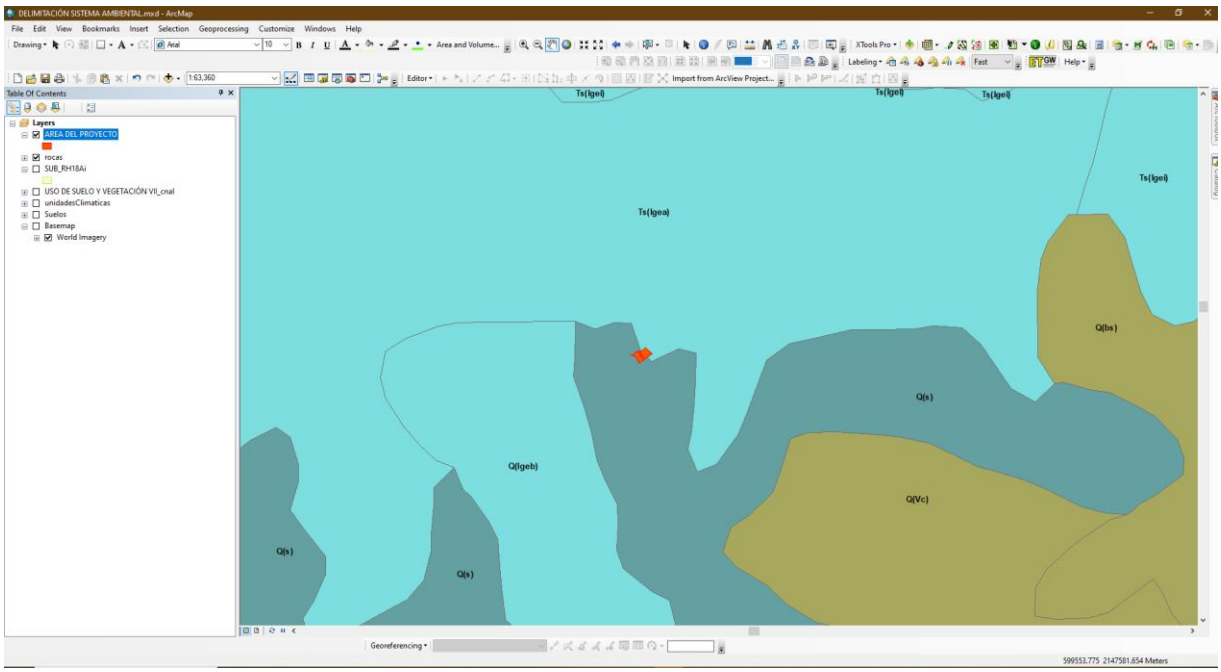
CLIMA

El clima es el estado más frecuente de la atmósfera de un lugar de la superficie terrestre; es decir, una descripción estadística de las condiciones meteorológicas más frecuentes de una región en cierto periodo de tiempo (OMM, 2013). De la misma forma que se realizó con el suelo, se sobrepuso la capa de climas y se utilizó la delimitación con el tipo de clima de C(w1) (w).



GEOLOGÍA

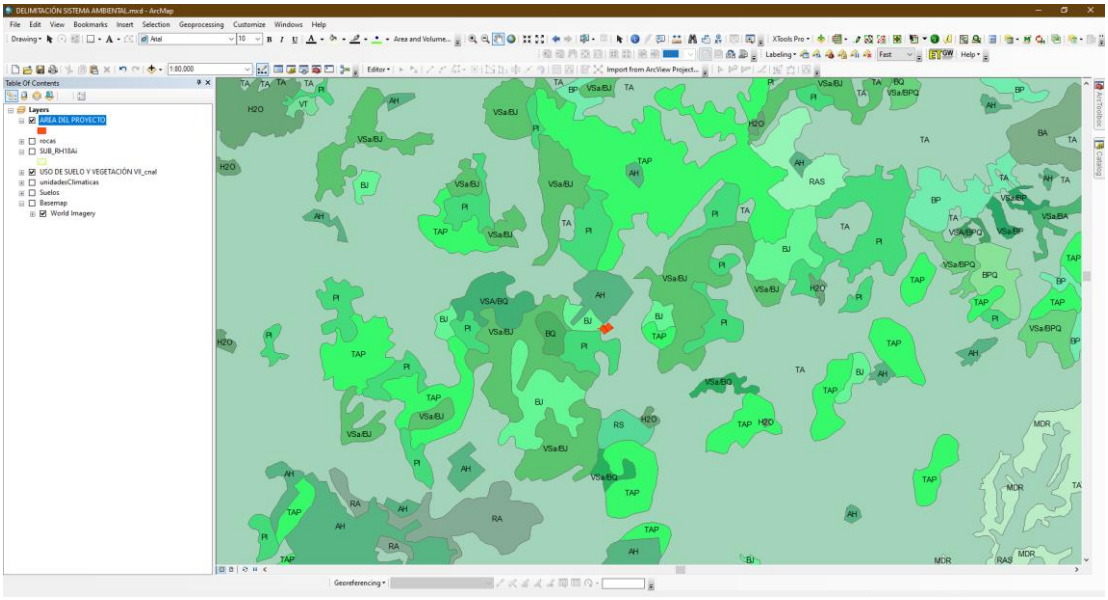
El sustrato geológico es el resultado de complejos procesos ocurridos en diferentes épocas geológicas. Tomando como referencia la carta de geología de INEGI, se delimitó el SA a partir del tipo de rocas Ts(ígnea).



USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIE VII

La cobertura de la tierra y su uso representan los elementos integrantes de los recursos básicos. Los cambios en la cobertura y uso del suelo afectan los sistemas globales, dichos cambios ocurren en un modo localizado que en su conjunto llegan a sumar un total significativo, reflejado en buena medida en la cobertura vegetal, razón por la cual se toman como referencia para algunas aplicaciones que van desde el monitoreo ambiental, la producción de estadísticas como apoyo a la planeación, evaluación del cambio climático y la evaluación de los procesos de desertificación, entre otros.

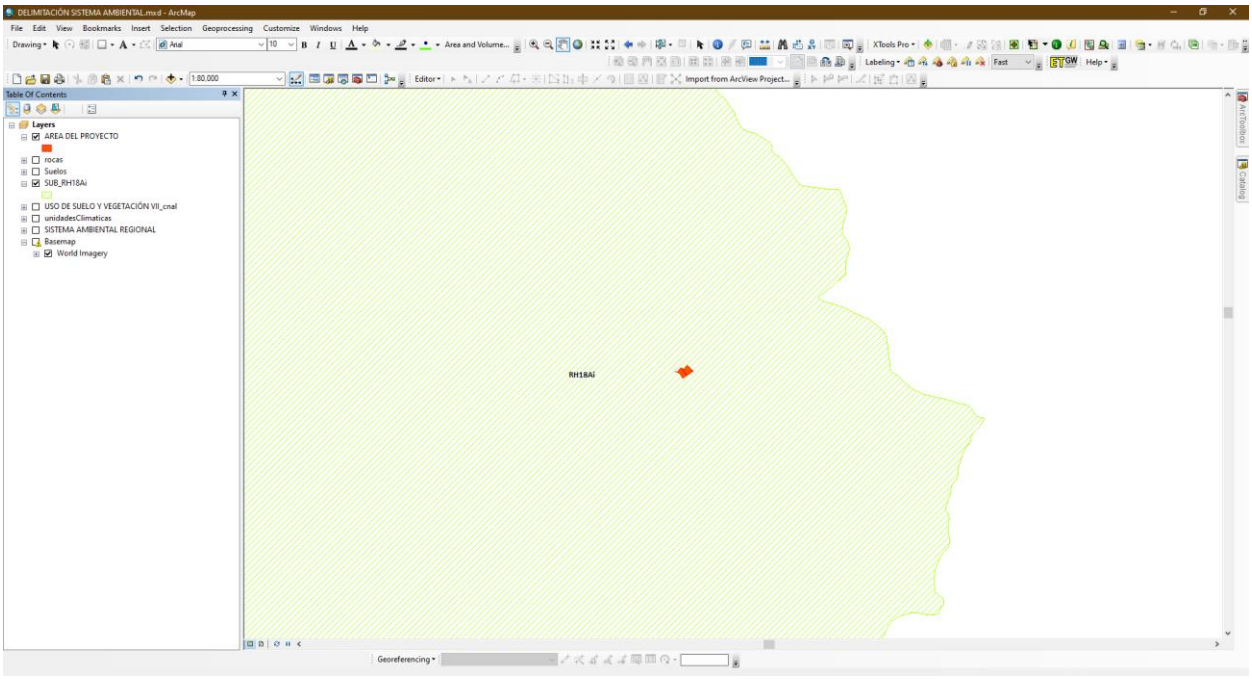
Dicho lo anterior, se expone que la extensión del SA, también se debe al análisis de los usos de suelo y vegetación de la Serie VII de INEGI, aledaños al proyecto.



SUBCUENCA HIDROGRÁFICA

Un elemento de suma importancia para la delimitación del área del SA es la hidrografía o hidrología superficial, por lo tanto, se consideró a la subcuenca hidrográfica que incide el Área de Proyecto, es decir, la subcuenca “R. Zahuapan” (RH18Ai).

Por subcuenca, entendemos que es el espacio formado por el escurrimiento de un conjunto de ríos, que se encuentra determinado por elevaciones que funcionan como parteaguas de estos, así, los ecosistemas formados en ella son de gran relevancia en la promoción y preservación del equilibrio ecológico de las zonas en las que se ubican. Las funciones de regulación ambiental que llevan a cabo permiten mantener en equilibrio a los ecosistemas, así como la interacción de sus recursos.



El Sistema Ambiental (SA), debe considerarse como una única área, no necesariamente continua, que resulta de la integración o sumatoria por componente, grupos de componentes. Es importante contextualizar los componentes antes mencionados, tal delimitación se concibe en términos operativos a través de la aplicación del concepto de Sistema Ambiental, el cual se circunscribe a una expresión objetiva, inventariable y cartografiable, considerando la uniformidad y la continuidad de sus componentes y de sus procesos ambientales, sociales y económicos significativos. En conjunto, el SA cuenta con una superficie de 9,306.1248 hectáreas (ver figura siguiente), dicha unidad de análisis será objeto de estudio del presente capítulo, y **será el punto de comparación con los componentes o factores ambientales del proyecto.**

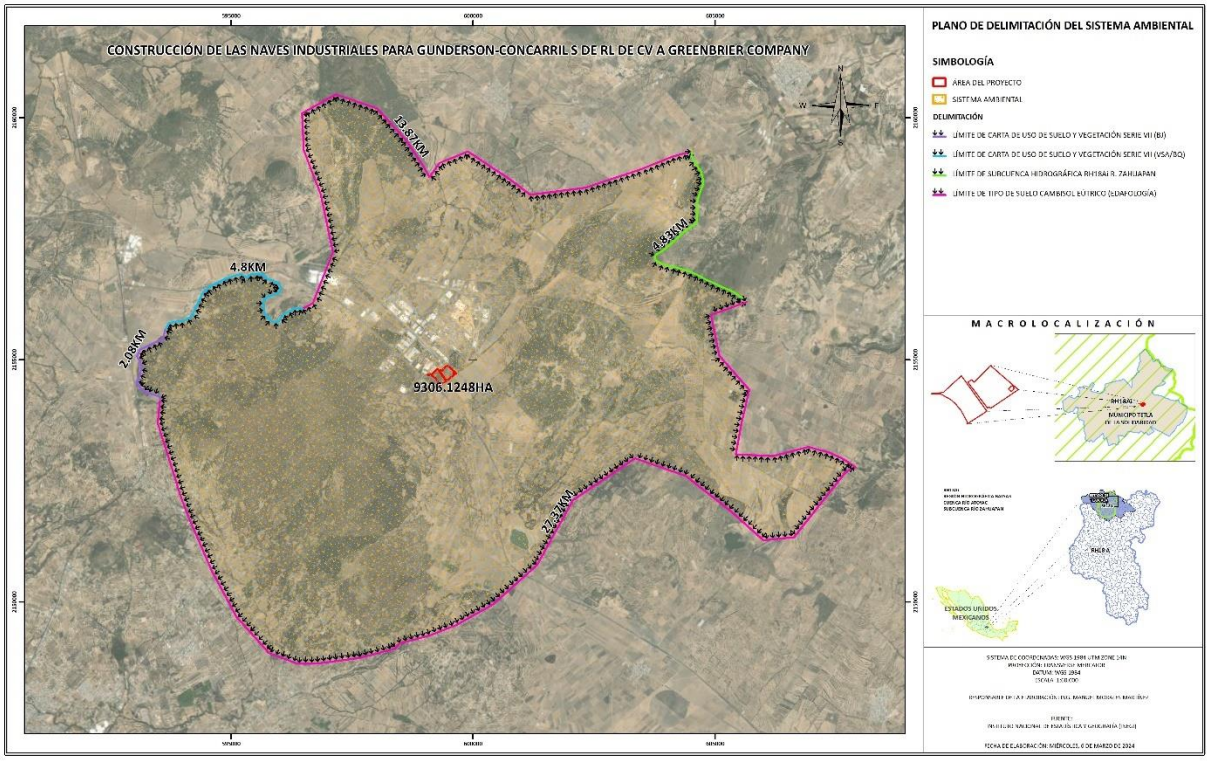


Figura IV.1. Determinación del SA.

A continuación, se presentan las coordenadas del SA:

Cuadro IV.1. Coordenadas del sistema ambiental.

SISTEMA AMBIENTAL		
SUPERFICIE: 9306.1248 Ha.		
NO	X	Y
1	605662.62	2156195.60
2	604916.28	2155920.05
3	604944.83	2155778.08
4	605084.84	2155081.92
5	605708.97	2154378.68
6	605544.02	2153688.03
7	605428.86	2153049.19
8	606193.04	2153010.81
9	606927.40	2153201.20
10	607362.28	2153080.77
11	607530.63	2153007.56
12	607644.42	2152958.07
13	607902.09	2152783.75
14	607700.68	2152678.76
15	607178.40	2152033.13
16	606631.95	2151336.39
17	605996.98	2151275.07
18	605323.96	2151875.38
19	604394.16	2152599.15

SISTEMA AMBIENTAL		
SUPERFICIE: 9306.1248 Ha.		
NO	X	Y
20	603343.84	2152964.06
21	602062.62	2152102.46
22	601324.82	2150765.30
23	600424.02	2149960.77
24	599643.71	2149514.93
25	599088.17	2149301.96
26	598480.58	2149139.21
27	598380.77	2149035.66
28	597671.80	2148845.67
29	596783.43	2148729.13
30	596376.61	2148722.54
31	595787.23	2148942.15
32	595111.28	2149695.36
33	594609.79	2150629.59
34	594104.06	2151793.25
35	593943.26	2152223.77
36	593861.63	2152502.61
37	593482.60	2153694.05
38	593533.70	2154196.20

SISTEMA AMBIENTAL		
SUPERFICIE: 9306.1248 Ha.		
NO	X	Y
39	593509.36	2154244.01
40	593305.20	2154306.51
41	593203.11	2154350.49
42	593139.35	2154401.01
43	593055.89	2154515.02
44	593124.44	2154725.51
45	593155.19	2154872.25
46	593058.74	2155075.51
47	593121.34	2155209.50
48	593336.79	2155312.49
49	593476.36	2155376.99
50	593590.69	2155415.98
51	593640.03	2155620.00
52	593715.45	2155754.23
53	593849.02	2155786.72
54	594007.70	2155800.47
55	594198.05	2155896.96
56	594241.62	2156011.95
57	594285.52	2156113.95

SISTEMA AMBIENTAL		
SUPERFICIE: 9306.1248 Ha.		
NO	X	Y
58	594423.66	2156401.45
59	594619.76	2156542.69
60	594771.90	2156613.41
61	594905.15	2156684.43
62	595197.29	2156768.91
63	595310.98	2156692.66
64	595403.63	2156759.23
65	595616.80	2156774.61
66	595673.52	2156737.03
67	595747.17	2156668.37
68	595859.23	2156632.72
69	595972.13	2156573.35
70	596030.24	2156496.24
71	596002.22	2156392.35
72	595940.08	2156358.52
73	595752.28	2156296.53
74	595668.09	2156214.42
75	595663.23	2156127.19
76	595701.50	2155938.56
77	595775.70	2155854.09
78	595873.34	2155778.36
79	595943.79	2155785.88
80	595983.74	2155790.14
81	596000.12	2155814.58
82	596081.53	2155936.04
83	596221.61	2156004.27
84	596299.01	2156054.48
85	596425.22	2156066.81
86	596469.51	2156053.76
87	596692.23	2156167.25
88	597025.68	2157017.23
89	597104.75	2157218.81
90	597066.45	2157400.29
91	596852.90	2158412.16
92	596504.57	2159323.75
93	596464.68	2160087.52
94	596934.98	2160350.17
95	597169.68	2160481.25
96	598015.08	2160189.36
97	598612.82	2159536.88
98	598716.36	2159380.31

SISTEMA AMBIENTAL		
SUPERFICIE: 9306.1248 Ha.		
NO	X	Y
99	598979.52	2158982.38
100	599096.99	2158771.11
101	599306.78	2159061.36
102	599308.80	2159064.15
103	599889.54	2159303.00
104	600494.58	2158901.63
105	600714.26	2158755.90
106	600884.91	2158627.69
107	601179.00	2158406.73
108	602180.92	2158535.08
109	602321.39	2158553.08
110	603060.80	2158796.95
111	603459.31	2158928.39
112	604115.87	2159193.81
113	604265.83	2159234.03
114	604420.97	2159275.63
115	604515.63	2159301.02
116	604515.36	2159299.40
117	604519.76	2159198.79
118	604538.54	2159139.94
119	604590.86	2159065.61
120	604638.41	2159001.21
121	604662.26	2158956.57
122	604705.06	2158897.12
123	604723.54	2158832.31
124	604729.14	2158812.67
125	604753.25	2158723.26
126	604753.59	2158663.55
127	604740.33	2158600.63
128	604709.01	2158515.04
129	604695.17	2158466.23
130	604692.11	2158455.42
131	604659.09	2158377.56
132	604637.90	2158310.27
133	604626.56	2158214.98
134	604627.17	2158109.08
135	604627.67	2158024.35
136	604628.08	2157953.75
137	604628.53	2157876.09
138	604611.78	2157828.18
139	604575.46	2157791.05

SISTEMA AMBIENTAL		
SUPERFICIE: 9306.1248 Ha.		
NO	X	Y
140	604495.42	2157741.16
141	604415.66	2157681.16
142	604328.79	2157613.11
143	604316.77	2157601.84
144	604243.92	2157533.49
145	604175.59	2157469.48
146	604129.09	2157428.37
147	604117.24	2157417.89
148	604056.79	2157368.46
149	604010.51	2157328.92
150	603946.84	2157274.27
151	603873.71	2157223.86
152	603800.22	2157181.03
153	603766.87	2157152.56
154	603756.97	2157126.00
155	603758.21	2157101.47
156	603765.64	2157076.56
157	603775.82	2157053.65
158	603821.23	2157025.64
159	603892.05	2156985.32
160	603945.57	2156966.27
161	604016.09	2156943.70
162	604033.85	2156938.81
163	604083.90	2156925.01
164	604180.81	2156905.74
165	604265.40	2156885.28
166	604355.06	2156858.05
167	604447.14	2156830.08
168	604553.49	2156785.12
169	604628.36	2156753.47
170	604769.41	2156676.62
171	604883.24	2156623.80
172	604997.66	2156572.04
173	605158.79	2156495.32
174	605250.07	2156457.44
175	605293.03	2156439.62
176	605380.31	2156397.76
177	605426.54	2156368.80
178	605491.08	2156324.00
179	605564.22	2156274.72
180	605635.08	2156217.13

IV.2 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA (AI).

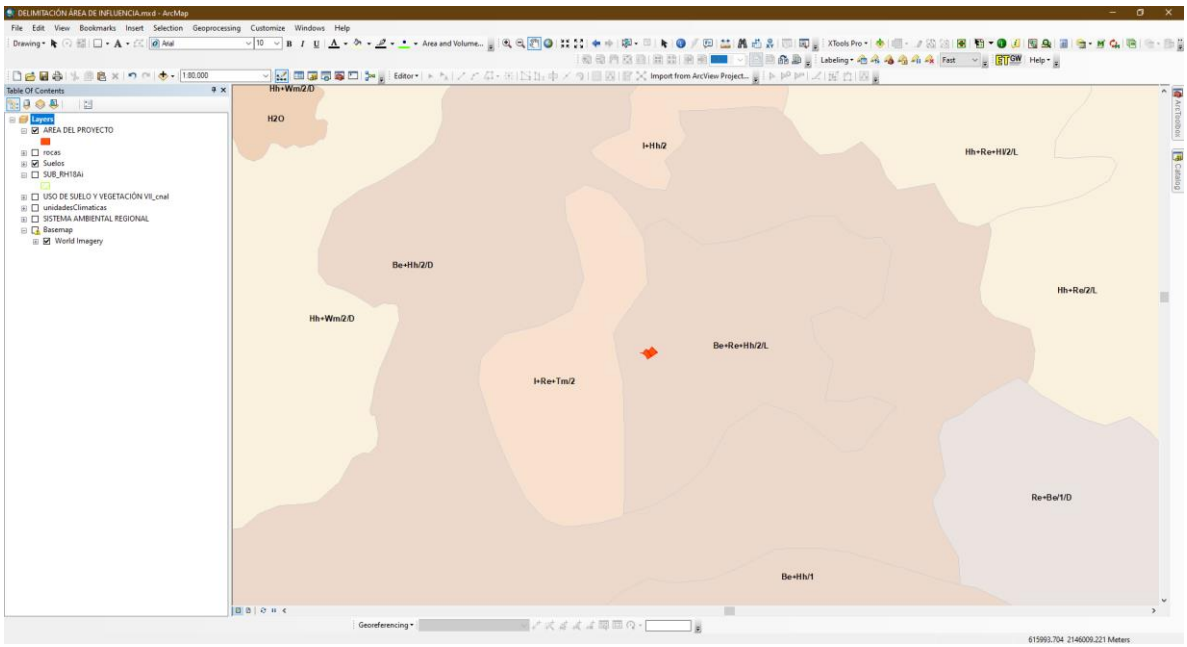
Se determinó un Área de Influencia (AI) circundante al proyecto, la cual pudiera verse afectada por las interacciones más relevantes del mismo. El área de influencia del proyecto, obra o actividad debe considerarse como una única área, no necesariamente continua.

Por lo anterior, se delimitó identificando y localizando aquellas limitantes físicas o imaginarias que pudieran estar ubicadas colindantes al área de estudio y que se presenten como barreras naturales o antropogénicas.

La delimitación realizada permitió la determinación de un área ecológica funcional, la evaluación de la fragmentación de los espacios libres, el cálculo del efecto de las barreras antropogénicas en el espacio circundante.

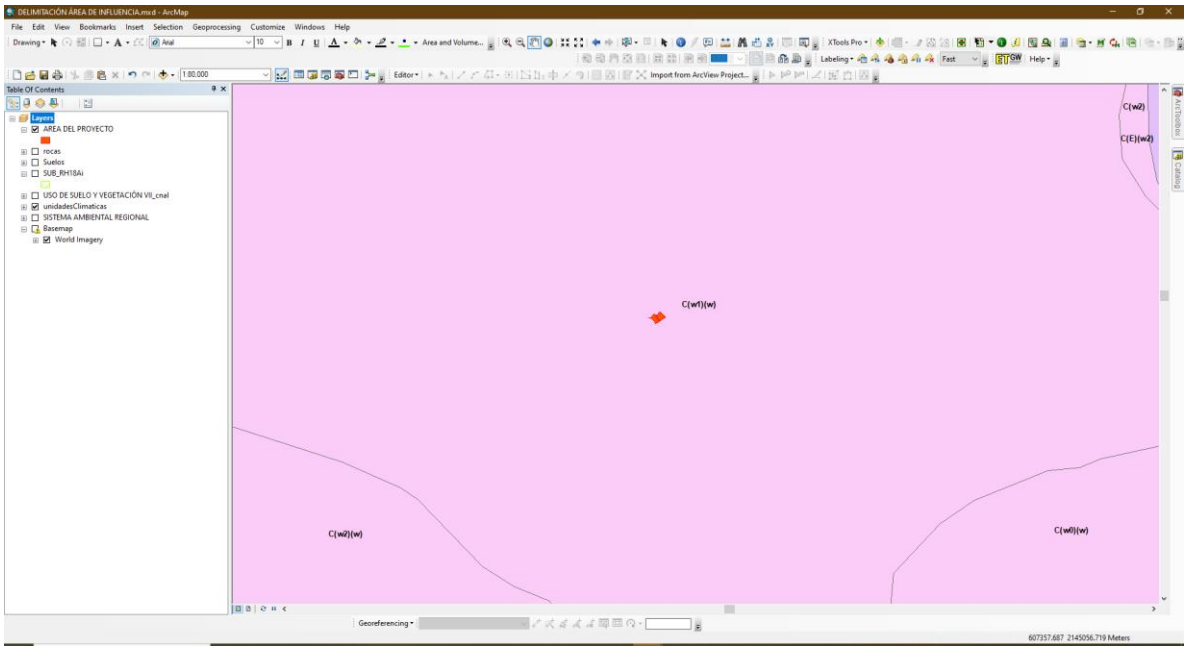
EDAFOLOGÍA

Como en el caso de la delimitación del SA, para la delimitación del área del AI se empleó esta capa:



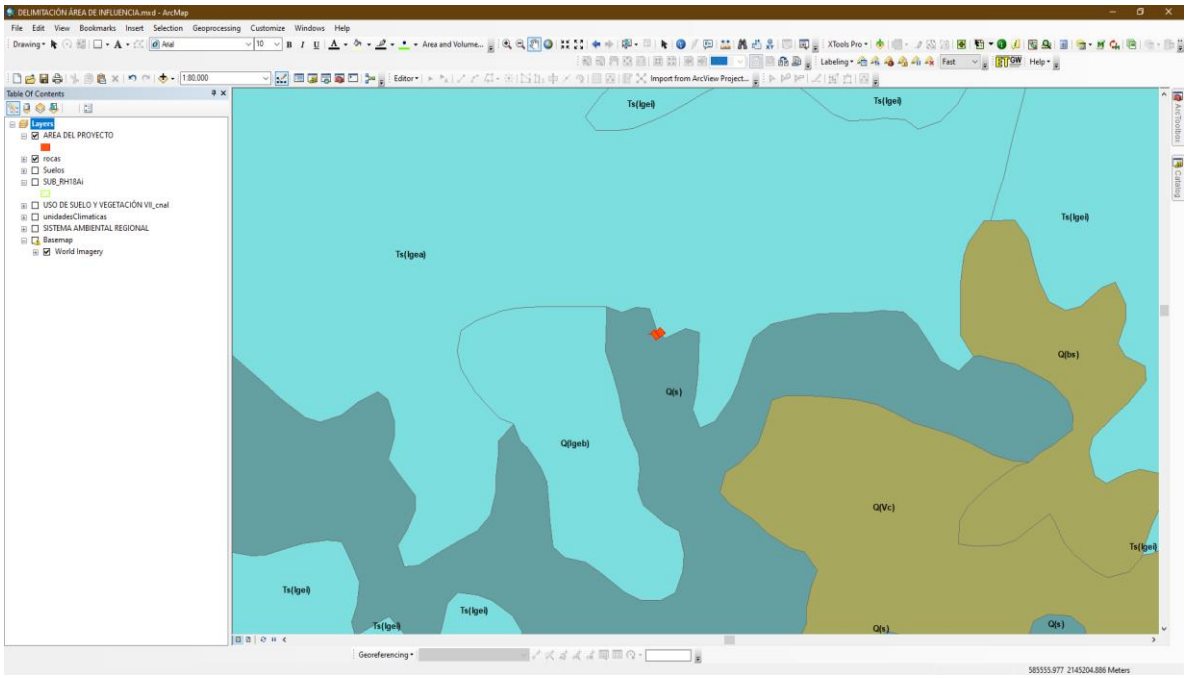
CLIMA

El clima es el estado más frecuente de la atmósfera de un lugar de la superficie terrestre; es decir, una descripción estadística de las condiciones meteorológicas más frecuentes de una región en cierto periodo de tiempo (OMM, 2013). De la misma forma que se realizó con el suelo, se sobrepuso la capa de climas y se utilizó la delimitación con el tipo de clima de C(w1) (w).



GEOLOGÍA

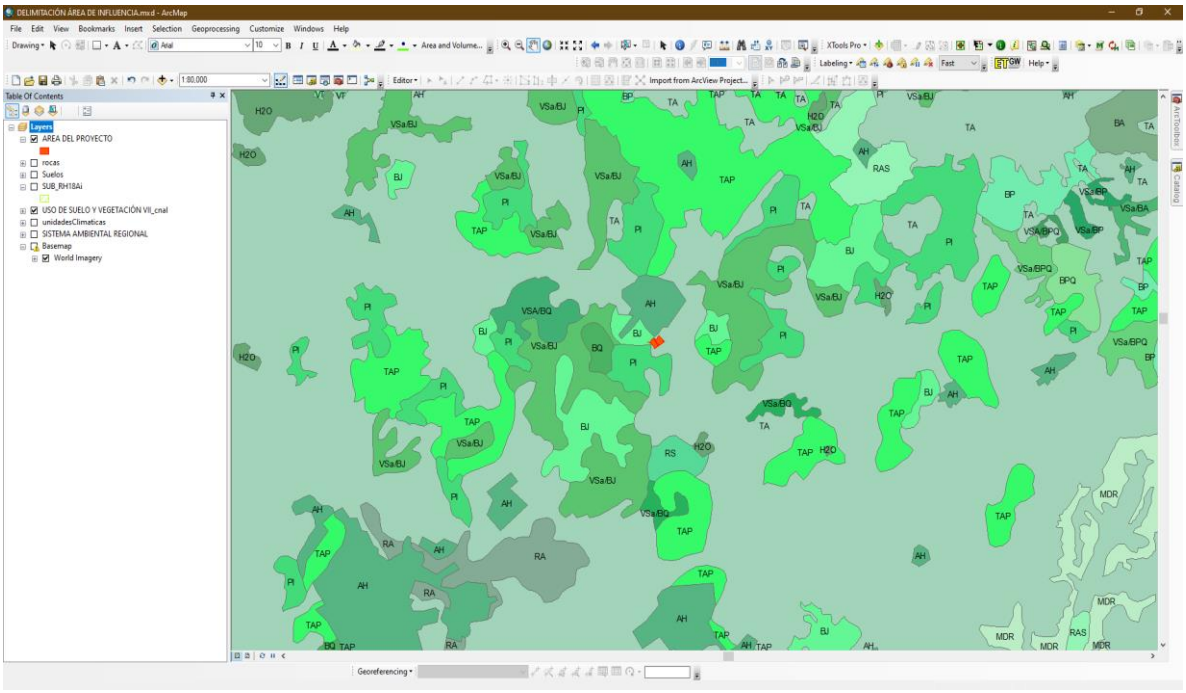
El sustrato geológico es el resultado de complejos procesos ocurridos en diferentes épocas geológicas. Tomando como referencia la carta de geología de INEGI, se delimitó el AI a partir del tipo de rocas Ts(ígnea).



USO DE SUELO

La cobertura de la tierra y su uso representan los elementos integrantes de los recursos básicos. Los cambios en la cobertura y uso del suelo afectan los sistemas globales, dichos cambios ocurren en un modo localizado que en su conjunto llegan a sumar un total significativo, reflejado en buena medida en la cobertura vegetal, razón por la cual se toman como referencia para algunas aplicaciones que van desde el monitoreo ambiental, la producción de estadísticas como apoyo a la planeación, evaluación del cambio climático y la evaluación de los procesos de desertificación, entre otros.

Dicho lo anterior, se expone que la extensión del AI, también se debe al análisis de los usos de suelo y vegetación de la Serie VII de INEGI, considerando el tipo de vegetación Bosque de Táscate (BJ), Pastizal Inducido (PI) y Agricultura de Temporal Anual (TA), como se muestra en la siguiente imagen:

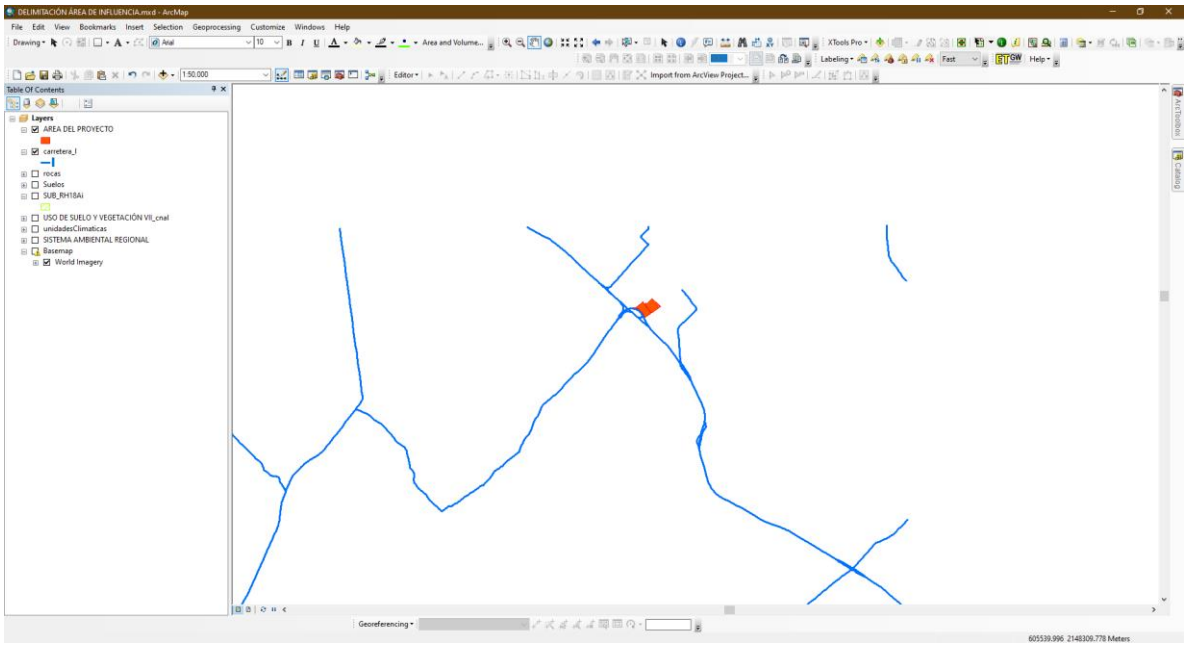


VÍAS DE COMUNICACIÓN

Las vías de comunicación son los medios que se emplean para vencer el obstáculo que opone la distancia a las relaciones entre las personas. Las vías de comunicación, así como las zonas urbanas se correlacionan a fin de generar un bien social y económico, asimismo, estas interacciones antropogénicas ciñen limites imaginarios, a los cuales se les utilizo para delimitar parte del AI.

Por otro lado, en relación con la fauna la infraestructura y el tráfico suelen imponer una fuerte barrera a la dispersión de la mayoría de los animales, causando efectos negativos que incluyen la fragmentación de su hábitat, la mortalidad por atropellamiento, el aislamiento de poblaciones y el cambio en los patrones reproductivos (Gutzwiller y Barrow Jr., 2003; Alexander et al., 2005; Arroyave et al., 2006; Glista et al., 2009).

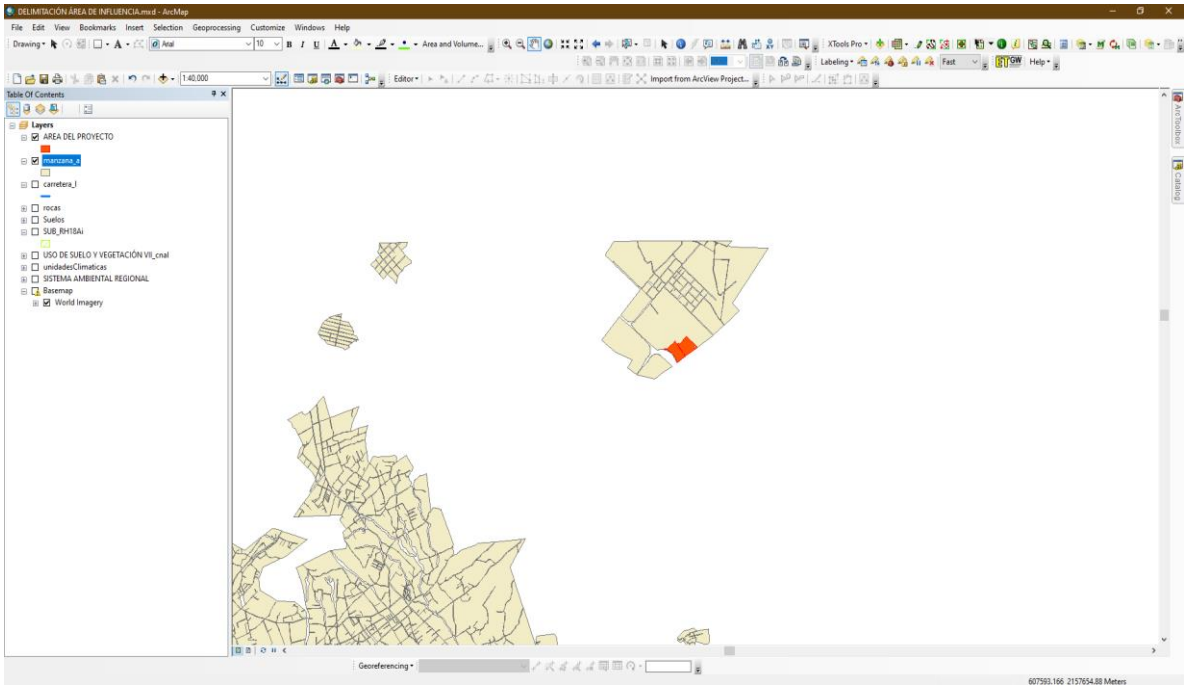
Por lo anterior, estas mismas vías de comunicación, al ser de un mayor flujo vehicular, fueron utilizadas para delimitar parte del AI, como se muestra a continuación:



ZONA URBANA (MANZANAS)

Las zonas urbanas son áreas ocupadas por los Asentamientos Humanos con redes de infraestructura, equipamientos y servicios, mientras que los linderos son líneas reales o imaginaria que marca los límites de un terreno y lo separa de otros.

Al igual que los elementos anteriores para delimitar el AI, las zonas urbanas se correlacionan a fin de generar un bien social y económico.



Analizando las interacciones dentro del área de influencia, podemos concluir que dicha área es suficiente para contener las interacciones tanto positivas como negativas suscritas por el Área del Proyecto. El razonamiento para llegar a esta conclusión se basa en el concepto de la “funcionalidad ecológica”, esta consiste en la conectividad de los sistemas naturales. Estas áreas determinan las superficies que, por sus características intrínsecas y contextuales, deben preservarse y relacionarse mediante una red de conectores que aseguren los flujos de materia, energía e información, indispensables para mantener su integridad. Por lo tanto, se entiende la "funcionalidad" como la capacidad de configurar superficies mínimas o áreas núcleo a conectar.

El AI cuenta con una superficie de 154.9589 hectáreas. A continuación, se presenta el plano de delimitación y sus coordenadas:

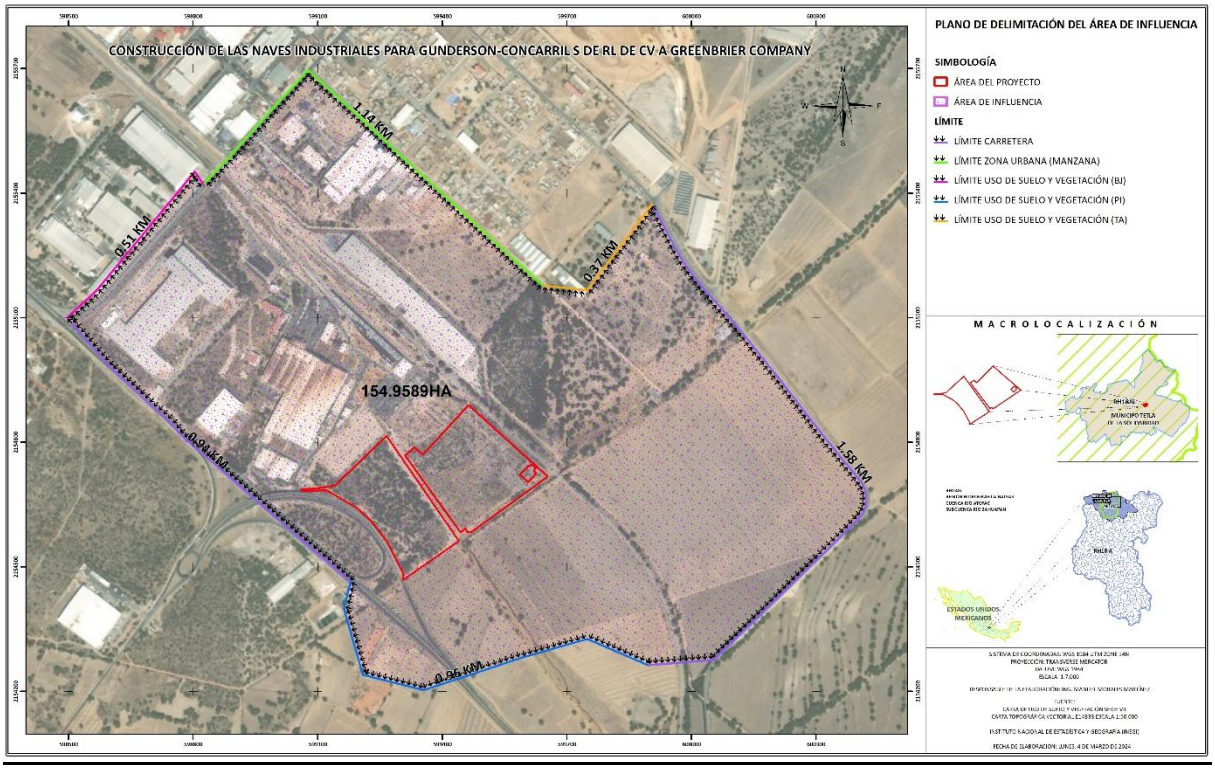


Figura IV.2. Determinación del AI.

Cuadro IV.2. Coordenadas del área de influencia.

ÁREA DE INFLUENCIA		
SUPERFICIE: 154.9589 Ha		
NO	**X**	**Y**
1	599185.35	2155597.25
2	599307.22	2155484.39
3	599432.41	2155369.42
4	599542.24	2155267.93
5	599623.56	2155193.86
6	599641.50	2155177.38
7	599748.38	2155166.10
8	599904.77	2155372.65
9	599906.71	2155369.72
10	599916.85	2155352.73

ÁREA DE INFLUENCIA		
SUPERFICIE: 154.9589 Ha		
NO	X	Y
11	599936.18	2155314.83
12	599956.05	2155277.35
13	599982.94	2155230.48
14	600021.62	2155179.20
15	600049.38	2155148.02
16	600060.35	2155135.26
17	600121.58	2155064.54
18	600176.64	2154996.30
19	600198.04	2154970.03
20	600217.39	2154945.09
21	600286.12	2154855.84
22	600332.12	2154797.51
23	600356.95	2154767.99
24	600391.83	2154725.34
25	600411.65	2154699.75
26	600417.73	2154686.72
27	600421.00	2154676.14
28	600421.40	2154665.46
29	600421.14	2154653.53
30	600419.20	2154644.81
31	600415.99	2154636.60
32	600411.00	2154627.00
33	600401.68	2154615.14
34	600386.84	2154599.83
35	600311.82	2154526.33
36	600221.86	2154439.31
37	600147.17	2154366.44
38	600065.51	2154287.83
39	600054.26	2154275.66
40	599895.57	2154263.05
41	599748.87	2154326.05
42	599597.77	2154282.78
43	599590.02	2154280.56
44	599436.61	2154229.78
45	599355.17	2154202.82
46	599281.81	2154221.43
47	599208.44	2154240.05
48	599204.99	2154252.12
49	599185.72	2154319.56
50	599163.01	2154399.08
51	599178.85	2154464.29
52	599148.48	2154490.23
53	599034.40	2154587.79
54	599017.83	2154602.25
55	598955.29	2154656.83
56	598785.21	2154804.43
57	598784.24	2154802.46
58	598775.78	2154812.61
59	598767.78	2154819.73
60	598748.49	2154844.54

ÁREA DE INFLUENCIA		
SUPERFICIE: 154.9589 Ha		
NO	**X**	**Y**
61	598704.91	2154883.30
62	598601.92	2154979.05
63	598553.44	2155033.45
64	598496.13	2155099.54
65	598567.48	2155165.55
66	598803.82	2155451.56
67	598824.49	2155420.99
68	598883.51	2155482.64
69	598994.94	2155606.57
70	599076.23	2155696.14

IV.3 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO DONDE SE PRETENDE ESTABLECER EL PROYECTO.

A continuación, se presentan las coordenadas UTM Datum WGS84 y el plano del Área del Proyecto (AP):

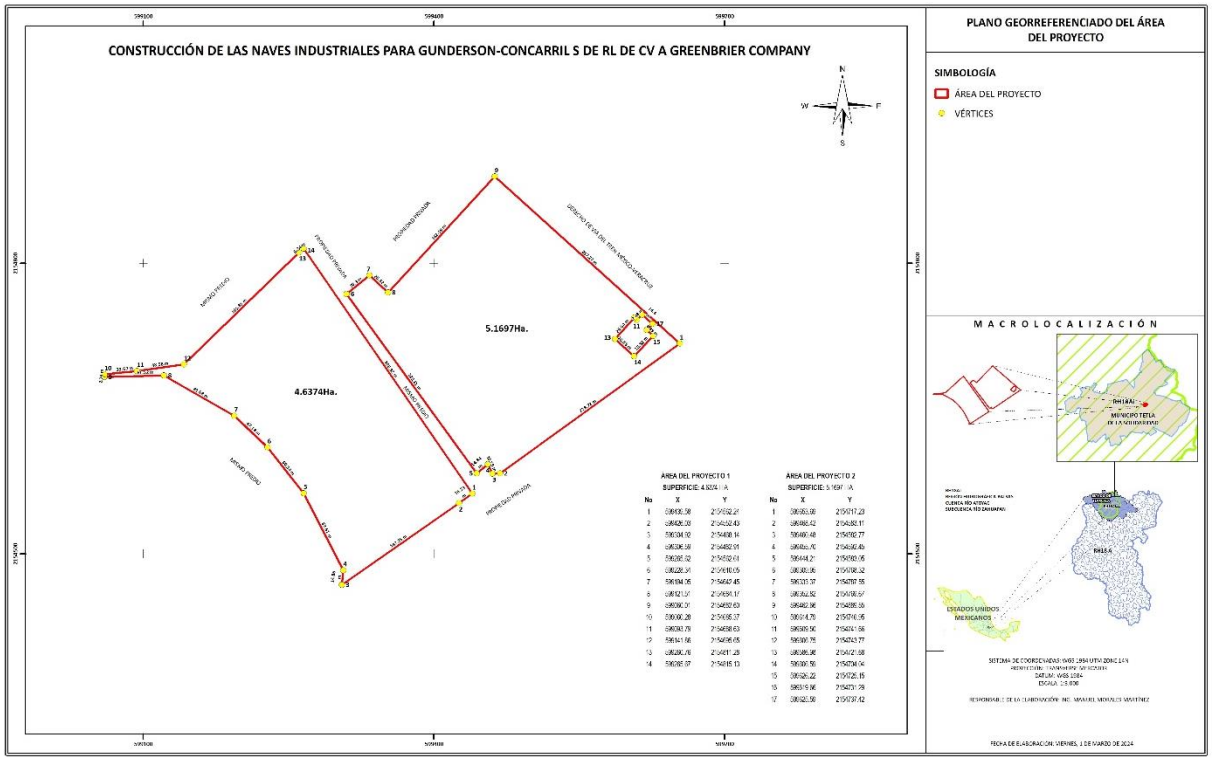


Figura IV.3. Plano del Área del Proyecto (AP).

Cuadro IV.3. Coordenadas del AP

ÁREA DEL PROYECTO 1							
SUPERFICIE: 4.6374 HA				**SUPERFICIE:** 5.1697 HA			
POLÍGONO	**NO**	**X**	**Y**	**POLÍGONO**	**NO**	**X**	**Y**
1	1	599439.58	2154562.24	2	1	599653.69	2154717.23
	2	599426.03	2154552.43		2	599468.42	2154583.11
	3	599304.92	2154468.14		3	599460.48	2154582.77

ÁREA DEL PROYECTO 1							
SUPERFICIE: 4.6374 HA				**SUPERFICIE:** 5.1697 HA			
POLÍGONO	**NO**	**X**	**Y**	**POLÍGONO**	**NO**	**X**	**Y**
	4	599306.59	2154482.91		4	599455.70	2154592.45
	5	599265.62	2154562.61		5	599444.21	2154583.05
	6	599228.34	2154610.05		6	599309.95	2154768.32
	7	599194.05	2154642.45		7	599333.37	2154787.55
	8	599121.51	2154684.17		8	599352.82	2154769.67
	9	599060.01	2154682.60		9	599462.66	2154889.55
	10	599060.28	2154685.37		10	599614.79	2154746.95
	11	599093.79	2154688.63		11	599609.50	2154741.66
	12	599141.86	2154695.65		12	599606.75	2154743.77
	13	599260.76	2154811.28		13	599586.98	2154721.68
	14	599265.67	2154815.13		14	599606.59	2154704.04
					15	599626.22	2154725.15
					16	599619.66	2154731.29
					17	599625.59	2154737.42

IV.4 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

IV.4.1.1 MEDIO ABIÓTICO

IV.4.1.1.1 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 los cuales dan información sobre el régimen térmico de un lugar, y también sobre su régimen de lluvias, en relación con su humedad.

Cuadro IV.4. 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 y en el AP, mismos que se presentan a continuación.

- **Sistema ambiental**

Climas templados húmedos

C(w1) (w): Templado subhúmedo

Por lo tanto, el área del proyecto presenta el mismo tipo de clima:

- **Área del proyecto**

Climas templados húmedos

C(w1) (w): Templado subhúmedo

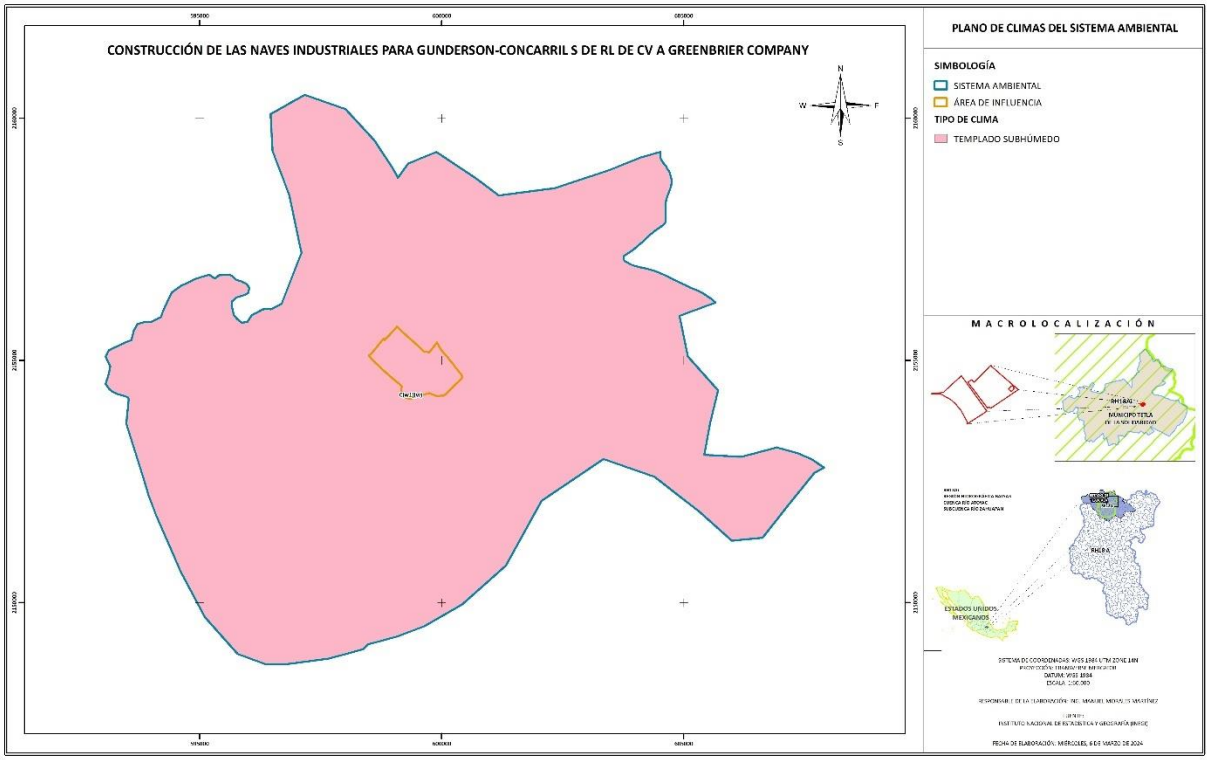


Figura IV.4. Clima del SA

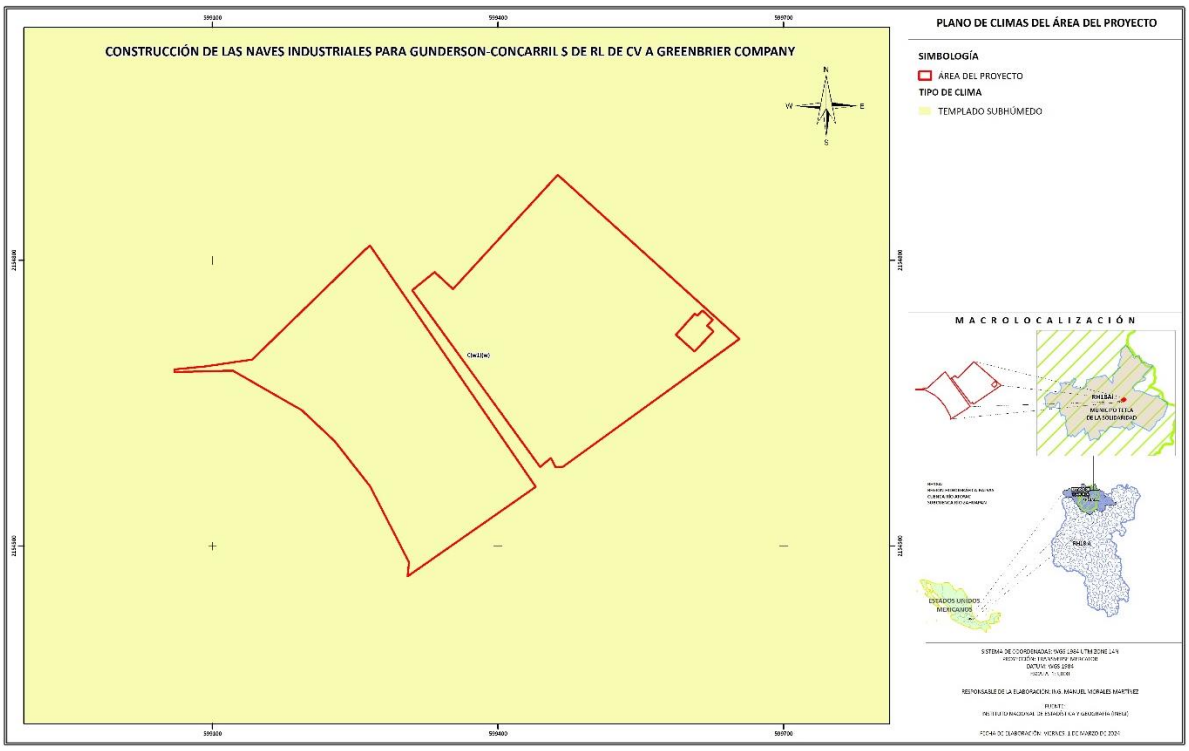


Figura IV.5. Clima del AP.

DATOS CLIMATOLÓGICOS

Para determinar las estaciones sobre las unidades de análisis se utilizaron los polígonos de Thiessen, para ello fue necesario obtener información de las normales climatológicas a través de la página del Servicio Meteorológico Nacionali, se tomaron en cuenta los datos de precipitación y ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas de influencia de las unidades de análisis (SA, AP).

A continuación, se describe la metodología empleada para obtener los polígonos de Thiessen:

Los polígonos de Thiessen, es un método de interpolación simple, que se basa en la distancia euclidiana. Se crean al unir los puntos entre sí y trazando las matrices de los segmentos de unión; determinando una serie de polígonos en un espacio bidimensional alrededor de un conjunto de puntos de control, de manera que el perímetro de los polígonos generados sea equidistante a los puntos vecinos y designa su área de influencia. Para elaborar estos polígonos se deben establecer que estaciones meteorológicas se encuentran cercanas al proyecto o cuales son del interés de la persona, teniendo esto, consultaremos las coordenadas de ubicación de cada una de las estaciones, y con ello sus datos de precipitación y temperatura.

Haciendo uso del ArcGis10 establecemos los puntos georreferenciados de cada una de las estaciones meteorológicas, después con la caja de herramientas “ArcToolbox”, el siguiente paso es acudir a la extensión de Analysis Tools y en “Proximity”, se encuentra una opción llamada “Create Thiessen Polygons”.

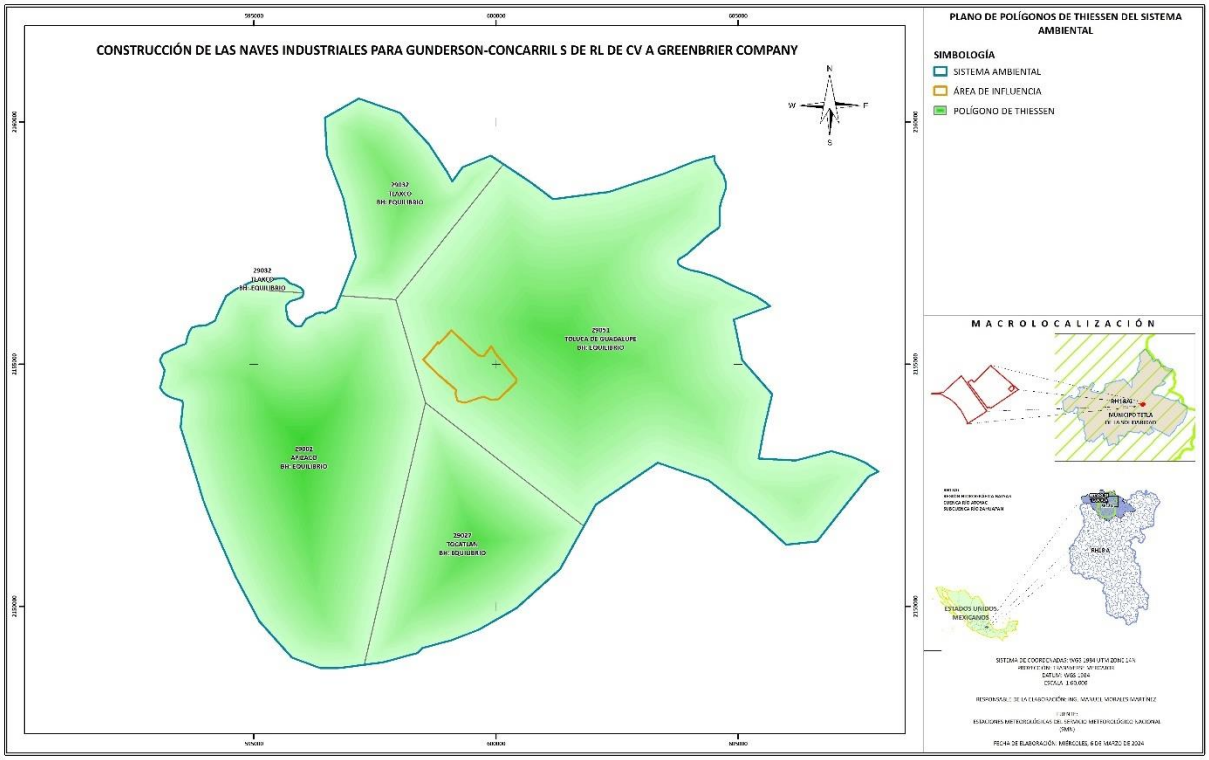


Figura IV.6. Polígonos de Thiessen del SA.

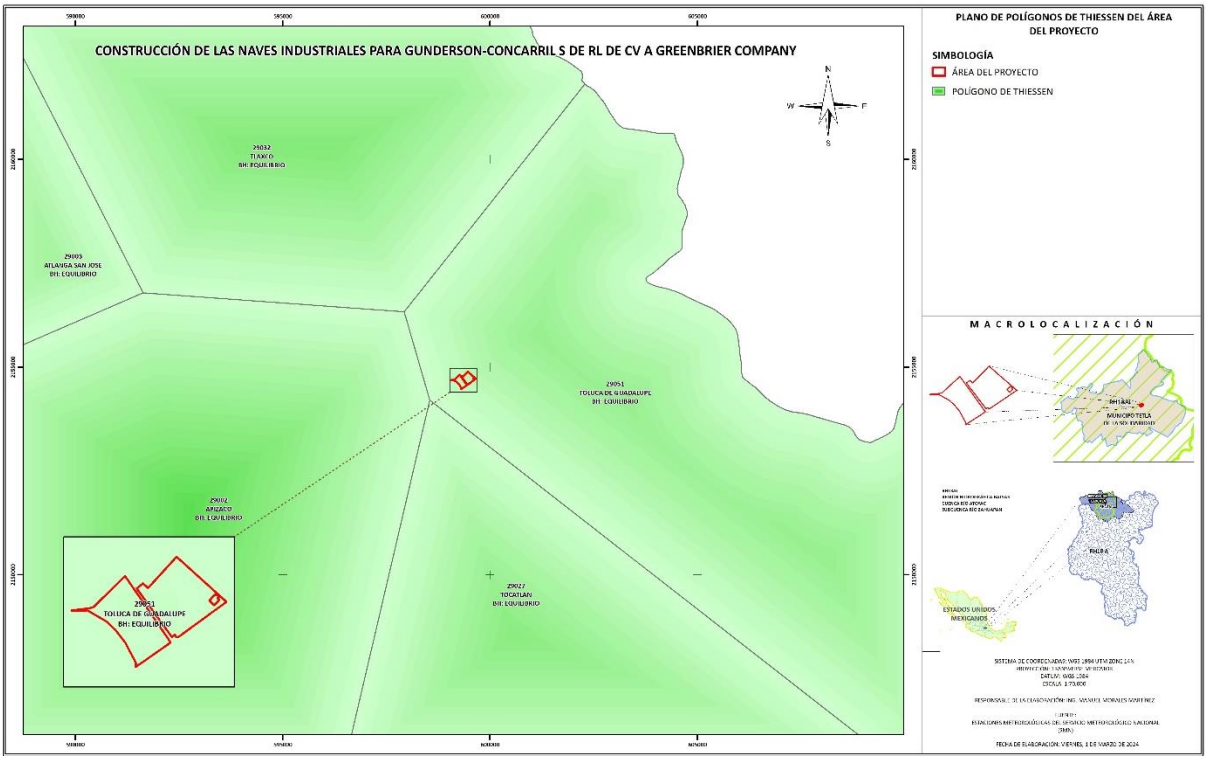


Figura IV.7. Polígonos de Thiessen del AP.

IV.4.1.1.2 PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA

Temperatura – Precipitación

A continuación, se presenta la información de precipitación y temperatura de las estaciones meteorológicas que influyen en el SA y el AP. Los datos que se utilizaron van desde el año 1979 hasta el año 2021, esto de acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional.

Estación meteorológica 29051 Toluca de Guadalupe

Cuadro IV.5. Datos climáticos de la estación meteorológica 29051 Toluca de Guadalupe.

MES	PRECIPITACIÓN (mm)	TEMPERATURA (°C)
Enero	10	12.2
Febrero	8.9	13.4
Marzo	19.4	15.3
Abril	40.8	16.3
Mayo	71.5	16.7
Junio	129.7	15.5
Julio	102.6	15.1
Agosto	107.8	15
Septiembre	103.5	14.6
Octubre	51.4	13.9
Noviembre	16.3	13.2
Diciembre	6.1	12.7
TOTAL /PROMEDIO	**621.2**	**14.4**

De la información proporcionada por el cuadro anterior se puede determinar que se trata de una temperatura promedio anual de **14.4 °C.** Y la precipitación con **621.2 mm** anual.

Estación meteorológica 29002 Apizaco

Cuadro IV.6. Datos climáticos de la estación meteorológica 29002 Apizaco.

MES	PRECIPITACIÓN (mm)	TEMPERATURA (°C)
Enero	9.2	10.60
Febrero	9	11.70
Marzo	16	14.00
Abril	47.4	15.30
Mayo	87.7	16.20
Junio	150.1	15.80
Julio	140.1	14.90
Agosto	137.8	15.00
Septiembre	131.3	15.00
Octubre	69.2	13.90
Noviembre	14.7	12.40
Diciembre	7.3	11.00
TOTAL /PROMEDIO	**819.80**	**13.82**

De la información proporcionada por el cuadro anterior se puede determinar que se trata de una temperatura promedio anual de **13.82 °C** y la precipitación con **819.80 mm** de lluvia anual.

Estación meteorológica 29032 Tlaxco

Cuadro IV.7. Datos climáticos de la estación meteorológica 29032 Tlaxco.

MES	PRECIPITACIÓN (mm)	TEMPERATURA (°C)
Enero	9.1	12.00
Febrero	11.1	13.00
Marzo	17.6	15.10
Abril	41.2	16.40
Mayo	68.5	16.80
Junio	117.1	16.10
Julio	130.2	15.10
Agosto	122	14.90
Septiembre	103.2	14.90
Octubre	55.5	14.20
Noviembre	15.7	13.20
Diciembre	7.3	12.30
TOTAL /PROMEDIO	**698.50**	**14.50**

De la información proporcionada por el cuadro anterior se puede determinar que se trata de una temperatura promedio anual de **14.50 °C** y la precipitación con **698.50 mm** de lluvia anual.

Respecto al AP, la estación de influencia es la **29051 Toluca de Guadalupe.** A continuación, se presentan los datos de temperatura y precipitación reportados en las estaciones que influyen en el SA y en el AP:

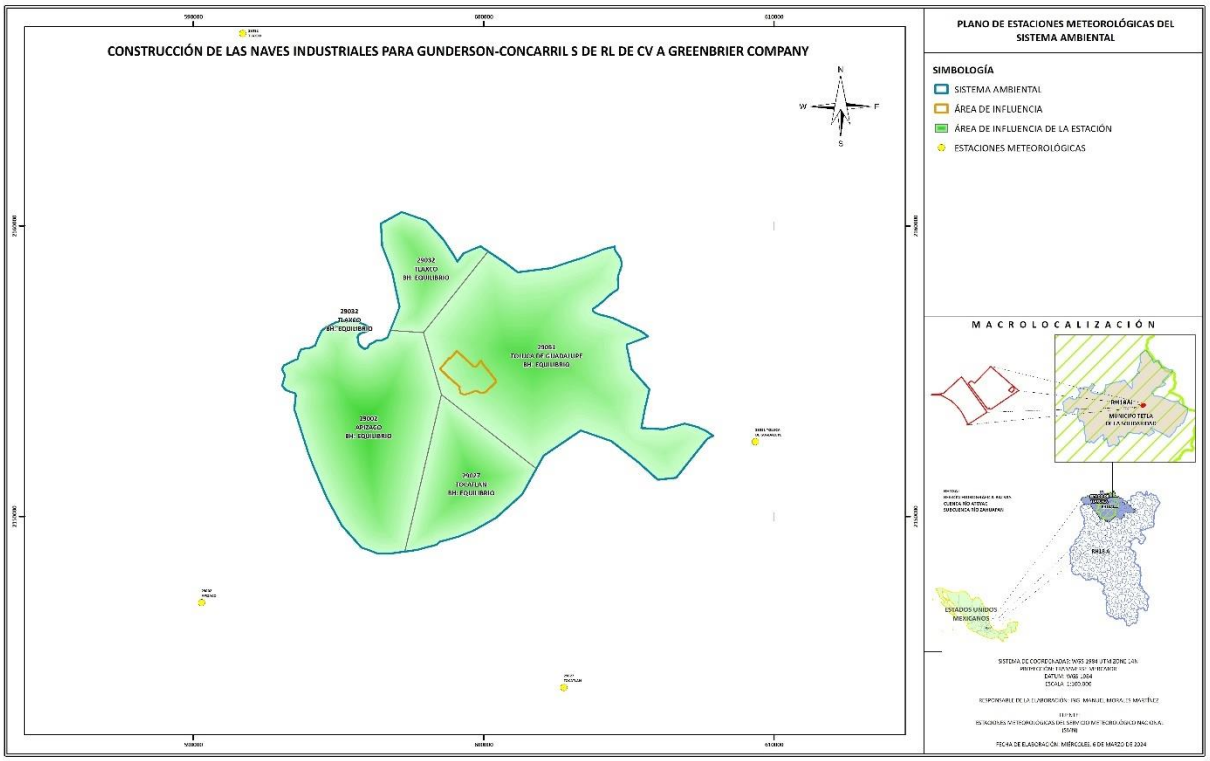


Figura IV.8. Estaciones que influyen en el SA.

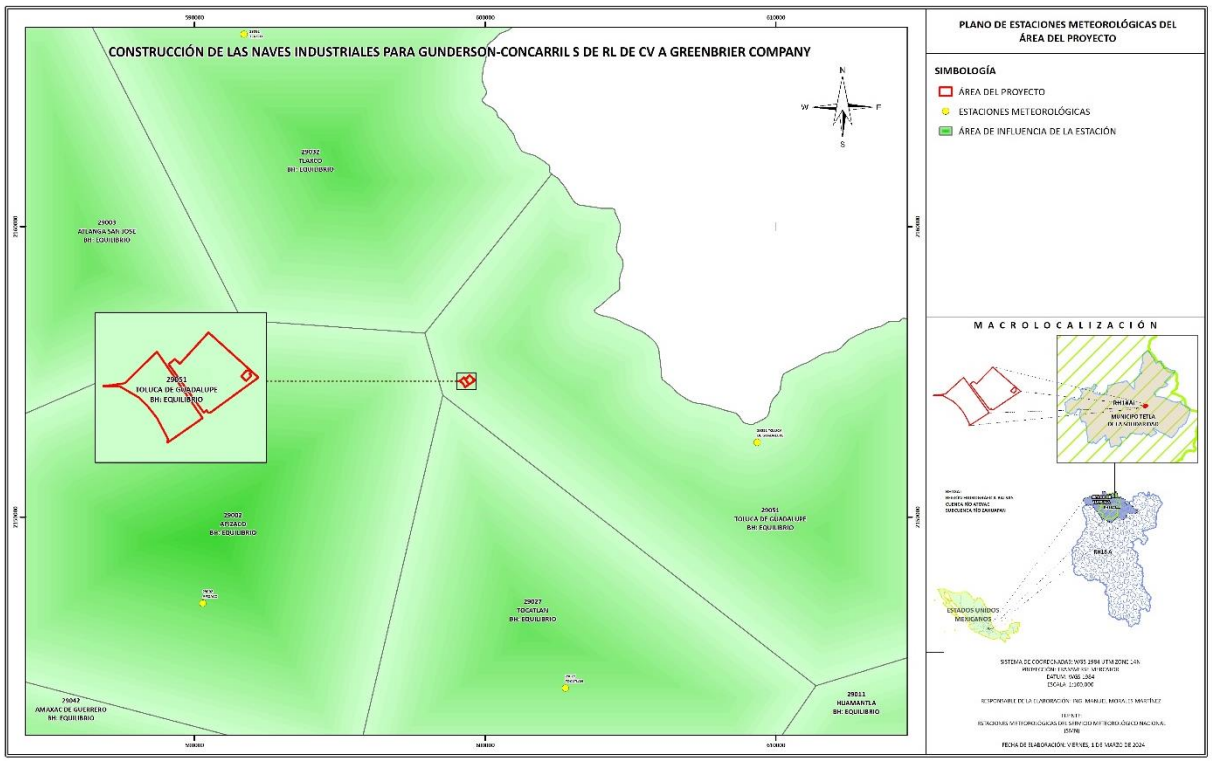


Figura IV.9. Estaciones que influyen en el AP.

IV.4.1.1.3 FENÓMENOS CLIMATOLÓGICOS.

En México, los fenómenos meteorológicos, también conocidos como fenómenos hidrometeorológicos, se encuentran definidos por la Ley General de Protección Civil[ii], 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 pérdidas económicas, ambientales y humanas que pueden ocasionar.

En ese sentido y de acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos interactivo, aportado por CENAPRED[iii]; el SA y el AP 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 genera un *grado bajo en presencia de ciclones tropicales* esto por sus condiciones.

Área del proyecto

Para el caso del área del proyecto, de igual manera el grado de riesgo por ciclones tropicales es *muy bajo*. A continuación, se presenta el cuadro con la descripción mencionada para las unidades de análisis y sus planos correspondientes:

Cuadro IV.8. Grado de riesgo por ciclones tropicales en el SA y el AP.

Grado	Unidad de análisis	Superficie (ha)
Muy bajo	SA	9,306.1248
	AP	9.8071

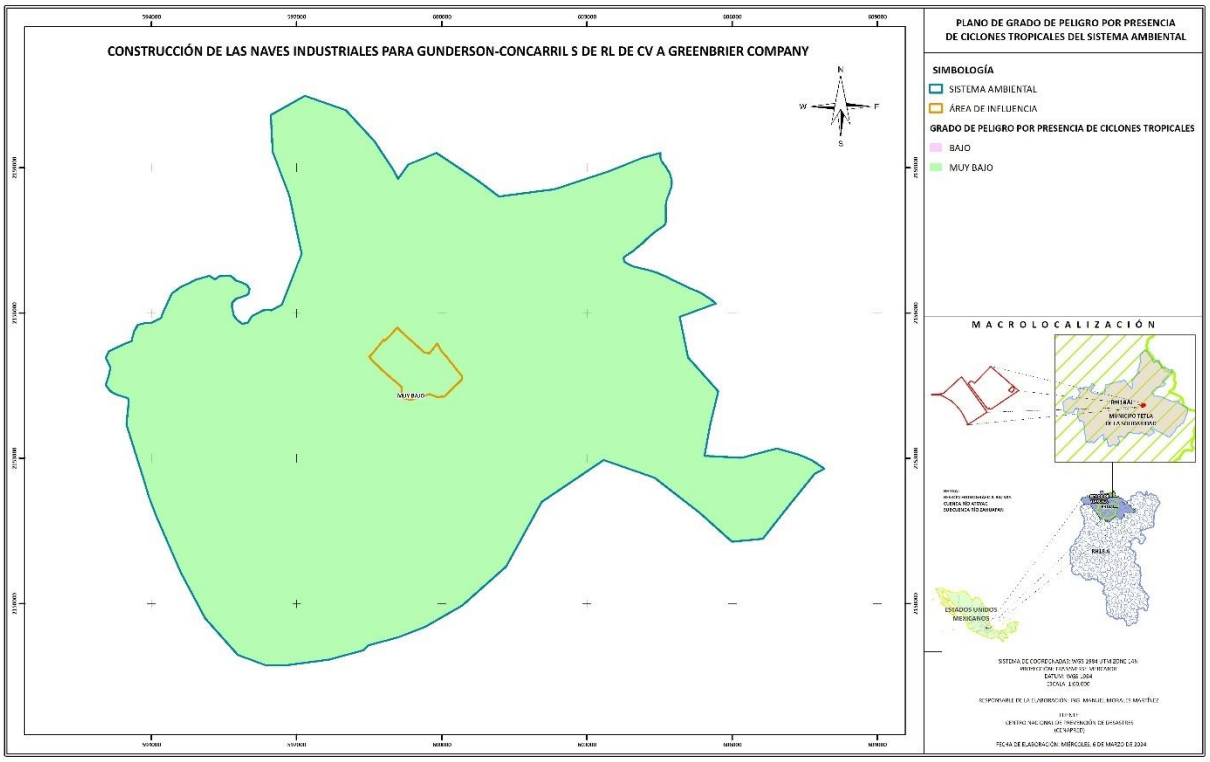


Figura IV.10. Grado de riesgo por ciclones tropicales en el SA.

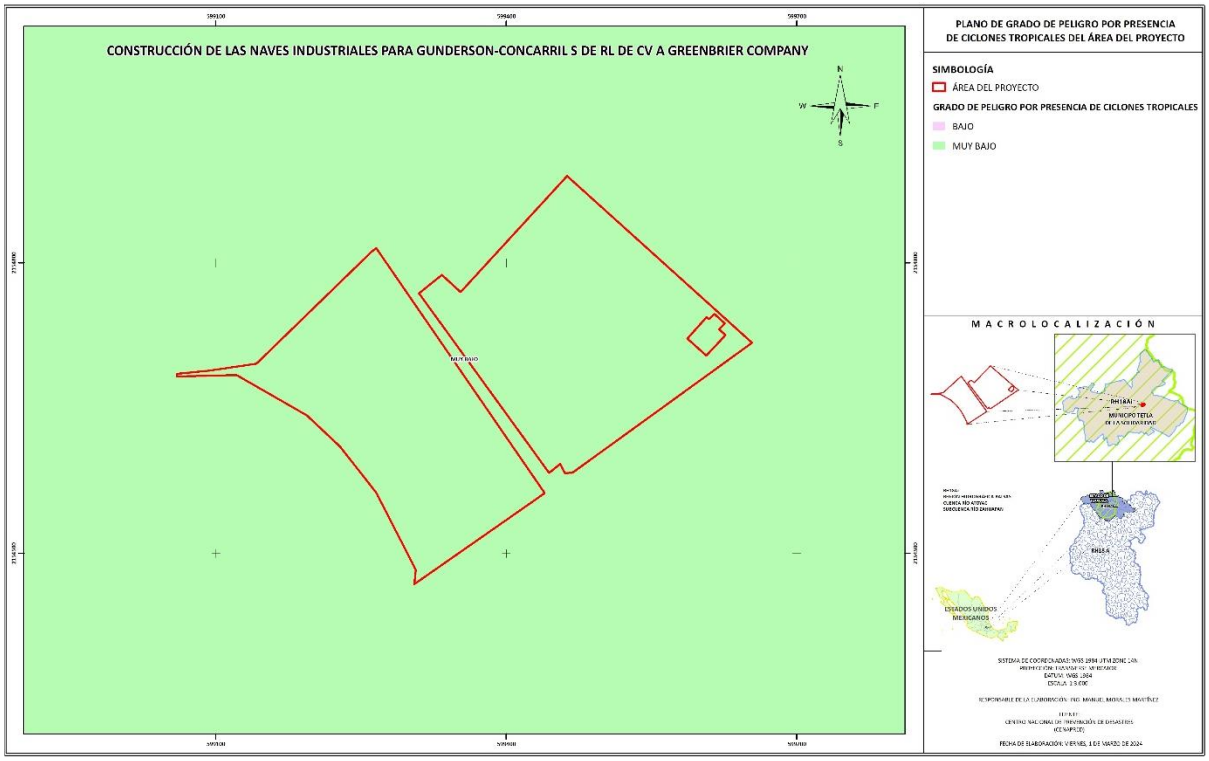


Figura IV.11. Grado de riesgo por ciclones tropicales en la AP.

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

La mayor parte de la superficie del SA presenta un *grado bajo* de peligro por tormentas eléctricas, mientras que una superficie mínima presenta un *grado medio* de peligro.

Área del proyecto

En el área del proyecto, el riesgo por tormentas eléctricas es *bajo*. A continuación, se presenta lo expuesto anteriormente, en el siguiente cuadro, así como las figuras representativas correspondientes:

Cuadro IV.9. Grado de riesgo de tormentas eléctricas en el SA y en el AP.

Unidad de análisis	Grado	Superficie (ha)
SA	Bajo	9,043.2087
	Medio	262.9161
Total		**9,306.1248**
AP	Bajo	9.8071
Total		**9.8071**

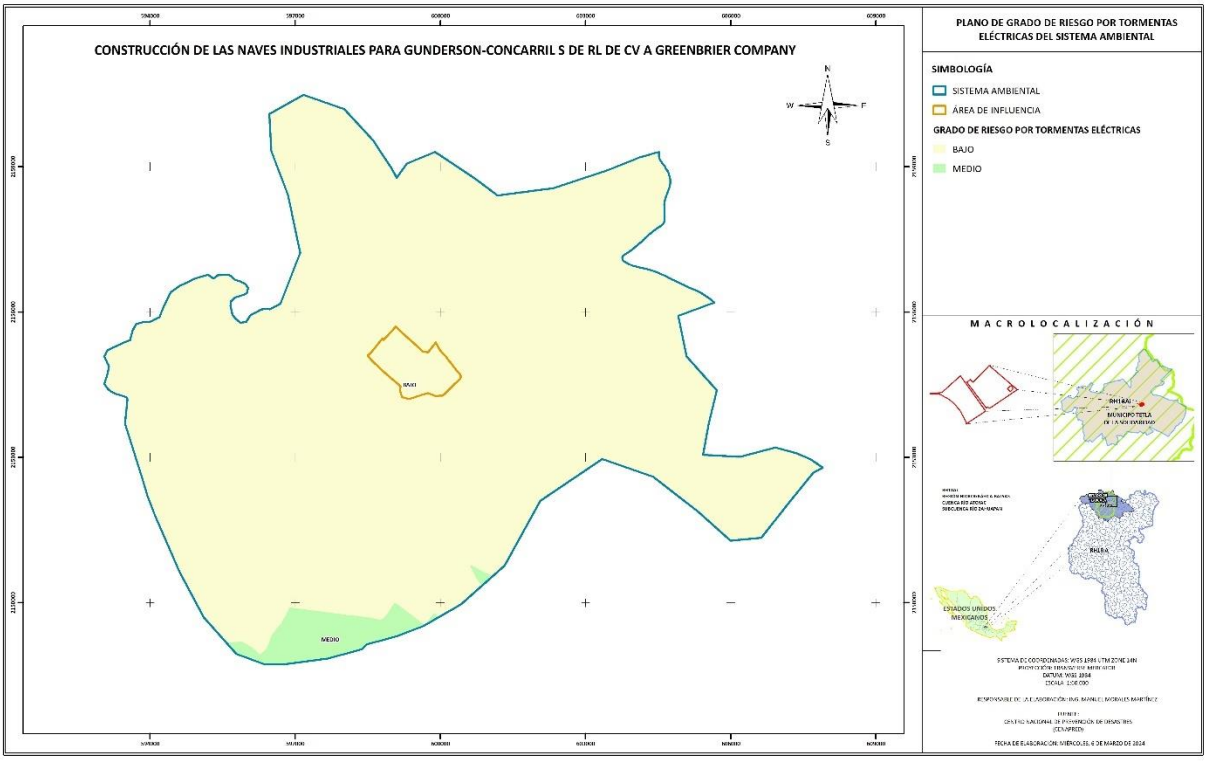


Figura IV.12. Grado de riesgo de tormentas eléctricas en el SA.

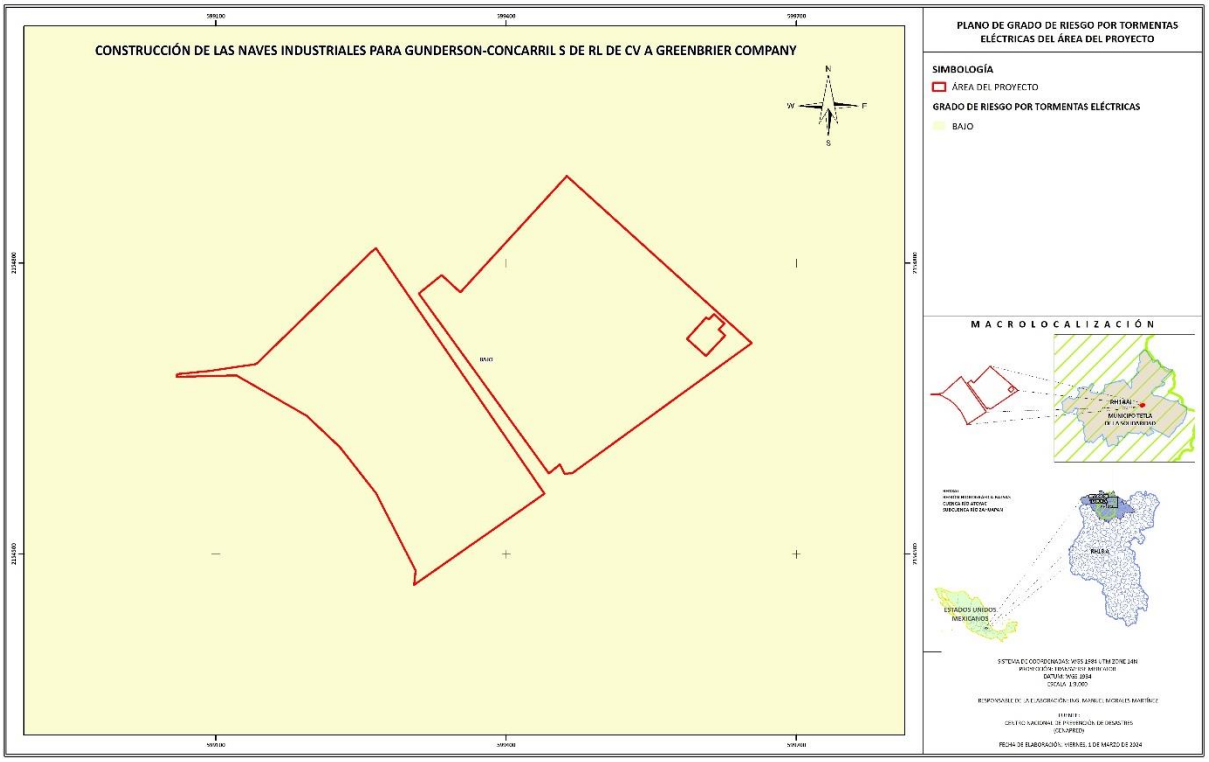


Figura IV.13. Grado de riesgo de tormentas eléctricas en el AP.

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

Como en el caso anterior, la mayor parte de la superficie del SA presenta un *grado bajo* de peligro por caída de granizo, mientras que una superficie mínima presenta un *grado medio* de peligro.

Área del proyecto

En el área del proyecto, el riesgo por caída de granizo es *bajo*. A continuación, se presenta lo expuesto anteriormente, en el siguiente cuadro, así como las figuras representativas correspondientes:

Cuadro IV.10. Índice de peligro por granizo en el SA y en el AP.

Unidad de análisis	Grado	Superficie (ha)
SA	Bajo	8,829.8919
	Medio	476.2329
Total		**9,306.1248**
AP	Bajo	9.8071
Total		**9.8071**

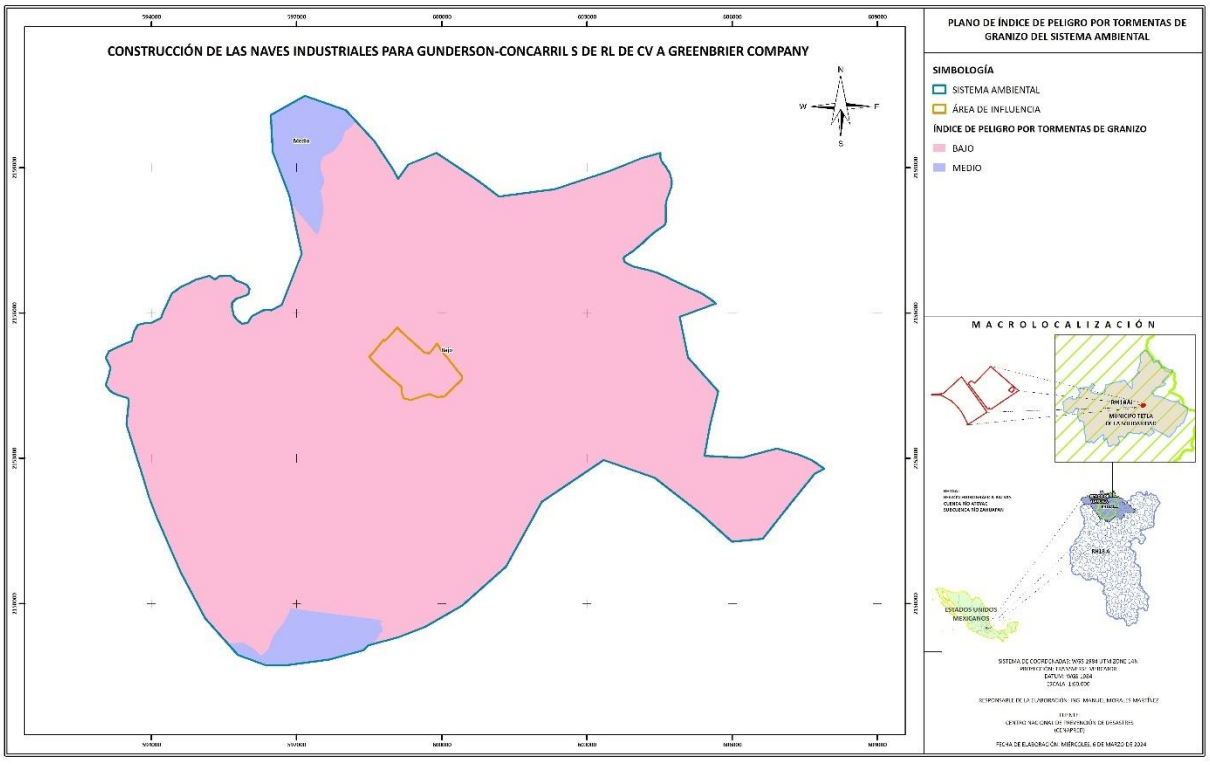


Figura IV.14. Índice de peligro por granizo en el SA.

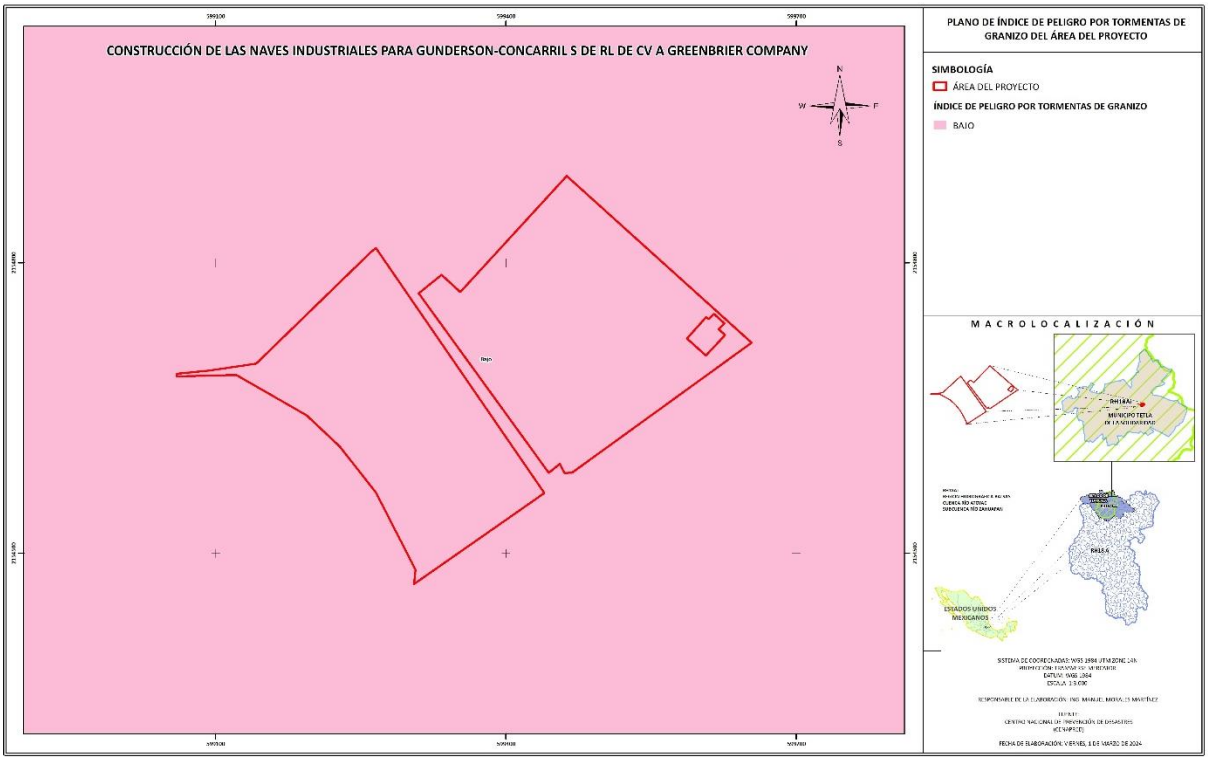


Figura IV.15. Índice de peligro por granizo en el AP.

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

La mayor parte de la superficie del SA presenta un *grado bajo* de riesgo por granizo, mientras que una superficie mínima presenta un *grado medio* de riesgo.

Área del proyecto

En el área del proyecto, el riesgo por sequía es *bajo*. A continuación, se presenta lo expuesto anteriormente, en el siguiente cuadro, así como las figuras representativas correspondientes:

Cuadro IV.11. Grado de peligro por sequía en el SA y en el AP.

Unidad de análisis	Grado	Superficie (ha)
SA	Bajo	8,510.0767
	Medio	796.0481
Total		**9,306.1248**
AP	Bajo	9.8071
Total		**9.8071**

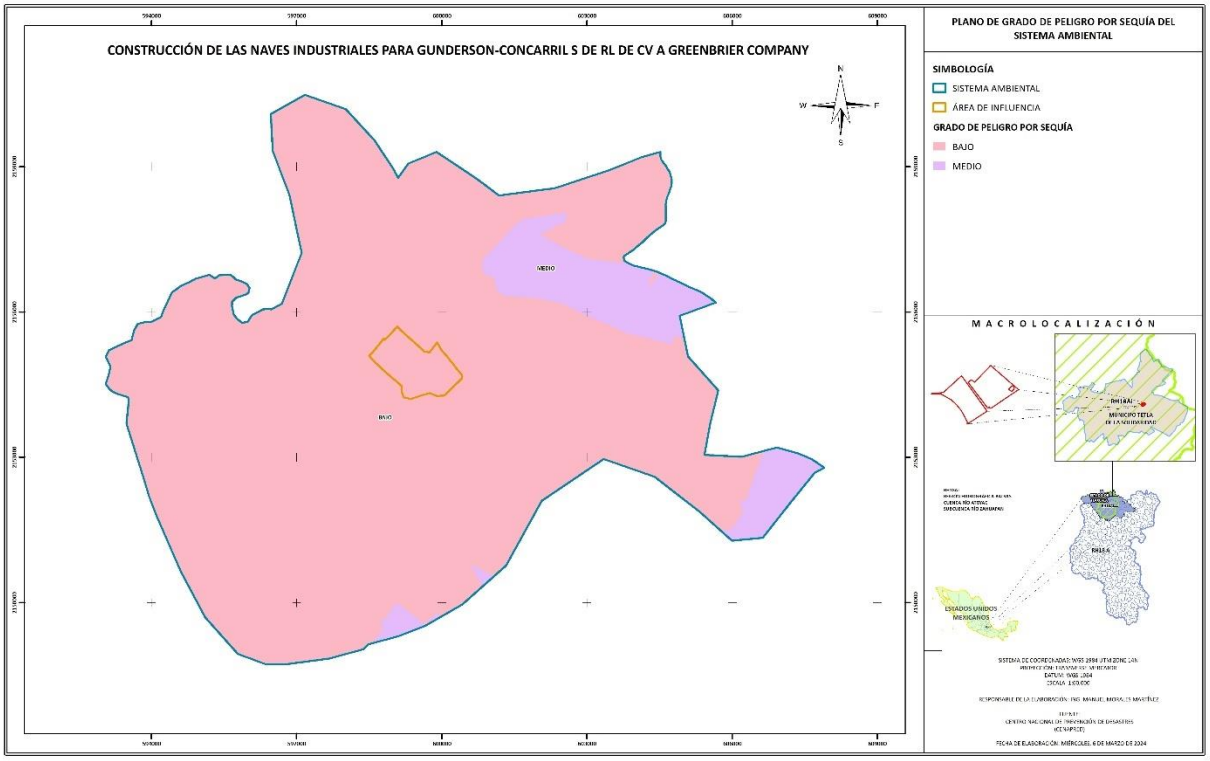


Figura IV.16. Grado de peligro por sequía en el SA.

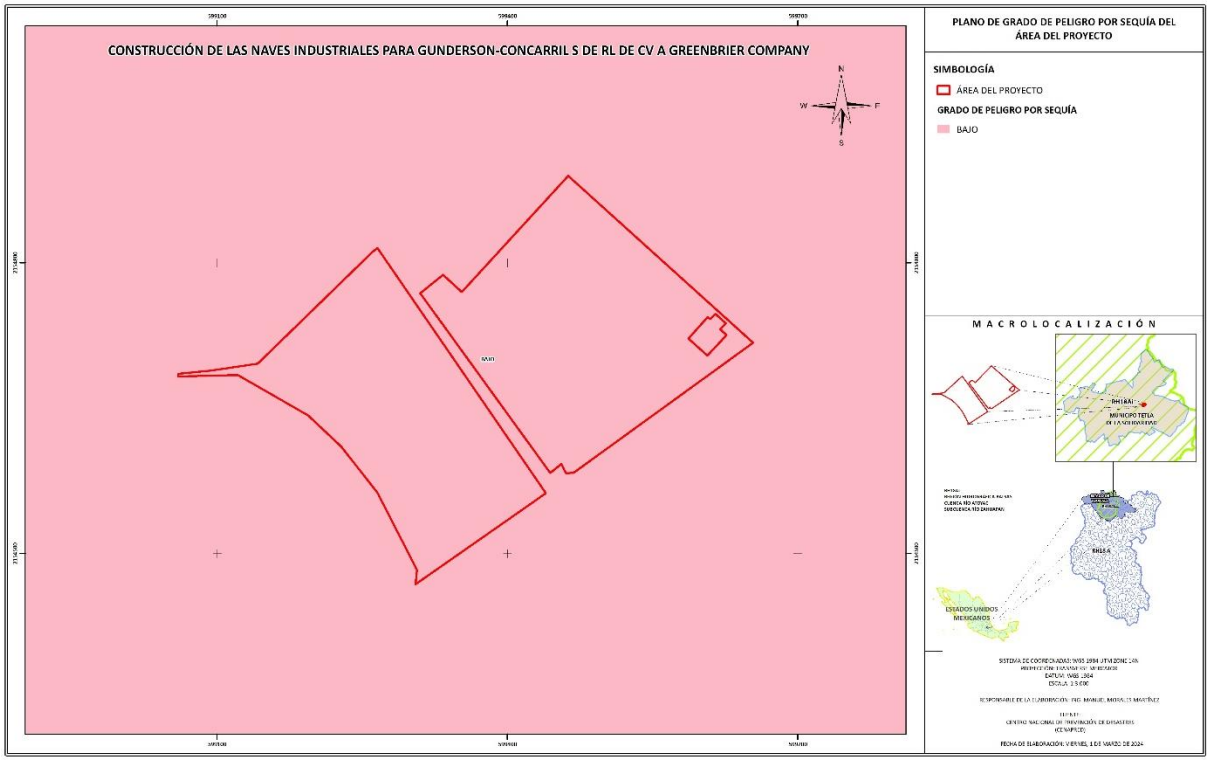


Figura IV.17. Grado de peligro por sequía en el AP.

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

La velocidad el viento en el SA es de 100 a 130 km/hr, lo que representa un *grado de peligro bajo.*

Área del proyecto

Por ende, la velocidad el viento en el AP es la misma que la del SA, es decir, de 100 a 130 km/hr, lo que representa un *grado de peligro bajo.* A continuación, se presenta lo expuesto anteriormente, en el siguiente cuadro, así como las figuras representativas correspondientes:

Cuadro IV.12. Información del viento en CENAPRED para el SA y el AP.

Unidad de análisis	Zona	Velocidad del viento (km/hr)	Grado	Superficie (ha)
SA	A	100 a 130	Bajo	9,306.1248
AP				9.8071

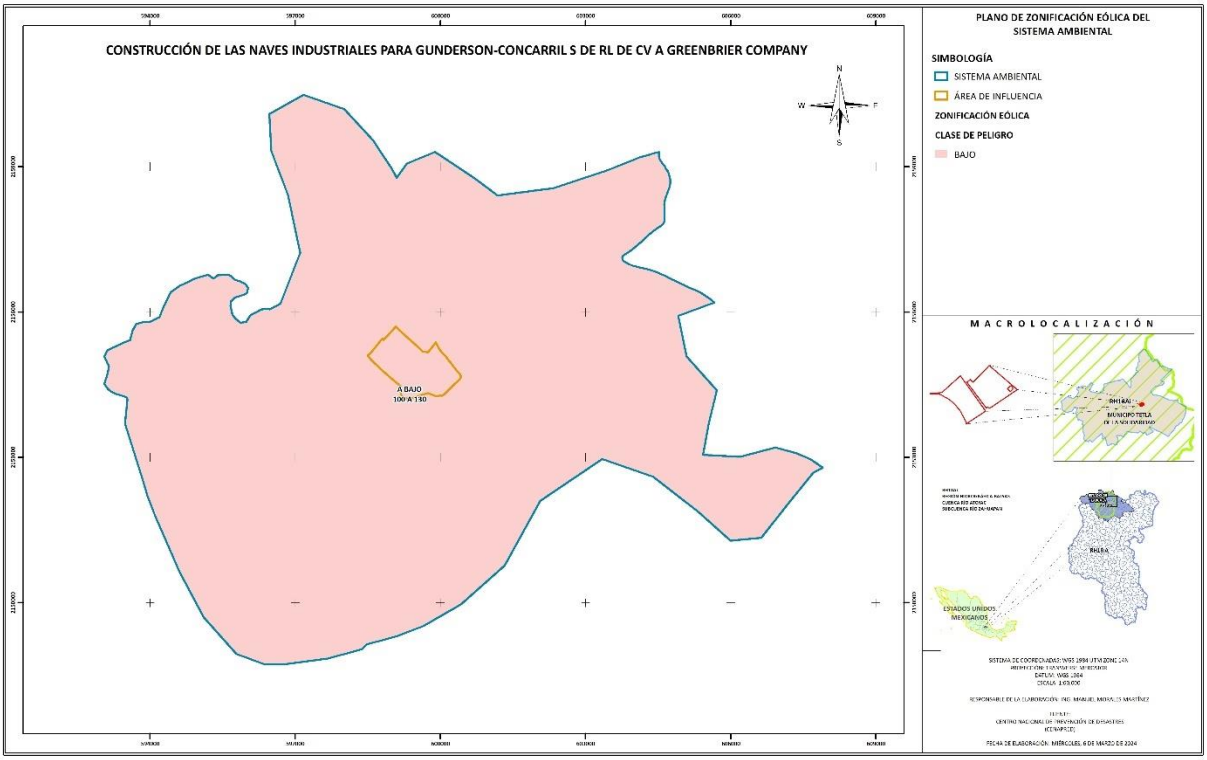


Figura IV.18. Zonificación eólica en el SA.

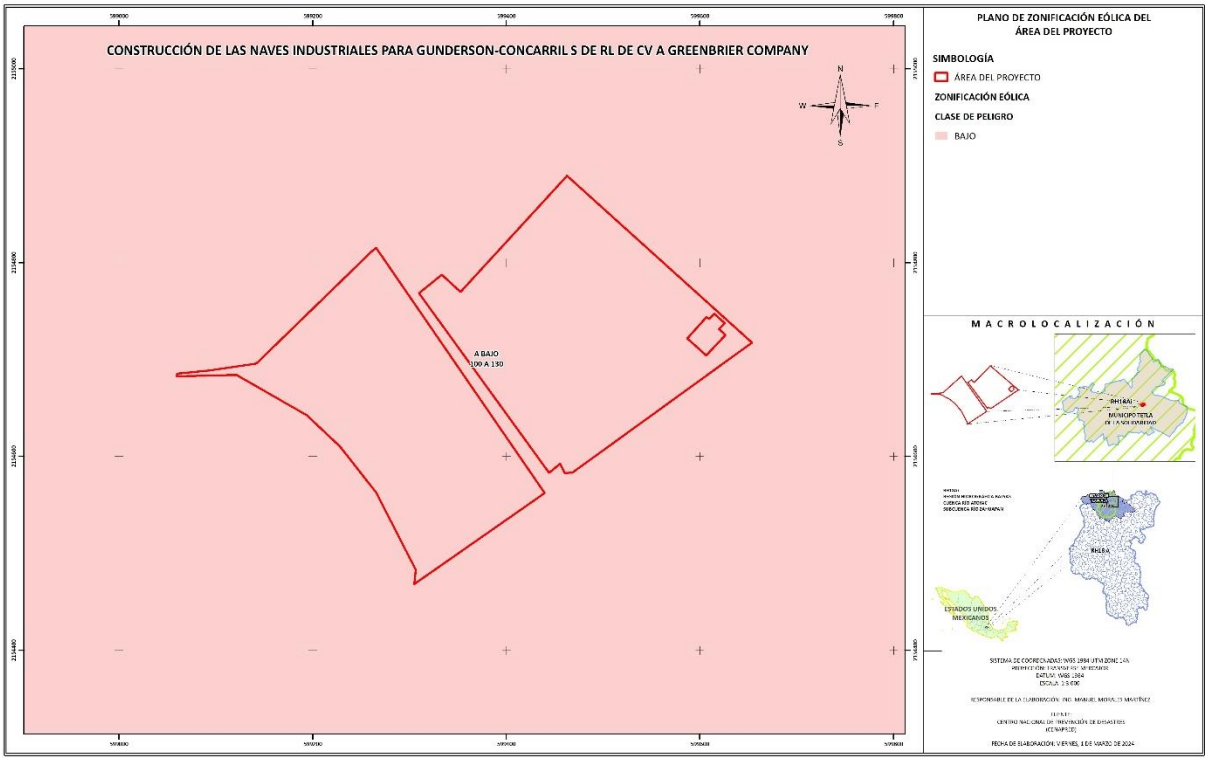


Figura IV.19. Zonificación eólica en el AP.

IV.4.1.1.4 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Fisiografía y relieve

Sistema ambiental

Dentro del SA, se presentan distintos tipos de topoformas como sierras, lomerío, meseta, llanuras, valles bajada y playa o barra. A continuación, se presenta la fisiografía de las unidades de análisis, (Fuente: https://www.inegi.org.mx/temas/fisiografia/).

Área del proyecto

Asimismo, dentro del AP, se presentan distintos tipos de topoformas como sierras, lomerío, meseta, llanuras, valles bajada y playa o barra. A continuación, se presenta la fisiografía de las unidades de análisis, (Fuente: https://www.inegi.org.mx/temas/fisiografia/).

Sistema Ambiental
502-2/01 – Llanura con lomerío de piso rocoso o cementado
200-0/01 – Lomerío de tobas
302-0/02 - Meseta basáltica escalonada con lomerío
502-2/02 - Llanura aluvial con lomerío de piso rocoso o cementado
Área del proyecto
502-2/01 – Llanura con lomerío de piso rocoso o cementado

A continuación, se presenta una pequeña descripción de los diferentes tipos de topoformas encontrados:

Meseta

Las mesetas son grandes extensiones de terreno llano que se encuentran a una gran elevación sobre el nivel mar (+ de 400 m). Una meseta representa una **llanura elevada, ubicada a más de 500m 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.

Lomerío

Superficie disectada de lomas y/o colinas, donde las cimas están aproximadamente al mismo nivel.

Llanura

Campo o terreno igual y dilatado, sin altos ni bajos.

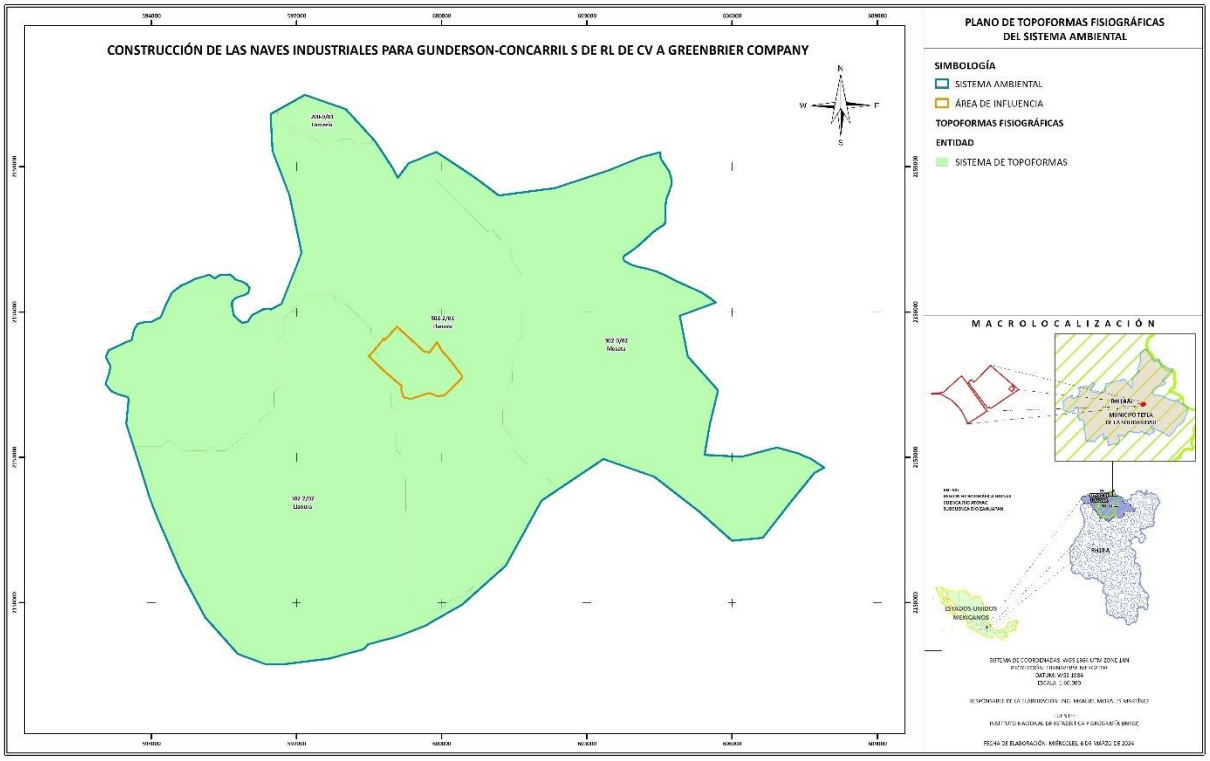


Figura IV.20. Topoformas del SA.

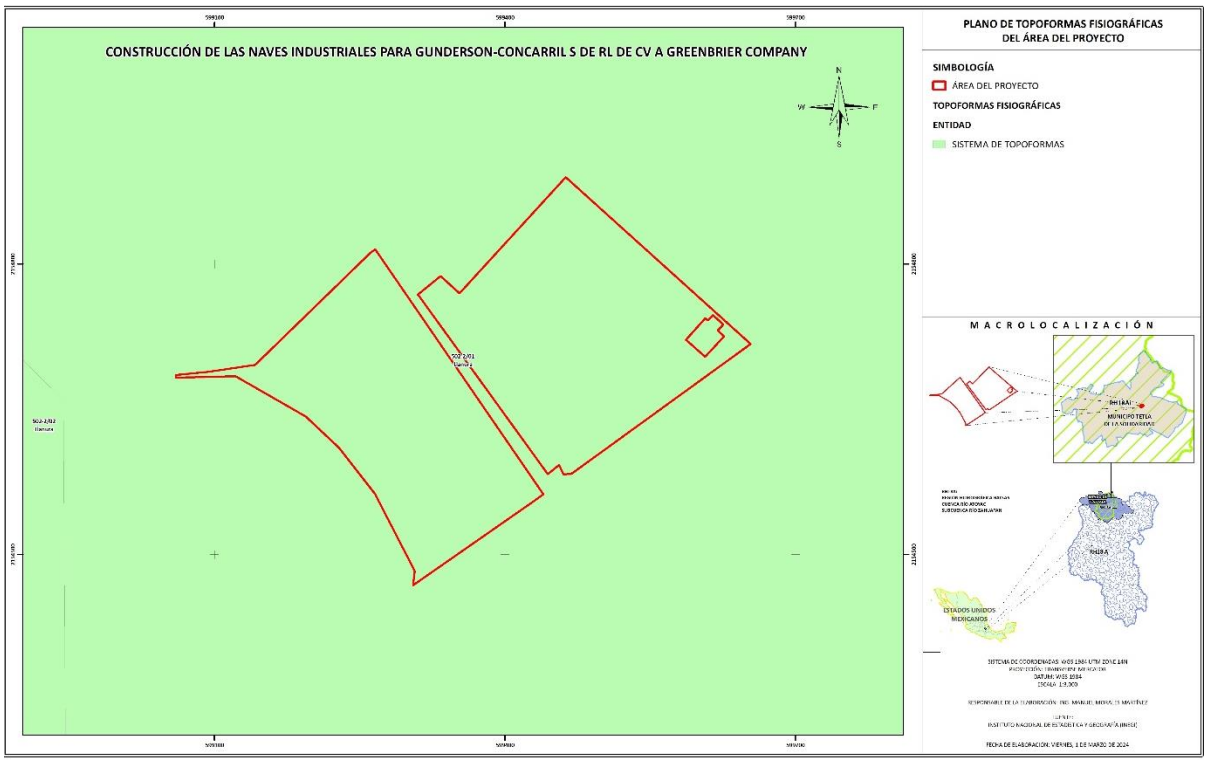


Figura IV.21. Topoformas del AP.

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.22. Provincias fisiográficas de la República Mexicana.

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

Cuadro IV.13. 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

- **Provincias**

Sistema ambiental y Área del proyecto

Tanto el SA como el AP se encuentran inmersos en la provincia del Eje Neovolcánico. A continuación, se presenta una breve descripción de ésta, así como los planos representativos de cada unidad.

- ✓ **Eje Neovolcánico**

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, algunos de los cuales son: San Pedro Cholula, Tlahuapan, Ahuazotepec, Lafragua, Chignahuapan, Atzitzintla y San Nicolás los Ranchos; asimismo, cubre parte de otros 35, entre ellos, Huauchinango, Zacatlán, Teziutlán, Cañada Morelos, Tecali de Herrera, Atlixco, Cohuecán y San Diego la Mesa Tochimiltzingo. 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 que conforman 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.

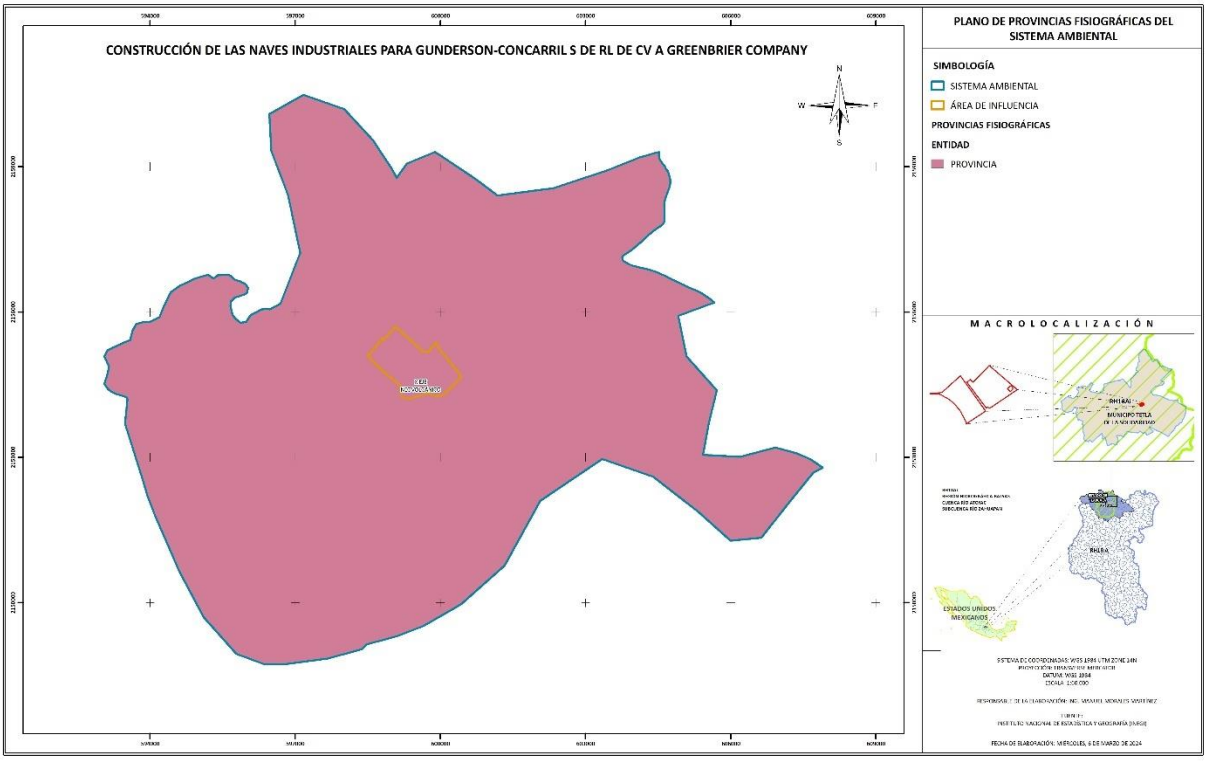


Figura IV.23. Provincia fisiográfica en la que se encuentra el SA.

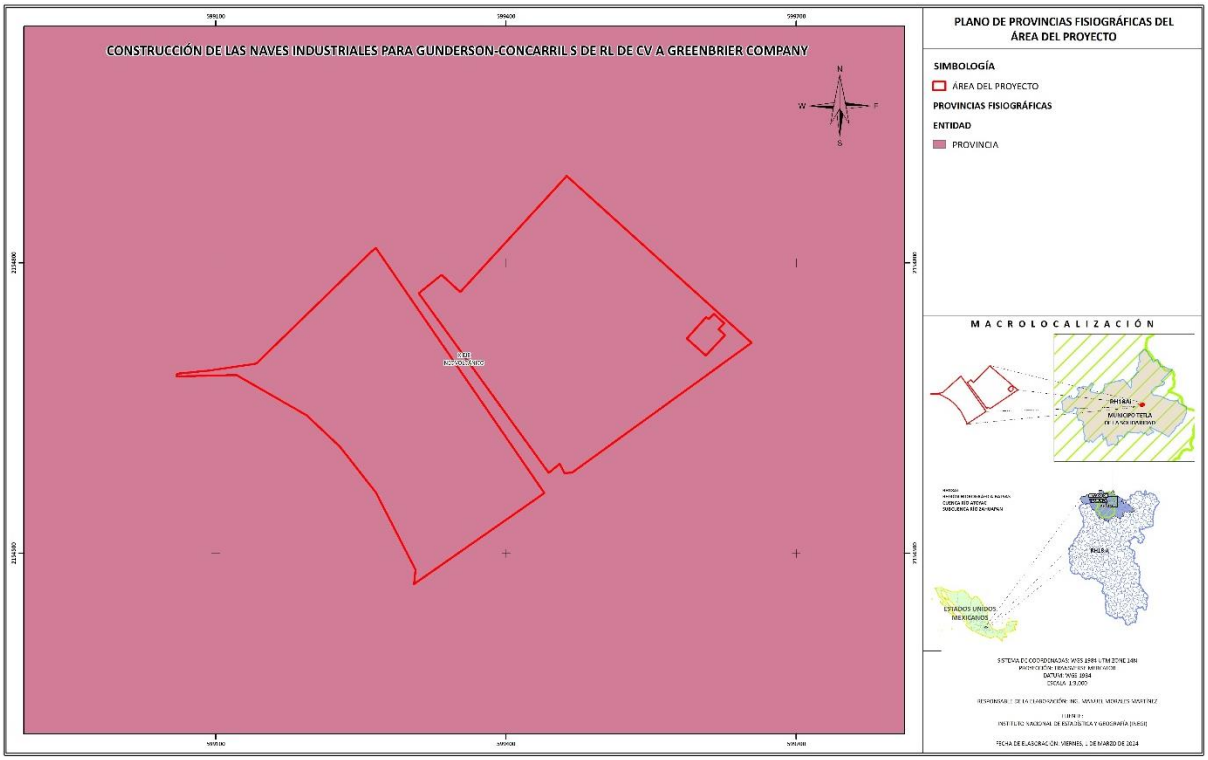


Figura IV.24. Provincia fisiográfica en la que se encuentra el AP.

- **Subprovincias**

Sistema ambiental y Área del proyecto

Tanto el SA como el AP se encuentran inmersos en la subprovincia Lagos y volcanes de Anáhuac. A continuación, se presenta una breve descripción de ésta, así como los planos representativos de cada unidad.

- ✓ **Lagos y volcanes de Anáhuac**

Es la más extensa de las catorce que integran al Eje Neovolcánico. 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. 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. El municipio de Tetla de la Solidaridad pertenece al 100% a la subcuenca Lagos y volcanes de Anáhuac.

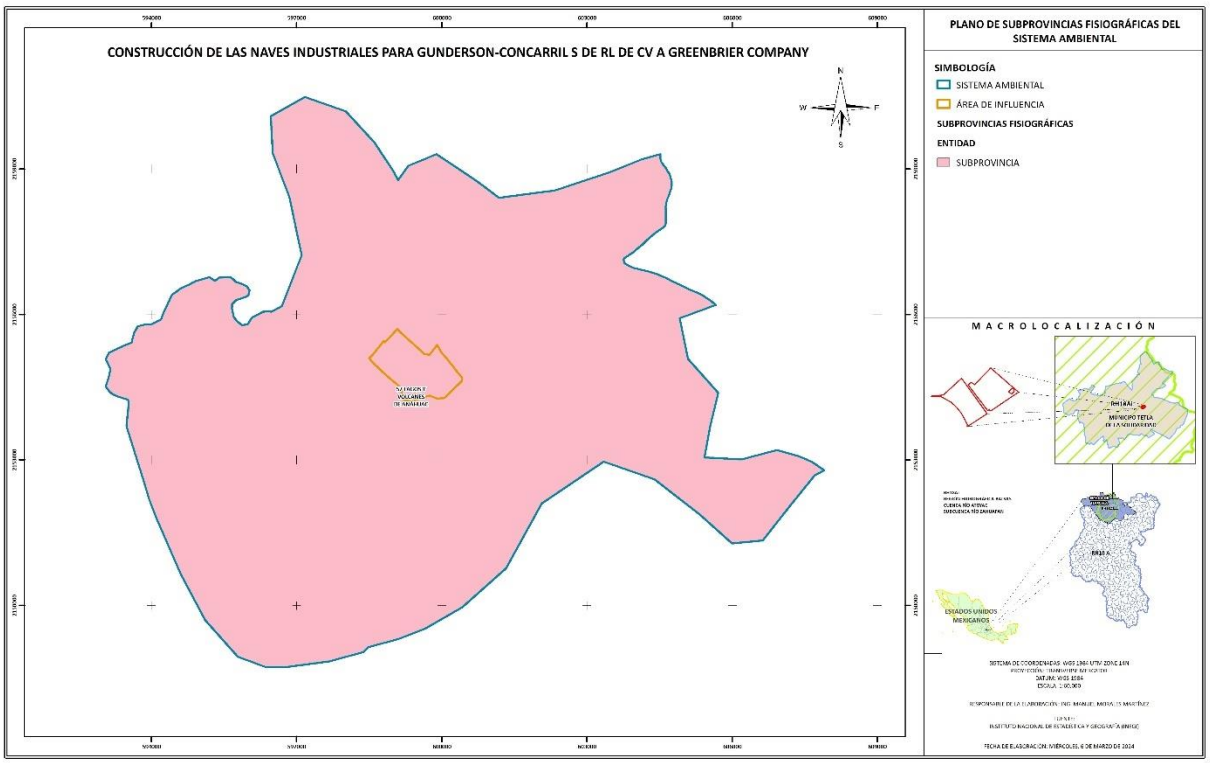


Figura IV.25. Subprovincia fisiográfica en la que se encuentra el SA.

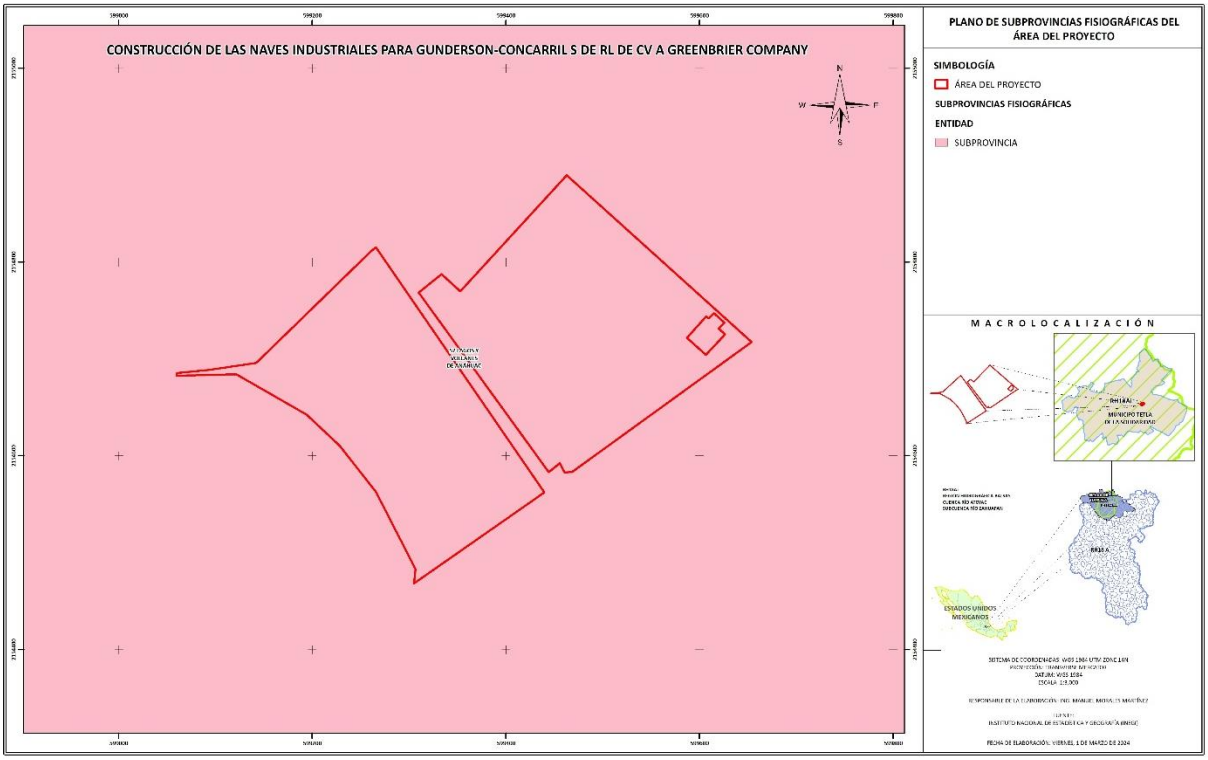


Figura IV.26. Subprovincia fisiográfica en la que se encuentra el AP.

Pendiente

Sistema ambiental

Con base en la cartografía INEGI se determinó el plano de pendientes existentes en el SA, en la cual predomina el rango de pendientes de 0 - 8%.

Área del proyecto

De la misma forma que en el SA, con base en la cartografía INEGI se determinó el plano de pendientes existentes en el AP, en donde se determina que la pendiente predominante es la que se encuentra en el rango de 0 – 8%. A continuación, se presentan los resultados de porcentajes de pendientes en las unidades de análisis y sus planos correspondientes:

Cuadro IV.14. Pendientes en el SA y en el AP.

Unidad de análisis	Rango de pendiente	Superficie (ha)
SA	0 - 8%	7,541.2057
	8 - 30%	1,664.6026
	Mayor a 30%	100.3165
Total		**9,306.1248**
AP	0 - 8%	9.8071
Total		**9.8071**

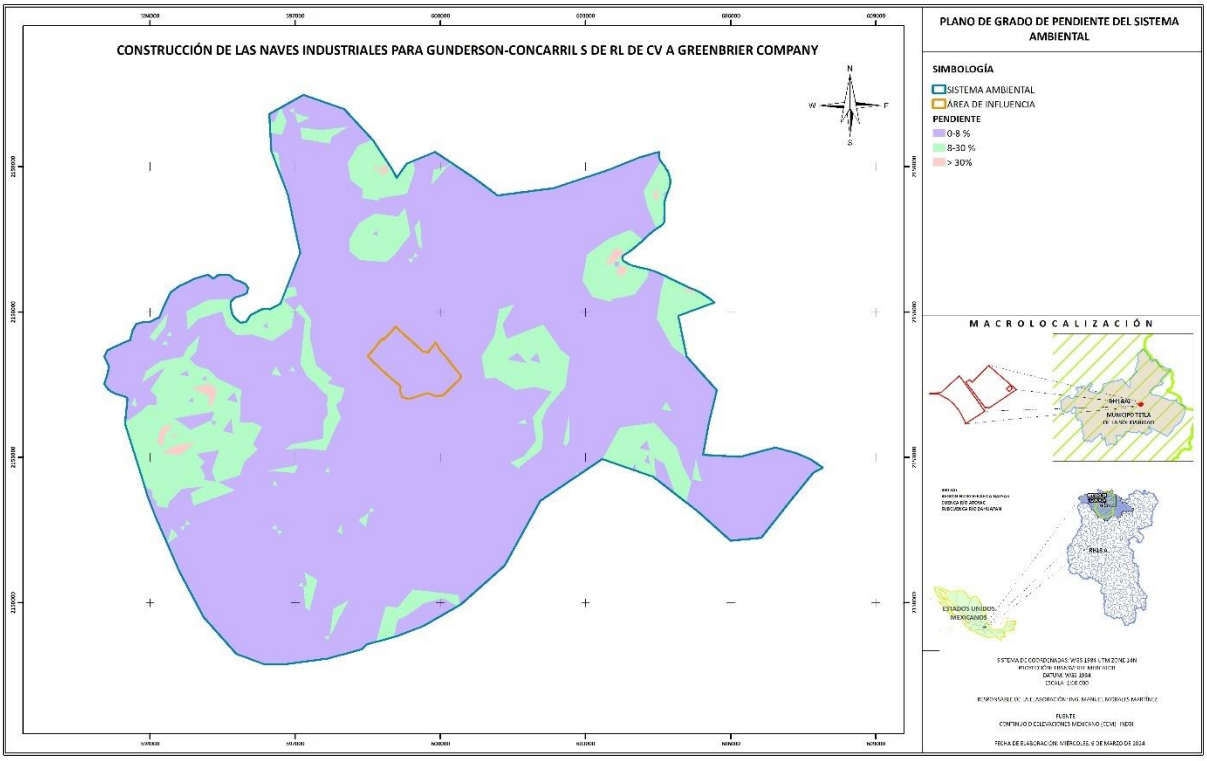


Figura IV.27. Pendientes en el SA.

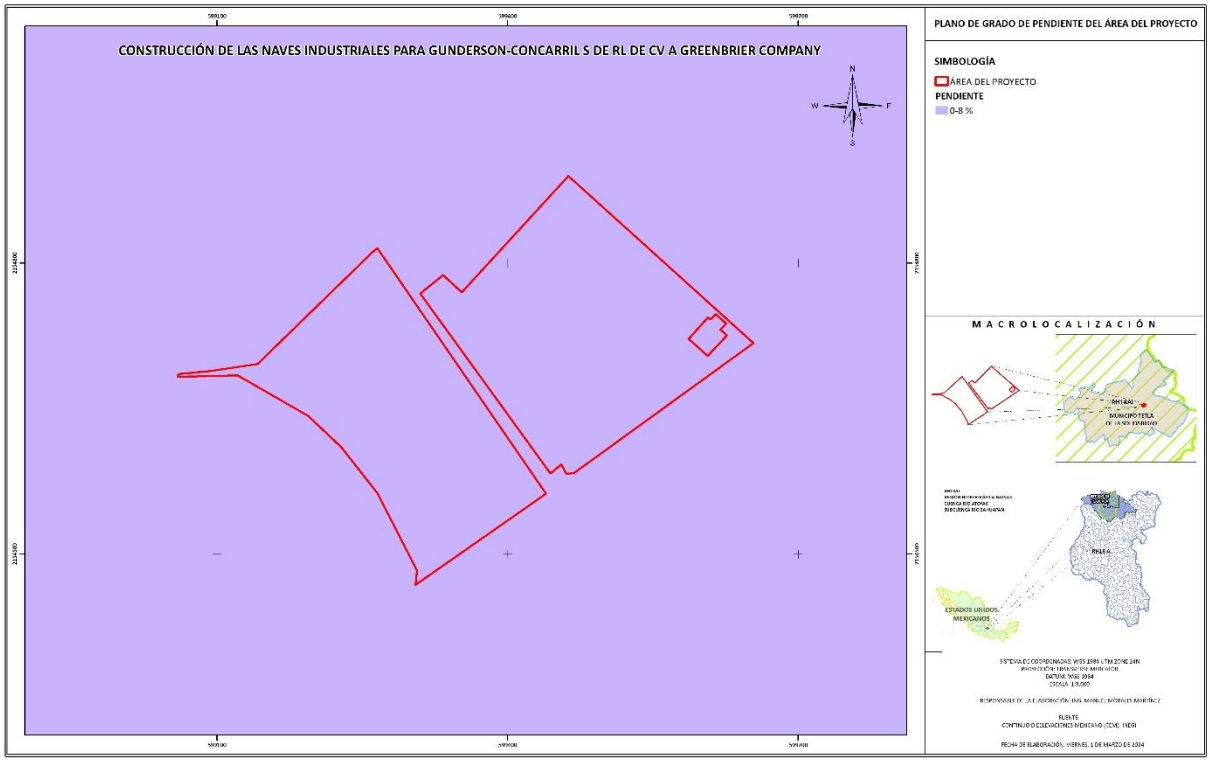


Figura IV.28. Pendientes en el AP.

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

Dentro de la superficie del SA, no se encuentra ninguna falla o fractura de relevancia, las más cercanas son en dirección Norte-Suroeste.

Área del proyecto

Como en el caso anterior, en el AP, no se encuentra ninguna falla o fractura de relevancia, las más cercanas son en dirección Norte-Suroeste. A continuación, se presenta la distancia a la que se encuentran las fallas y fracturas, de las unidades de análisis, y sus correspondientes planos:

Cuadro IV.15. Fallas y fracturas cercanas al SA y al AP.

Unidad de análisis	Tipo	Dirección	Distancia (km)
SA	Fractura	Noreste-suroeste	18.82
	Falla	Noreste-suroeste	10.45
	Fractura	Noreste-suroeste	6.88
	Fractura	Noreste-sureste	30.38
	Fractura	Noreste-sureste	26.96
	Fractura	Norte-sur	39.55
	Fractura	Norte-sur	29.60
	Fractura	Norte-sur	20.72
AP	Fractura	Noreste-suroeste	21.68
	Fractura	Noreste-suroeste	14.64
	Falla	Este-oeste	22.67
	Falla	Noreste-suroeste	16.43

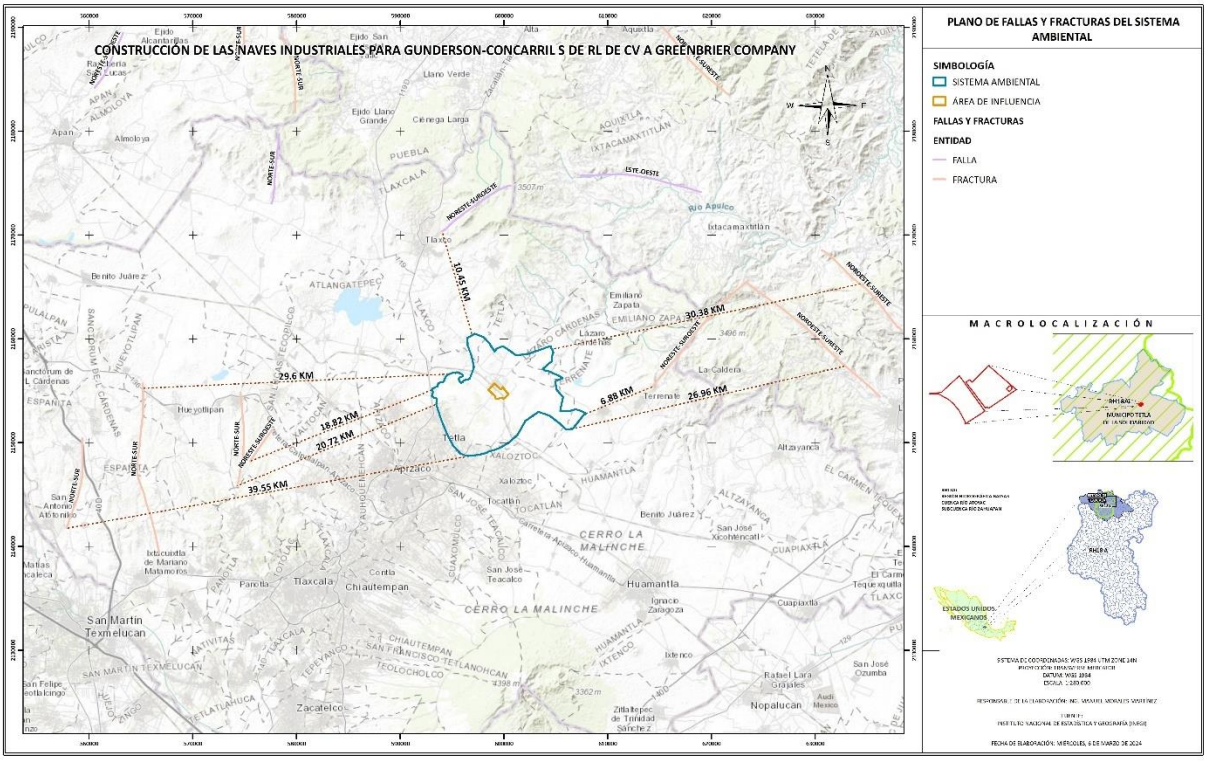


Figura IV.29. Fallas y Fracturas cercanas al SA.

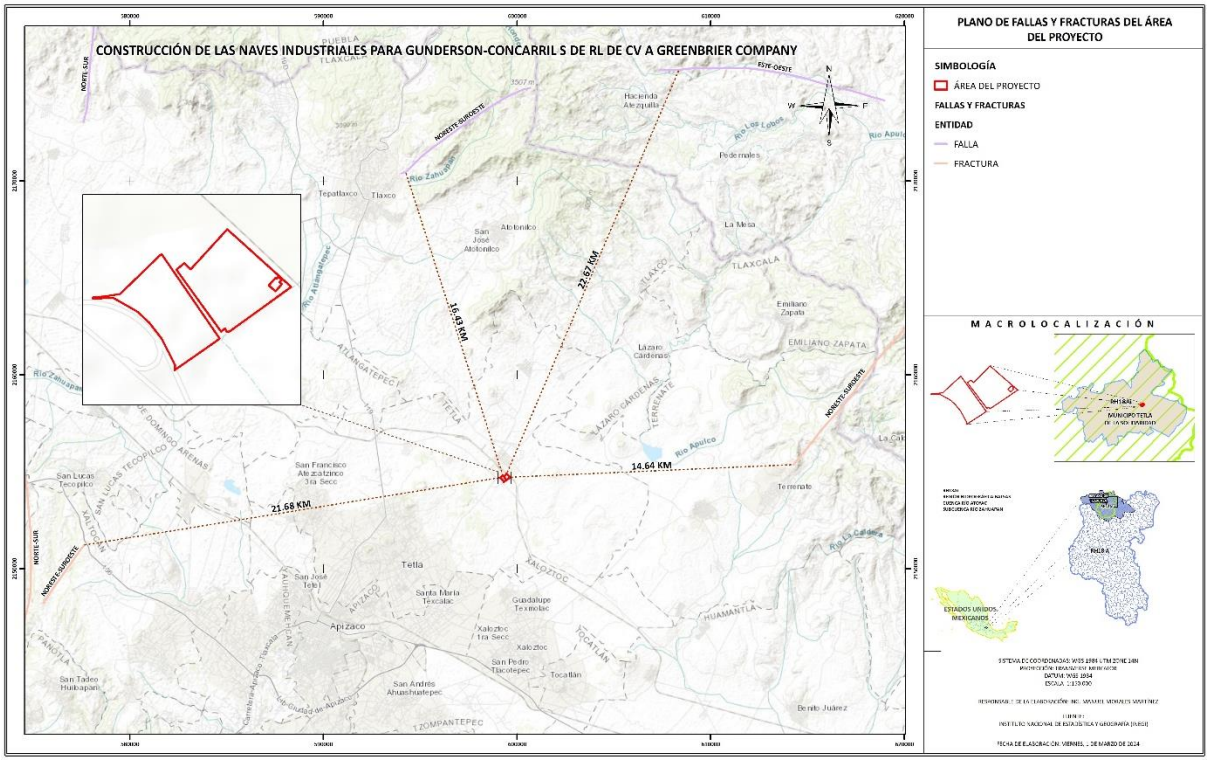


Figura IV.30. Fallas y Fracturas cercanas al AP.

Exposición

Sistema ambiental

De acuerdo con las exposiciones presentes en el SA, la predominante es la *Sureste*.

Área del proyecto

Para el caso del AP, la exposición predominante es la que corresponde a la categoría de *Plano*. A continuación, se presentan las diferentes exposiciones en las unidades de análisis y los planos correspondientes:

Cuadro IV.16. Exposiciones en el AI.

Unidad de análisis	Dirección	Superficie (ha)
SA	Este	936.6307
	Noreste	546.6907
	Noroeste	900.2898
	Norte	486.2107
	Oeste	1,202.3637
	Plano	60.1246
	Sur	2,021.7377
	Sureste	1,978.2520
	Suroeste	1,173.8249
Total		**9,306.1248**
AP	Plano	9.8071
Total		**9.8071**

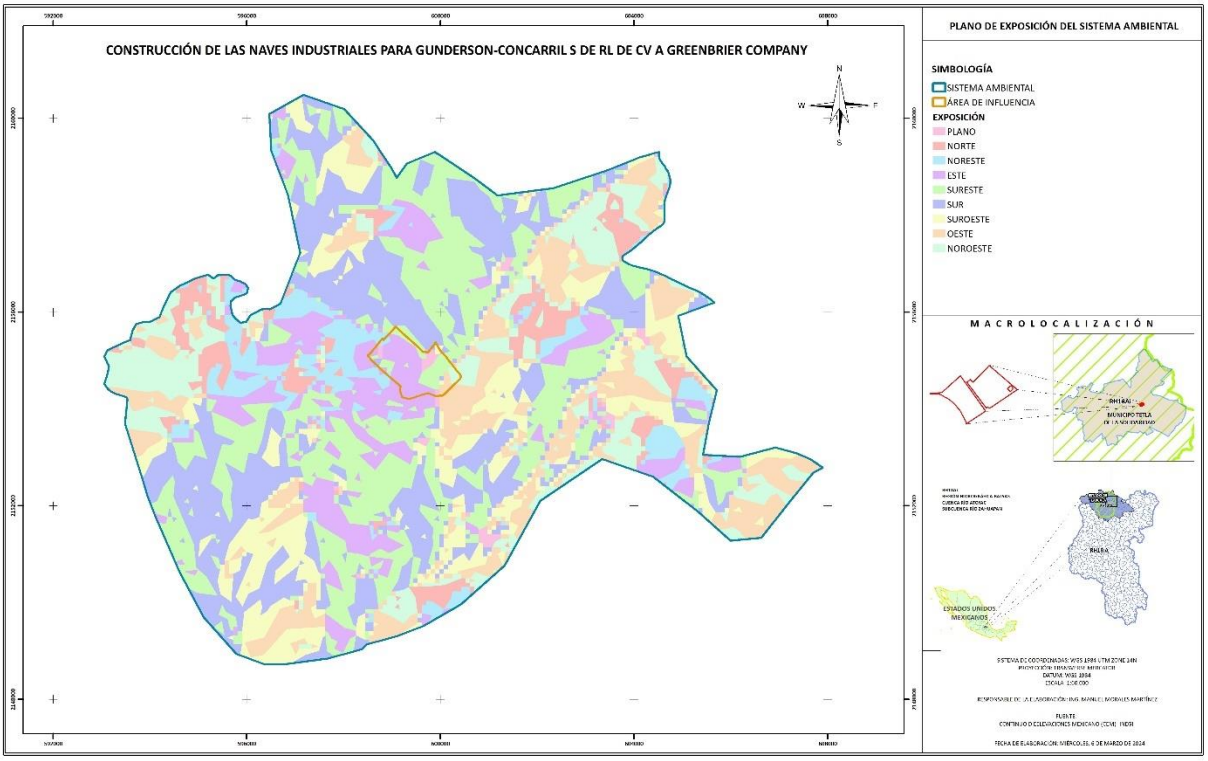


Figura IV.31. Exposiciones en el SA.

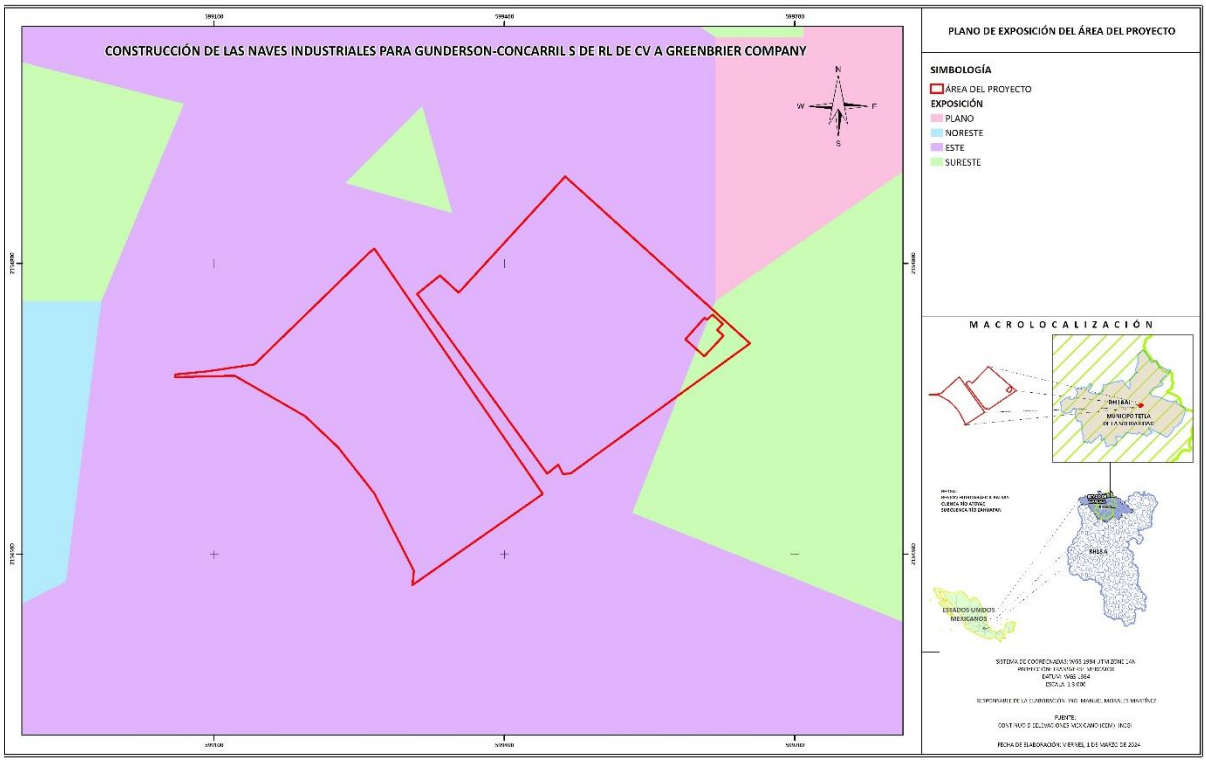


Figura IV.32. Exposiciones en el AP.

Geología

La geología presenta principalmente rocas del Cenozoico, Mesozoico y Paleozoico, a continuación, se presenta la descripción de las fórmulas de rocas presentes en las unidades de análisis, tomadas de la cartografía de INEGI, https://www.inegi.org.mx/temas/geologia/:

Sistema Ambiental
Ts (Igea) Era Cenozoico con clase Ígnea extrusiva de tipo Ígnea extrusiva ácida y sistema Neógeno
Q(s) Era Cenozoico y sistema Cuaternario
Q(Igeb) Era Cenozoico con clase Ígnea extrusiva de tipo Ígnea extrusiva básica y sistema Cuaternario
Q(Vc) Era Cenozoico con clase Sedimentaria de tipo Volcanoclástico y sistema Cuaternario
Área del proyecto
Ts (Igea) Era Cenozoico con clase Ígnea extrusiva de tipo Ígnea extrusiva ácida y sistema Neógeno
Q(s) Era Cenozoico y sistema Cuaternario

A continuación, se presenta una pequeña descripción de los diferentes tipos de topoformas encontrados:

- ✓ **Cenozoico**

Las rocas sedimentarias del Cenozoico son todas de tipo clástico. Fueron depositadas de manera progradante en franjas paralelas a la costa del Golfo de México; de tal forma que afloran depósitos del

Paleoceno, Eoceno y Oligoceno: Del primero, lo representa la unidad Tpal (lu-ar), que está formada por una interestratificación de lutita y arenisca (secuencia tipo flysch), que presentan huellas de pistas de organismos; sobreyace en concordancia a las unidades de caliza y lutita del Cretácico Superior. Pertenecen a la formación Chicontepec y se sitúan entre las partes bajas de la Sierra Madre Oriental y la Planicie Costera del Golfo Norte, en los extremos norte y sureste de la entidad. Así mismo, existen afloramientos de esta unidad hacia el extremo sureste del estado. Aquí, las areniscas forman estratos de 10 a 30 cm de espesor; guardan impresiones de plantas mal conservadas y en ocasiones contienen foraminíferos; descansa sobre calizas del Cretácico Superior, y está cubierta por areniscas y conglomerados del Mioceno.

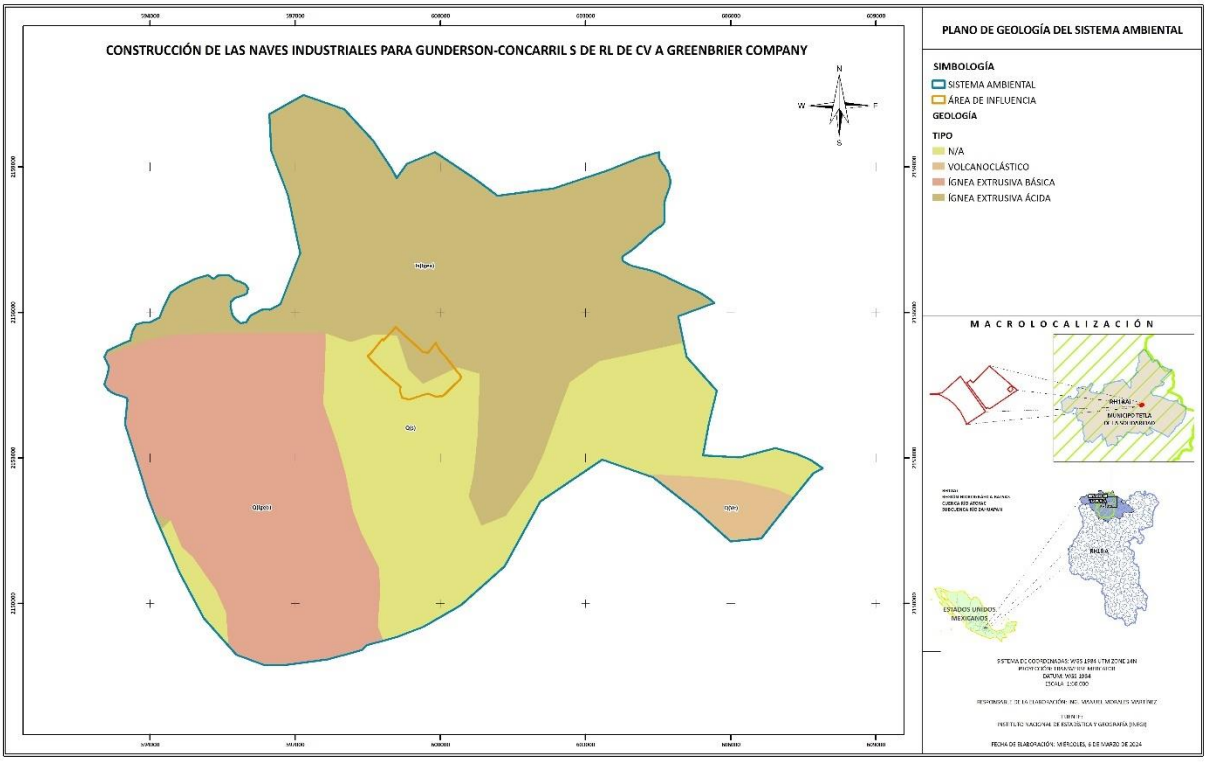


Figura IV.33. Características geológicas del SA

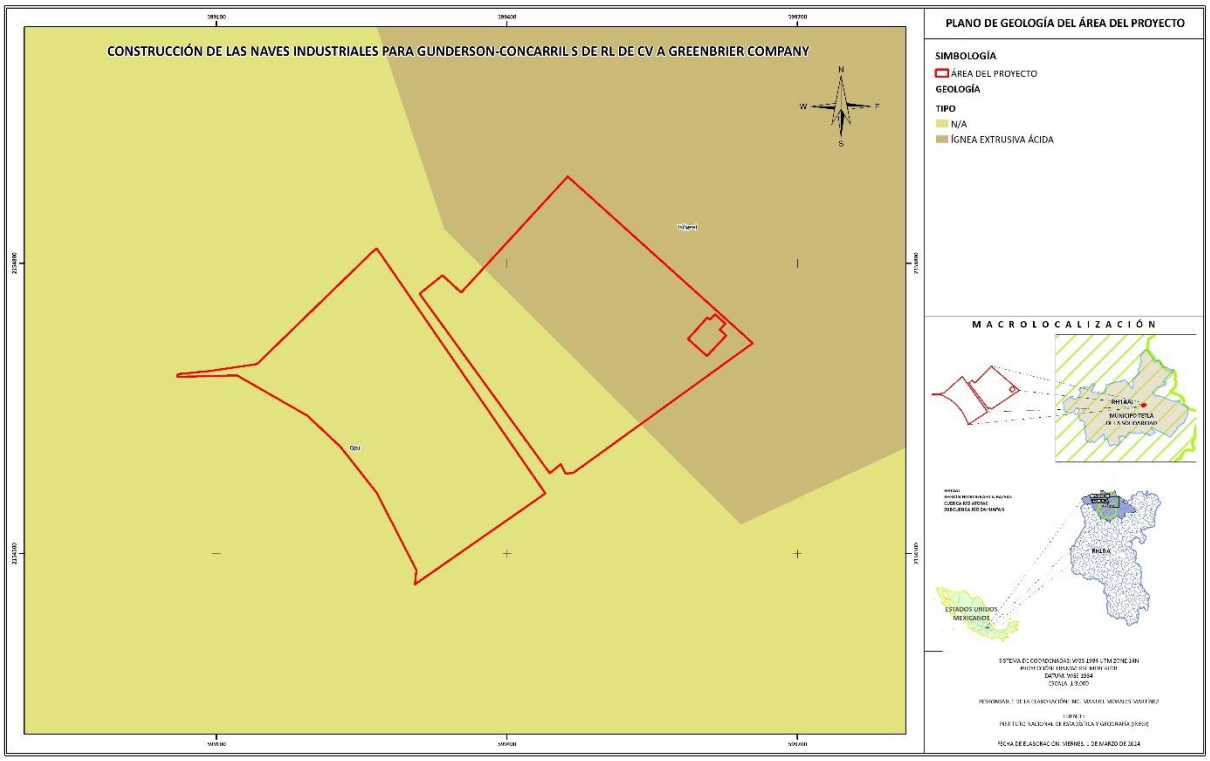


Figura IV.34. Características geológicas del AP.

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

El SA no se encuentra dentro de ninguna elevación de importancia.

Área del proyecto

El AP no se encuentra dentro de ninguna elevación de importancia. A continuación, se describen las más cercanas tanto para el SA como para el AP y sus respectivos planos:

Cuadro IV.17. Elevaciones cercanas al CUS.

Unidad de análisis	Elevación	Distancia (km)
SA	Volcán La Malinche	23.03
	Cerro Derrumbadas	55.77
	Cerro El Mirador	63.52
	Volcán Iztaccíhuatl	64.53
	Volcán Popocatépetl	72.37
AP	Cerro El Mirador	69.50
	Volcán Iztaccíhuatl	70.20
	Volcán Popocatépetl	78.82
	Volcán La Malinche	28.23
	Cerro Derrumbadas	64.21

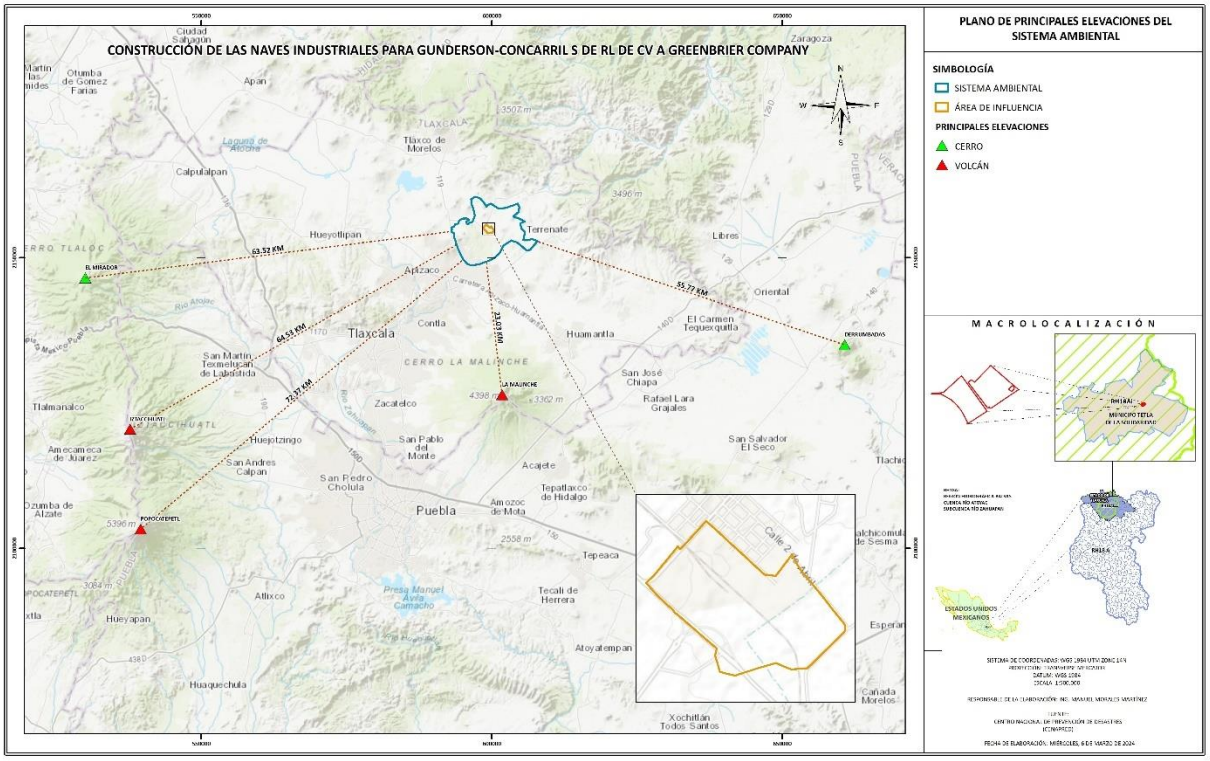


Figura IV.35. Elevaciones más cercanas al SA.

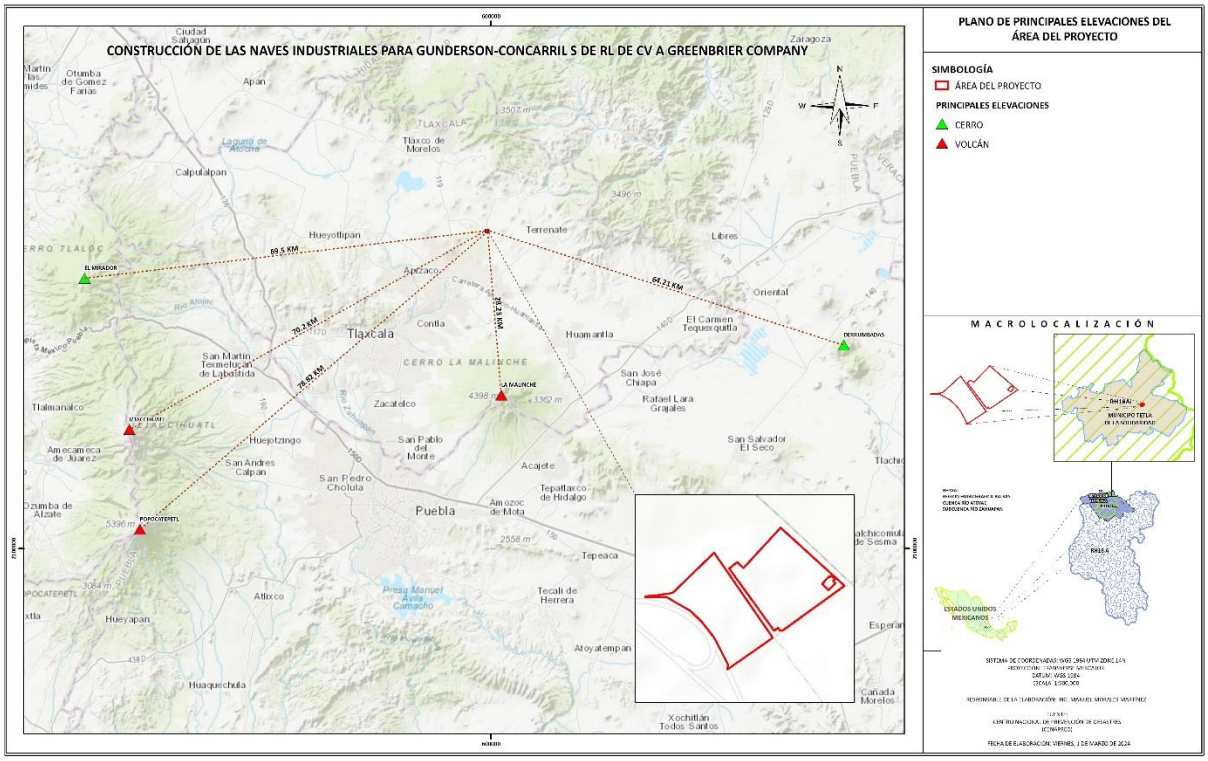


Figura IV.36. Elevaciones más cercanas al AP.

Regiones potenciales de deslizamiento de laderas

Sistema ambiental

El sistema ambiental se encuentra dentro de la Zona 1 Golfo de México, la cual es una región potencial de deslizamientos.

Área del proyecto

Del mismo modo, el Área del proyecto se encuentra dentro de la Zona 1 Golfo de México, la cual es una región potencial de deslizamientos. A continuación, se presentan los planos descriptivos para cada unidad de análisis:

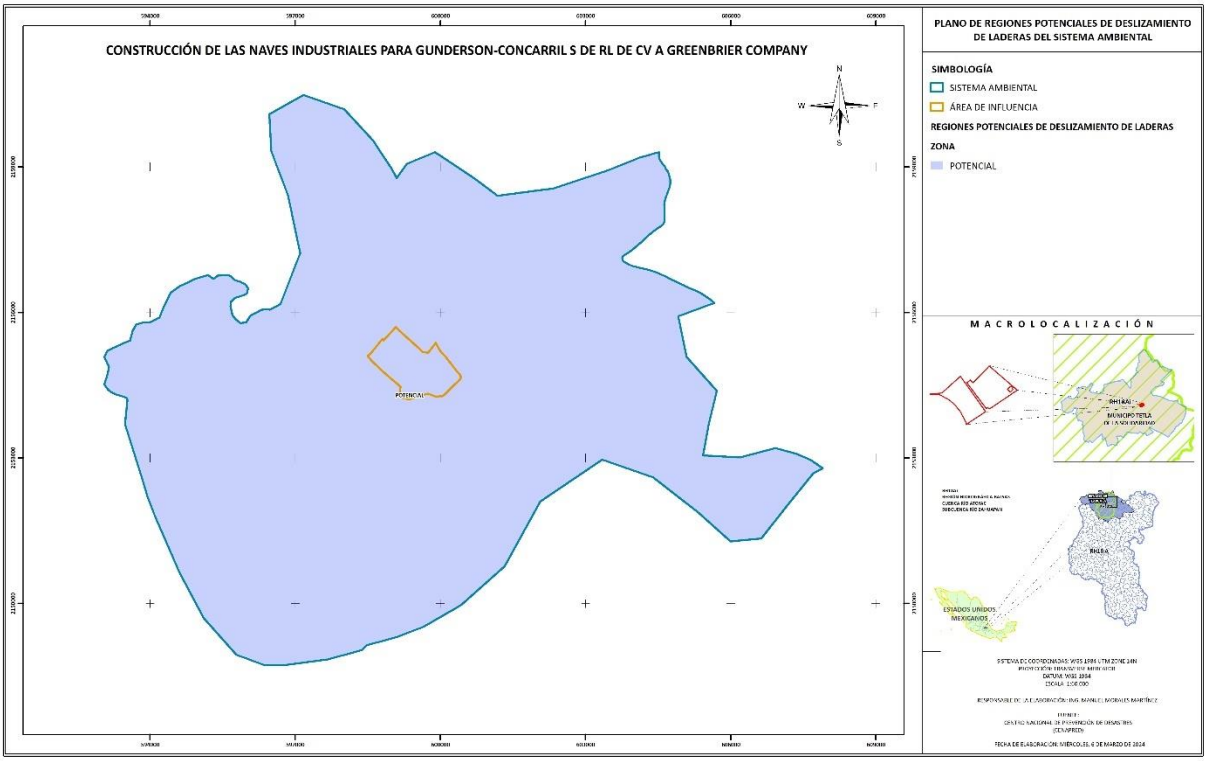


Figura IV.37. Región potencial de deslizamientos de laderas del SA.

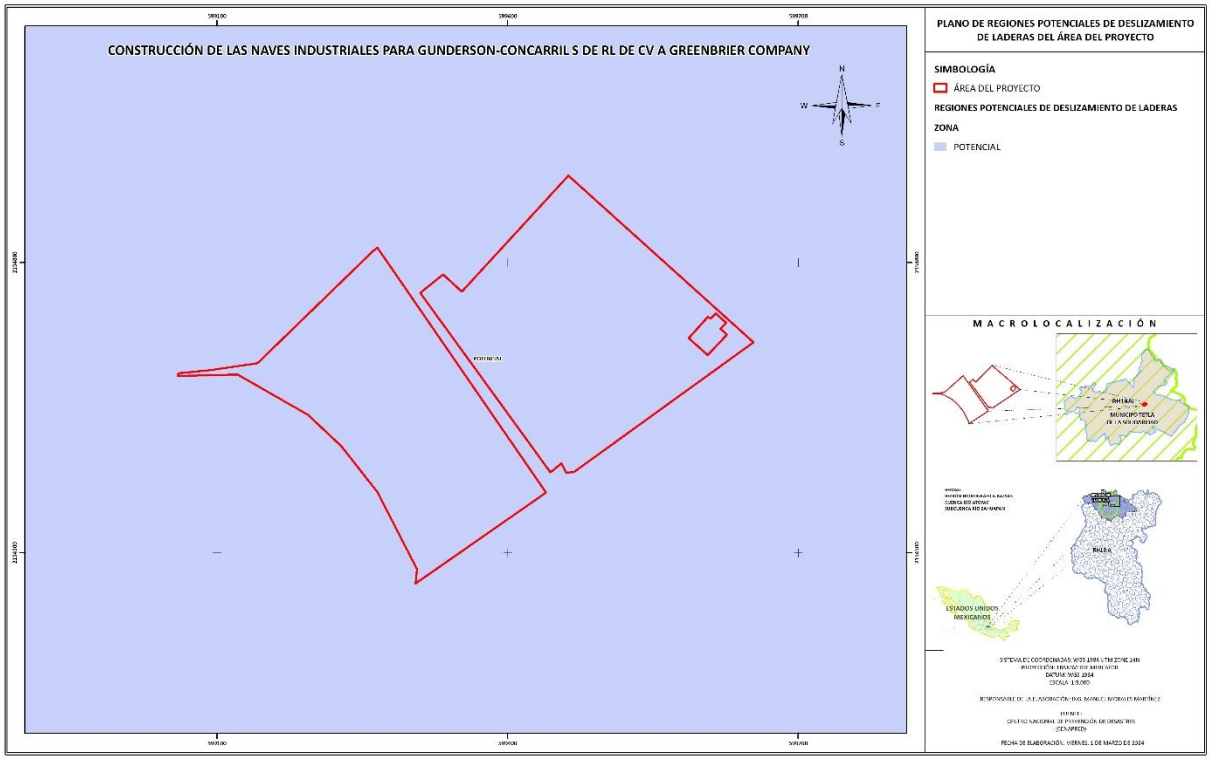


Figura IV.38. Región potencial de deslizamientos de laderas del AP.

Regionalización sísmica

Sistema ambiental

Toda la superficie del SA se encuentra en la zona B, lo que corresponde a un peligro por sismicidad *medio.*

Área del proyecto

Como en el caso anterior, el área del AP se encuentra en la zona B, lo que corresponde a un peligro por sismicidad *medio.* A continuación, se presenta el cuadro con la información mencionada, así mismo, los planos descriptivos correspondientes:

Cuadro IV.18. Sismicidad del SA y del AP.

Unidad de análisis	Zona	Clase de peligro	Tipo de peligro	Superficie (ha)
SA	B	Sismos de menor frecuencia, aceleración del terreno <70% de gravedad	Medio	9306.1248
AP				9.8071

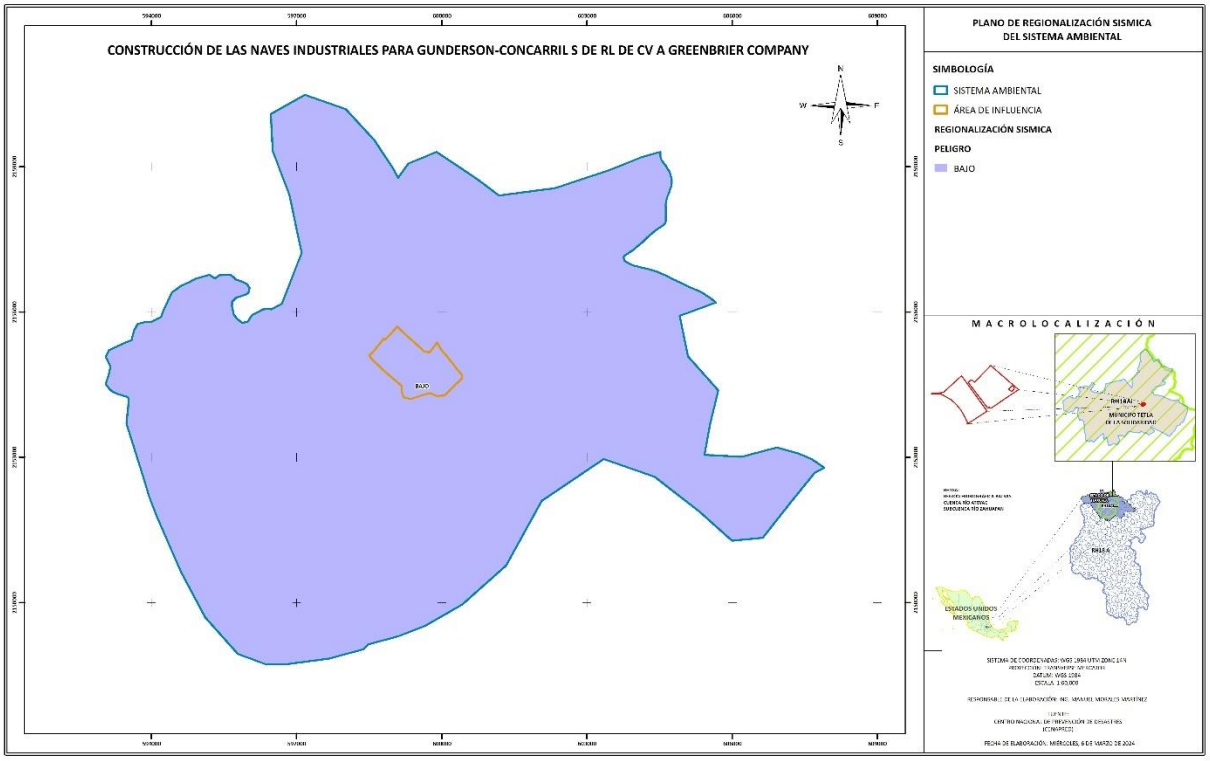


Figura IV.39. Regionalización sísmica del SA.

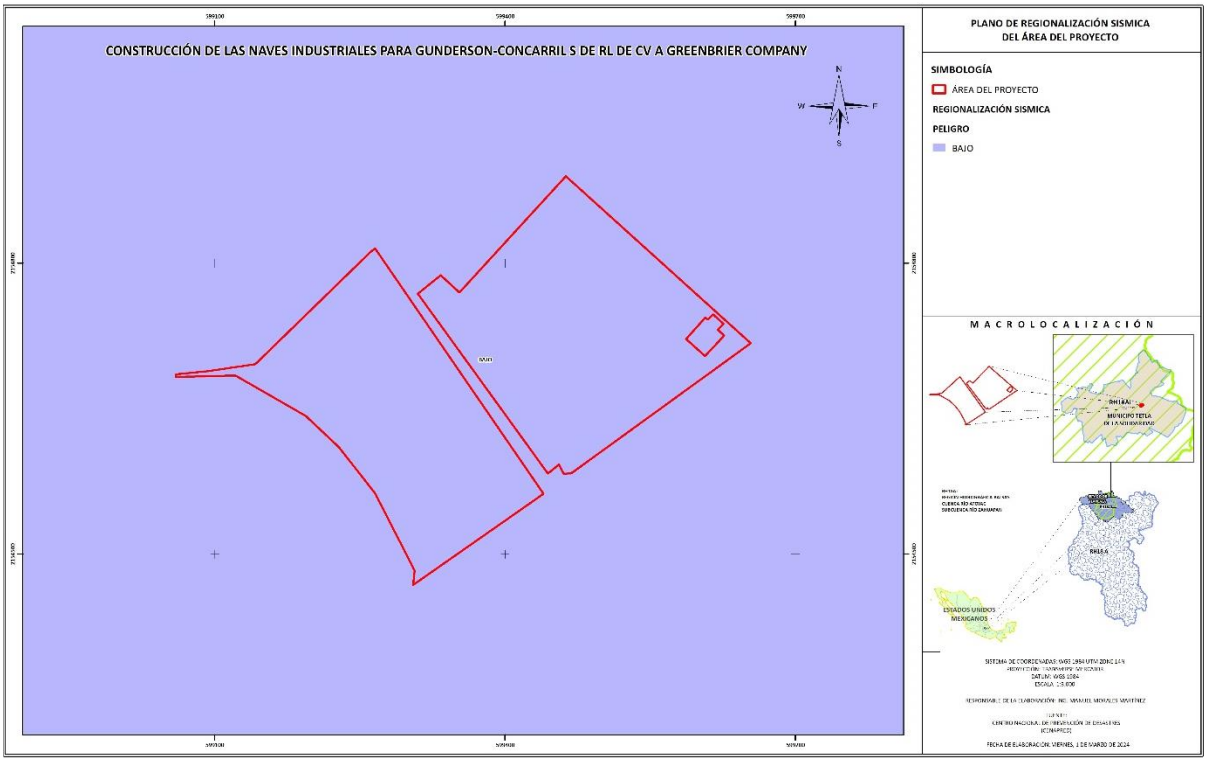


Figura IV.40. Regionalización sísmica del AP.

Riesgo por inundación

Sistema ambiental

El sistema ambiental en su mayoría presenta un riesgo por inundación *bajo.*

Área del proyecto

De igual manera, el AP presenta un riesgo por inundación *bajo.* A continuación, se presenta la información mencionada y sus respectivos planos descriptivos:

Cuadro IV.19. Riesgos por inundaciones en el SA y en el AP.

Unidad de análisis	Riesgo	Superficie (ha)
SA	Bajo	7,677.5859
	Muy bajo	216.5587
AP	Bajo	9.8071

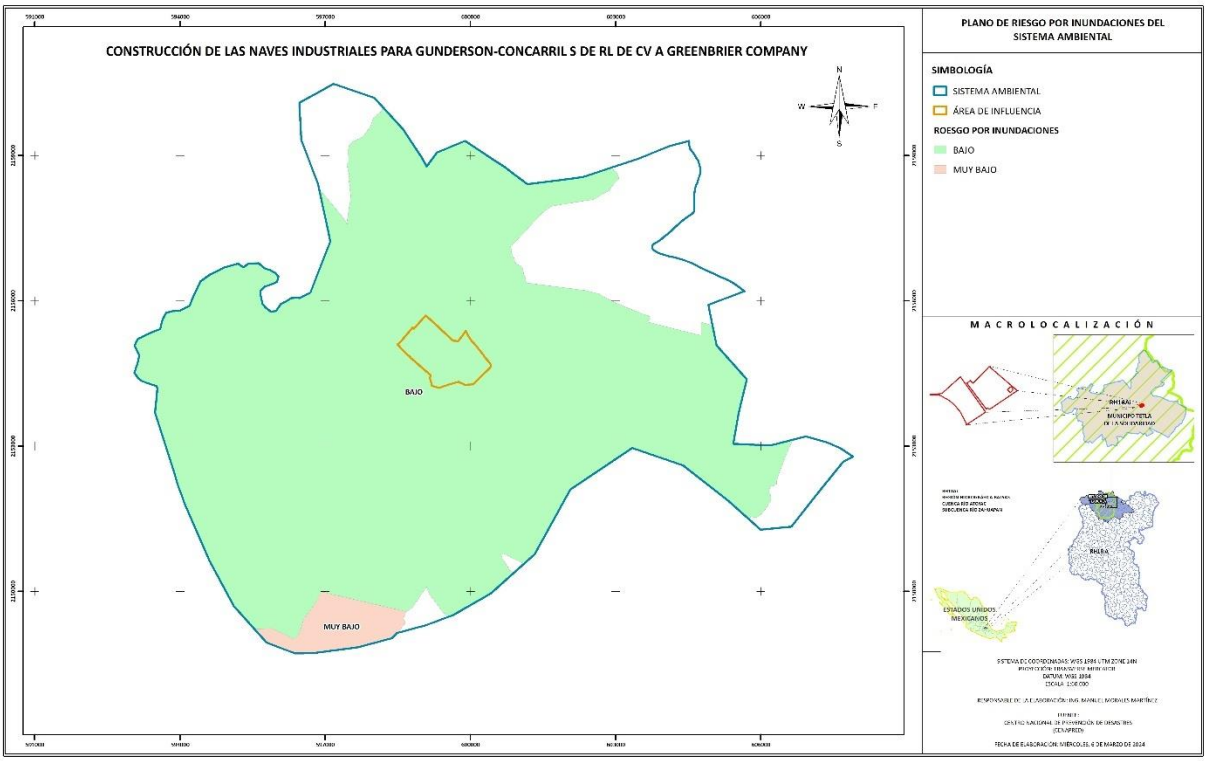


Figura IV.41. Riesgo por inundación dentro del SA.

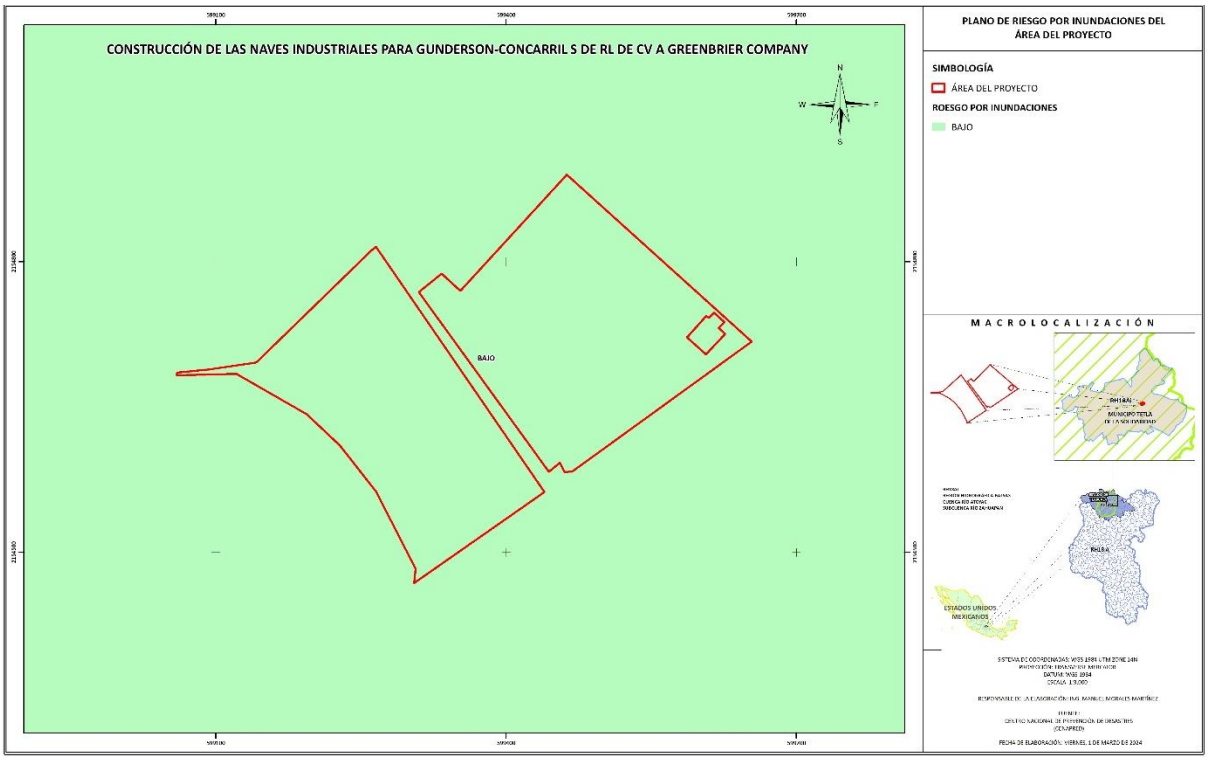


Figura IV.42. Riesgo por inundación dentro del AP.

Vulcanismo

Sistema ambiental

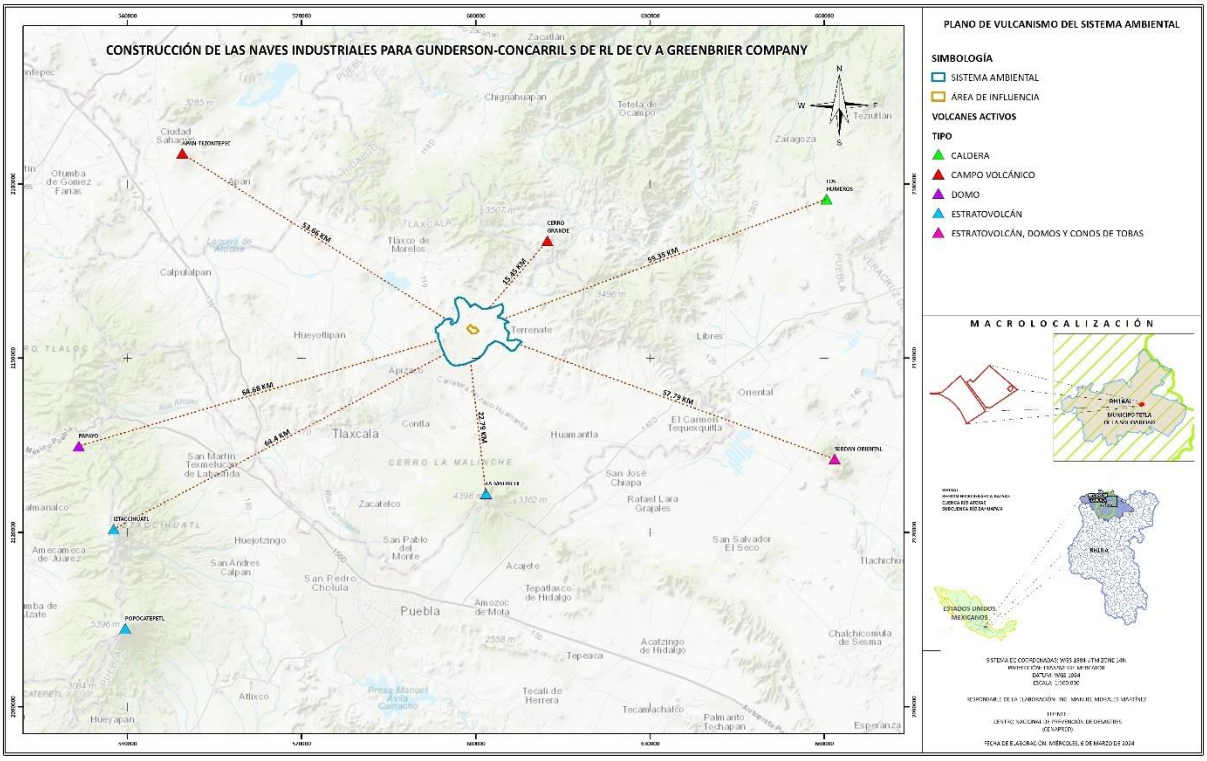
El SA *no se encuentra dentro de ningún tipo de volcán.*

Área del proyecto

Del mismo modo, el AP *no se encuentra dentro de ningún tipo de volcán,* a continuación, se describen los más cercanos para cada unidad de análisis y se presentan sus planos descriptivos:

Cuadro IV.20. Volcanes cercanos a las UA.

Unidad de análisis	Tipo de volcán	Nombre	Distancia (km)
SA	Estratovolcán	Iztaccíhuatl	64.4
	Estratovolcán	La Malinche	22.79
	Campo volcánico	Apan-Tezontepec	53.66
	Estratovolcán, domos y conos de tobas	Serdán-Oriental	57.79
	Campo volcánico	Cerro Grande	15.45
	Caldera	Los Humeros	59.35
	Domo	Papayo	64.68
AP	Estratovolcán	Iztaccíhuatl	70.25
	Estratovolcán	La Malinche	27.9
	Campo volcánico	Apan-Tezontepec	58.35
	Estratovolcán, domos y conos de tobas	Serdán-Oriental	65.92
	Campo volcánico	Cerro Grande	19.98
	Caldera	Los Humeros	64.84
	Domo	Papayo	70.29


CONSTRUCCIÓN DE LAS NAVES INDUSTRIALES PARA GUNDERSON-CONCARRIL S DE RL DE CV A GREENBRIER COMPANY
PLANO DE VULCANISMO DEL SISTEMA AMBIENTAL
SIMBOLOGÍA
SISTEMA AMBIENTAL
ÁREA DE INFLUENCIA
VOLCANES ACTIVOS
TIPO
CALDERA
CAMPO VOLCÁNICO
DOMO
ESTRATOVOLCÁN
ESTRATOVOLCÁN, DOMOS Y CONOS DE TOBAS
MACROLOCALIZACIÓN
Tlaxcala
Puebla
Apizaco
Huamantla
Terrenate
Hueyotlipan
Calpulalpan
Chignahuapan
Zacatelco
Huejotzingo
Amecameca de Juárez
Tlalmanalco
Atlixco
Tecali de Herrera
Tepeaca
Acajete
Amozoc de Mota
Chalchicomula de Sesma
Esperanza
Oriental
Libres
Contla
Zaragoza
Tlaxco de Morelos
Ciudad Sahagún
Otumba de Gómez Farías
San Martín Texmelucan de Labastida
San Andrés Calpan
San Pedro Cholula
San Pablo del Monte
Tepatlaxco de Hidalgo
Acatzingo de Hidalgo
Palmarito Tochapan
Tecamachalco
Rafael Lara Grajales
San José Chiapa
San Salvador El Seco
El Carmen Tequexquitla
Tlachichuca
Teziutlán
Apan
Ixtaccíhuatl
Popocatépetl
La Malinche
Cerro Grande
Cerro Los Humeros
Cerro Pinto
Cerro Tlaloc
Cerro Telapón
Cerro Tecuanipan
Cerro Tetlapayo
Cerro Tlacuatzin
Cerro Tlaltepetl
Cerro Tepopotla
Cerro Tepeyahualco
Cerro Xaltepetl
Cerro Tecuantepetl

IV.4.1.1.5 EDAFOLOGÍA

La edafología es la ciencia que estudia la composición y naturaleza del suelo en su relación con las plantas y el entorno que le rodea. El suelo se origina a partir de la materia madre producida por los procesos químicos y mecánicos de transformación de las rocas de la superficie terrestre.

Sistema ambiental

Específicamente, los tipos de suelo que se encuentran en la superficie del SA son *Cambisol* y *Litosol.*

Área del proyecto

Respecto al AP, se presenta el tipo de suelo ***Cambisol eútrico: Be+Re+Hh/2/L***. A continuación, se presenta una breve descripción de los tipos de suelo de las unidades de análisis:

- **Cambisol**

Del latín *cambiare:* cambiar. Literalmente, suelo que cambia. Estos suelos son jóvenes, poco desarrollados y se pueden encontrar en cualquier tipo de vegetación o clima excepto en los de zonas áridas. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo de roca subyacente y que además puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso. También pertenecen a esta unidad algunos suelos muy delgados que están colocados directamente encima de un tepetate. Son muy abundantes, se destinan a muchos usos y sus rendimientos son variables pues dependen del clima donde se encuentre el suelo. Son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión. Su símbolo es (B).

- **Litosol**

Del griego lithos: piedra. Literalmente, suelo de piedra. Son los suelos más abundantes del país pues ocupan 22 de cada 100 hectáreas de suelo. Se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación, en todas las sierras de México, barrancas, lomeríos y en algunos terrenos planos. Se caracterizan por su profundidad menor de 10 centímetros, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión son muy variable dependiendo de otros factores ambientales. El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre. En bosques y selvas su uso es forestal; cuando hay matorrales o pastizales se puede llevar a cabo un pastoreo más o menos limitado y en algunos casos se destinan a la agricultura, en especial al cultivo de maíz.

También se presentan los planos descriptivos de los tipos de suelo presentes en las unidades de análisis:

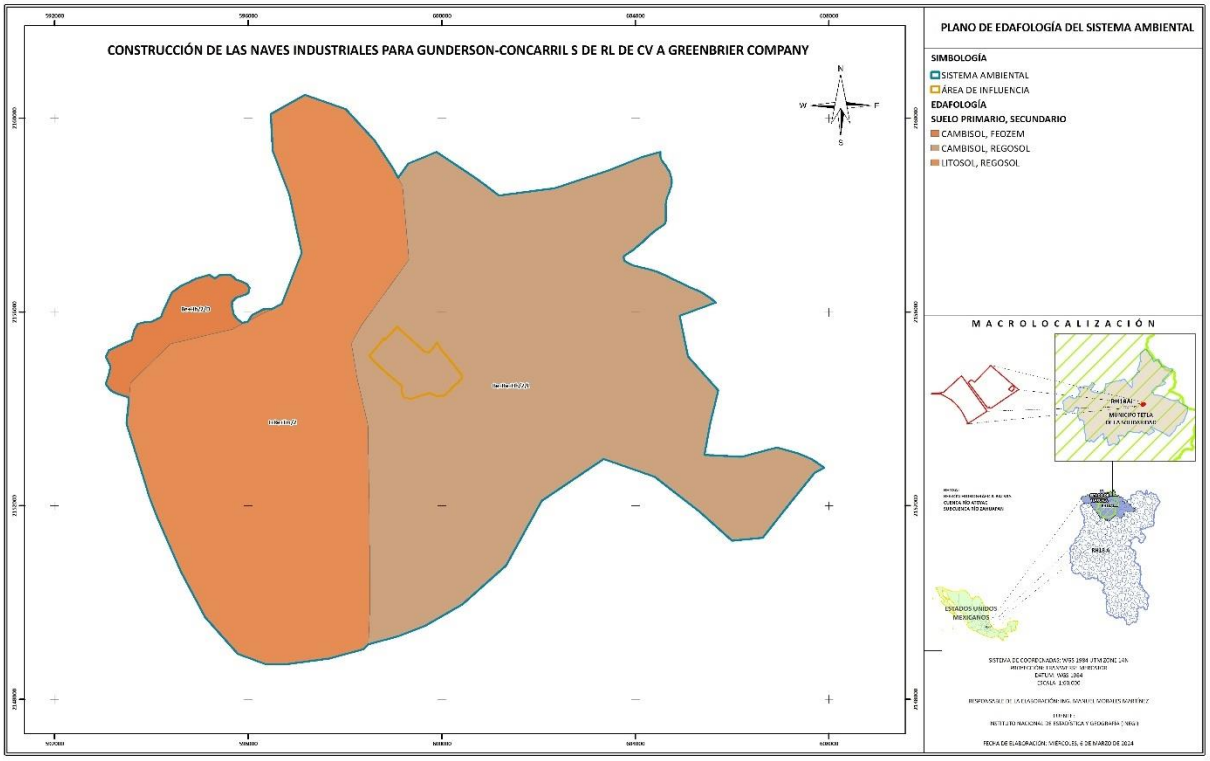


Figura IV.45. Tipos de suelo en el SA.

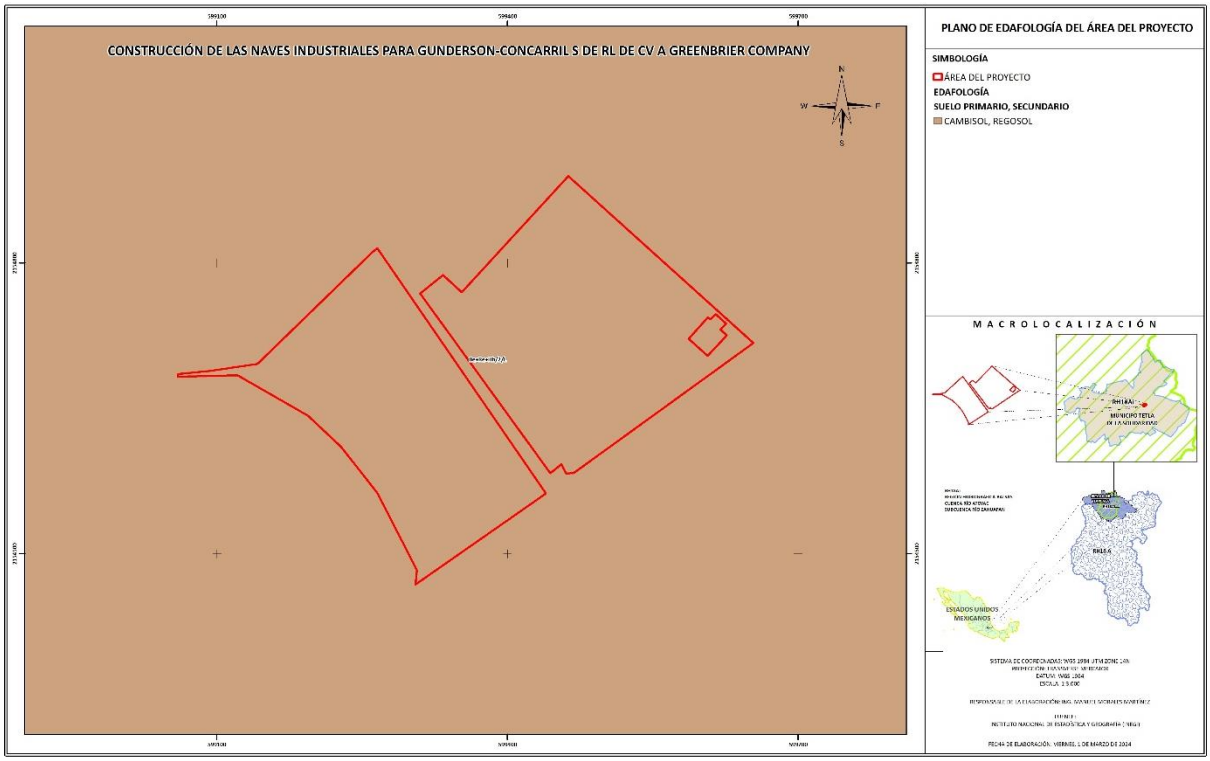


Figura IV.46. Tipo de suelo en el AP.

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 IV.A. METODOLOGÍA EROSIÓNY BALANCE H.** donde se determinó la perdida de suelo existente en las superficies de interés (sistema ambiental y cambio de uso de suelo) así como la erosión que existirá en el cambio de uso de suelo 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).

Sistema ambiental

El SA presenta una erosión hídrica ligera y una eólica que se considera "sin erosión".

Cuadro IV.21. Erosión hídrica y eólica actual en el SA.

Sistema ambiental	PECRE	IAVIE	IALLU	CAERO	CATEX	CATOP	CAUSO	Erosión (ton/ha/año)	Grado de erosión
Erosión Hídrica	116.43		116.1	1.412	0.3	0.35	0.4172	**7.18**	Ligera
Erosión Eólica		71.636			0.3		0.4172	**8.97**	**Sin erosión**

Área del proyecto

Para el caso del área del proyecto, la erosión hídrica es ligera al igual que la erosión eólica.

Cuadro IV.22. Erosión hídrica y eólica actual en el AP.

Área del proyecto	POL	PECRE	IAVIE	IALLU	CAERO	CATEX	CATOP	CAUSO	Erosión (Tn/Ha/año)	Grado de erosión	Erosión (Tn/año)
Erosión Hídrica.	1	100.92		98.69	1	0.3	0.35	0.1	**1.04**	Ligera	**4.81**
	2	100.92		98.69	1	0.3	0.35	0.1	**1.04**	Ligera	**5.36**
Erosión total en el AP											**10.16**
Erosión eólica.	1		83.52		1	1.25	0.35	0.1	**10.44**	Ligera	**48.41**
	2		83.52		1	0.3	0.35	0.1	**10.44**	Ligera	**53.97**
Erosión total en el AP											**102.39**

NOTA: se anexa la memoria de cálculo de la erosión (ANEXO IV.B. CÁLCULO DE LA EROSIÓN_UA)

IV.4.1.1.6 HIDROLOGÍA

- **HIDROLOGÍA SUPERFICIAL**

Sistema ambiental

Dentro del sistema ambiental se observan diversos flujos de agua los cuales en su mayoría son de tipo intermitente, además de ser contribuyentes para algunos de tipo perenne, los cuales se unen a algunos cuerpos de agua como son presas y represas.

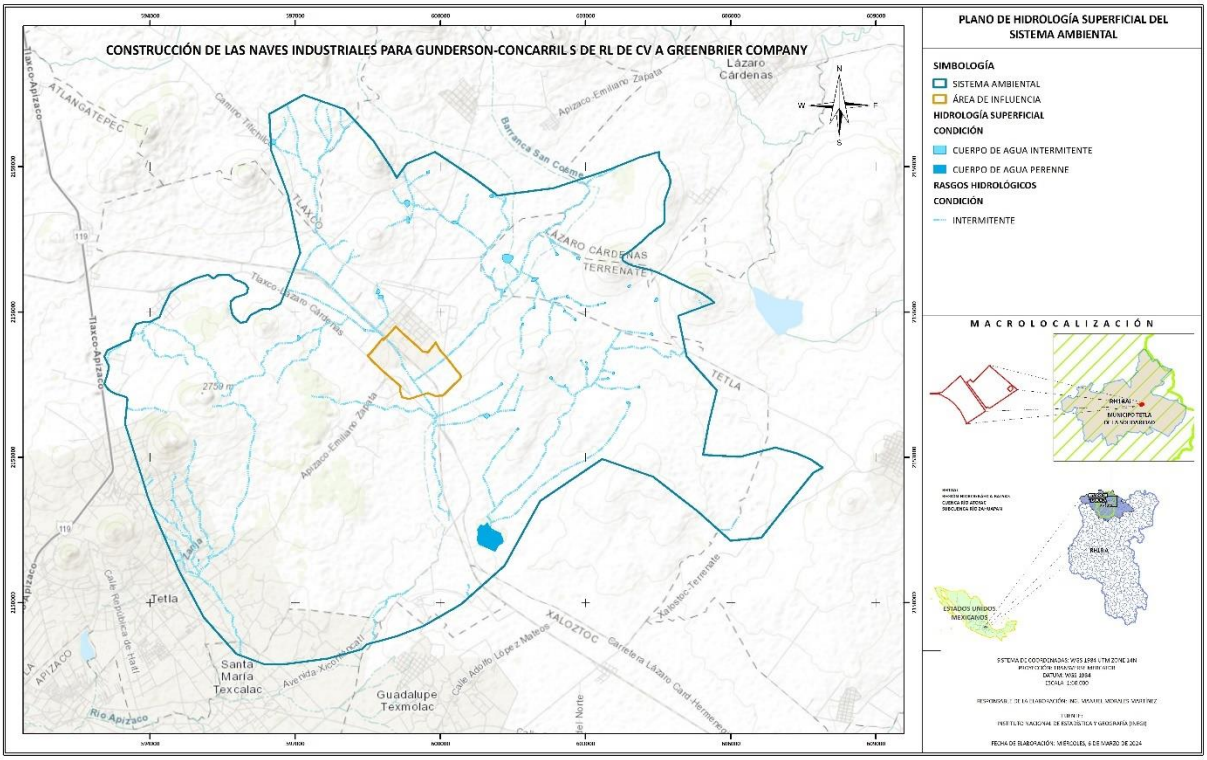


Figura IV.47. Hidrología superficial del SA.

Área del proyecto

El AP se encuentra dentro de la Cuenca RH18A, R. Atoyca, Subcuenca RH18Ai Río Zahuapan. Dentro de la superficie, cruza un cuerpo de agua de grado *intermitente.*

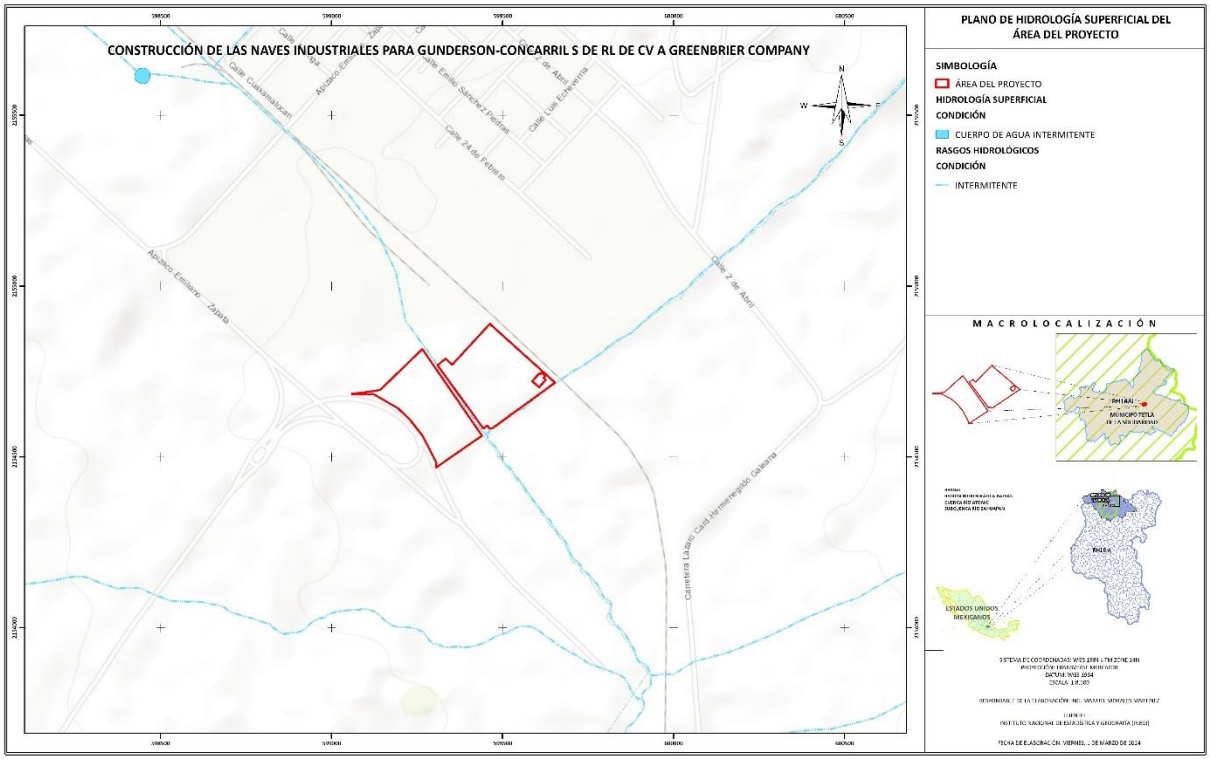


Figura IV.48. Hidrología superficial del AP

HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

Sistema ambiental

El SA se encuentra ubicado en el acuífero subterráneo Alto Atoyac y en el Emiliano Zapata.

Área del proyecto

El AP se encuentra ubicado en el acuífero subterráneo Alto Atoyac.

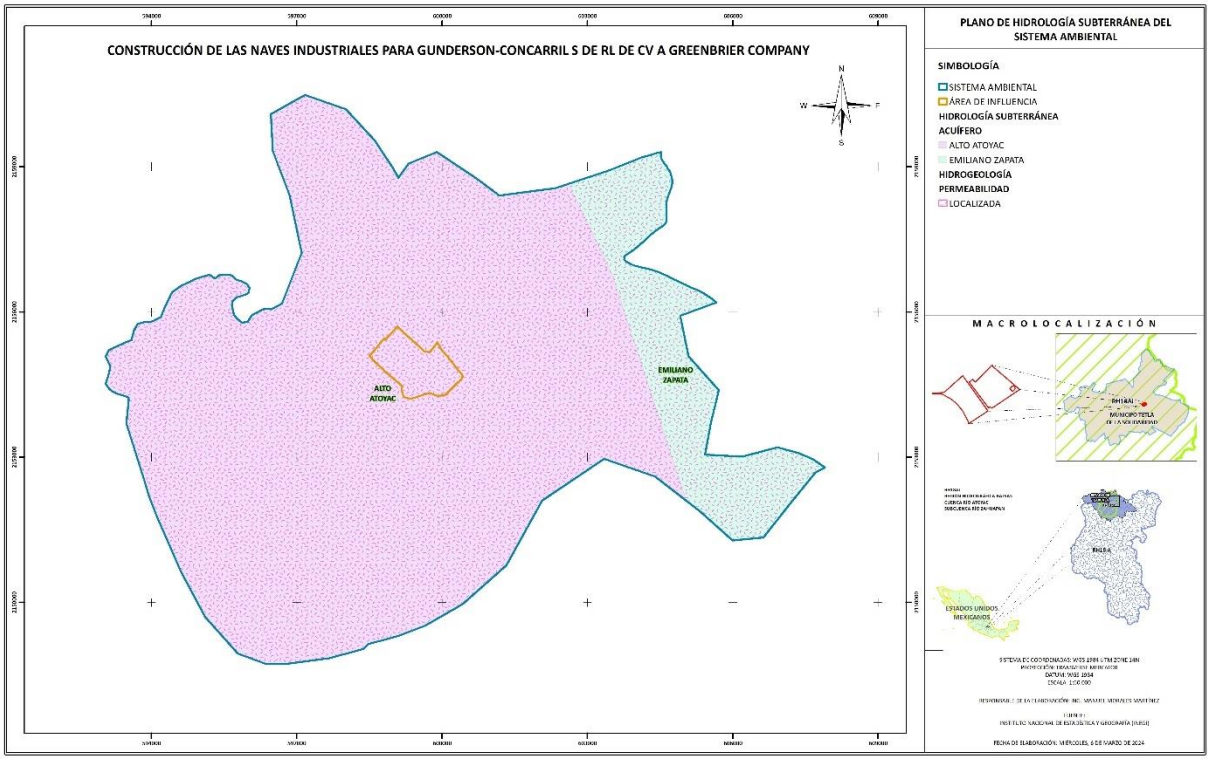


Figura IV.49. Hidrología subterránea del SA.

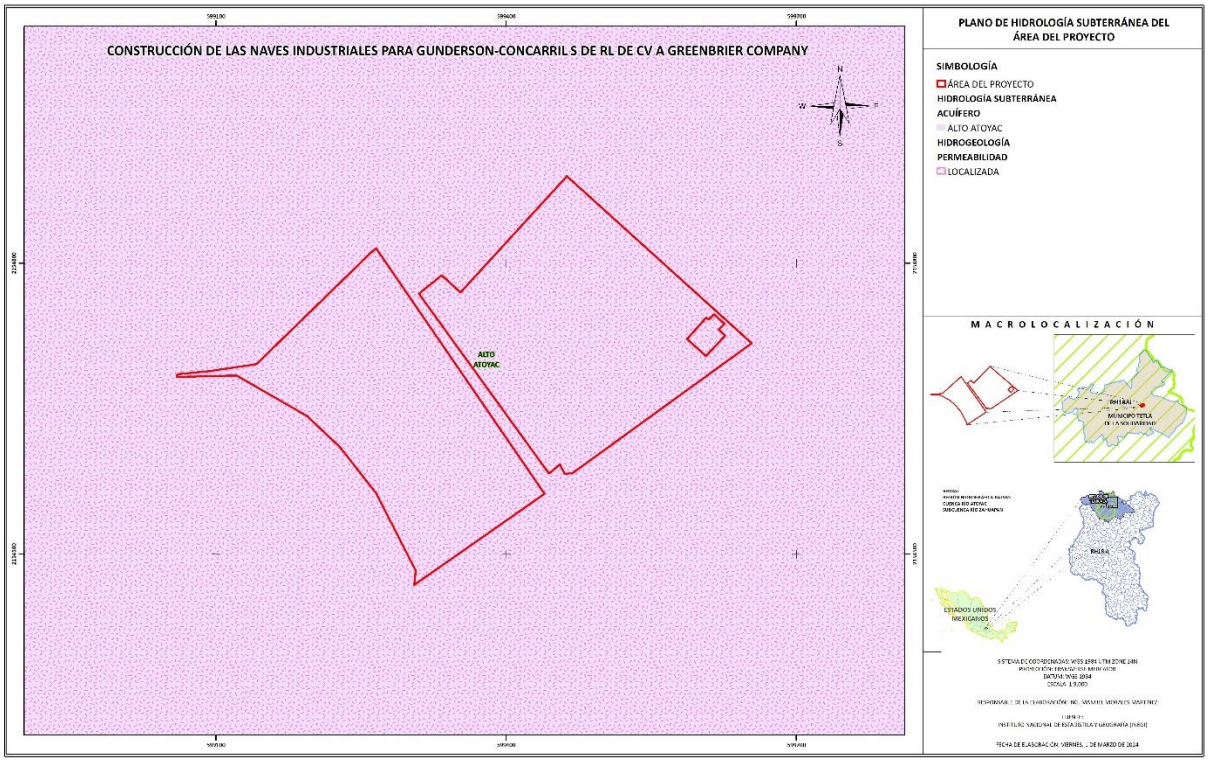


Figura IV.50. Hidrología subterránea del AP.

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 del proyecto, a fin de tener un contraste del balance hídrico presente en los sitios de interés, **en el (ANEXO IV.C._CÁLCULO_BALANCE H._UA)**. se presenta la memoria de cálculo.

Cuadro IV.23 Balance hídrico en el sistema ambiental y área del proyecto

Nivel	Precipitación (m^3)	EVT (m^3)	Volumen escurrimiento (m^3)	Infiltración (m^3)	Balance Hídrico
SA	64,751,506.66	47,161,561.22	9,077,012.58	8,512,932.86	1.00
AP	60,313.67	49,619.90	2,163.25	8,530.52	1.00

IV.4.1.2 MEDIO BIÓTICO

IV.4.1.2.1 FLORA

VEGETACIÓN

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).

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.).

Tipo de vegetación

Sistema ambiental

De acuerdo con la cartografía de uso de suelo y vegetación de la Serie VII de INEGI, en el SA se encuentran diferentes tipos de uso de suelo y vegetación, los cuales se presentan a continuación:

Cuadro IV.24. Uso de suelo y vegetación Serie VII, en el SA.

Clave	Descripción	Superficie (ha)
AH	Asentamientos humanos	280.9922
BJ	Bosque de táscate	821.7122
BQ	Bosque de encino	125.6885
H2O	Cuerpo de agua	33.3003
PI	Pastizal inducido	991.223
RA	Agricultura de riego anual	0.3476
RS	Agricultura de riego semipermanente	188.2607
TA	Agricultura de temporal anual	3384.0232
TAP	Agricultura de temporal anual y permanente	549.7409
VSa/BJ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de táscate	2493.3958

Clave	Descripción	Superficie (ha)
VSa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	70.3133
VSA/BQ	Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	367.1271
Total		**9306.1248**

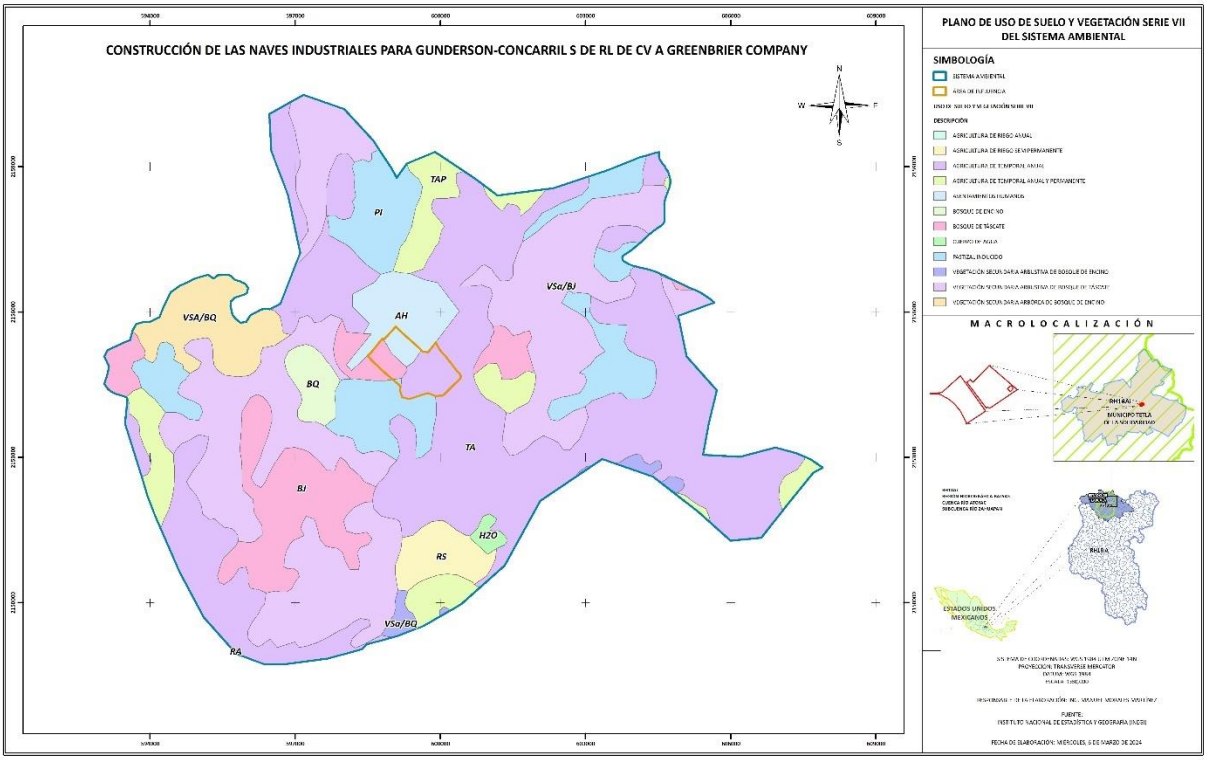


Figura IV.51. Uso de suelo y vegetación en el SA, AI, de acuerdo con INEGI serie VII.

Área del proyecto

De acuerdo con la cartografía de uso de suelo y vegetación de la Serie VII de INEGI, en el AP se encuentran tres diferentes usos de suelo, los cuales presentan a continuación:

Cuadro IV.25. Uso de suelo y vegetación Serie VII, en el AP.

Clave	Descripción	Superficie (ha)
TA	Agricultura de temporal anual	7.9743
BJ	Bosque de táscate	1.826
PI	Pastizal inducido	0.0068
Total		**9.8071**

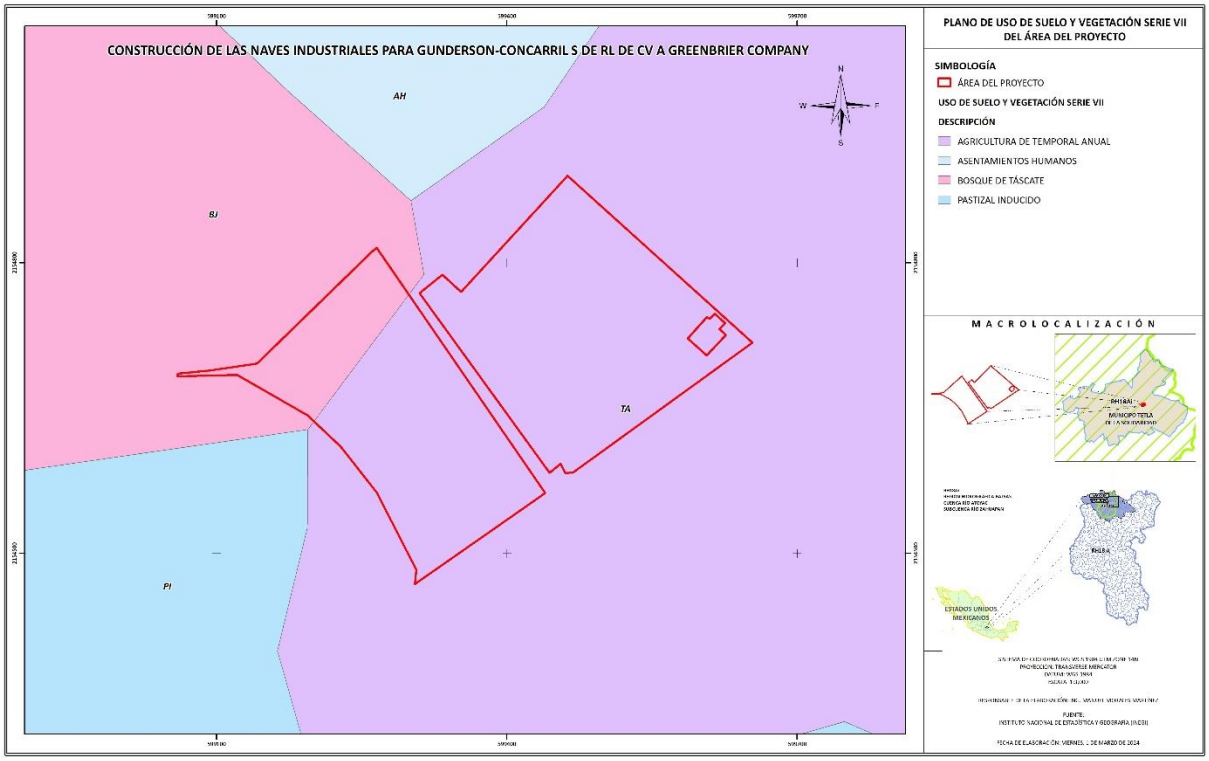


Figura IV.52. Uso de suelo y vegetación en el AP, de acuerdo con INEGI serie VII

BOSQUE DE TÁSCATE

Comunidad vegetal distribuida desde Baja California hasta Chiapas, concentrándose en el Eje Neovolcánico, en los estados de Hidalgo, Tlaxcala y Puebla, y en menor proporción en partes de la Península de Baja California, Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental y Sierra Madre del Sur. Los climas en que se desarrolla varían, desde el frío de las altas montañas hasta el templado subhúmedo y el semiseco de las zonas áridas. Se encuentra en altitudes entre los 1 000 y 2 600 m, con una temperatura media anual que va de los 12 a 22°C y una precipitación que fluctúa de los 200 a los 1 200 mm. Se establecen en rocas ígneas de tobas y basaltos, sedimentarias como las calizas y lutitas y en menor proporción en metamórficas como los gneis y esquistos, entre otros, principalmente en leptosoles, regosoles luvisoles, vertisoles y en menor medida en los chernozem, phaeozem, entre otros. El bosque está conformado por árboles con hojas en forma de escama (escuamifolios) del género Juniperus conocido como táscate, enebro o cedro. Tienen una altura promedio de 8 a 15 m, y están siempre en contacto con los bosques de encino, pino-encino, selva baja caducifolia y matorrales dezonas áridas. Las especies más comunes y de mayor distribución en estos bosques son *Juniperus flaccida, J. deppeana, J. monosperma* y algunas especies del género *Quercus y Pinus*.[iv]

Sistema ambiental

Las condiciones ambientales presentes en el SA, corresponde con las características de vegetación Bosque de táscate (BJ), áreas con vegetación de Vegetación secundaria arbustiva de bosque de táscate (VSa/BJ) y Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino (VSa/BQ),

Área del proyecto

El área del proyecto presenta la misma condición de baja calidad ambiental con un tipo de Vegetación de Bosque de Táscate teniendo fuentes de deterioro puntuales como;

- Fragmentación del habitad.
- Crecimiento poblacional.

Lo anterior solo es lo más puntual aunado a esto existen otras fuentes de afectación ambiental dando como resultado un área perturbada, fragmentada y con un estado pobre de conservación.

1. Metodología que se empleó en la toma de datos para la flora

Diseño de muestreo

El análisis de la vegetación identificada se basó y fundamentó en el tipo de vegetación que será removida como consecuencia del cambio de uso de suelo en el área del proyecto; el cual corresponde a vegetación de Bosque de Táscate**.**

Las unidades muestrales deben satisfacer tres requisitos importantes[v]:

- ✓ 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.

Diseño de muestreo

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[vi].

El diseño del muestreo dasonómico es sistemático y estratificado (por estrato de la vegetación), esto con la finalidad de contar con elementos estadísticos que permitan estimar la confiabilidad del inventario e intensificar el muestreo en las zonas con mayor dinámica de cambio y con las estructuras vegetativas más complejas.

De lo anterior se levantaron sitios dentro de la microcuenca hidrográfica con condiciones similares a las que presentaba el área del proyecto; los listados y cálculos se presentan a continuación:

Procedimiento de toma de datos:

La información se levantó para los estratos: arbóreo, arbustivo, herbáceo y cactáceas y/o epífitas de la siguiente manera:

Sistema ambiental

- ♦ **Estrato arbóreo:**

- Con un radio de 12.61 m (500 m^2) = 4 sitios
- Con un radio de 5.64 m (100 m^2) = 1 sitios

♦ **Estrato Arbustivo:**

- Con un radio de 5.64 m (100 m^2) = 5 sitios

♦ **Estrato Herbáceo:**

- Cuadrado de (1 m^2) = 5 sitios

♦ **Estrato cactáceas y/o epifitas:**

- Con un radio de 12.61 m (500 m^2) = 3 sitios

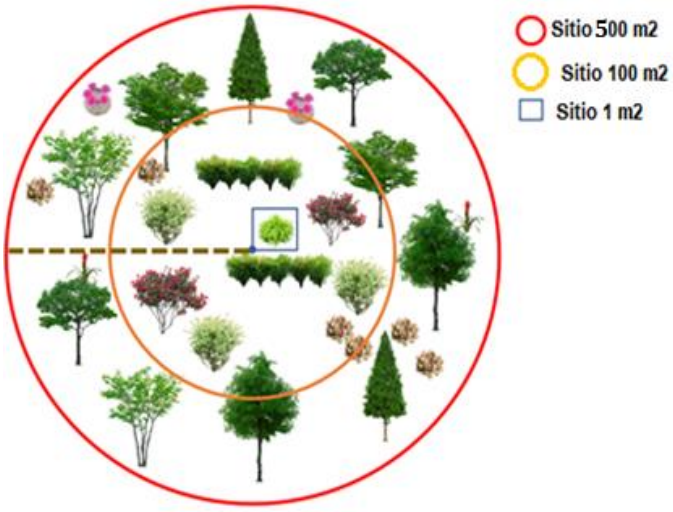


Imagen IV.1. Ejemplo sitio.

*Cabe mencionar que el tamaño del sitio no tiene que corresponder a la imagen anterior ya que solo es un ejemplo.

Área del proyecto

♦ **Estrato arbóreo:**

- Con un radio de 12.61 m (500 m^2) = 5 sitios

♦ **Estrato Arbustivo:**

- Con un radio de 5.64 m (100 m^2) = 5 sitios

♦ **Estrato Herbáceo:**

- Cuadrado de (1 m^2) = 5 sitios

♦ **Estrato epífitas y/o cactáceas:**

- Con un radio de 12.61 m (500 m^2) = 5 sitios



Imagen IV.2. Ubicación del sitio de muestreo.

Una vez delimitados los sitios se procedió a la toma de datos para lo cual se ocupó el siguiente material:

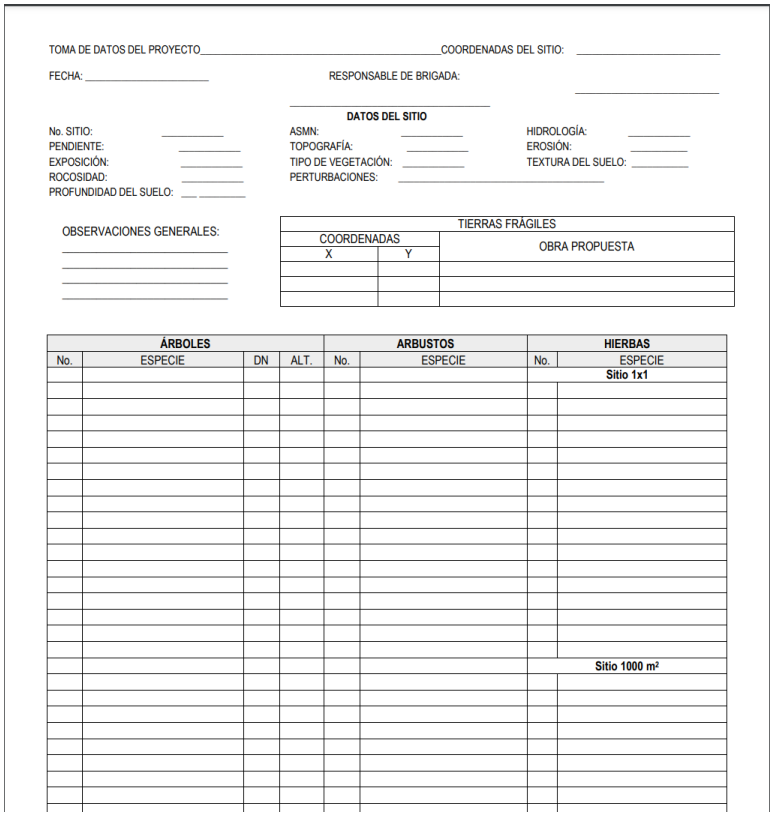
- Libreta de campo
- Lápiz
- Formatos
- Clinómetro
- Machete
- Cinta diamétrica
- Binoculares
- Cámara fotográfica
- GPS

Material para la colecta de especies:

- Libreta de campo
- Lápiz y plumón indeleble
- Lápiz graso
- Fichas y/o formatos de colecta
- Tijeras de podar
- Machete
- Morral grande
- Etiquetas adhesivas y de colgar
- Bolsas de papel medianas y grandes
- Prensa portátil

- Papel periódico, papel secante, cartón corrugado y lazos
- Bolsas de plástico
- Cinta diamétrica
- Garrocha para recolectar
- Clinómetro
- Binoculares
- GPS
- Cámara fotográfica

Se conformaron 2 brigadas de 3 personas, las actividades comenzaron a las 8:00 am y se detuvieron a las 5:00 pm.



TOMA DE DATOS DEL PROYECTO_____ COORDENADAS DEL SITIO: _____

FECHA: _____ RESPONSABLE DE BRIGADA: _____

DATOS DEL SITIO

No. SITIO: _____ ASMN: _____ HIDROLOGÍA: _____
PENDIENTE: _____ TOPOGRAFÍA: _____ EROSIÓN: _____
EXPOSICIÓN: _____ TIPO DE VEGETACIÓN: _____ TEXTURA DEL SUELO: _____
ROCOSIDAD: _____ PERTURBACIONES: _____
PROFUNDIDAD DEL SUELO: ___ _____

OBSERVACIONES GENERALES:

TIERRAS FRÁGILES		
COORDENADAS		OBRA PROPUESTA
X	Y	

ÁRBOLES				ARBUSTOS		HIERBAS	
No.	ESPECIE	DN	ALT.	No.	ESPECIE	No.	ESPECIE
							Sitio 1x1
							Sitio 1000 m²

Imagen IV.3. Formato para la toma de datos.

El procedimiento utilizado fue el siguiente:

1. Se ubicaron los sitios a través del mapa digital disponible en la Tablet.
2. Una vez delimitado el sitio, se procedió a medir las variables dasométricas de los árboles (diámetro y altura) y la cobertura por especie, marcándolos con aerosol pues debido a las condiciones del lugar no se pudieron etiquetar los individuos.
3. Para el estrato arbustivo, se cuantificaron todos los individuos que se encontraron, se obtuvo la cobertura por especie, siendo marcados con aerosol.

4. Para el estrato herbáceo se realizó la delimitación del sitio para la posterior cuantificación de individuos y sus especies.
5. Este procedimiento se repitió en cada uno de los puntos que fueron establecidos para tomar información.



Imagen IV.4. Ejemplo de delimitación del sitio de muestreo.

Para la identificación de las especies se ocupó la siguiente bibliografía:

- 2007. Fascículo 150. Familia Leguminosae. Flora del Bajío y de regiones adyacentes.
- Calderón de Rzedowski G. y Rzedowski J. 2006. Fascículo 142, Sapindaceae. Flora del bajío y de regiones adyacentes. Instituto de Ecología, A.C. Pátzcuaro, Michoacán. 70 p.
- Calderón de Rzedowski y Rzedowski J. 1999. Fascículo 78, Anacardiaceae. Flora del bajío y de regiones adyacentes. Instituto de Ecología, A.C. Pátzcuaro, Michoacán. 52 p.
- Carranza-González E. 2000. Fascículo, Opiliaceae. Flora del bajío y de regiones adyacentes. Instituto de Ecología, A.C. Pátzcuaro, Michoacán. 7 p.
- Castillo-Campos G., Medina M. E. y Hernández S. 1998. Fascículo 103, Theophrastaceae. Flora de Veracruz. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México. 20 p.
- Randell Badillo, J. 2008. Ordenamiento ecológico territorial regional en los municipios donde se ubica el Parque Nacional Los Mármoles. Consejo Estatal de Ecología. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. DQ006. México D. F.
- CONANP-SEMARNAT. 2005. Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, D.F. 207 p.
- Espejo-Serna A. y López-Ferrari A. R. 2010. Fascículo 165. Bromeliaceae. Flora del bajío y regiones adyacentes. Departamento de Biología. Herbario Metropolitano, México, D.F. 82 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.
- SEMARNAT

- Mondragón-Chaparro D. M., Ramírez-Morillo I. M., Flores-Cruz M. y García-Franco J. G. 2001. La familia Bromeliaceae en México. Texcoco, Estado de México. 103 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.
- Vázquez-Torres, M. Campos-Jiménez, J. y Cruz-Pérez, A. 2006. Los helechos y plantas afines del bosque mesófilo de montaña de Banderilla, Veracruz, México. pp. 63-77.
- Zertuce et al. (2018), "Manual de identificación de árboles y arbustos forrajeros en Tamaulipas" (internet) en; MANUAL-DE-ARBOLES-FINAL-WEB-1-79.pdf (www.gob.mx), visto 28 de febrero de 2023.
- García, (2009) "diversidad florística y vegetación del área natural protegida altas cumbres, Tamaulipas, México. (internet) en 1020167109.pdf (uanl.mx), visto 28 de febrero de 2023.
- Ruiz y Coronado (2012)," Recursos naturales, la vegetación del altiplano de Tamaulipas, México" (internet) en; (PDF) Recursos Naturales | Enrique Ruiz-Cancino and Juana María Coronado-Blanco - Academia.edu, visto el 28 de febrero de 2023.

Muestreo

La finalidad del muestreo en cada UA es determinar que las especies que se removerán en el área del proyecto no afectaran la biodiversidad ya que de acuerdo con el muestreo realizado las especies se, mantienen en las diferentes vegetaciones.

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., 2011vii; Mostacedo y Fredericksen, 2000viii).

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).

A continuación, se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo con sus respectivos planos;

Cuadro IV.26. Coordenadas del muestreo Sistema ambiental.

ESTRATO ARBÓREO			ESTRATO ARBUSTIVO		
Sitio	X	Y	Sitio	X	Y
1	599620	2154860	1	599620	2154860
2	599625	2154984	2	599625	2154984
3	599539	2154993	3	599539	2154993
4	598266	2155362	4	598266	2155362
5	598260	2155327	5	598260	2155327
ESTRATO HERBÁCEO			ESTRATO CACTÁCEAS Y/O EPÍFITAS		
1	599618	2154870	1	599620	2154860

2	599625	2154984	2	599625	2154984
3	599537	2154998	3	599539	2154993
4	598257	2155366			
5	598260	2155327			

Cuadro IV.27. Coordenadas del muestreo Área del proyecto.

Zona	Sitio	Tamaño del sitio	Coordenadas		
			X	Y	Especificaciones
1	1	500	599314	2154559	Arbóreo
		100	599314	2154559	Arbustivo
		500	599314	2154559	Cactáceas y/o epifitas
		1	599313	2154559	Herbáceo
	2	500	599331	2154642	Arbóreo
		100	599331	2154642	Arbustivo
		500	599331	2154642	Cactáceas y/o epifitas
		1	599329	2154646	Herbáceo
	3	500	599226	2154694	Arbóreo
		100	599266	2154694	Arbustivo
		500	599226	2154694	Cactáceas y/o epifitas
		1	599266	2154694	Herbáceo
	4	500	599167	2154688	Arbóreo
		100	599167	2154688	Arbustivo
		500	599167	2154688	Cactáceas y/o epifitas
		1	599167	2154688	Herbáceo
2	5	500	599393	2154748	Arbóreo
		100	599393	2154748	Arbustivo
		500	599393	2154748	Cactáceas y/o epifitas
		1	599390	2154749	Herbáceo
	6	500	599432	2154804	Arbóreo
		100	599432	2154804	Arbustivo
		500	599432	2154804	Cactáceas y/o epifitas
		1	599432	2154804	Herbáceo
	7	500	599476	2154825	Arbóreo
		100	599476	2154825	Arbustivo
		1	599476	2154825	Herbáceo
		500	599476	2154825	Cactáceas y/o epifitas
4	8	100	599504	2154656	Arbóreo
		100	599504	2154656	Arbustivo
		1	599504	2154656	Herbáceo
		100	599504	2154656	Cactáceas y/o epifitas
	9	100	599398	2154712	Arbóreo
		100	599398	2154712	Arbustivo
		1	599398	2154712	Herbáceo
		100	599398	2154712	Cactáceas y/o epifitas
	10	100	599385	2154696	Arbóreo
		100	599385	2154696	Arbustivo
		1	599385	2154696	Herbáceo
		100	599385	2154696	Cactáceas y/o epifitas

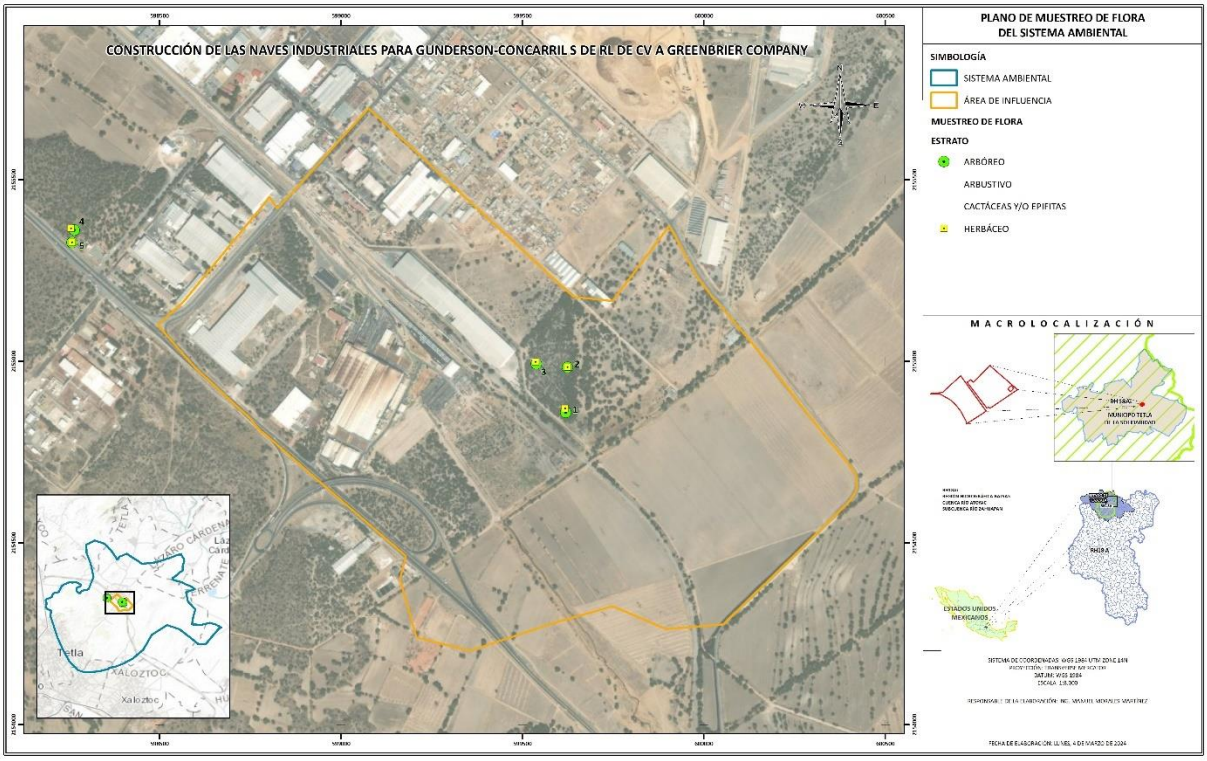


Figura IV.53. Plano de los sitios de muestreo del SA.

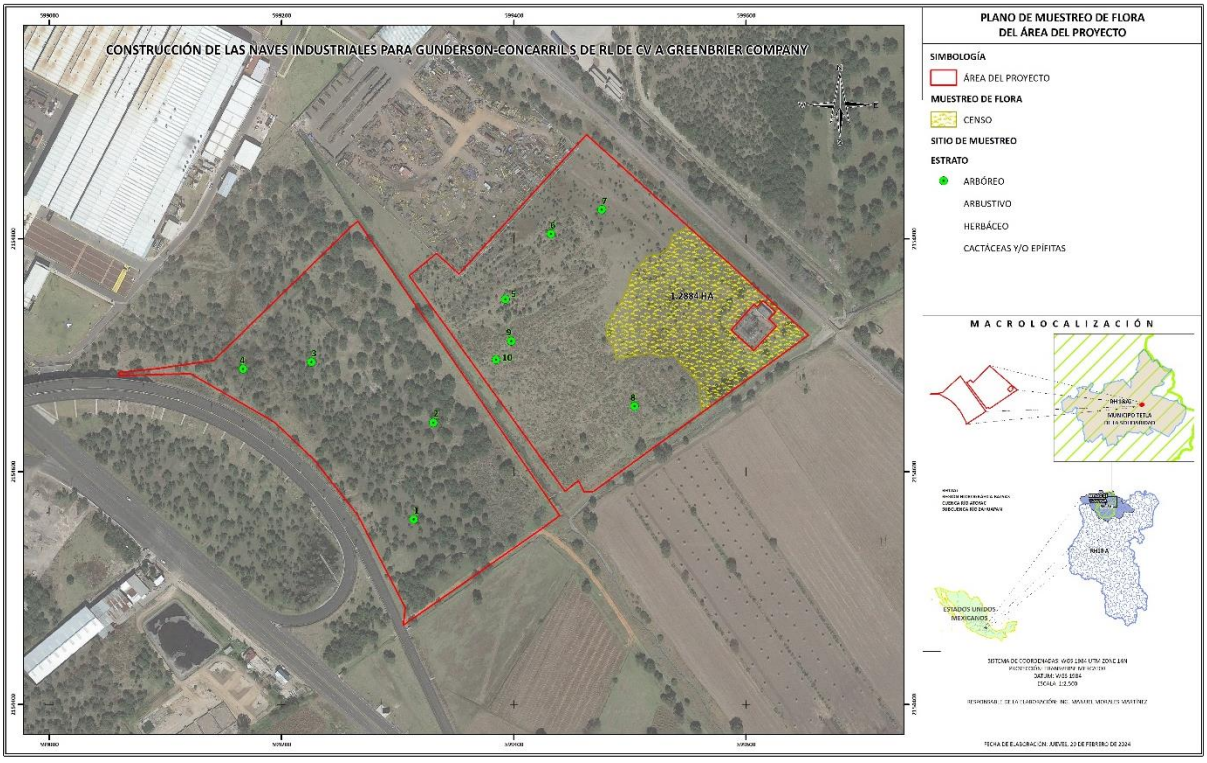


Figura IV.54. Plano de los sitios de muestreo del AP.

Especies por sitios de muestreo

La información de especies presentes por sitio de muestreo se presenta en a continuación:

Sistema ambiental

Cuadro IV.28. Especies por sitio de muestreo en el SA.

ESTRATO ARBÓREO					
Sitio	**X**	**Y**	**Nombre Científico**	**Nombre Común**	**No. Individuos**
1	599620	2154860	*Juniperus deppeana*	Sabino	154
			Arctostaphylos pungens	Manzanita	1
			Buddleja cordata	Tepozán	4
			Prunus serotina	Capulín	2
2	599625	2154984	*Juniperus deppeana*	Sabino	171
3	599539	2154993	*Juniperus deppeana*	Sabino	168
4	598266	2155362	*Juniperus deppeana*	Sabino	13
5	598260	2155327	*Juniperus deppeana*	Sabino	3
ESTRATO ARBUSTIVO					
1	599620	2154860	*Baccharis conferta*	Escoba	2
			Bouvardia ternifolia	Trompetilla	1
			Symphoricarpos microphyllus	Perlita	37
2	599625	2154984	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	1
			Baccharis pteronioides	Hierba del golpe	2
3	599539	2154993	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	1
			Buddleja perfoliata	Salvia de bolitas	3
4	598266	2155362	*Symphoricarpos microphyllus*	Perlita	49
			Quercus microphylla	Encino enano	109
5	598260	2155327	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	1
			Senecio salignus	Jarilla	2
			Symphoricarpos microphyllus	Perlita	20
ESTRATO HERBÁCEO					
1	599618	2154870	*Dichondra sericea*	Oreja de ratón verde	1
			Setaria parviflora	Zacate sedoso	1
			Piptochaetium virescens	S/N	1
			Panicum hallii	Panizo aserrín	1
			Geranium seemannii	Pata de león	1
2	599625	2154984	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	2
			Cheilanthes myriophylla	Helecho	11
3	599537	2154998	*Setaria parviflora*	Zacate sedoso	3
			Piptochaetium virescens	S/N	18
			Panicum hallii	Panizo aserrín	5
			Cheilanthes myriophylla	Helecho	12
4	598257	2155366	*Setaria parviflora*	Zacate sedoso	5
			Panicum hallii	Panizo aserrín	12
			Cheilanthes myriophylla	Helecho	29
5	598260	2155327	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	6
CACTÁCEAS Y/O EPIFITAS					
1	599620	2154860	*Tillandsia recurvata*	Gallito	65
			Opuntia streptacantha	Nopal cardón	1
2	599625	2154984	*Tillandsia recurvata*	Gallito	66
			Opuntia streptacantha	Nopal cardón	7
			Mammillaria rhodantha	Biznaga de cabezas aureas	8
3	599539	2154993	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	8
			Mammillaria rhodantha	Biznaga de cabezas aureas	6
			Coryphantha pycnacantha	Biznaga partida chiche de burro	11

Área del proyecto

Cuadro IV.29. Especies presentes por sitio de muestreo del AP.

Zona 1 (Bosque de táscate)						
Sitio	**1**	**Coordenadas**				
		X:		599314	Herbaceas	599313
		Y:		2154559		2154559
		Tipo de vegetación		Bosque de Táscate		
Estrato	**Especie**	**Nombre común**	**Forma**	**Número de individuos**	**DN (cm)**	**ALT (m)**
					Promedio	**Promedio**
Arbóreo	*Juniperus deppeana*	Sabino	Árbol	14	17.9	2.4
			Bifurcado	4	15.5	2.5
			Ramificado	2	11.5	2.1
			Rebrote	1	7	1.8
			Renuevo	4		
Arbustivo	*Symphoricarpos microphyllus*	Perlita	Arbusto	11		
Cactáceas y/o epifitas	*Coryphantha pycnacantha*	Biznaga partida chiche de burro	Cactáceas	1		
	Opuntia streptacantha	Nopal cardón	Cactáceas	3		
	Tillandsia recurvata	Gallito	Epifitas	402		
Herbáceo	Piptochaetium virescens	S/N	Hierba	9		
	Setaria parviflora	Zacate sedoso	Hierba	8		
Sitio	**2**	**Coordenadas**				
		X:		599331	Herbaceas	599329
		Y:		2154642		2154646
		Tipo de vegetación		Bosque de Táscate		
Estrato	**Especie**	**Nombre común**	**Forma**	**Número de individuos**	**DN (cm)**	**ALT (m)**
					Promedio	**Promedio**
Arbóreo	*Juniperus deppeana*	Sabino	Árbol	18	18.1	2.8
			Bifurcado	3	14.2	3.0
			Renuevo	2		
Arbustivo	*Symphoricarpos microphyllus*	Perlita	Arbusto	11		
Cactáceas y/o epifitas	*Coryphantha pycnacantha*	Biznaga partida chiche de burro	Cactáceas	1		
	Opuntia streptacantha	Nopal cardón	Cactáceas	2		
	Tillandsia recurvata	Gallito	Epifitas	973		
Herbáceo	*Piptochaetium virescens*	S/N	Hierba	4		
	Setaria parviflora	Zacate sedoso	Hierba	14		
Sitio	**3**	**Coordenadas**				
		X:		599226		
		Y:		2154694		
		Tipo de vegetación		Bosque de Táscate		
Estrato	**Especie**	**Nombre común**	**Forma**	**Número de individuos**	**DN (cm)**	**ALT (m)**
					Promedio	**Promedio**
Arbóreo	*Juniperus deppeana*	Sabino	Árbol	27	17.7	2.6
			Bifurcado	10	15.3	2.8
			Renuevo	21		1.0
Arbustivo	*Baccharis conferta*	Escoba	Arbusto	1		

	Baccharis pteronioides	Hierba del golpe	Arbusto	1		
	Bouvardia ternifolia	Trompetilla	Arbusto	9		
	Symphoricarpos microphyllus	Perlita	Arbusto	1		
	Brickellia veronicifolia	Estrellita	Arbusto	1		
Cactáceas y/o epifitas	*Coryphantha pycnacantha*	Biznaga partida chiche de burro	Cactáceas	7		
	Mammillaria rhodantha	Biznaga de cabezas aureas	Cactáceas	8		
	Tillandsia recurvata	Gallito	Epifitas	203		
Herbáceo	Setaria parviflora	Zacate sedoso	Hierba	4		
Sitio	**4**	**Coordenadas**				
		X:		599167		
		Y:		2154688		
		Tipo de vegetación		Bosque de Táscate		
Estrato	**Especie**	**Nombre común**	**Forma**	**Número de individuos**	**DN (cm)**	**ALT (m)**
					Promedio	**Promedio**
Arbóreo	*Buddleja cordata*	Tepozán	Bifurcado	1	3	2
	Juniperus deppeana	Sabino	Árbol	31	16.5	3.3
			Bifurcado	7	11.1	3.0
			Ramificado	1	9	2.5
			Renuevo	19		1.0
	Prunus serotina	Capulín	Renuevo	1		
Arbustivo	*Baccharis conferta*	Escoba	Arbusto	5		
	Senecio salignus	Jarilla	Arbusto	2		
	Symphoricarpos microphyllus	Perlita	Arbusto	1		
Cactáceas y/o epifitas	Opuntia streptacantha	Nopal cardón	Cactáceas	3		
Herbáceo	Piptochaetium virescens	S/N	Hierba	25		
Zona 2 (Bosque de táscate)						
Sitio	**5**	**Coordenadas**				
		X:		599393	Herbaceas	599390
		Y:		2154748		2154749
		Tipo de vegetación		Bosque de Táscate		
Estrato	**Especie**	**Nombre común**	**Forma**	**Número de individuos**	**DN (cm)**	**ALT (m)**
					Promedio	**Promedio**
Arbóreo	*Juniperus deppeana*	Sabino	Árbol	22	7.8	2.6
			Bifurcado	17	6.4	2.7
			Ramificado	16	5.4	2.7
			Renuevo	10		1.5
Arbustivo	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	Arbusto	2		
	Buddleja perfoliata	Salvia de bolitas	Arbusto	7		
	Senecio salignus	Jarilla	Arbusto	15		
Cactáceas y/o epifitas	*Coryphantha pycnacantha*	Biznaga partida chiche de burro	Cactáceas	1		
Herbáceo	*Cheilanthes myriophylla*	Helecho	Hierba	3		
	Panicum hallii	Panizo aserrín	Hierba	7		
	Piptochaetium virescens	S/N	Hierba	12		
	Setaria parviflora	Zacate sedoso	Hierba	12		

Sitio	**6**	**Coordenadas**				
		X:		599432		
		Y:		2154804		
		Tipo de vegetación		Bosque de Táscate		
Estrato	**Especie**	**Nombre común**	**Forma**	**Número de individuos**	**DN (cm)**	**ALT (m)**
					Promedio	**Promedio**
Arbóreo	*Juniperus deppeana*	Sabino	Árbol	27	7.3	2.5
			Bifurcado	14	5.4	2.6
			Ramificado	9	5.9	2.7
			Renuevo	42		1.0
Arbustivo	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	Arbusto	14		
	Brickellia veronicifolia	Estrellita	Arbusto	1		
	Buddleja perfoliata	Salvia de bolitas	Arbusto	9		
	Quercus microphylla	Encino enano	Ramificado	1	5	1.2
	Symphoricarpos microphyllus	Perlita	Arbusto	19		
Cactáceas y/o epifitas	Opuntia streptacantha	Nopal cardón	Cactáceas	2		
	Tillandsia recurvata	Gallito	Epifitas	14		
Herbáceo	Panicum hallii	Panizo aserrín	Hierba	13		
	Piptochaetium virescens	S/N	Hierba	14		
	Setaria parviflora	Zacate sedoso	Hierba	22		
Sitio	**7**	**Coordenadas**				
		X:		599476		
		Y:		2154825		
		Tipo de vegetación		Bosque de Táscate		
Estrato	**Especie**	**Nombre común**	**Forma**	**Número de individuos**	**DN (cm)**	**ALT (m)**
					Promedio	**Promedio**
Arbóreo	*Juniperus deppeana*	Sabino	Árbol	5	10.2	3.1
			Bifurcado	14	5.5	2.5
			Ramificado	15	5.3	2.7
			Renuevo	25	8	1.2
	Prunus serotina	Capulín	Árbol	1	2	1
Arbustivo	*Baccharis conferta*	Escoba	Arbusto	1		
	Baccharis pteronioides	Hierba del golpe	Arbusto	2		
	Senecio salignus	Jarilla	Arbusto	2		
Herbáceo	*Eryngium carlinae*	Cabezona	Hierba	9		
	Panicum hallii	Panizo aserrín	Hierba	5		
	Setaria parviflora	Zacate sedoso	Hierba	6		
Zona 3 (Área inundada)						
CENSO		**Tipo de vegetación**		Área inundada (Bosque de Táscate)		
Estrato	**Especie**	**Nombre común**	**Forma**	**Número de individuos**	**DN (cm)**	**ALT (m)**
					Promedio	**Promedio**

Arbóreo	*Juniperus deppeana*	Sabino	Árbol	385	9.0	2.5
			Bifurcado	8	7.8	2.8
			Ramificado	10	6.9	2.7
			Rebrote	2	12	2.5
	Prunus serotina	Capulín	Árbol	2		0.49
Zona 4 (Jarilla)						
Sitio	**8**	**Coordenadas**				
		X:		599504		
		Y:		2154656		
		Tipo de vegetación		Jarilla		
Estrato	**Especie**	**Nombre común**	**Forma**	**Número de individuos**	**DN (cm) Promedio**	**ALT (m) Promedio**
Arbustivo	*Buddleja perfoliata*	Salvia de bolitas	Arbusto	3		
	Senecio salignus	Jarilla	Arbusto	52		
Herbáceo	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	Hierba	3		
	Setaria parviflora	Zacate sedoso	Hierba	1		
Sitio	**9**	**Coordenadas**				
		X:		599398		
		Y:		2154712		
		Tipo de vegetación		Jarilla		
Estrato	**Especie**	**Nombre común**	**Forma**	**Número de individuos**	**DN (cm) Promedio**	**ALT (m) Promedio**
Arbustivo	*Buddleja perfoliata*	Salvia de bolitas	Arbusto	1		
	Senecio salignus	Jarilla	Arbusto	31		
Herbáceo	*Eryngium carlinae*	Cabezona	Hierba	1		
	Panicum hallii	Panizo aserrín	Hierba	4		
Sitio	**10**	**Coordenadas**				
		X:		599385		
		Y:		2154696		
		Tipo de vegetación		Jarilla		
Estrato	**Especie**	**Nombre común**	**Forma**	**Número de individuos**	**DN (cm) Promedio**	**ALT (m) Promedio**
Arbóreo	*Juniperus deppeana*	Sabino	Renuevo	1		
Arbustivo	*Buddleja perfoliata*	Salvia de bolitas	Arbusto	1		
	Senecio salignus	Jarilla	Arbusto	23		
Herbáceo	*Eryngium carlinae*	Cabezona	Hierba	6		
	Setaria parviflora	Zacate sedoso	Hierba	2		

1. Diversidad de las comunidades

Listado florístico

A continuación, se presenta la distribución y el estado de las especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010

Sistema ambiental

Cuadro IV.30. Listado de flora en cuanto a NOM-059 y CITES del SA.

ESTRATO	FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
Arbóreo	Cupressaceae	Juniperus	Juniperus deppeana	Sabino	S/C	S/C
	Rosaceae	Prunus	Prunus serotina	Capulín	S/C	S/C
	Fagaceae	Quercus	Quercus microphylla	Encino enano	S/C	S/C
	Scrophulariaceae	Buddleja	Buddleja cordata	Tepozán	S/C	S/C
Arbustivo	Ericaceae	Arctostaphylos	Arctostaphylos pungens	Manzanita	S/C	S/C
	Asteraceae	Brickellia	Brickellia veronicifolia	Estrellita	S/C	S/C
	Asteraceae	Brickellia	Brickellia veronicifolia	Estrellita	S/C	S/C
	Rubiaceae	Bouvardia	Bouvardia ternifolia	Trompetilla	S/C	S/C
	Scrophulariaceae	Buddleja	Buddleja perfoliata	Salvia de bolitas	S/C	S/C
	Asteraceae	Baccharis	Baccharis conferta	Escoba	S/C	S/C
	Asteraceae	Baccharis	Baccharis pteronioides	Hierba del golpe	S/C	S/C
	Asteraceae	Senecio	Senecio salignus	Jarilla	S/C	S/C
	Caprifoliaceae	Symphoricarpos	Symphoricarpos microphyllus	Perlita	S/C	S/C
Cactáceas y/o epífitas	Cactaceae	Coryphantha	Coryphantha pycnacantha	Biznaga partida chiche de burro	S/C	II
	Bromeliaceae	Tillandsia	Tillandsia recurvata	Gallito	S/C	S/C
	Cactaceae	Mammillaria	Mammillaria rhodantha	Biznaga de cabezas aureas	S/C	II
	Cactaceae	Opuntia	Opuntia streptacantha	Nopal cardón	S/C	II
Herbáceo	Apiaceae	Eryngium	Eryngium carlinae	Cabezona	S/C	S/C
	Pteridaceae	Cheilanthes	Cheilanthes myriophylla	Helecho	S/C	S/C
	Poaceae	Piptochaetium	Piptochaetium virescens	S/N	S/C	S/C
	Poaceae	Panicum	Panicum halli	Panizo halli	S/C	S/C
	Poaceae	Piptochaetium	Piptochaetium virescens	S/N	S/C	S/C
	Convolvulaceae	Dichondra	Dichondra sericea	Oreja de ratón verde	S/C	S/C
	Geraniaceae	Geranium	Geranium seemannii	Pata de león	S/C	S/C
	Poaceae	Setaria	Setaria parviflora	Zacate sedoso	S/C	S/C

Área del proyecto

Cuadro IV.31. Listado de flora en cuanto a NOM-059 y CITES del AP.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM-059-SEMARNAT	CITES
Juniperus deppeana	Sabino	Nativa	S/C	S/C
Prunus serotina	Capulín	Nativa	S/C	S/C
Quercus microphylla	Encino enano	Endémico	S/C	S/C
Buddleja cordata	Tepozán	Endémico	S/C	S/C
Brickellia veronicifolia	Estrellita	Nativa	S/C	S/C
Brickellia veronicifolia	Estrellita	Nativa	S/C	S/C
Bouvardia ternifolia	Trompetilla	Nativa	S/C	S/C
Buddleja perfoliata	Salvia de bolitas	Endémico	S/C	S/C
Baccharis conferta	Escoba	Nativa	S/C	S/C
Baccharis pteronioides	Hierba del golpe	Nativa	S/C	S/C
Senecio salignus	Jarilla	Nativa	S/C	S/C
Symphoricarpos microphyllus	Perlita	Nativa	S/C	S/C
Eryngium carlinae	Cabezona	Nativa	S/C	S/C

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM-059-SEMARNAT	CITES
Cheilanthes myriophylla	Helecho	Nativa	S/C	S/C
Piptochaetium virescens	S/N	Nativa	S/C	S/C
Panicum halli	Panizo halli	Nativa	S/C	S/C
Piptochaetium virescens	S/N	Nativa	S/C	S/C
Dichondra sericea	Oreja de ratón verde	Nativa	S/C	S/C
Setaria parviflora	Zacate sedoso	Nativa	S/C	S/C
Coryphantha pycnacantha	Biznaga partida chiche de burro	Endémico	S/C	Apéndice II
Tillandsia recurvata	Gallito	Nativa	S/C	S/C
Mammillaria rhodantha	Biznaga de cabezas aureas	Endémico	S/C	Apéndice II
Opuntia streptacantha	Nopal cardón	Endémico	S/C	Apéndice II

Análisis de diversidad de la vegetación

Se presenta un análisis de diversidad de cada uno de los estratos de la vegetación.

Cálculo de riqueza específica, abundancia relativa e índice de Shannon–Wiener de las especies de flora

Para los índices de Shannon-Wiener, Simpson y el índice de importancia relativa es importante conocer el número de individuos presentes en el área del proyecto, por ende, se presentan los siguientes cuadros:

Número de individuos por unidad de superficie (hectárea) y total

Sistema ambiental

Cuadro IV.32. Individuos por hectárea y totales en el SA.

ESTRATO ARBÓREO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Cupressaceae	Juniperus	Juniperus deppeana	Sabino	2,830	5,943
2	Ericaceae	Arctostaphylos	Arctostaphylos pungens	Manzanita	5	11
3	Rosaceae	Prunus	Prunus serotina	Capulín	10	21
4	Scrophulariaceae	Buddleja	Buddleja cordata	Tepozán	20	42
ESTRATO ARBUSTIVO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Asteraceae	Baccharis	Baccharis conferta	Escoba	40	84
2	Asteraceae	Baccharis	Baccharis pteronioides	Hierba del golpe	60	126
3	Asteraceae	Brickellia	Brickellia veronicifolia	Estrellita	40	84
4	Asteraceae	Senecio	Senecio salignus	Jarilla	40	84
5	Caprifoliaceae	Symphoricarpos	Symphoricarpos microphyllus	Perlita	2,120	4,452
6	Fagaceae	Quercus	Quercus microphylla	Encino enano	545	1,145
7	Rubiaceae	Bouvardia	Bouvardia ternifolia	Trompetilla	20	42
8	Scrophulariaceae	Buddleja	Buddleja perfoliata	Salvia de bolitas	60	126
ESTRATO HERBÁCEO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Convolvulaceae	Dichondra	Dichondra sericea	Oreja de ratón verde	2,000	4,200

2	Geraniaceae	Geranium	Geranium seemannii	Pata de león	2,000	4,200
3	Poaceae	Panicum	Panicum hallii	Panizo halli	52,000	109,200
4	Poaceae	Piptochaetium	Piptochaetium virescens	S/N	38,000	79,800
5	Poaceae	Setaria	Setaria parviflora	Zacate sedoso	18,000	37,800
6	Pteridaceae	Cheilanthes	Cheilanthes myriophylla	Helecho	104,000	218,400
ESTRATO CACTÁCEAS Y/O EPÍFITAS						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Bromeliaceae	Tillandsia	Tillandsia recurvata	Gallito	655	1,376
2	Cactaceae	Coryphantha	Coryphantha pycnacantha	Biznaga partida chiche de burro	55	116
3	Cactaceae	Mammillaria	Mammillaria rhodantha	Biznaga de cabezas aureas	70	147
4	Cactaceae	Opuntia	Opuntia streptacantha	Nopal cardón	80	168

Área del proyecto

Cuadro IV.33. Individuos por hectárea y totales en el AP.

Zona 1 (Bosque de táscate)						
ESTRATO ARBÓREO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Sabino	3280	15211
2	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulín	20	93
3	Scrophulariaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozán	20	93
TOTAL					**3320**	**15396**
ESTRATO ARBUSTIVO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Escoba	600	2782
2	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	100	464
3	Asteraceae	*Senecio*	*Senecio salignus*	Jarilla	200	927
4	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	100	464
5	Caprifoliaceae	*Symphoricarpos*	*Symphoricarpos microphyllus*	Perlita	2400	11130
6	Rubiaceae	*Bouvardia*	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	900	4174
TOTAL					**4300**	**19941**
ESTRATO HERBÁCEO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium virescens*	S/N	380000	1762212
2	Poaceae	*Setaria*	*Setaria parviflora*	Zacate sedoso	260000	1205724
TOTAL					**640000**	**2967936**

ESTRATO CACTÁCEAS Y/O EPIFITAS						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	31560	146356
2	Cactaceae	*Coryphantha*	*Coryphantha pycnacantha*	Biznaga partida chiche de burro	180	835
3	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria rhodantha*	Biznaga de cabezas aureas	160	742
4	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	160	742
TOTAL					**32060**	**148675**
Zona 2 (Bosque de táscate)						
ESTRATO ARBÓREO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Sabino	4320	7747
2	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulín	20	36
TOTAL					**4340**	**7783**
ESTRATO ARBUSTIVO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Escoba	100	179
2	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	1800	3228
3	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	100	179
4	Asteraceae	*Senecio*	*Senecio salignus*	Jarilla	1700	3049
5	Caprifoliaceae	*Symphoricarpos*	*Symphoricarpos microphyllus*	Perlita	1900	3407
6	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	20	36
7	Scrophulariaceae	*Buddleja*	*Buddleja perfoliata*	Salvia de bolitas	1600	2869
TOTAL					**7220**	**12948**
ESTRATO HERBÁCEO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Apiaceae	*Eryngium*	*Eryngium carlinae*	Cabezona	90000	161397
2	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	250000	448325
3	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium virescens*	S/N	260000	466258
4	Poaceae	*Setaria*	*Setaria parviflora*	Zacate sedoso	400000	717320
5	Pteridaceae	*Cheilanthes*	*Cheilanthes myriophylla*	Helecho	30000	53799
TOTAL					**1030000**	**1847099**
ESTRATO CACTÁCEAS Y/O EPIFITAS						

ID	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	N° INDIVIDUOS TOTAL
1	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	280	502
2	Cactaceae	*Coryphantha*	*Coryphantha pycnacantha*	Biznaga partida chiche de burro	20	36
3	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	40	72
TOTAL					**340**	**610**
Zona 3 (Área inundada)						
ÁRBOLES CENSADOS						
Especie	**Nombre Común**	**Observación**	**Diámetro promedio**	**Altura promedio**	**NI**	**Sup. Ha**
Juniperus deppeana	Sabino	Vivo	8	2.5	70	1.2884
Juniperus deppeana	Sabino	Muerto	8	2.5	337	
Prunus serotina	Capulín	Vivo	-	0.49	2	
Zona 4 (Jarilla)						
ESTRATO ARBÓREO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Sabino	100	209
TOTAL					**100**	**209**
ESTRATO ARBUSTIVO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Asteraceae	*Senecio*	*Senecio salignus*	Jarilla	10600	22133
2	Scrophulariaceae	*Buddleja*	*Buddleja perfoliata*	Salvia de bolitas	500	1044
TOTAL					**11100**	**23177**
ESTRATO HERBÁCEO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Apiaceae	*Eryngium*	*Eryngium carlinae*	Cabezona	70000	146160
2	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	70000	146160
3	Poaceae	*Setaria*	*Setaria parviflora*	Zacate sedoso	30000	62640
TOTAL					**170000**	**354960**

Índice Simpson

Los índices de dominancia se basan en parámetros inversos a los conceptos de equidad puesto que toman en cuenta la dominancia de las especies con mayor representatividad, el índice de Simpson

también conocido como como índice de diversidad de especies o índice de dominancia, es uno de los parámetros que nos permite medir la riqueza de organismos.

A medida que el índice incrementa, la diversidad decrece, por ello el índice de Simpson se presenta habitualmente como una medida de la dominancia, por lo cual entre más aumente el valor uno, la diversidad disminuye.

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.

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).

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 con 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).

$$\lambda = 1 - \sum_{i=1}^{S} Pi^2$$

Donde:

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

A continuación, se muestran los cálculos del Índice de Simpson.

El índice de Simpson de dominancia D=p^2 estima si en un área determinada hay especies muy dominantes al sumar términos al cuadrado les 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 para cada uno de los estratos en el orden arbóreo, arbustivo, herbáceo.

Sistema ambiental

Cuadro IV.34. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato arbóreo del SA.

ESTRATO ARBÓREO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Cupressaceae	Juniperus	*Juniperus deppeana*	Sabino	5943	0.9878	0.9757
2	Ericaceae	Arctostaphylos	*Arctostaphylos pungens*	Manzanita	11	0.0017	0.0000
3	Rosaceae	Prunus	*Prunus serotina*	Capulín	21	0.0035	0.0000
4	Scrophulariaceae	Buddleja	*Buddleja cordata*	Tepozán	42	0.0070	0.0000
4	**Total**				**6,017**	**1**	**0.9758**
						I. Simpson λ	**0.0242**
						Dominancia	**0.9758**

Los resultados para el estrato arbóreo muestran que, para el índice de diversidad de Simpson, la diversidad es baja con un valor de 0.0242, y es inversamente proporcional al valor de dominancia, en este caso el valor indica una dominancia alta (0.9758) lo que indica que existen pocas especies dentro del sitio de muestreo y una es dominante.

Cuadro IV.35. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato arbustivo del SA.

ESTRATO ARBUSTIVO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Asteraceae	Baccharis	*Baccharis conferta*	Escoba	84	0.0137	0.0002
2	Asteraceae	Baccharis	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	126	0.0205	0.0004
3	Asteraceae	Brickellia	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	84	0.0137	0.0002
4	Asteraceae	Senecio	*Senecio salignus*	Jarilla	84	0.0137	0.0002
5	Caprifoliaceae	Symphoricarpos	*Symphoricarpos microphyllus*	Perlita	4,452	0.7248	0.5253
6	Fagaceae	Quercus	*Quercus microphylla*	Encino enano	1,145	0.1863	0.0347
7	Rubiaceae	Bouvardia	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	42	0.0068	0.0000
8	Scrophulariaceae	Buddleja	*Buddleja perfoliata*	Salvia de bolitas	126	0.0205	0.0004
8	**Total**				**6,143**	**1**	**0.5615**
						I. Simpson λ	**0.4385**
						Dominancia	**0.5615**

Los resultados para el estrato arbustivo al igual que arbóreo, muestran que para el índice de diversidad de Simpson; la diversidad es media con un valor de 0.4385, y la dominancia de (0.5615), indicando que existe dominancia entre dos especies.

Cuadro IV.36. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato herbáceo del SA.

ESTRATO HERBÁCEO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Convolvulaceae	Dichondra	*Dichondra sericea*	Oreja de ratón verde	2,000	0.0093	0.0001
2	Geraniaceae	Geranium	*Geranium seemannii*	Pata de león	2,000	0.0093	0.0001
3	Poaceae	Panicum	*Panicum hallii*	Panizo halli	52,000	0.2407	0.0580
4	Poaceae	Piptochaetium	*Piptochaetium virescens*	S/N	38,000	0.1759	0.0309
5	Poaceae	Setaria	*Setaria parviflora*	Zacate sedoso	18,000	0.0833	0.0069
6	Pteridaceae	Cheilanthes	*Cheilanthes myriophylla*	Helecho	104,000	0.4815	0.2318
6	**Total**				**216,000**	**1**	**0.3278**
						I. Simpson λ	**0.6722**
						Dominancia	**0.3278**

Los resultados de este estrato, al igual que los anteriores, de acuerdo con el índice de diversidad de Simpson, indican que la diversidad es alta, con un valor de 0.6722 y una dominancia baja de 0.3278, lo que quiere decir que hay diversidad de especies y están dominadas por 3 especies.

Cuadro IV.37. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato de cactáceas y/o epífitas del SA.

ESTRATO CACTÁCEAS Y/O EPÍFITAS							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Bromeliaceae	Tillandsia	*Tillandsia recurvata*	Gallito	655	0.7616	0.5801
2	Cactaceae	Coryphantha	*Coryphantha pycnacantha*	Biznaga partida chiche de burro	55	0.0640	0.0041
3	Cactaceae	Mammillaria	*Mammillaria rhodantha*	Biznaga de cabezas aureas	70	0.0814	0.0066
4	Cactaceae	Opuntia	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	80	0.0930	0.0087
4	**Total**				**860**	**1**	**0.5994**
						I. Simpson λ	**0.4006**
						Dominancia	**0.5994**

Finalmente, los resultados del estrato de epífitas y/o cactáceas, indican que, como el valor del índice de Simpson es de 0.4006 la diversidad es media y el valor de dominancia es de 0.5994, el valor nos indica que hay una diversidad media y una dominancia de una especie, pero las demás están presentes de manera similar.

Área del proyecto

Zona 1 Bosque de táscate

Cuadro IV.38. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson en la zona 1 bosque de táscate.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBÓREO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Sabino	15211	0.9880	0.9760
2	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulín	93	0.0060	0.0000
3	Scrophulariaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozán	93	0.0060	0.0000
3	**Total**				**15,396**	**1**	**0.9761**
						I. Simpson λ	**0.0239**
						Dominancia	**0.9761**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBUSTIVO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Escoba	2,782	0.1395	0.0195
2	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	464	0.0233	0.0005
3	Asteraceae	*Senecio*	*Senecio salignus*	Jarilla	927	0.0465	0.0022
4	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	464	0.0233	0.0005
5	Caprifoliaceae	*Symphoricarpos*	*Symphoricarpos microphyllus*	Perlita	11,130	0.5581	0.3115
6	Rubiaceae	*Bouvardia*	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	4,174	0.2093	0.0438
3	**Total**				**19,941**	**1**	**0.3780**
						I. Simpson λ	**0.6220**
						Dominancia	**0.3780**

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO HERBÁCEO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium virescens*	S/N	380,000	0.5938	0.3525
2	Poaceae	*Setaria*	*Setaria parviflora*	Zacate sedoso	260,000	0.4063	0.1650
2	**Total**				**640,000**	**1**	**0.5176**
I. Simpson λ							**0.4824**
Dominancia							**0.5176**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO CACTÁCEAS Y/O EPÍFITAS							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	146,356	0.9844	0.9691
2	Cactaceae	Coryphantha	*Coryphantha pycnacantha*	Biznaga partida chiche de burro	835	0.0056	0.0000
3	Cactaceae	Mammillaria	*Mammillaria rhodantha*	Biznaga de cabezas aureas	742	0.0050	0.0000
4	Cactaceae	Opuntia	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	742	0.0050	0.0000
4	**Total**				**148,675**	**1**	**0.9691**
I. Simpson λ							**0.0309**
Dominancia							**0.9691**

En la Zona 1, el estrato arbóreo el índice de Simpsonn es de 0.0239 lo cual nos indica una diversidad baja teniendo un a dominancia media un valor de 0.9761 esto es un indicativo que los recursos energéticos dentro de este estrato tienen un "equilibrio", para el estrato de arbustos el valor de índice de Simpson es de 0.6220 lo que indica una diversidad media teniendo una dominancia de 0.3780 indicativo de que los recursos energéticos están en equilibrio, para el estrato Herbáceo el índice de Simpson es de 0.4824 lo que representa un índice de diversidad media, con una dominancia de 0.5176 que representa un equilibrio en los recursos energéticos. para el estrato de cactáceas y epífitas el índice de Simpson es de 0.0309, con una dominancia de 0.9691 que representa un "equilibrio" de los recursos energéticos.

Zona 2 Bosque de táscate

Cuadro IV.39. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson en la zona 2 bosque de táscate.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBÓREO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Sabino	7747	0.9954	0.9908
2	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulín	36	0.0046	0.0000
2	**Total**				**7,783**	**1**	**0.9908**
I. Simpson λ							**0.0092**
Dominancia							**0.9908**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							

ESTRATO ARBUSTIVO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Escoba	179	0.0139	0.0002
2	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	3,228	0.2493	0.0622
3	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	179	0.0139	0.0002
4	Asteraceae	*Senecio*	*Senecio salignus*	Jarilla	3,049	0.2355	0.0554
5	Caprifoliaceae	*Symphoricarpos*	*Symphoricarpos microphyllus*	Perlita	3,407	0.2632	0.0693
6	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	36	0.0028	0.0000
7	Scrophulariaceae	*Buddleja*	*Buddleja perfoliata*	Salvia de bolitas	2,869	0.2216	0.0491
7	**Total**				**12,948**	**1**	**0.2363**
						I. Simpson λ	**0.7637**
						Dominancia	**0.2363**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO HERBÁCEO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Apiaceae	*Eryngium*	*Eryngium carlinae*	Cabezona	161,397	0.0874	0.0076
2	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	448,325	0.2427	0.0589
3	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium virescens*	S/N	466,258	0.2524	0.0637
4	Poaceae	*Setaria*	*Setaria parviflora*	Zacate sedoso	717,320	0.3883	0.1508
5	Pteridaceae	*Cheilanthes*	*Cheilanthes myriophylla*	Helecho	53,799	0.0291	0.0008
5	**Total**				**1,847,099**	**1**	**0.2819**
						I. Simpson λ	**0.7181**
						Dominancia	**0.2819**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO CACTÁCEAS Y/O EPÍFITAS							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	502	0.8235	0.6782
2	Cactaceae	*Coryphantha*	*Coryphantha pycnacantha*	Biznaga partida chiche de burro	36	0.0588	0.0035
3	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	72	0.1176	0.0138
3	**Total**				**610**	**1**	**0.6955**
						I. Simpson λ	**0.3045**
						Dominancia	**0.6955**

En la Zona 2, el estrato arbóreo el índice de Simpsonn es de 0.0092 lo cual nos indica una diversidad baja teniendo un a dominancia media un valor de 0.9908 esto es un indicativo que los recursos energéticos dentro de este estrato tienen un "equilibrio", para el estrato de arbustos el valor de índice de Simpson es de 0.7637 lo que indica una diversidad media teniendo una dominancia de 0.2363 indicativo de que los recursos energéticos están en equilibrio, para el estrato Herbáceo el índice de Simpson es de 0.7181 lo que representa un índice de diversidad media, con una dominancia de 0.2819 que representa un equilibrio

en los recursos energéticos. para el estrato de cactáceas y epífitas el índice de Simpson es de 0.3045, con una dominancia de 0.6955 que representa un "equilibrio" de los recursos energéticos.

Zona 3 Área inundada

Para la zona 3 se llevó a cabo un muestreo de cada uno de los individuos sin embargo no se obtuvieron los índices de SIMPSON, ya que en esta zona la mayor parte del arbolado está muerto, así como el resto de las especies en los diferentes estratos, por lo que se considera como vegetación muerta.

Zona 4 Jarillas

Cuadro IV.40. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson en la zona 4 jarillas.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBÓREO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Cupressaceae	Juniperus	*Juniperus deppeana*	Sabino	209	1.0000	1.0000
1	**Total**				**209**	**1**	**1.0000**
						I. Simpson λ	**0.0000**
						Dominancia	**1.0000**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBUSTIVO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Asteraceae	*Senecio*	*Senecio salignus*	Jarilla	22,133	0.9550	0.9119
2	Scrophulariaceae	*Buddleja*	*Buddleja perfoliata*	Salvia de bolitas	1,044	0.0450	0.0020
2	**Total**				**23,177**	**1**	**0.9140**
						I. Simpson λ	**0.0860**
						Dominancia	**0.9140**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO HERBÁCEO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Apiaceae	*Eryngium*	*Eryngium carlinae*	Cabezona	146,160	0.4118	0.1696
2	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	146,160	0.4118	0.1696
3	Poaceae	*Setaria*	*Setaria parviflora*	Zacate sedoso	62,640	0.1765	0.0311
3	**Total**				**354,960**	**1**	**0.3702**
						I. Simpson λ	**0.6298**
						Dominancia	**0.3702**

En la Zona 4, el estrato arbóreo el índice de Simpsonn es de 0.0000 ya que solo se muestreo una especie para este estrato lo que indica que no hay diversidad de esta especie, para el estrato de arbustos el valor de índice de Simpson es de 0.0860 lo que indica una diversidad baja teniendo una dominancia de 0.9140 indicativo de que los recursos energéticos están en "equilibrio", para el estrato Herbáceo el índice de Simpson es de 0.6298 lo que representa un índice de diversidad media, con una dominancia de 0.3702 que representa un equilibrio en los recursos energéticos.

Índice de riqueza de (Shannon – Wiener).

Un índice de diversidad, se calcula mediante ecuaciones matemáticas que tienen la finalidad de proporcionar información sobre la composición de una comunidad; así como la abundancia relativa y la riqueza de especies, midiendo el grado promedio de incertidumbre en predecir a cual especie pertenecerá cada individuo escogido al azar de una colecta; estos índices a su vez pueden ser tomados como referentes a las condiciones de la comunidad, basándose en su diversidad, ya que esta última se puede ver afectada por las perturbaciones que sufre el medio.

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 con 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:

$$\mathrm{H} = -\sum_{i=1}^{S} Pi * ln\ Pi$$

Donde:

H= Índice de diversidad de Shannon.

Pi= Abundancia relativa de especies.

A continuación, se muestra el índice de Shannon Wiener en las áreas del SA Y AP.

Sistema ambiental

El estrato arbóreo, presenta una diversidad muy baja, con un estado de conservación en mal estado, de acuerdo con el valor del índice de Shannon de **0.0776** y una H' max = **1.3893**, representada por un total de 4 especies.

Cuadro IV.41. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo del SA.

ESTRATO ARBÓREO								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Sabino	5943	0.9878	-0.0123	-0.0121
2	Ericaceae	*Arctostaphylos*	*Arctostaphylos pungens*	Manzanita	11	0.0017	-6.3509	-0.0111
3	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulín	21	0.0035	-5.6577	-0.0197
4	Scrophulariaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozán	42	0.0070	-4.9646	-0.0347
4	**Total**				**6,017**	**1**	-	**-0.0776**
							I. Shannon H	**0.0776**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**1.3863**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.0560**

Para el estrato arbustivo se registró una riqueza de 8 especies, de acuerdo con el Índice de Shannon se obtuvo un valor de **0.9160** y una H. máx.= **2.0794**, dándonos como resultado una diversidad muy baja con un estado de conservación en mal estado.

Cuadro IV.42. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo del SA.

ESTRATO ARBUSTIVO								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Escoba	84	0.0137	-4.2922	-0.0587
2	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	126	0.0205	-3.8867	-0.0797
3	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	84	0.0137	-4.2922	-0.0587
4	Asteraceae	*Senecio*	*Senecio salignus*	Jarilla	84	0.0137	-4.2922	-0.0587
5	Caprifoliaceae	*Symphoricarpos*	*Symphoricarpos microphyllus*	Perlita	4,452	0.7248	-0.3219	-0.2333
6	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	1,145	0.1863	-1.6803	-0.3131
7	Rubiaceae	*Bouvardia*	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	42	0.0068	-4.9853	-0.0341
8	Scrophulariaceae	*Buddleja*	*Buddleja perfoliata*	Salvia de bolitas	126	0.0205	-3.8867	-0.0797
8	**Total**				**6,143**	**1**	-	**-0.9160**
							I. Shannon H	**0.9160**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**2.0794**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.4405**

En el caso del estrato herbáceo, los resultados indican un Índice de Shannon de **1.2942** y una H' max = **1.7918**, lo que, como en casos anteriores nos indica que se trata de un estrato con una diversidad baja y un estado de conservación pobre con perturbación, con una riqueza de 6 especies.

Cuadro IV.43. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo del SA.

ESTRATO HERBÁCEO								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Convolvulaceae	Dichondra	Dichondra sericea	Oreja de ratón verde	2000	0.0093	-4.6821	-0.0434
2	Geraniaceae	Geranium	Geranium seemannii	Pata de león	2000	0.0093	-4.6821	-0.0434
3	Poaceae	Panicum	Panicum hallii	Panizo halli	52000	0.2407	-1.4240	-0.3428
4	Poaceae	Piptochaetium	Piptochaetium virescens	S/N	38000	0.1759	-1.7377	-0.3057
5	Poaceae	Setaria	Setaria parviflora	Zacate sedoso	18000	0.0833	-2.4849	-0.2071
6	Pteridaceae	Cheilanthes	Cheilanthes myriophylla	Helecho	104000	0.4815	-0.7309	-0.3519
6	**Total**				**216,000**	**1**	-	**-1.2942**
							I. Shannon H	**1.2942**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**1.7918**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.7223**

Finalmente, el estrato de cactáceas y/o epífitas de este tipo de vegetación, presentó un valor de índice de Shannon de **0.8083** y un H' máx. = **1.3863,** lo que de la misma forma que en los anteriores estratos, indica una diversidad muy baja con un mal estado de conservación, presentando únicamente 4 especies.

Cuadro IV.44. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato de cactáceas y/o epífitas del SA.

ESTRATO CACTÁCEAS Y/O EPÍFITAS								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	655	0.7616	-0.2723	-0.2074
2	Cactaceae	*Coryphantha*	*Coryphantha pycnacantha*	Biznaga partida chiche de burro	55	0.0640	-2.7496	-0.1758
3	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria rhodantha*	Biznaga de cabezas aureas	70	0.0814	-2.5084	-0.2042
4	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	80	0.0930	-2.3749	-0.2209
4	**Total**				**860**	**1**	-	**-0.8083**
I. Shannon H								**0.8083**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**1.3863**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.5831**

Área del proyecto

Zona 1 Bosque de táscate

Cuadro IV.45. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener Zona 1 en el AP.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO ARBÓREO								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Sabino	15211	0.9880	-0.0121	-0.0120
2	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulín	93	0.0060	-5.1120	-0.0308
3	Scrophulariaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozán	93	0.0060	-5.1120	-0.0308
3	**Total**				**15,396**	**1**	-	**-0.0736**
I. Shannon H								**0.0736**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**1.0986**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.0670**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO ARBUSTIVO								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Escoba	2,782	0.1395	-1.9694	-0.2748
2	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	464	0.0233	-3.7612	-0.0875
3	Asteraceae	*Senecio*	*Senecio salignus*	Jarilla	927	0.0465	-3.0681	-0.1427
4	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	464	0.0233	-3.7612	-0.0875
5	Caprifoliaceae	*Symphoricarpos*	*Symphoricarpos microphyllus*	Perlita	11,130	0.5581	-0.5831	-0.3255
6	Rubiaceae	*Bouvardia*	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	4,174	0.2093	-1.5640	-0.3273
3	**Total**				**19,941**	**1**	-	**-1.2453**
I. Shannon H								**1.2453**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**1.0986**
Equitatividad (J) H/H' max =								**1.1335**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO HERBÁCEO								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**

1	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium virescens*	S/N	380,000	0.5938	-0.5213	-0.3095
2	Poaceae	*Setaria*	*Setaria parviflora*	Zacate sedoso	260,000	0.4063	-0.9008	-0.3659
2	**Total**				**640,000**	**1**	-	**-0.6755**
I. Shannon H								**0.6755**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**0.6931**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.9745**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO CACTÁCEAS Y/O EPÍFITAS								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	146356	0.9844	-0.0157	-0.0155
2	Cactaceae	*Coryphantha*	*Coryphantha pycnacantha*	Biznaga partida chiche de burro	835	0.0056	-5.1824	-0.0291
3	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria rhodantha*	Biznaga de cabezas aureas	742	0.0050	-5.3002	-0.0265
4	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	742	0.0050	-5.3002	-0.0265
4	**Total**				**148,675**	**1**	-	**-0.0975**
I. Shannon H								**0.0975**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**1.3863**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.0703**

El índice de Shannon-Wiener, de la Zona 1 Bosque de Tascate en el área de AP arrojo los siguientes datos;

Para el estrato arbóreo se tiene un valor de 0.0736 esto nos indica que el área está en un mal estado de conservación con una diversidad muy baja así mismo la diversidad máxima que se puede encontrar en este estrato es de 10986, lo cual es indicativo que la zona ya tiene un problema en cuanto al estado de conservación ya que su máximo sería una diversidad baja con un mal estado de conservación y con perturbación. Para el estrato arbustivo se tiene un valor de 1.2453 esto nos indica que está en un estado pobre con perturbación y una diversidad baja así mismo la diversidad máxima que se puede encontrar en este estrato es de 1.0986, lo cual es indicativo de que la zona ya tiene un problema en cuanto al estado de conservación. Dentro del estrato de herbáceas el valor obtenido es 0.6755 lo que nos indica que la zona se encuentra en un mal estado de conservación con una diversidad muy baja así mismo la diversidad máxima de 0.6913. Para el estrato de cactáceas y Epífitas el índice tiene un valor de 0.0975 esto nos indica un mal estado con una diversidad muy baja, así mismo la diversidad máxima es de 1.3863 lo cual es indicativo que la zona ya tiene un problema en cuanto al estado de conservación ya que su máxima seria diversidad baja/pobre con perturbación.

Zona 2 Bosque de táscate

Cuadro IV.46. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener Zona 2 en el AP.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO ARBÓREO								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Sabino	7747	0.9954	-0.0046	-0.0046
2	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulín	36	0.0046	-5.3799	-0.0248

2	**Total**				**7,783**	**1**	-	**-0.0294**
							I. Shannon H	**0.0294**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**0.6931**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.0424**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO ARBUSTIVO								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Escoba	179	0.0139	-4.2794	-0.0593
2	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	3,228	0.2493	-1.3891	-0.3463
3	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	179	0.0139	-4.2794	-0.0593
4	Asteraceae	*Senecio*	*Senecio salignus*	Jarilla	3,049	0.2355	-1.4462	-0.3405
5	Caprifoliaceae	*Symphoricarpos*	*Symphoricarpos microphyllus*	Perlita	3,407	0.2632	-1.3350	-0.3513
6	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	36	0.0028	-5.8889	-0.0163
7	Scrophulariaceae	*Buddleja*	*Buddleja perfoliata*	Salvia de bolitas	2,869	0.2216	-1.5069	-0.3339
7	**Total**				**12,948**	**1**	-	**-1.5069**
							I. Shannon H	**1.5069**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**1.9459**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.7744**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO HERBÁCEO								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Apiaceae	*Eryngium*	*Eryngium carlinae*	Cabezona	161,397	0.0874	-2.4375	-0.2130
2	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	448,325	0.2427	-1.4159	-0.3437
3	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium virescens*	S/N	466,258	0.2524	-1.3766	-0.3475
4	Poaceae	*Setaria*	*Setaria parviflora*	Zacate sedoso	717,320	0.3883	-0.9458	-0.3673
5	Pteridaceae	*Cheilanthes*	*Cheilanthes myriophylla*	Helecho	53,799	0.0291	-3.5361	-0.1030
5	**Total**				**1,847,099**	**1**	-	**-1.3745**
							I. Shannon H	**1.3745**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**1.6094**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.8540**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO CACTÁCEAS Y/O EPÍFITAS								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	502	0.8235	-0.1942	-0.1599
2	Cactaceae	*Coryphantha*	*Coryphantha pycnacantha*	Biznaga partida chiche de burro	36	0.0588	-2.8332	-0.1667
3	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	72	0.1176	-2.1401	-0.2518
3	**Total**				**610**	**1**	-	**-0.5783**
							I. Shannon H	**0.5783**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**1.0986**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.5264**

Para el estrato arbóreo se tiene un valor de 0.0294 esto nos indica que el área está en un mal estado de conservación con una diversidad muy baja así mismo la diversidad máxima que se puede encontrar en este estrato es de 0.6931, lo cual es indicativo que la zona ya tiene un problema en cuanto al estado de conservación ya que su máximo sería una diversidad muy baja con un mal estado de conservación y con perturbación. Para el estrato arbustivo se tiene un valor de 1.5069 esto nos indica que está en un estado pobre con perturbación y una diversidad baja así mismo la diversidad máxima que se puede encontrar en este estrato es de 1,9459, lo cual es indicativo de que la zona ya tiene un problema en cuanto al estado de conservación. Dentro del estrato de herbáceas el valor obtenido es 1.3745 lo que nos indica que la zona se encuentra en un pobre con perturbación estado de conservación con una diversidad baja así mismo la diversidad máxima de 1.6094. Para el estrato de cactáceas y Epífitas el índice tiene un valor de 0.5783 esto nos indica un mal estado con una diversidad muy baja, así mismo la diversidad máxima es de 1.0986 lo cual es indicativo que la zona ya tiene un problema en cuanto al estado de conservación ya que su máxima seria diversidad baja pobre con perturbación.

Zona 3 Área inundada

Para la zona 3 se llevó a cabo un muestreo de cada uno de los individuos sin embargo no se obtuvieron los índices de SHANNON-WIENER, ya que en esta zona la mayor parte del arbolado está muerto, así como el resto de las especies en los diferentes estratos, como se observa en la siguiente imagen:



Imagen IV.5. Estado actual de la zona 3 área inundada.

Zona 4 Jarillas

Cuadro IV.47. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener Zona 4 en el AP.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO ARBÓREO								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Sabino	209	1.0000	0.0000	0.0000
1	**Total**				**209**	**1**	-	**0.0000**
							I. Shannon H	**0.0000**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**0.0000**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.0000**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO ARBUSTIVO								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Asteraceae	*Senecio*	*Senecio salignus*	Jarilla	22,133	0.9550	-0.0461	-0.0440
2	Scrophulariaceae	*Buddleja*	*Buddleja perfoliata*	Salvia de bolitas	1,044	0.0450	-3.1001	-0.1396
2	**Total**				**23,177**	**1**	-	**-0.1837**
							I. Shannon H	**0.1837**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**0.6931**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.2650**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO HERBÁCEO								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Apiaceae	*Eryngium*	*Eryngium carlinae*	Cabezona	146,160	0.4118	-0.8873	-0.3654
2	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	146,160	0.4118	-0.8873	-0.3654
3	Poaceae	*Setaria*	*Setaria parviflora*	Zacate sedoso	62,640	0.1765	-1.7346	-0.3061
3	**Total**				**354,960**	**1**	-	**-1.0368**
							I. Shannon H	**1.0368**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**1.0986**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.9438**

Para el estrato arbóreo se tiene un valor de 0.0000 esto debido a que solo se encontró una especie lo que representa una diversidad muy baja. Para el estrato arbustivo se tiene un valor de 0.1837 esto nos indica que está en un mal estado y una diversidad muy baja así mismo la diversidad máxima que se puede encontrar en este estrato es de 0.6931, lo cual es indicativo de que la zona ya tiene un problema en cuanto al estado de conservación pues la diversidad es muy baja. Dentro del estrato de herbáceas el valor obtenido es 1.0368 lo que nos indica que la zona se encuentra en un pobre estado de conservación con una diversidad baja así mismo la diversidad máxima de 1.0986 lo que representa un estado pobre de conservación con perturbación lo que es indicativo de diversidad baja.

De acuerdo con lo evaluado con el índice de Shannon-Wiener, el área de AP se encuentra en un estado pobre de conservación con una diversidad muy baja esto nos confirma que este lugar ya ha sido impactado por diversos factores los cuales hacen que exista una degradación ambiental en el área.

Valor de importancia

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, CO2, 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:

$$Dr(\%) = \frac{\text{DaS}}{\text{DaT}} * 100$$

Donde:

Dr (%): Dominancia relativa

DaS: Dominancia absoluta por especie

$$\text{Dominancia absoluta} = \frac{\text{Área basal de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

Nota: el área basal se usó para las especies del estrato arbóreo, mientras que para los demás estratos se usó la sumatoria de las frecuencias de cada especie, es decir, se estimó en función de la cobertura (%) de las especies en el terreno.

DaT: Dominancia absoluta de todas las especies

Densidad

Franco et al. (1996) define densidad como el número de individuos de una especie por unidad de área o volumen.

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad absoluta por cada especie}}{\text{Densidad absoluta de todas las especies}} \times 100$$

La 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.

Donde:

$$\text{Densidad absoluta} = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

Frecuencia

Frecuencia según Franco et al. (1989) es el número de muestras en la que se encuentra una especie y frecuencia relativa, es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia total de todas las especies.

La fórmula general de la frecuencia relativa

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia absoluta por cada especie}}{\text{Frecuencia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Donde:

$$\text{Frecuencia absoluta} = \frac{\text{Número de cuadros en los que se presenta cada especie}}{\text{Número total de cuadros muestreados}}$$

El índice de valor de importancia se calculó para los cuatro estratos (arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífitas y/o cactáceas), a continuación, se presentan los resultados, los análisis y conclusiones de los resultados obtenidos.

Sistema ambiental

Para el estrato arbóreo, la especie con un mayor IVI es Juniperus deppeana con un 261.2 %, en el estrato arbustivo es *Symphoricarpos microphyllus* con un 89%, para el estrato herbáceo es *Cheilanthes myriophylla* con 88.1 % y en el estrato de epífitas y/o cactáceas es *Tillandsia recurvata* con 126.2 %. Con lo anterior, podemos ver que, efectivamente se trata de un tipo de vegetación de Bosque de táscate, siendo esta especie la dominante en el estrato de árboles.

Cuadro IV.48. Índice de Valor de Importancia SA.

ESTRATO ARBÓREO													
ID	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Área basal**	**Dominancia absoluta**	**Dominancia relativa (%)**	**Densidad absoluta**	**Densidad relativa (%)**	**Ocurrencia**	**Total, sitios muestreados**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Juniperus deppeana*	Sabino	5943	2.9065	1.384	99.9676	2,830	98.78	5	5	1	63	261.2
2	*Arctostaphylos pungens*	Manzanita	11	0.0009	0.0004	0.0324	5	0.17	1	5	0.2	13	12.7
3	*Prunus serotina*	Capulín	21	0	0	0	10	0.35	1	5	0.2	13	12.8
4	*Buddleja cordata*	Tepozán	42	0	0	0	20	0.7	1	5	0.2	13	13.2
4	∑		**6,017**	**2.9074**	**1**	**100**	**2,865**	**100**	**8**	**-**	**2**	**100**	**300**
ESTRATO ARBUSTIVO													
ID	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Frecuencia**	**Cobertura**	**Dominancia relativa (%)**	**Densidad absoluta**	**Densidad relativa (%)**	**Ocurrencia**	**Total, sitios muestreados**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Baccharis conferta*	Escoba	84	2	0.17	17	40	1.37	2	5	0.4	16.7	35
2	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	126	1	0.08	8	60	2.05	1	5	0.2	8.3	19
3	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	84	2	0.17	17	40	1.37	2	5	0.4	16.7	35
4	*Senecio salignus*	Jarilla	84	1	0.08	8	40	1.37	1	5	0.2	8.3	18
5	*Symphoricarpos microphyllus*	Perlita	4,452	1	0.08	8	2,120	72.48	1	5	0.2	8.3	89
6	*Quercus microphylla*	Encino enano	1,145	1	0.08	8	545	18.63	1	5	0.2	8.3	35
7	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	42	3	0.25	25	20	0.68	3	5	0.6	25	51
8	*Buddleja perfoliata*	Salvia de bolitas	126	1	0.08	8	60	2.05	1	5	0.2	8.3	19
8	∑		**6,143**	**12**	**1**	**100**	**2,925**	**100**	**-**	**-**	**2**	**100**	**300**
ESTRATO HERBÁCEO													
ID	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Frecuencia**	**Cobertura**	**Dominancia relativa (%)**	**Densidad absoluta**	**Densidad relativa (%)**	**Ocurrencia**	**Total, sitios muestreados**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Dichondra sericea*	Oreja de ratón verde	2,000	1	0.07	7	952	1	1	5	0.2	6.7	14.3

2	*Geranium seemannii*	Pata de león	2,000	3	0.2	20	952	1	3	5	0.6	20	40.9
3	*Panicum hallii*	Panizo halli	52,000	2	0.13	13	24,762	24	2	5	0.4	13.3	50.7
4	*Piptochaetium virescens*	S/N	38,000	5	0.33	33	18,095	18	5	5	1	33.3	84.3
5	*Setaria parviflora*	Zacate sedoso	18,000	1	0.07	7	8,571	8	1	5	0.2	6.7	21.7
6	*Cheilanthes myriophylla*	Helecho	104,000	3	0.2	20	49,524	48	3	5	0.6	20	88.1
6	**∑**		**216,000**	**15**	**1**	**100**	**102,857**	**100**	**15**	**-**	**3**	**100**	**300**
ESTRATO CACTÁCEAS Y/O EPÍFITAS													
ID	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Frecuencia**	**Cobertura**	**Dominancia relativa (%)**	**Densidad absoluta**	**Densidad relativa (%)**	**Ocurrencia**	**Total, sitios muestreados**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Tillandsia recurvata*	Gallito	655	2	0.25	25	312	76	2	5	0.4	25	126.2
2	*Coryphantha pycnacantha*	Biznaga partida chiche de burro	55	3	0.38	38	26	6	3	5	0.6	38	81.4
3	*Mammillaria rhodantha*	Biznaga de cabezas aureas	70	2	0.25	25	33	8	2	5	0.4	25	58.1
4	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	80	1	0.13	13	38	9	1	5	0.2	13	34.3
4	**∑**		**860**	**8**	**1**	**100**	**410**	**100**	**8**	**-**	**2**	**100**	**300**

Área del proyecto

Zona 1 Bosque de táscate

Cuadro IV.49. Índice de Valor de Importancia Zona 1 bosque de táscate AP.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO ARBÓREO													
ID	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Área basal**	**Dominancia absoluta**	**Dominancia relativa (%)**	**Densidad absoluta**	**Densidad relativa (%)**	**Ocurrencia**	**Total, sitios muestreados**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Juniperus deppeana*	Sabino	15211	3.49926	0.7546	99.9596	3,280	98.80	4	4	1.0	67	265.4
2	*Prunus serotina*	Capulín	93	0.00000	0.0000	0.0000	20	0.60	1	4	0.3	17	17.3
3	*Buddleja cordata*	Tepozán	93	0.00141	0.0003	0.0404	20	0.60	1	4	0.3	17	17.3
3	**∑**		**15,396**	**3.5007**	**1**	**100**	**3,320**	**100**	**6**	**-**	**2**	**100**	**300**
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO ARBUSTIVO													

ID	Especie	Nombre común	n	Frecuencia	Cobertura	Dominancia relativa (%)	Densidad absoluta	Densidad relativa (%)	Ocurrencia	Total, sitios muestreados	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	IVI (%)
1	*Baccharis conferta*	Escoba	2,782	6	0	14	600	13.95	2	4	0.50	20.0	48
2	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	464	1	0	2	100	2.33	1	4	0.25	10.0	15
3	*Senecio salignus*	Jarilla	927	2	0	5	200	4.65	1	4	0.25	10.0	19
4	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	464	1	0	2	100	2.33	1	4	0.25	10.0	15
5	*Symphoricarpos microphyllus*	Perlita	11,130	24	1	56	2,400	55.81	4	4	1.00	40.0	152
6	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	4,174	9	0	21	900	20.93	1	4	0.25	10.0	52
6	∑		**19,941**	**43**	**1**	**100**	**4,300**	**100**	**-**	**-**	**3**	**100**	**300**

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA

ESTRATO HERBÁCEO

ID	Especie	Nombre común	n	Frecuencia	Cobertura	Dominancia relativa (%)	Densidad absoluta	Densidad relativa (%)	Ocurrencia	Total, sitios muestreados	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	IVI (%)
1	*Piptochaetium virescens*	S/N	380,000	38	0.59	59	81,942	59	3	4	0.75	50.0	168.8
2	*Setaria parviflora*	Zacate sedoso	260,000	26	0.41	41	56,066	41	3	4	0.75	50.0	131.3
2	∑		**640,000**	**64**	**1**	**100**	**138,008**	**100**	**6**	**-**	**2**	**100**	**300**

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA

ESTRATO CACTÁCEAS Y/O EPÍFITAS

ID	Especie	Nombre común	n	Frecuencia	Cobertura	Dominancia relativa (%)	Densidad absoluta	Densidad relativa (%)	Ocurrencia	Total, sitios muestreados	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	IVI (%)
1	*Tillandsia recurvata*	Gallito	146,356	1578	0.98	98	31,560	98	3	4	0.75	30	226.9
2	*Coryphantha pycnacantha*	Biznaga partida chiche de burro	835	9	0.01	1	180	1	3	4	0.75	30	31.1
3	*Mammillaria rhodantha*	Biznaga de cabezas aureas	742	8	0.00	0	160	0	1	4	0.25	10	11.0
4	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	742	8	0.00	0	160	0	3	4	0.75	30	31.0
4	∑		**148,675**	**1,603**	**1**	**100**	**32,060**	**100**	**10**	**-**	**3**	**100**	**300**

De acuerdo con los índices de valor de importancia en la Zona 1, para el estrato arbóreo la especie que presenta un mayor índice de importancia es *Juniperus deppeana* con un 265.4 esto conforme a que es la especie que tiene un mayor número de individuos, esto nos indica que esta especie tiene un mayor aprovechamiento de recursos dentro de esta zona, en este estrato. Para el estrato arbustivo la especie que presenta un mayor índice de importancia es *Symphoricarpos microphyllus* con un 152 esto conforme a que es la especie con mayor número de individuos en este estrato. Para el estrato herbáceo la especie que presenta un mayor índice de importancia es *Piptochaetium virescens* con un 168.8 ya que presenta un mayor número de individuos, sin embargo, la diferencia con la otra especie encontrada no es muy significativa. Para el estrato de Cactáceas y Epífitas la especie que presenta el mayor índice de importancia es *Tillandsia recurvata* con un 226.9 esto conforme a que es la especie con mayor número de individuos.

Zona 2 Bosque de táscate

Cuadro IV.50. Índice de Valor de Importancia Zona 2 bosque de táscate AP.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO ARBÓREO													
ID	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Área basal**	**Dominancia absoluta**	**Dominancia relativa (%)**	**Densidad absoluta**	**Densidad relativa (%)**	**Ocurrencia**	**Total, sitios muestreados**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Juniperus deppeana*	Sabino	7747	1.03517	0.5772	99.9697	4,320	99.54	3	3	1.0	75	274.5
2	*Prunus serotina*	Capulín	36	0.00031	0.0002	0.0303	20	0.46	1	3	0.3	25	25.5
2	∑		**7,783**	**1.0355**	**1**	**100**	**4,340**	**100**	**4**	**-**	**1**	**100**	**300**
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO ARBUSTIVO													
ID	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Frecuencia**	**Cobertura**	**Dominancia relativa (%)**	**Densidad absoluta**	**Densidad relativa (%)**	**Ocurrencia**	**Total, sitios muestreados**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Baccharis conferta*	Escoba	179	1	0	1	100	1.39	1	3	0.33	9.1	12
2	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	3,228	18	0	25	1,800	24.93	3	3	1.00	27.3	77
3	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	179	1	0	1	100	1.39	1	3	0.33	9.1	12
4	*Senecio salignus*	Jarilla	3,049	17	0	23	1,700	23.55	2	3	0.67	18.2	65
5	*Symphoricarpos microphyllus*	Perlita	3,407	19	0	26	1,900	26.32	1	3	0.33	9.1	61
6	*Quercus microphylla*	Encino enano	36	1	0	1	20	0.28	1	3	0.33	9.1	11
7	*Buddleja perfoliata*	Salvia de bolitas	2,869	16	0	22	1,600	22.16	2	3	0.67	18.2	62
7	∑		**12,948**	**73**	**1**	**100**	**7,220**	**100**	**-**	**-**	**4**	**100**	**300**
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO HERBÁCEO													

ID	Especie	Nombre común	n	Frecuencia	Cobertura	Dominancia relativa (%)	Densidad absoluta	Densidad relativa (%)	Ocurrencia	Total, sitios muestreados	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	IVI (%)
1	*Eryngium carlinae*	Cabezona	161,397	9	0.09	9	90,000	9	1	3	0.33	10.0	27.5
2	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	448,325	25	0.24	24	250,000	24	3	3	1.00	30.0	78.5
3	*Piptochaetium virescens*	S/N	466,258	26	0.25	25	260,000	25	2	3	0.67	20.0	70.5
4	*Setaria parviflora*	Zacate sedoso	717,320	40	0.39	39	400,000	39	3	3	1.00	30.0	107.7
5	*Cheilanthes myriophylla*	Helecho	53,799	3	0.03	3	30,000	3	1	3	0.33	10.0	15.8
5	∑		**1,847,099**	**103**	**1**	**100**	**1,030,000**	**100**	**10**	**-**	**3**	**100**	**300**
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO CACTÁCEAS Y/O EPÍFITAS													
ID	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Frecuencia**	**Cobertura**	**Dominancia relativa (%)**	**Densidad absoluta**	**Densidad relativa (%)**	**Ocurrencia**	**Total, sitios muestreados**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Tillandsia recurvata*	Gallito	502	14	0.82	82	280	82	1	3	0.33	33	198.0
2	*Coryphantha pycnacantha*	Biznaga partida chiche de burro	36	1	0.06	6	20	6	1	3	0.33	33	45.1
3	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	72	2	0.12	12	40	12	1	3	0.33	33	56.9
3	∑		**610**	**17**	**1**	**100**	**340**	**100**	**3**	**-**	**1**	**100**	**300**

De acuerdo con los índices de valor de importancia en la Zona 2, para el estrato arbóreo la especie que presenta un mayor índice de importancia es *Juniperus deppeana* con un 274.5 esto conforme a que es la especie que tiene un mayor número de individuos, esto nos indica que esta especie tiene un mayor aprovechamiento de recursos dentro de esta zona, en este estrato. Para el estrato arbustivo la especie que presenta un mayor índice de importancia es *Baccharis pteronioides* con un 77 esto conforme a que es la especie con mayor número de individuos en este estrato. Para el estrato herbáceo la especie que presenta un mayor índice de importancia es *Setaria parviflora* con un 107.7 ya que presenta un mayor número de individuos. Para el estrato de Cactáceas y Epífitas la especie que presenta el mayor índice de importancia es *Tillandsia recurvata* con un 198.0 esto conforme a que es la especie con mayor número de individuos.

Zona 4 Área inundada

Cuadro IV.51. Índice de Valor de Importancia zona 4 jarilla AP.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO ARBÓREO													
ID	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Área basal**	**Dominancia absoluta**	**Dominancia relativa (%)**	**Densidad absoluta**	**Densidad relativa (%)**	**Ocurrencia**	**Total, sitios muestreados**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Juniperus deppeana*	Sabino	209	0.00000	0.0000	00	100	100.00	1	3	0.3	100	00
1	∑		**209**	**0.0000**	**0**	**00**	**100**	**100**	**1**	**-**	**0**	**100**	**300**

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO ARBUSTIVO													
ID	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Frecuencia**	**Cobertura**	**Dominancia relativa (%)**	**Densidad absoluta**	**Densidad relativa (%)**	**Ocurrencia**	**Total, sitios muestreados**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Senecio salignus*	Jarilla	22,133	106	1	95	10,600	95.50	3	3	1.00	50.0	241
2	*Buddleja perfoliata*	Salvia de bolitas	1,044	5	0	5	500	4.50	3	3	1.00	50.0	59
2	∑		**23,177**	**111**	**1**	**100**	**11,100**	**100**	**-**	**-**	**2**	**100**	**300**
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO HERBÁCEO													
ID	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Frecuencia**	**Cobertura**	**Dominancia relativa (%)**	**Densidad absoluta**	**Densidad relativa (%)**	**Ocurrencia**	**Total, sitios muestreados**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Eryngium carlinae*	Cabezona	146,160	7	0.41	41	70,000	41	2	3	0.67	33.3	115.7
2	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	146,160	7	0.41	41	70,000	41	2	3	0.67	33.3	115.7
3	*Setaria parviflora*	Zacate sedoso	62,640	3	0.18	18	30,000	18	2	3	0.67	33.3	68.6
3	∑		**354,960**	**17**	**1**	**100**	**170,000**	**100**	**6**	**-**	**2**	**100**	**300**

De acuerdo con los índices de valor de importancia en la Zona 4, para el estrato arbóreo la especie que presenta un mayor índice de importancia es *Juniperus deppeana* con un 300.0 esto conforme a que es la única especie que se encontró en la zona, en este estrato. Para el estrato arbustivo la especie que presenta un mayor índice de importancia es *Senecio salignus* con un 241 esto conforme a que es la especie con mayor número de individuos en este estrato. Para el estrato herbáceo las especies que presenta un mayor índice de importancia son *Eryngium carlinae, Panicum hallii* con un 115.7 en ambas especies.

*se anexa base de datos de la flora en las tres unidades de análisis, así como todos los cálculos anteriormente utilizados para la descripción de la flora (ANEXO IV.D._FLORA_SA_AI_AP).

IV.4.1.2.2 FAUNA

UBICACIÓN DEL ÁREA DE PROYECTO RESPECTO A LAS ÁREAS PRIORITARIAS PARA LA FAUNA SILVESTRE

La fauna silvestre corresponde a un componente de los ecosistemas con mayor relevancia, debido al rol ecológico que desempeñan en el funcionamiento y dinámica ecosistémicas. Es por ello, que previo a describir y analizar la fauna silvestre en las tres unidades de análisis (**Área de proyecto, y Sistema ambiental**), es importante revisar si tales áreas se encuentran dentro de una zona prioritaria para la fauna silvestre; por ejemplo, si las mencionadas unidades de análisis atraviesan alguna área de desplazamiento de especies (ruta migratoria) 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:

1. Ruta oceánica del Pacífico
2. Ruta de la costa del Pacífico
3. Ruta de las grandes planicies y las montañas rocosas
4. Ruta del Valle de Mackenzie- Grandes lagos- Valle del Misisipi

Como se muestra en la figura siguiente, el AP no se encuentra dentro de ninguna ruta migratoria de aves.

A nivel SA se encuentran cerca de la **"Ruta de las grandes planicies y las montañas rocosas"**; esto indica que durante la temporada migratoria posiblemente algunas especies de aves frecuentan y/o cruzan el área hacía sitios en los cuales anidarán o pasarán la temporada de reproducción o alimentación, según sea el caso. Sin embargo, justo esas zonas quedan lejos de la ejecución del proyecto y por lo tanto este, no supone un obstáculo y/o afectación a dichas rutas migratorias.

El AP no se encuentra dentro de alguna área para la conservación de aves, a nivel SA las más cercanas son: **"San Antonio Peña Nevada"**, **"El Cielo"**, **"Presa Vicente Guerrero**", **"Parras de La Fuente"** y **"Sierra de Tamaulipas"**.

Así mis el AP no se encuentra dentro de alguna ANP de carácter Federal. A nivel SA la más cercana es "**La Sierra de Tamaulipas**".

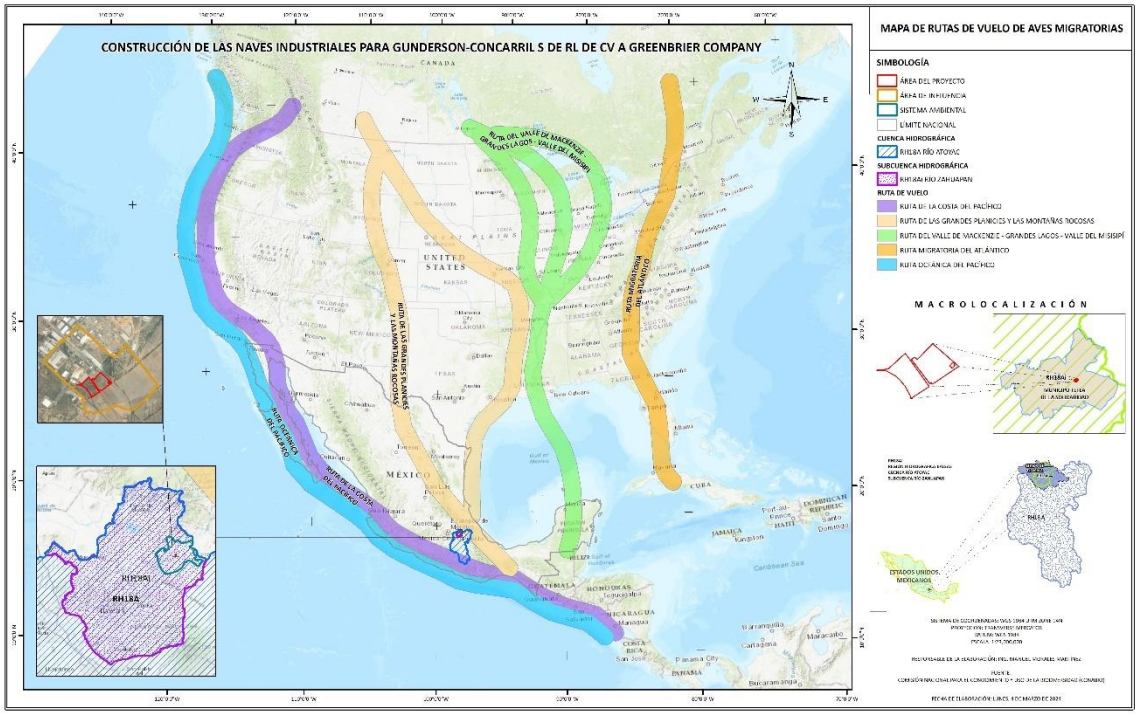


Figura IV.55. Plano de Rutas Migratorias de Aves respecto al AP y al SA.

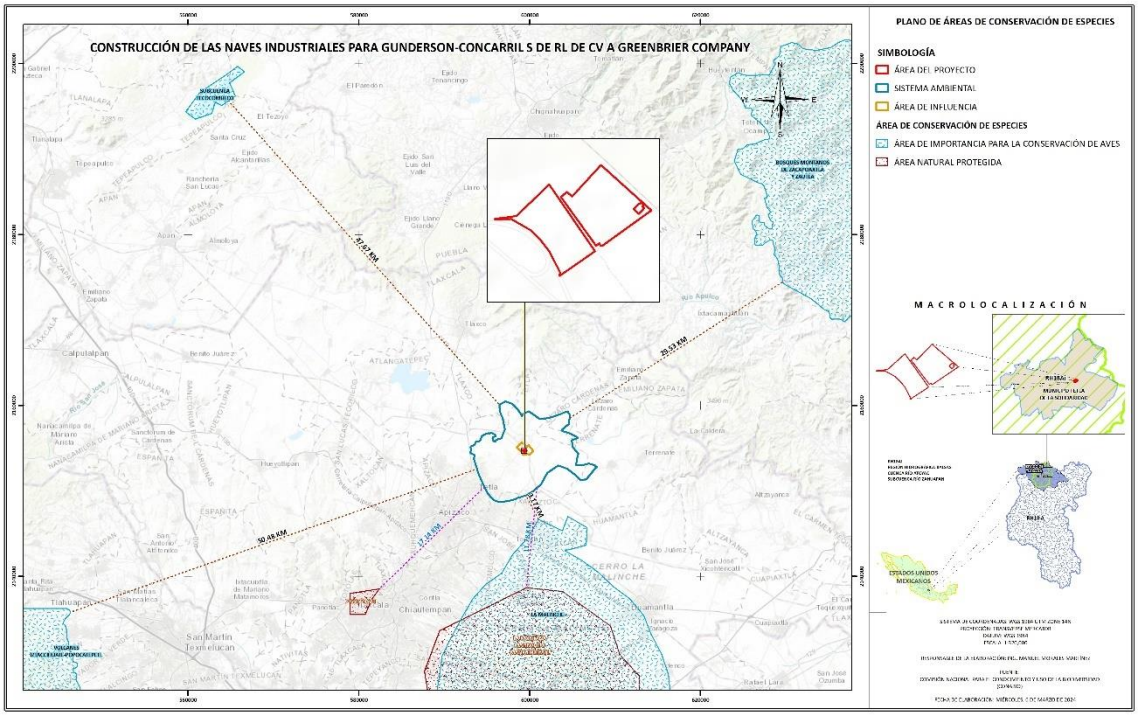


Figura IV.56. Plano de Áreas de conservación de respecto al AP y al SA.

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, que el AP y el SA no se encuentran dentro de ningún corredor biológico, ni cerca de alguno de ellos.

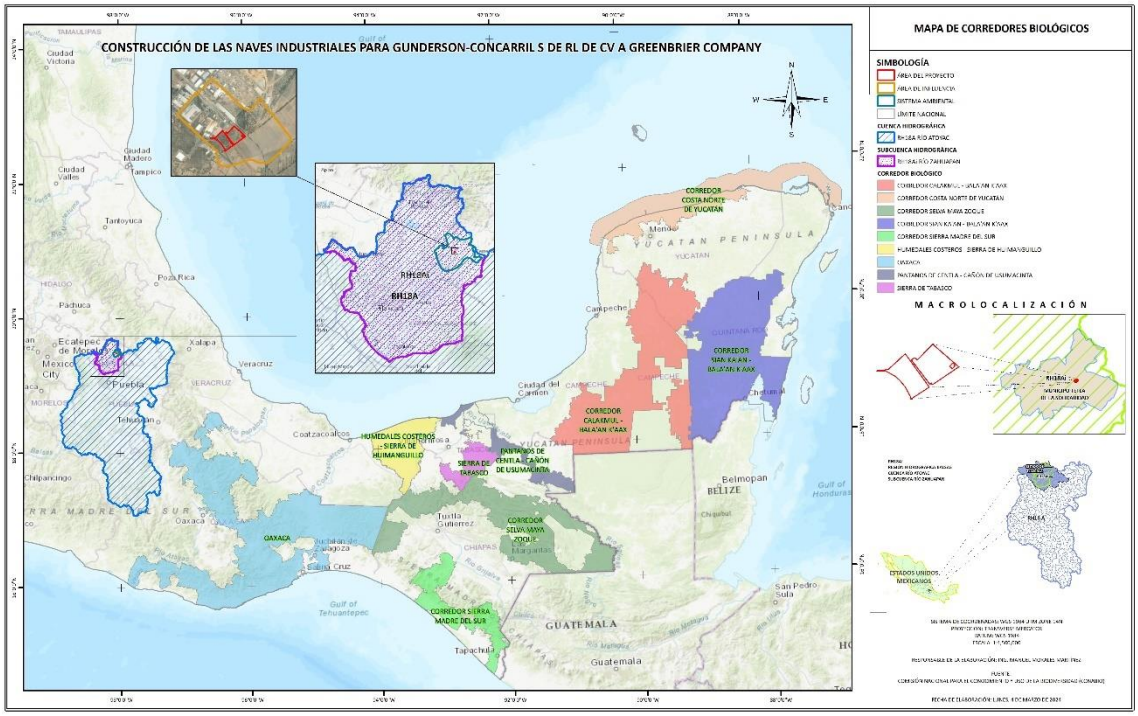


Figura IV.57. Plano de corredores biológicos pertenecientes al CBMM respecto al AP y al SA.

METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA FAUNA SILVESTRE EN EL SISTEMA AMBIENTAL

Para obtener un listado lo suficientemente completo de las especies de fauna silvestre en el SA lo más cercano posible a la composición faunística real, se realizaron dos pasos, uno que corresponde a la investigación de gabinete y el otro que corresponde a campo:

1. **Investigación de gabinete.**
2. **Investigación de campo.**
   2.1 Listado de especies obtenido en el muestreo.

INVESTIGACIÓN DE GABINETE

CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA A NIVEL BIOLÓGICO

De acuerdo con Casas-Andreu et al., (1990[1]); el SA se encuentra dentro de las regiones Sierra Madre del Sur y Eje Neovolcánico, AP se encuentran dentro de la Región Herpetofaunística denominada Eje Neovolcánico por otro lado, de acuerdo con Ramírez-Pulido y Castro-Campillo (1990)[2]; el SA y AP se desarrollan en un mayor porcentaje en la Región Mastofaunística Volcánico-Transversa.

A continuación, visualizamos las Provincia herpetofaunística que influyen en el SA y AP propuesta por Casas-Andreu *et al*., (1990);

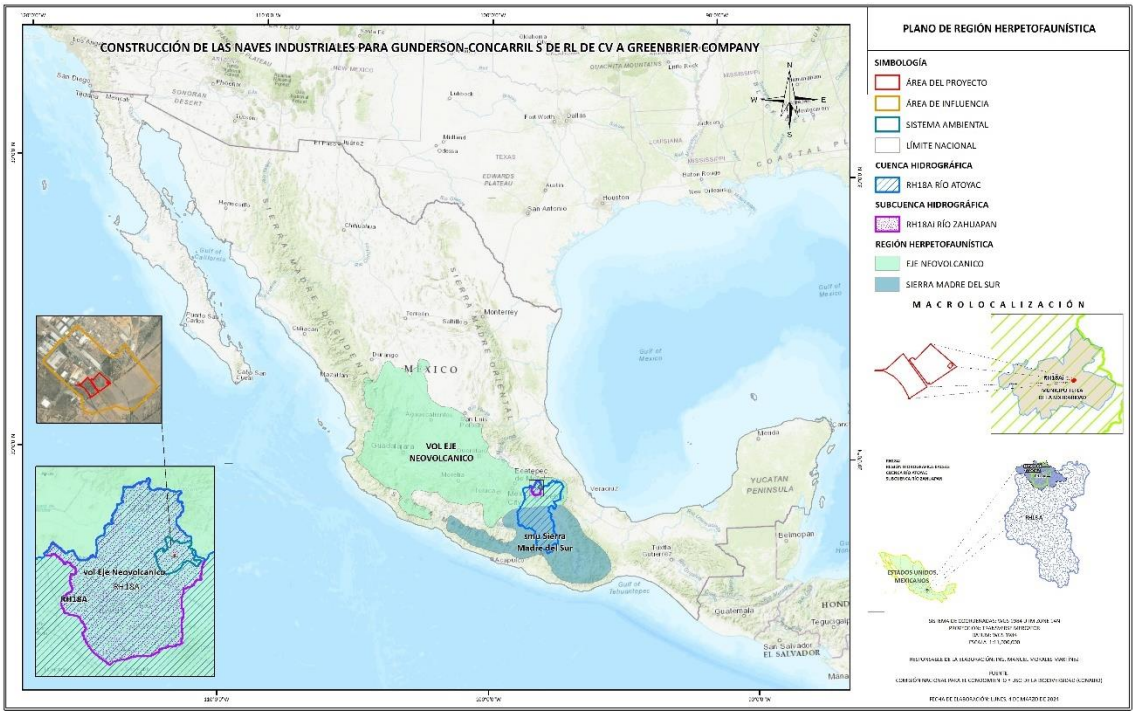


Figura IV.58. Provincia herpetológica de la Sierra Madre Sur y Eje Neovolcánico.

[1] Casas Andreu, G., Reyna Trujillo, T. (1990). 'Provincias herpetofaunísticas'. Escala 1:8 000 000. En: Herpetofauna (Anfibios y reptiles). IV.8.6. Atlas Nacional de México. Vol II. Instituto de Geografía, UNAM. México.
[2] Ramírez-Pulido, J y Castro-Campillo, A. (1990). 'Regiones y Provincias Mastogeográficas'. Escala 1:4 000 000. Extraído de Regionalización Mastofaunística, IV.8.8. Atlas Nacional de México. Vol. III. Instituto de Geografía, UNAM. México.

A continuación, visualizamos las Provincias masto faunísticas que influyen en el SA y AP propuesta por Ramírez-Pulido y Castro-Campillo (1990);

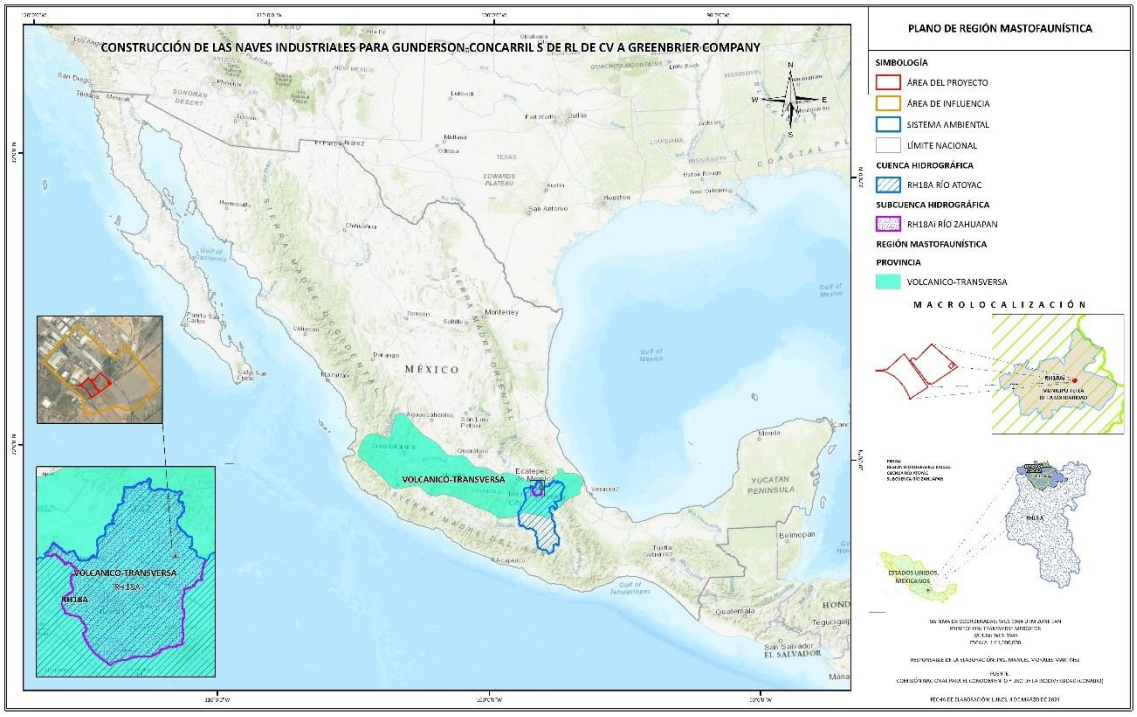


Figura IV.59. Provincia masto faunística de la Sierra Madre Sur

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA PARA CADA ESPECIE

En el caso de la avifauna, a cada una de las especies se les agregó una categoría de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, estatus de riesgo de la IUCN, categoría de acuerdo con la CITES, tendencia poblacional, estatus de residencia y endemismo. En el caso de mamíferos y reptiles se les agregó la misma información excepto el estatus de residencia.

Categorías de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Se utilizaron las siguientes categorías de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010[3]. En el caso de las especies que no se encuentren enlistadas dentro de la norma se les agregará a la categoría SC (Sin Categoría).

Cuadro IV.52. Estatus de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 para la fauna silvestre.

[3] Diario Oficial de la Federación. 2022. NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Última modificación: 14 de noviembre de 2019. Fuente: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/134778/35.-_NORMA_OFICIAL_MEXICANA_NOM-059-SEMARNAT-2010.pdf

Estatus	Descripción
Sujeta a Protección especial (Pr)	Especie que podría llegar a encontrarse amenazada 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.
Amenazada (A)	Especie que podría 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.
En Peligro de extinción (P)	Especie cuya área 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.
Probablemente extinta en el medio silvestre (E)	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.

Categorías de riesgo de acuerdo con el IUCN.

Se utilizaron las siguientes categorías de riesgo de acuerdo con la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza)[4]:

Cuadro IV.53. Estatus de acuerdo con las categorías de riesgo de la IUCN para la fauna silvestre.

Estatus	Descripción
No evaluado (NE)	El estado de conservación de la especie aún no ha sido evaluado por la IUCN.
Datos insuficientes (DD)	No existe información adecuada sobre la especie para hacer una evaluación del riesgo de extinción.
Preocupación menor (LC)	Esta categoría incluye a una especie abundante y de amplia distribución que no se encuentra bajo amenaza de desaparecer en un futuro próximo. Esta categoría es por lo tanto el de menor riesgo en la lista.
Casi amenazada (NT)	Se refiere cuando una especie no satisface los criterios de las categorías de más riesgo determinadas, aunque está cercano a cumplirlos o se espera que así lo haga en un futuro próximo.
Vulnerable (VU)	Una especie es identificada en esta categoría cuando tras ser evaluada presenta una probabilidad alta de ser "especie en peligro de extinción".
En peligro (EN)	Esta categoría se considera para aquella especie cuyos miembros están en peligro de desaparecer.
En peligro crítico (CR)	Una especie es identificada en esta categoría cuando tras ser evaluada presenta una probabilidad extremadamente alta de ser "especie en peligro de extinción".
Extinta en estado silvestre (EW)	Una especie es considerada en esta categoría cuando los únicos miembros vivos de ella están mantenidos en cautiverio, o como especies naturalizadas excluidas de su estirpe histórica y completamente fuera de su distribución original.
Extinta (EX)	Se considera extinta a una especie a partir del instante en que muere el último individuo de esta.

Categorías de riesgo de acuerdo con la CITES.

[4] IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la naturaleza). 2019. The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2019-2. Obtenido de: https://www.iucnredlist.org.

Las categorías de riesgo en el listado de acuerdo con la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres Por sus siglas en ingles CITES (CITES, 2022[5]):

Cuadro IV.54. Listados de especies de acuerdo con las categorías de riesgo de la CITES para la fauna silvestre.

Listado	Descripción
Apéndice I	En esta lista se incluyen las especies sobre las que se cierne el mayor grado de peligro entre las especies de fauna incluidas en los Apéndices de la CITES. Estas especies están en peligro de extinción y la CITES prohíbe el comercio internacional de especímenes de esas especies, salvo cuando la importación se realiza con fines no comerciales.
Apéndice II	En esta lista figuran especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se contrale estrictamente su comercio. En este Apéndice figuran también las llamadas "especies semejantes", es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación.
Apéndice III	En esta lista figuran las especies incluidas a solicitud de una Parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas.

Tendencia poblacional de acuerdo con el IUCN

En lo que corresponde a la tendencia poblacional, la IUCN maneja las siguientes categorías:

Cuadro IV.55. Categorías referentes a la tendencia poblacional para la fauna silvestre.

Tendencia poblacional	Descripción
Creciente	Cuando las especies son abundantes debido a una tendencia poblacional creciente de sus poblaciones; además, dichas poblaciones tienen una distribución amplia, y, por lo tanto, representan un colonizador altamente efectivo.
Decreciente	Las poblaciones de las especies han sido severamente reducidas, variando de comunes a poco frecuentes.
Estable	La densidad poblacional de las especies no es variable, es decir, se mantienen relativamente constantes durante la mayoría del año.
Desconocido	Existen pocos datos específicos sobre la densidad de población y la abundancia de las especies, de tal manera que no se pueden establecer parámetros poblacionales sobre ellas.

Categorías de endemismo.

En lo referente al atributo de endemismo se utiliza la siguiente clasificación:

Cuadro IV.56. Categorías de endemismo empleadas para la fauna silvestre.

Categoría	Descripción
Endémica (E)	Especies cuya distribución geográfica se encuentra restringida a los límites políticos de México.
Semiendémica (SE)	Incluye a las especies cuya población completa se distribuye únicamente en México durante cierta época del año.
Cuasiendémica (CE)	Son aquellas cuyas áreas de distribución se extienden ligeramente fuera de México hacia algún país vecino debido a la continuidad de los hábitats.
Exótica (Exo)	Especies que han sido introducidas a un hábitat y/o región diferente a la de su origen.

[5] CITES. 2022. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. 2019. Lista de especies CITES. Obtenido de: http://checklist.cites.org/#/es.

Residencia.

En el atributo de residencia, las especies fueron clasificadas en distintas categorías utilizando información publicada en literatura especializada (Peterson y Chalif, 1989[6]; Howell y Webb, 1995[7]; Sibley, 2000[8]). Dicho atributo solamente aplica para el caso exclusivo de las especies de aves. Las categorías empleadas fueron las siguientes:

Cuadro IV.57. Categorías de residencia empleadas para la avifauna silvestre.

Categoría	Descripción	Estacionalidad
Residentes (R)	Especies que viven a lo largo de todo el año en una misma región.	Todo el año
Migratorias de Invierno (MI)	Especies que se reproducen al Norte del continente y pasan el invierno en México.	Septiembre y Abril
Migratorias de Verano (MV)	Especies que se encuentran en México únicamente durante la temporada de reproducción en verano.	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.	Otoño y Primavera
Accidentales (A)	Especies cuya presencia en México, es rara o irregular; por lo general individuos en dispersión fuera de su área de distribución habitual, o individuos que han sido arrastrados por fenómenos meteorológicos.	

ATRIBUTOS DE LAS ESPECIES

A continuación, se muestran algunos atributos importantes de las especies de avifauna que fueron registradas, los cuales se describen y especifican en seguida:

a. La estacionalidad de las especies. Esta se entiende como el periodo en que se encuentran presentes las especies en una determinada área, definida en este estudio en cuatro categorías: residentes, migratorias de verano, migratorias de invierno y transitorias.

b. Abundancia. Se clasifica en seis categorías: abundante (especie fácilmente detectable en grandes números), muy común (especie fácilmente detectable, aunque en pocos números), común (especie observada en números bajos y en grupos pequeños), poco común (especie en la que se observaron unos pocos individuos), rara (especie observada en números muy bajos) y ocasional (especie muy escasa que si llega a observarse es un dato importante).

c. Sociabilidad. Se refiere al tipo de organización social de las especies. Comprende tres categorías: solitario (cuando sólo se observa un individuo), pareja (especie que se desplaza en pareja sea época reproductiva o no) y gregaria (conformación de grupos de tres o más individuos).

d. Alimentación. Para este caso se asignan categorías de acuerdo con el tipo de alimento que consumen, dependiendo de la disponibilidad de los recursos alimenticios. Se pueden identificar

[6] 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.

[7] Howell, N. G. S. y Webb, S. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. Oxford.

[8] Sibley, D. A. 2000. The Sibley Guide to Birds. National Audubon Society. Alfred A. Knopf, New York.

las siguientes categorías: herbívoro (especies que se alimentan principalmente de material vegetal como pastos, hojas, ramas, entre otros), carnívoro (especies que se alimentan de vertebrados a los que capturan vivos), carroñero (especies que se alimentan de material animal en descomposición), frugívoro (especies que consumen principalmente frutos), granívoro (se alimentan de semillas principalmente), insectívoro (especies que el consumo de insectos es la base de su alimentación), nectarívoro (cuando el néctar es la principal fuente de alimentación), invertebrados (cuando pequeños invertebrados forman la base de su alimentación) y omnívoro (especies que consumen distintos recursos como semillas, insectos, vertebrados, frutos, hojas, entre otros).

e. Hábitat. Se define como el ambiente donde la especie se desarrolla, el cual puede variar regionalmente dependiendo de las necesidades de los individuos de la especie y para este estudio se tomaron las condiciones de la vegetación de la siguiente manera: 1) Cauce: corresponde a los sitios que presentaron un rio y/o cause temporal, con vegetación dispersa e indicios de áreas sujetas a actividades antropogénicas. 2) Cauce con vegetación densa: corresponde a sitios con cuerpos de agua y vegetación cerrada, con árboles y arbustos. 3) Matorral: áreas principalmente con matorral desértico rosetófilo. 4) Vegetación densa: Corresponde a las áreas con vegetación conservada y, como su nombre lo indica con vegetación cerrada y densa. 5) En aquella categoría denominada "Sobrevolando pastizal" corresponde principalmente a los sitios en los cuales se observaron las aves de rapiña, las cuales se registraron en pastizales con arbolado escaso. 6) Vegetación secundaria: corresponde a las áreas que presentaron en su mayoría arbustos de tamaño pequeño y mediano. Y, por último, 7) Xerófila: Corresponde a toda aquella vegetación con espinas y cactáceas como cardones y nopales, con arbustos espinosos.

f. Distribución vertical. Se basa en el estrato de la vegetación donde se desarrollan los individuos de la especie.

INVESTIGACIÓN DE CAMPO

FAUNA SILVESTRE EN EL SISTEMA AMBIENTAL

AVIFAUNA

Para la toma de datos de la fauna silvestre se tomó en consideración algunos criterios del Manual para muestrear la fauna en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas BIOCOMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios de la CONAFOR (2018)[9].

Conteo por puntos

Para la toma de datos de avifauna se optó por el conteo por puntos, esta técnica consiste en identificar y contabilizar aves desde un sitio definido denominado "punto de conteo". El punto de conteo por lo regular presenta una superficie circular de radio variado, con un mínimo de 10 m. Dentro del punto, se contabilizan a la totalidad de las aves vistas y/o escuchadas a lo largo de un periodo de tiempo correspondiente a 10 minutos. Durante el periodo de muestreo, habrá que evitar contar en más de una ocasión a un mismo individuo. Una vez pasados los 10 minutos de observación, se lleva a cabo un nuevo muestreo en un punto de conteo diferente. Sin embargo, la llegada al nuevo punto de conteo alterará la actividad normal de las aves presentes en el sitio, por lo tanto, es recomendable

[9] FMCN, CONAFOR, USAID y USFS. 2018. "Manual para muestrear la fauna en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas", BIOCOMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios, Comisión Nacional Forestal-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México.

esperar 10 minutos antes de iniciar el registro de aves. Si durante el periodo de muestreo dentro del punto de conteo fue imposible la identificación de un ave, al final de este se podrá seguir al ave para identificarla. El muestreo contempló los horarios de mayor actividad de las aves, desde el amanecer hasta las 11:00 h, y por la tarde de 16:00 a 18:30 h.

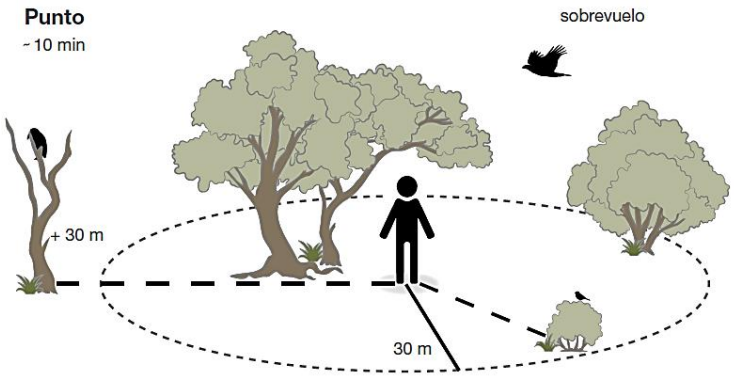


Imagen IV.6. Ejemplo del establecimiento de un punto de conteo para la avifauna. Fuente: Ruiz Gutiérrez et al (2020)[10].

MASTOFAUNA

Para la determinación de especies de mastofauna se recurrió a una técnica directa (censo muestral de especies observadas) y una técnica indirecta (rastreo de especies). A continuación, se describe cada técnica empleada:

Censo muestral de especies observadas (método directo):

Consiste en hacer recorridos a lo largo de transectos/cuadrantes, en los cuales se toma nota de todas las especies vistas a lo largo de dicho trayecto. Este método usualmente se emplea para conocer la composición faunística, los hábitats que frecuentan las especies y la abundancia relativa (Ceballos *et al*., 2002).

Rastreo de especies (método indirecto):

El rastreo de especies consiste en la búsqueda a través de transectos/cuadrantes, 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, 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).

[10] Ruiz-Gutiérrez, V., Berlanga, H.A., Calderón-Parra R., Savarino-Drago, A., Aguilar-Gómez, M.A. y Rodríguez-Contreras, V. 2019. Manual Ilustrado para el Monitoreo de Aves. PROALAS: Programa de América Latina para las Aves Silvestres. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad /Iniciativa para la Conservación de las Aves de Norte América, México y Laboratorio de Ornitología de Cornell Ciudad de México e Ithaca N. Y. 104 pp.

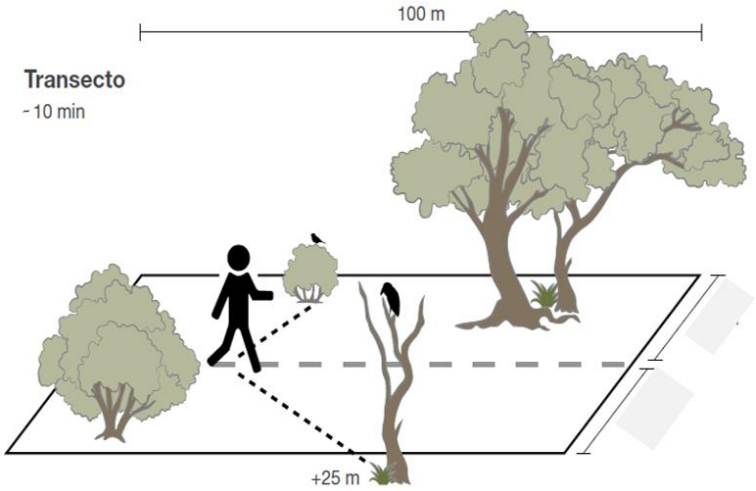


Imagen IV.7. Ejemplo del establecimiento de un transecto para la mastofauna y herpetofauna. Fuente: Ruiz Gutiérrez et al (2020).

HERPETOFAUNA

Para el muestreo de herpetofauna se recurrió al encuentro visual, el cual consiste en la observación directa y conteo de organismos a lo largo de transectos/cuadrantes de longitud fija. El avistamiento de reptiles varía marcadamente con la temperatura ambiental ya que de esta depende su temperatura corporal, por lo que el recorrido a lo largo de los transectos se realizó durante las primeras horas de la mañana y previo al atardecer. Los transectos fueron los mismos que para la mastofauna, los cuales se recorrieron a través de una caminata dirigida para determinar la presencia de herpetofauna en cada sitio. Además, se recurrió a la captura directa, la cual se efectuó de manera manual en el caso de lagartijas; para las serpientes, se requiere de un proceso en el cual sólo se usará el gancho herpetológico y un tubo de PVC transparente de un ancho acorde a la parte más ancha de la serpiente, para poder realizar la manipulación de ejemplares que podrían resultar peligrosos.

IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LAS ESPECIES

Para la identificación de las especies se usaron guías especializadas de cada grupo faunístico, así como artículos publicados en revistas indexadas referentes a los grupos faunísticos de interés y a la región en donde se desarrolla el AP.

El orden sistemático a nivel específico (especie) siguió la propuesta taxonómica de Navarro-Sigüenza y Peterson (2004) el cual se basa en el concepto "filogenético-evolutivo" de especie. Este enfoque utiliza como criterio para designar los límites de especies el reconocimiento de caracteres únicos (autapomorfías) o combinaciones únicas para identificar y delimitar a las unidades evolutivas o linajes (McKtrick y Zink, 1988). Así, este criterio es más relevante en términos de la conservación ya que, de acuerdo con este criterio, las especies intrínsecamente sufren una disminución en sus áreas de distribución al reconocerlas como poblaciones alopátricamente diferenciadas (Rojas-Soto *et al*., 2010).

Avifauna

- ✓ **Del Pont, R. M. (1997). Guía de aves canoras y de ornato. Instituto Nacional de Ecología.**

- ✓ **Howell, S. N. G. & S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. New York, USA.**
- ✓ **National Geographic Society. 1999. Field guide to the birds of North America. National Geographic Society. Tercera Edición. Washington, D.C. USA.**
- ✓ **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.**
- ✓ **Sibley, D. A. 2000. The Sibley Guide to Birds. National Audubon Society. Alfred A. Knopf, New York.**
- ✓ **Gómez-Moreno, V. del C., Niño-Maldonado, S. y Sánchez-Reyes, U. 2016. Lista ornitológica del Centro Universitario de Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología. 17(1). 33-43 pp.**
- ✓ **Flores Maldonado, J. J., Moreno Talamantes, A., García Aranda, M. A., Leal Nares, O. A., Ibarra Sánchez, C., González Iglesias, R. M., Ramos Silva, C. B., Villa Hernández, N. N., Gehú Paz, Ó., Salazar Hernández, S. y Ortíz Maciel, S. 2014. Biodiversidad y Desarrollo Rural en la Sierra Madre Oriental de Nuevo León. Instituto Nacional de Desarrollo Social (INDESOL).**

Herpetofauna

- ✓ **Terán-Juárez, S. A., García-Padilla, E., Mata-Silva, V., Jhonson, J. D. and Wilson, L. D. 2016. The herpetofauna of Tamaulipas, México: composition, distribution and conservation status. Mesoamerican herpetology, 3(1); 43-113 pp.**
- ✓ **Flores Maldonado, J. J., Moreno Talamantes, A., García Aranda, M. A., Leal Nares, O. A., Ibarra Sánchez, C., González Iglesias, R. M., Ramos Silva, C. B., Villa Hernández, N. N., Gehú Paz, Ó., Salazar Hernández, S. y Ortíz Maciel, S. 2014. Biodiversidad y Desarrollo Rural en la Sierra Madre Oriental de Nuevo León. Instituto Nacional de Desarrollo Social (INDESOL).**
- ✓ **Mejía Pérez, J. I. 2008. Análisis panbiogeográfico de los saurios de la Sierra Madre Oriental. Tesis. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Mineral de la Reforma, Pachuca. 141 pp.**

Mastofauna

- ✓ **Alvarez-Castañeda, S. T., Alvarez, T., & González-Ruiz, N. 2017. Guía para la identificación de los mamíferos de México. JHU Press.**
- ✓ **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.**
- ✓ **Murie, O. J. & Elbroch, M. 2005. Peterson: Fiel Guide to animal tracks. HMH. 3ra Ed. New York. 390 pp.**
- ✓ **Medellín, R. A., Arita, H. T., & Sánchez H., O. 2008. Identificación de los murciélagos de México: clave de campo. Instituto de Ecología, UNAM. México, D.F. 79 pp.**
- ✓ **León-Paniagua, L., García Trejo, E., Arroyo-Cabrales, J. y Castañeda-Rico, S. 2014. Patrones biogeográficos de la mastofauna. En Luna, I., Morrone, J. J. y Espinosa, D. (eds); Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental. Las Prensas de Ciencias. México. 469-479 pp.**

- ✓ **Flores Maldonado, J. J., Moreno Talamantes, A., García Aranda, M. A., Leal Nares, O. A., Ibarra Sánchez, C., González Iglesias, R. M., Ramos Silva, C. B., Villa Hernández, N. N., Gehú Paz, Ó., Salazar Hernández, S. y Ortíz Maciel, S. 2014. Biodiversidad y Desarrollo Rural en la Sierra Madre Oriental de Nuevo León. Instituto Nacional de Desarrollo Social (INDESOL).**

ANÁLISIS DE DIVERSIDAD ALFA DE FAUNA SILVESTRE A TRAVÉS DE MÉTODOS ESTADÍSTICOS

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.

METODOLOGÍA DEL ESFUERZO DE MUESTREO (CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES)

Una curva de acumulación de especies es el número de especies acumuladas a lo largo de una medida de esfuerzo de muestreo. Las curvas de acumulación de especies muestran la tasa a la que nuevas especies se encuentran.

En una curva de colecta de especies, la incorporación de nuevas especies al inventario se relaciona con alguna medida del esfuerzo de muestreo. Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas. Al principio, se colectan sobre todo especies comunes y la adición de especies al inventario se produce rápidamente, por lo tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada. A medida que incrementa la intensidad de muestreo son las especies raras, así como los individuos de especies provenientes de otros lugares, los que hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende. El momento en el que está pendiente desciende a cero corresponde, teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la zona estudiada, con los métodos utilizados y durante el tiempo en el que se llevó a cabo el muestreo. En este punto es conveniente puntualizar que el tamaño y la composición de un inventario de especies en un lugar determinado varía con el tiempo (Adler y Laurenroth, 2003) debido a una característica fundamental de la distribución espacial de las especies: sus rangos de distribución no son estables a lo largo del tiempo. Una especie puede ampliar o reducir su distribución en función de cambios en las variables ambientales. Además, determinadas especies pueden variar su fenología en función, por ejemplo, de las condiciones ambientales de un año determinado, pudiendo llegar a no emerger o ser detectables todos los años.

Las curvas de acumulación permiten:

- ✓ Dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación.
- ✓ Una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables.
- ✓ Extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona (Lamas *et al*., 1991; Soberón y Llorente, 1993; Colwell y Coddington, 1994; Gotelli y Colwell, 2001).

Algunas curvas de acumulación tienden a una asíntota, otras no. Las que tienden a alcanzar la asíntota sugieren que el esfuerzo de muestreo ha sido adecuado, y que la riqueza total se ha estimado de forma satisfactoria.

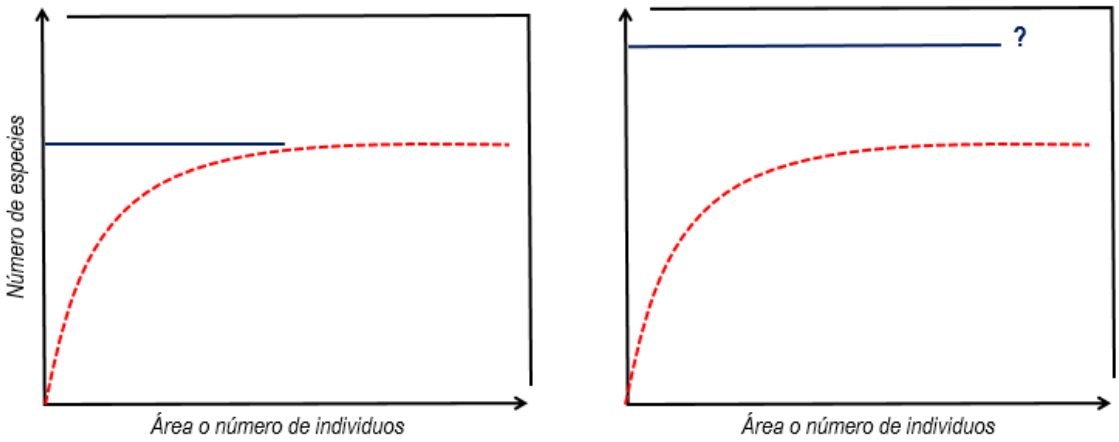


Figura IV.60. Curva de acumulación de especies.

Uno de los métodos que se comenzó a utilizar con más frecuencia para conocer la riqueza de especies total de una comunidad, fueron las curvas de acumulación de especies. Estas curvas muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota como se muestra en la siguiente figura.

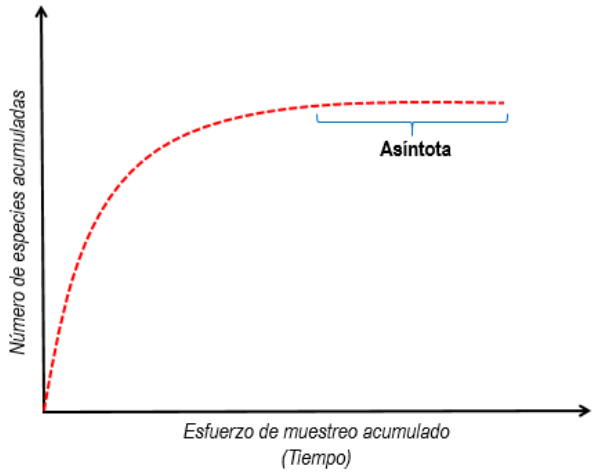


Figura IV.61. Curva de acumulación de especies. El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se han registrado todas las especies (asíntota).

El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el esfuerzo de muestreo, hasta un máximo donde se piensa que ya se han registrado todas las especies (asíntota). Pero incluso en estas curvas, podrían obtenerse asíntotas antes de que muchas especies hubieran sido registradas, sobre todo por efecto de la estacionalidad, la diversidad beta (el grado de reemplazo de especies a través de gradientes ambientales) y la abundancia relativa de las especies. Esto último constituyó un hallazgo importante, ya que no todos los individuos tienen la misma probabilidad de pertenecer a una especie determinada, puesto que hay especies comunes y especies muy raras.

En general, los métodos para estimar la riqueza de especies y la estructura de una población pueden dividirse en dos grupos: los métodos paramétricos y los no paramétricos.

✓ MÉTODOS PARAMÉTRICOS

Se llaman así porque parten de supuestos acerca de la población (por ejemplo: que la muestra sea aleatoria, que la probabilidad de cada clase sea la misma, que las medidas sean independientes) y requieren que los datos se distribuyan de cierta forma (por ejemplo, con una distribución normal).

Entre los modelos paramétricos usados para estimar la riqueza específica están las funciones de acumulación, como la logarítmica, exponencial y la ecuación de Clench. Los modelos paramétricos que miden la estructura son, entre otros, la serie geométrica, la serie logarítmica, la distribución log-normal y el modelo de vara quebrada.

DIVERSIDAD ALFA (α)

Para poder analizar a la fauna silvestre se consideró a la diversidad alfa medida por medio de la riqueza específica (cantidad de especies) y métricas de diversidad. A continuación, se describen las características más importantes de los análisis considerados:

1. Riqueza específica
   - ✓ Número de especies
2. Índices de diversidad proporcional
   - ✓ Índice de Simpson modificado por Pielou
   - ✓ Índice de Shannon-Wiener (H´)
   - ✓ Índice de Margalef (D_{Mg})
   - ✓ Índice de diversidad verdadera (^1D)
3. Distribución de abundancias (basadas en los índices de diversidad proporcional)
   - ✓ Equidad (J)
   - ✓ Dominancia (D)
4. Completitud de muestreo
   - ✓ Curva de acumulación de especies

Índices de diversidad proporcional

✓ **Índice de Simpson modificado por Pielou (Dp)**

El índice de Simpson 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).

$$\boldsymbol{D_P = \sum_{i=1}^{S} \left[\frac{ni\ (ni-1)}{N(N-1)} \right]}$$

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 (H´)**

El índice de Shannon-Wiener, refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa (Somarriba, 1999).

$$\boldsymbol{H = -\sum_{i=1}^{S} Pi * ln * Pi}$$

H = Índice de Shannon-Wiener
Pi = Abundancia relativa
In = Logaritmo natural

✓ **Índice de Margalef (DMg)**

Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de

especies y el número total de individuos S= kN donde k es constante (Magurran, 1988). Si esto no se mantiene, entonces el índice varía con el tamaño de muestra de forma desconocida. Usando S-1, en lugar de S, da DMg=0 cuando hay una sola especie.

$$D_{Mg} = \frac{(S-1)}{\ln(N)}$$

S = Número de especies
N= Número total de individuos

- ✓ **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.

$$^{1}D = Exp\,(H') = \exp\left[\sum_{n=1}^{S} Pi * \ln Pi\right]$$

^{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

Esfuerzo de muestreo (curvas de acumulación de especies)

- ✓ **Método paramétrico: modelos logarítmico y potencial**

Los modelos matemáticos que se utilizan para predecir la riqueza de especies son llamados 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

MUESTREO REALIZADO EN EL SISTEMA AMBIENTAL

Para la toma de información en el SA se establecieron 10 sitios de muestreo (transectos, puntos de conteo) para la determinación de avifauna, mastofauna y herpetofauna, tal como se representa enseguida:

A continuación, se muestran las coordenadas geográficas de cada uno de los puntos de conteo y transectos establecidos:

PUNTOS DE OBSERVACIÓN

Cuadro IV.58. Coordenadas geográficas de los puntos de conteo establecidos para la determinación de avifauna en el Sistema ambiental.

Muestreo de la avifauna					
	N° de transecto	Coordenadas central		Radio (m)	Sup. (ha)
SA	1	597901.1963	2155106.467	35	0.3848
	2	597412.4556	2154606.093	35	0.3848
	3	596968.2501	2154692.882	35	0.3848
	4	600979.7496	2154799.324	37	0.4301
	5	601131.7963	2155032.511	37	0.4301
	6	601205.7777	2155213.073	37	0.4301
	7	601392.3419	2155369.107	37	0.4301
	8	601566.5474	2155030.742	37	0.4301
	9	601901.4781	2155020.267	37	0.4301
	10	601029.182	2154363.702	37	0.4301
Total					4.1651

TRANSECTOS

Cuadro IV.59. Coordenadas geográficas de los transectos establecidos para la determinación de mastofauna y herpetofauna en el Sistema ambiental.

Muestreo mastofauna y herpetofauna								
	N° de transecto	Coordenadas Inicial		Coordenadas Final		Largo (m)	Ancho (m)	Sup. (ha)
SA	1	597967.71	2155044.83	597834.68	597834.68	170	20	0.3400
	2	597494.08	2154644.32	597330.83	597330.83	170	20	0.3400
	3	597019.09	2154621.87	596917.41	596917.41	170	20	0.3400
	4	600872.55	2154727.05	601086.95	601086.95	250	35	0.8750
	5	601007.68	2155068.59	601255.92	601255.92	250	35	0.8750
	6	601103.12	2155286.84	601308.43	601308.43	250	35	0.8750
	7	601331.28	2155481.11	601453.4	601453.4	250	35	0.8750
	8	601448.42	2155073.81	601684.68	601684.68	250	35	0.8750
	9	601790.51	2154946.97	602012.45	602012.45	250	35	0.8750
	10	600931.67	2154281.54	601126.69	601126.69	250	35	0.8750
Total								7.1450

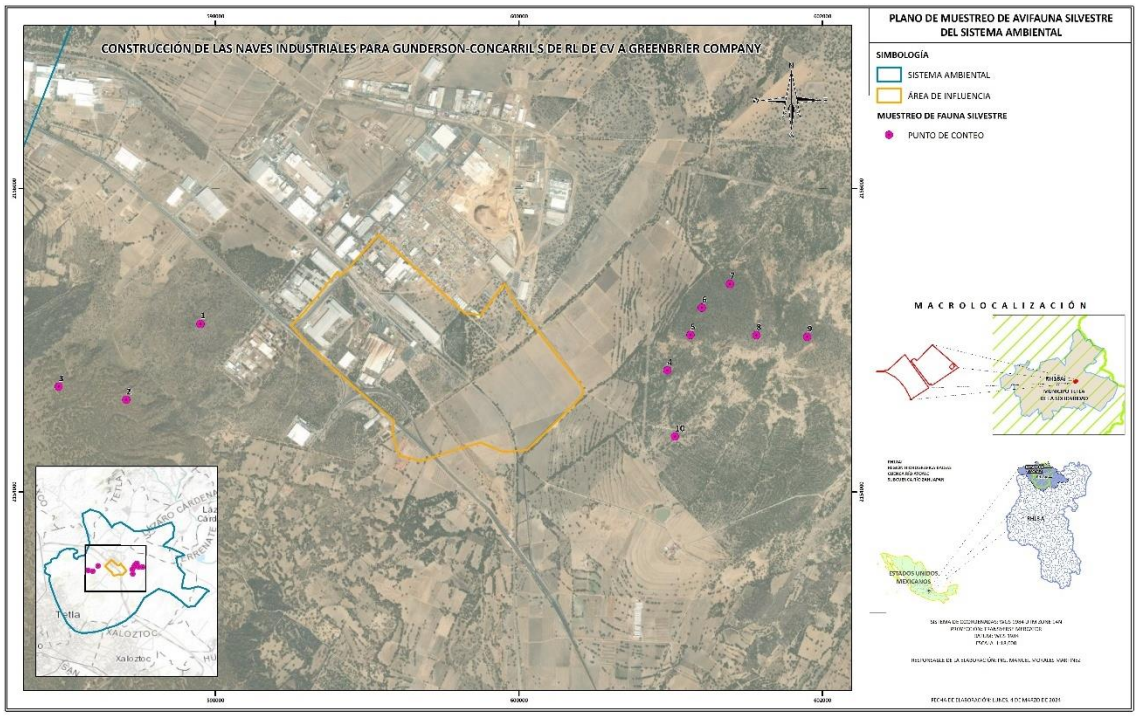


Figura IV.62 Sitios de muestreo para avifauna

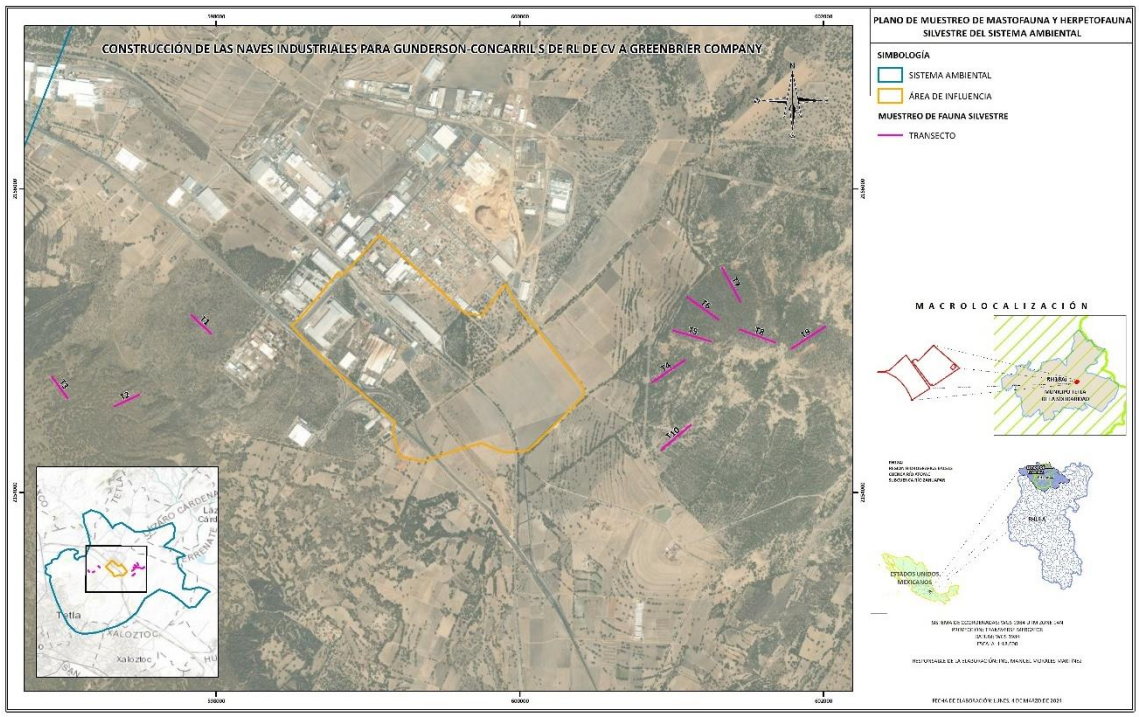


Figura IV.63. Puntos de conteo y transectos establecidos para la determinación de mastofauna y herpetofauna en el Sistema ambiental

ANÁLISIS DE EL SISTEMA AMBIENTAL

ANÁLISIS DE LA AVIFAUNA

LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de especies de avifauna que fueron registradas en los 10 sitios de muestreo establecidos en el SA:

Cuadro IV.60. Especies de aves presentes en los sitios de muestreo establecidos en el SA.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus						Abund.	Sociabilidad	Alim.	Imp. Eco.	No. registros
				NOM-059	IUCN	CITES	Ten. Pob.	Distr.	Resi.					
1	Accipiteridae	*Accipiter cooperi*	Gavilán de Cooper	**Pr**	LC	**II**	Creciente	Nativa	R	Poco común	S	C	SC	**2**
2	Accipiteridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	SC	LC	**II**	Creciente	Nativa	R	Poco común	S	C	RP	**2**
3	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R	Poco común	G	C, Cr	EE	**4**
4	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma de Collar Turca	SC	LC	SC	Creciente	Exótica-Invasora	INT	Común	G	Gr	SC	**6**
5	Columbidae	*Zenaida macroura*	Huilota común	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R	Común	G	Gr	DS, EE	**5**
6	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R	Poco común	G	Gr	Ds, EE	**1**
7	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R	Muy común	G	Gr	Ds, EE	**12**
8	Cuculidae	*Coccyzus americanus*	Cuclillo pico amarillo	SC	LC	SC	Decreciente	Nativa	R	Poco común	S	I	RP	**2**
9	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	SC	LC	**II**	Estable	Nativa	R	Poco común	S	C	RP	**1**
10	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pizón mexicano	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R	Muy común	G	F, I, G	RP, DS	**17**
11	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R	Poco común	S	N, I, F	RP, P, EE, DS	**2**
12	Icteridae	*Icterus bullockii*	Calandria cejas naranjas	SC	LC	SC	Estable	Nativa	R	Poco común	S	N, I, F	RP, P, EE, DS	**2**
13	Icteridae	*Icterus wagleri*	Calandria de Wagler	SC	LC	SC	Decreciente	Nativa	R	Poco común	S	N, I, F	RP, DS, P	**2**
14	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	SC	LC	SC	Estable	Nativa	R	Poco común	G	O	RP, EE	**2**
15	Passerellidae	*Melospiza lincolnii*	Gorrión de Lincoln	SC	LC	SC	Estable	Nativa	R	Común	G	Gr, I	RP	**8**
16	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	SC	LC	SC	Decreciente	Exótica-Invasora	INT	Muy común	G	Gr, I, F	DS	**13**
17	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgrís	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R	Común	G	I	RP	**10**
18	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiroi orejas blancas	SC	LC	**II**	Decreciente	Nativa	R	Poco común	S	N, I	RP, P, EE	**2**
19	Trochilidae	*Lampornis clemenciae*	Colibrí garganta azul	SC	LC	**II**	Estable	Nativa	R	Poco común	S	N, I	RP, P, EE	**2**
20	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí	SC	LC	**II**	Creciente	Nativa	R	Poco común	S	N, I	RP, P	**2**
21	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga	SC	LC	SC	Decreciente	Nativa	R	Poco común	S	I	RP	**3**
22	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R	Muy común	S	F, I, G	RP, DS	**14**
22	**TOTAL**													**114**

Tendencia poblacional (Ten. Pob.); Distribución (Distr); Residencia (Resid); Abundancia (Abund); Sociabilidad (Sociab); Alimentación (Alim); Importancia Ecológica (Imp. Eco.); Probablemente extinta en el medio silvestre (E); En peligro de extinción (P); Amenazadas (A); Sujetas a protección especial (Pr); Sin categoría (SC), Preocupación menor (LC); Apéndice I (I); Apéndice II (II), Apéndice III (III); .Datos Insuficientes (DD); Preocupación Menor (LC); Casi Amenazado (NT); Vulnerable (VU); En Peligro (EN); En peligro crítico (CR); Extinto en estado silvestre (EW); Extinto (EW); No evaluado (NE); Endémica (EN); Cuasindémica (CE); Nativa (NA); Residente (R); Migrante (MI), Granívora (G); Frugívora (F); Insectívora; Carnívoro (C); Carroñero (Ca); Omnívoro (O); Equilibrio ecológico (E.E); Dispersor de semillas (DS); Regulador de poblaciones (RP).

En los diez puntos de conteo establecidos en el SA se registró un total de 114 individuos que corresponden a 22 especies de avifauna, de las cuales una especie se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010; la cual corresponde a un ave rapaz de nombre común Gavilán de Cooper (*Accipiter cooperi*); la cual fue registrada en vuelo. A nivel global de acuerdo con La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (por sus siglas en inglés IUCN); ninguna de las especies registradas presenta un estatus desfavorable de conservación. En lo referente a la tendencia poblacional proporcionada por la IUCN, al menos 17 especies de avifauna guardan una tendencia poblacional favorable (creciente, estable); y 5 especies guardan una tendencia desfavorable (decreciente, desconocida). Aunado a lo anterior, no se registraron especies endémicas, pero sí especies consideradas exóticas.

Recordemos que la avifauna es un grupo biológico con amplia movilidad, pero también es muy susceptible a cambios en el ambiente, ellos responden a que se encontrará una mayor diversidad de acuerdo con el estado de conservación del ambiente que se analice, las especies que se pueden a apreciar en esta parte del SA también se pueden observar en algunos terrenos baldíos en la urbe, presenta hábitos tróficos variados por lo que pueden estar presentes en diversos estratos.

2.- ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD

Para estimar la diversidad de una comunidad biológica, es necesario presentar tres tipos de métricas; las cuales hacen referencia al número de entidades distintas que existen (riqueza específica, índice de Margalef), el número de entidades distintas que existen en relación con su abundancia relativa (índices de diversidad proporcional: índice de Simpson y Shannon-Wiener) y la distribución de la abundancia de cada una de las especies en la comunidad (equidad y dominancia). Es imperativo considerar que un solo análisis no será suficiente para tomar esta decisión, esto se debe a que los valores de las métricas son interdependientes entre ellos. Por lo tanto, la determinación de la diversidad de avifauna se llevó a cabo estableciendo los niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional, equidad y dominancia, y finalmente un análisis de diversidad verdadera y un modelo predictivo del esfuerzo de muestreo (Curva de acumulación de especies: modelo potencial y logarítmico).

RIQUEZA

1. Riqueza específica (S)

Cuadro IV.61. Matriz de abundancias y riqueza específica de la avifauna registrada.

MATRÍZ DE ABUNDANCIA																				
ID	Familia	Nombre científico	Sistema Ambiental																	ni
		Nombre científico	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12	PC13	PC14	PC15	PC16	PC17	PC19	
1	Accipiteridae	*Accipiter cooperi*						1				1									2
2	Accipiteridae	*Buteo jamaicensis*			1								1								2
3	Cathartidae	*Coragyps atratus*	1				1											2			4
4	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	1			1					1				1		1	1			6
5	Columbidae	*Zenaida macroura*		1	2	1														1	5
6	Columbidae	*Zenaida asiatica*				1															1
7	Columbidae	*Columbina inca*	4			2					2				1		1	2			12
8	Cuculidae	*Coccyzus americanus*								1				1							2
9	Falconidae	*Falco sparverius*									1										1
10	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	2			3	2	1					1		1	3		3	1		17
11	Icteridae	*Icterus cucullatus*		1										1							2
12	Icteridae	*Icterus bullockii*								1							1				2
13	Icteridae	*Icterus wagleri*							1					1							2
14	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	1																	1	2
15	Passerellidae	*Melospiza lincolnii*										2	3							3	8
16	Passeridae	*Passer domesticus*	1	2		2			1					2		2	1	2			13
17	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*		1			1				4				2			2			10
18	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*			1			1													2
19	Trochilidae	*Lampornis clemenciae*														1			1		2
20	Trochilidae	*Archilochus colubris*										1		1							2
21	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*													1		2				3
22	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*			1	2		2			3			2					2	2	14
N			6	4	4	7	3	4	2	2	5	3	3	6	5	3	5	6	3	4	114
Riqueza (S)																					4.17
Desviación estándar																					1.47
Max ni																					17
Dominancia (D)																					0.15

Se obtuvo un promedio de riqueza de S=4.17 especies y una riqueza total de S=114 especies, con una dominancia de D= 0.15. A continuación se muestra la distribución de las especies de avifauna en cada uno de los puntos de conteo en el cual fueron registradas:

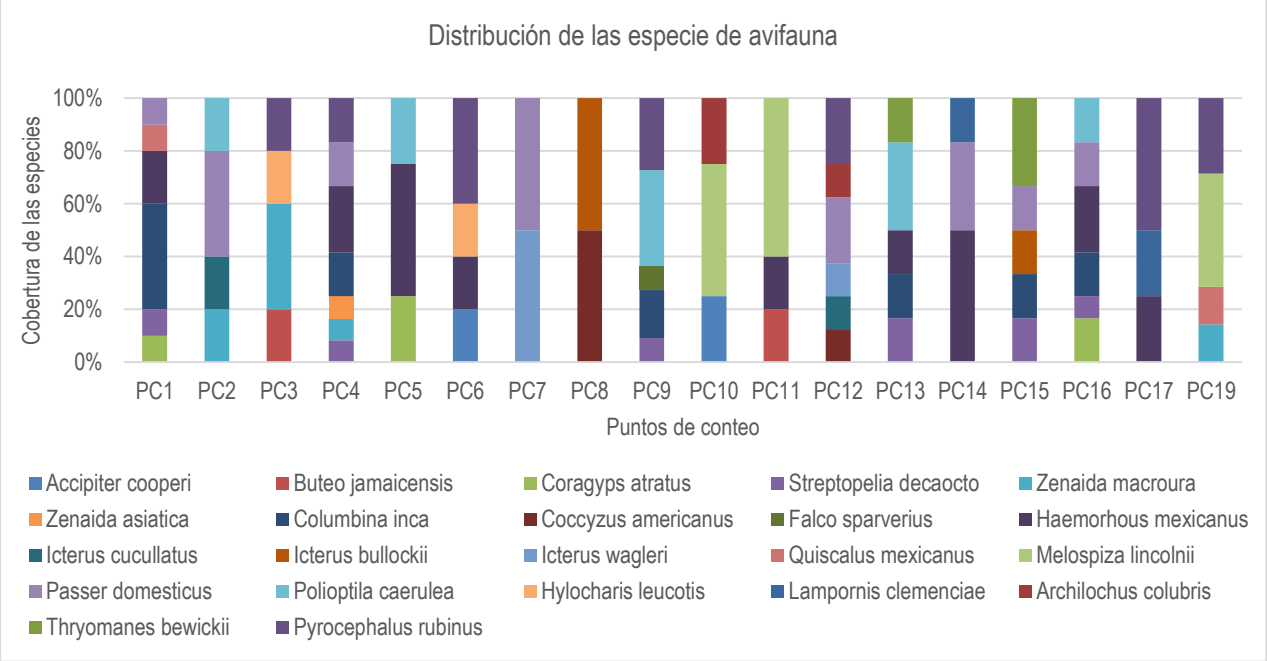


Figura IV.64. Distribución de los individuos de avifauna en cada punto de conteo en el que fueron registradas.

Cuadro IV.62. Riqueza específica de la avifauna registrada

S	Abundancia	Familias	Géneros	Especies
22	114	13	19	22

De las 13 familias de avifauna registradas, tres fueran las más diversas; las primeras corresponden a las familias *Columbidae y Icteridae* con 4 especies y la Familia *Trochilidae* con 3 especies.

2. Índice de Margalef (Dmg)

Cuadro IV.63. Índice de Margalef de la avifauna registrada

ÍNDICE DE MARGALEF	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	22
Abundancia	114
DMg	**4.43**

De acuerdo con el índice de Margalef, la relación entre el número de especies y el número de individuos es favorable, con un valor de Dmg= 4.43, lo cual no habla de una diversidad alta.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

1. Dominancia

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.64. Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna registradas

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	Accipiteridae	Accipiter cooperi	Gavilán de Cooper	2	1	2	0.0002

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)**
2	Accipiteridae	Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	2	1	2	0.0002
3	Cathartidae	Coragyps atratus	Zopilote común	4	3	12	0.0009
4	Columbidae	Streptopelia decaocto	Paloma de Collar Turca	6	5	30	0.0023
5	Columbidae	Zenaida macroura	Huilota común	5	4	20	0.0016
6	Columbidae	Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	1	0	0	0.0000
7	Columbidae	Columbina inca	Tortolita cola larga	12	11	132	0.0102
8	Cuculidae	Coccyzus americanus	Cuclillo pico amarillo	2	1	2	0.0002
9	Falconidae	Falco sparverius	Cernícalo americano	1	0	0	0.0000
10	Fringillidae	Haemorhous mexicanus	Pizón mexicano	17	16	272	0.0211
11	Icteridae	Icterus cucullatus	Calandria dorso negro	2	1	2	0.0002
12	Icteridae	Icterus bullockii	Calandria cejas naranjas	2	1	2	0.0002
13	Icteridae	Icterus wagleri	Calandria de Wagler	2	1	2	0.0002
14	Icteridae	Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	2	1	2	0.0002
15	Passerellidae	Melospiza lincolnii	Gorrión de Lincoln	8	7	56	0.0043
16	Passeridae	Passer domesticus	Gorrión doméstico	13	12	156	0.0121
17	Polioptilidae	Polioptila caerulea	Perlita azulgrís	10	9	90	0.0070
18	Trochilidae	Hylocharis leucotis	Zafiroi orejas blancas	2	1	2	0.0002
19	Trochilidae	Lampornis clemenciae	Colibrí garganta azul	2	1	2	0.0002
20	Trochilidae	Archilochus colubris	Colibrí garganta rubí	2	1	2	0.0002
21	Troglodytidae	Thryomanes bewickii	Saltapared cola larga	3	2	6	0.0005
22	Tyrannidae	Pyrocephalus rubinus	Papamoscas cardenalito	14	13	182	0.0141
N							**114**
N (N-1)							**12882**
Dp							**0.076**
1-Dp							**0.924**

El índice de Simpson nos indica que existe un 7.6 % de probabilidad de que dos individuos registrados correspondan a la misma especie de ave y una probabilidad del 92.4 % de que dos individuos sean de diferentes especies, lo cual no habla de una diversidad favorable (diversidad alta).

2. Equidad

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.65. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de avifauna registradas

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi)) *-1**
1	Accipiteridae	*Accipiter cooperi*	Gavilán de Cooper	2	0.0175	1.7544	0.0709
2	Accipiteridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	2	0.0175	1.7544	0.0709
3	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	4	0.0351	3.5088	0.1175
4	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma de Collar Turca	6	0.0526	5.2632	0.1550
5	Columbidae	*Zenaida macroura*	Huilota común	5	0.0439	4.3860	0.1371
6	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	1	0.0088	0.8772	0.0415
7	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	12	0.1053	10.5263	0.2370
8	Cuculidae	*Coccyzus americanus*	Cuclillo pico amarillo	2	0.0175	1.7544	0.0709
9	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	1	0.0088	0.8772	0.0415
10	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pizón mexicano	17	0.1491	14.9123	0.2838
11	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro	2	0.0175	1.7544	0.0709
12	Icteridae	*Icterus bullockii*	Calandria cejas naranjas	2	0.0175	1.7544	0.0709
13	Icteridae	*Icterus wagleri*	Calandria de Wagler	2	0.0175	1.7544	0.0709
14	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	2	0.0175	1.7544	0.0709
15	Passerellidae	*Melospiza lincolnii*	Gorrión de Lincoln	8	0.0702	7.0175	0.1864
16	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	13	0.1140	11.4035	0.2476
17	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgrís	10	0.0877	8.7719	0.2135
18	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiroi orejas blancas	2	0.0175	1.7544	0.0709

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
19	Trochilidae	*Lampornis clemenciae*	Colibrí garganta azul	2	0.0175	1.7544	0.0709
20	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí	2	0.0175	1.7544	0.0709
21	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga	3	0.0263	2.6316	0.0957
22	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	14	0.1228	12.2807	0.2575
22	**Total**			**114**	**1**	**100**	**2.724**
I. Shannon (H´)							**2.724**
H´ max = Ln S							**3.091**
JH´= H/Hmax							**0.881**

El índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de H´= 2.724, ello responde a que la diversidad presente guarda una proporción favorable, lo que se puede traducir como una diversidad media, pudiendo alcanzar un estatus de diversidad alta.

DIVERSIDAD VERDADERA

Cuadro IV.66. Índice de diversidad verdadera de la avifauna registrada

DIVERSIDAD VERDADERA	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	22
Abundancia	114
I. Shannon – Wiener (H´)	2.724
^{1}D	**15.23**

De acuerdo con el índice de diversidad verdadera se obtuvo un estatus de diversidad favorable, con un valor de 1D= 15.23, pues para este caso se registraron un total de 22 especies.

ESFUERZO DE MUESTREO (CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES)

A continuación, se muestran métodos estadísticos para determinar el número de especies que se esperarían obtener de acuerdo con el número de puntos de conteo establecidos (curvas de acumulación de especies). Los métodos estadísticos se presentan debido a que la superficie a muestrear es amplia, por lo tanto, realizar un conteo en la totalidad de esta implica una inversión de tiempo considerable.

Método paramétrico: Modelos logarítmico y potencial

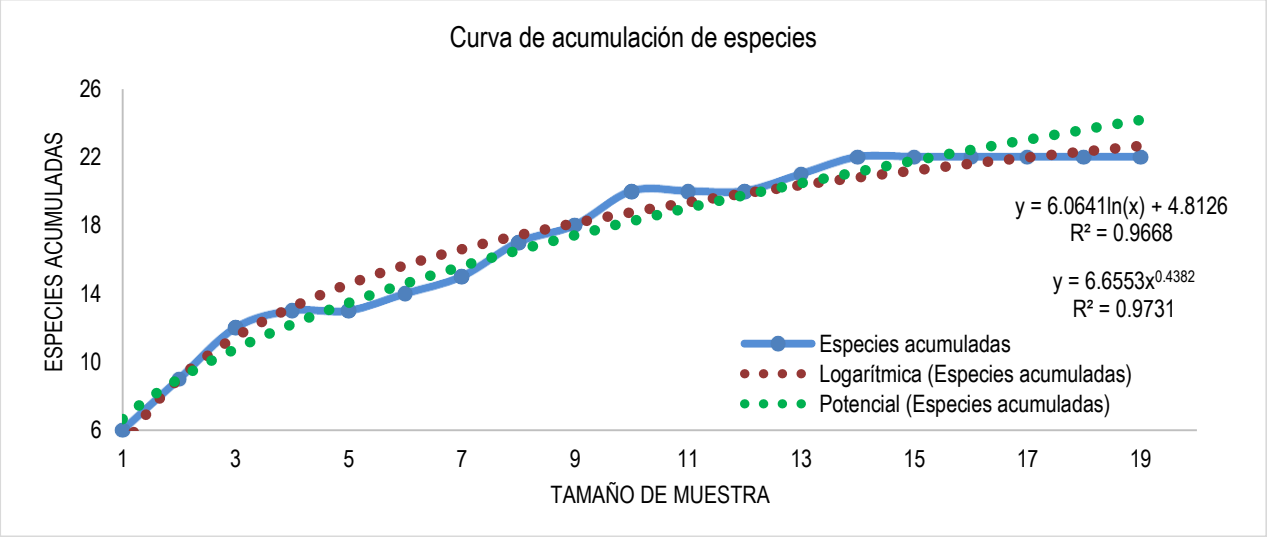


Figura IV.65. Curva de acumulación de especies de avifauna con un modelo potencial y logarítmico.

De acuerdo con la construcción de la curva de acumulación y a los valores que muestran cada uno de los modelos (Potencial y logarítmico); se observa un ajuste favorable del modelo logarítmico, el cual presenta un valor de R2= 0.9668. Debido a lo anterior se calculó la formula correspondiente a Y para obtener el número de especies que se encuentran estadísticamente en la SA.

Cuadro IV.67. Riqueza específica de avifauna de acuerdo con el modelo logarítmico.

Modelo Logarítmico			
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
19	4.8126	6.064	23

El modelo logarítmico arroja como resultado una riqueza específica de 23 especies de avifauna. La tendencia del modelo indica que es posible encontrar más especies en la SA.

Nota: Se anexa memoria de cálculo de datos de la fauna silvestre en la SA (ANEXO III.G. INDICES DE FAUNA SA,1. AVIFAUNA-SA).

ANÁLISIS DE LA MASTOFAUNA

1.- LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de las especies registradas, cabe señalar que los indicios corresponden a rastros de actividad (madrigueras, excretas, huellas); y registros visuales.

Cuadro IV.68. Especies de mamíferos presentes en el SA.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus					Abund.	Alim.	Imp. Eco.	No. registros
				NOM-059	IUCN	CITES	Ten. Pob.	Distr.				
1	Cricetidae	*Peromyscus maniculatus*	Ratón norteamericano	SC	LC	SC	Estable	Nativa	Poco común	H	EE	**4**
2	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	Poco común	O	EE	**2**
3	Geomyidae	*Thomomys umbrinus*	Tuza mexicana	SC	LC	SC	Desconocido	Nativa	Común	H	EE	**6**
4	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	SC	LC	SC	Desconocido	Nativa	Muy común	H	EE	**13**
5	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo de monte	SC	LC	SC	Decreciente	Nativa	Muy común	H	EE	**11**
6	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	SC	LC	SC	Desconocido	Nativa	Muy común	O	EE	**10**
7	Sciuridae	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de rocas	SC	LC	SC	Estable	Nativa	Poco común	H	EE	**2**
8	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	SC	LC	SC	Estable	Nativa	Muy común	H	EE	**10**
8	**Total**											**58**

Probablemente extinta en el medio silvestre (E); En peligro de extinción (P); Amenazadas (A); Sujetas a protección especial (Pr); Sin categoría (SC), Preocupación menor (LC); Apéndice I (I); Apéndice II (II), Apéndice III (III); .Datos Insuficientes (DD); Preocupación Menor (LC); Casi Amenazado (NT); Vulnerable (VU); En Peligro (EN); En peligro crítico (CR); Extinto en estado silvestre (EW); Extinto (EW); No evaluado (NE); Sin Categoría (SC); Endémica (EN); Cuasindémica (CE); Nativa (NA); Residente (R); Migrante (MI), Granívora (G); Frugívora (F); Insectívora; Carnívoro (C); Omnívoro (O); Equilibrio ecológico (E.E); Dispersor de semillas (DS); Regulador de poblaciones (RP).

Se registró un total de 58 evidencias de actividad masto faunística, tanto rastros como registros visuales, los cuales pertenecen a 8 especies de mamíferos, de las cuales ninguna se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, globalmente están catalogados como en Preocupación menor (LC por sus siglas en inglés). 1 especie presenta tendencia estable, 3 especies presentan una tendencia poblacional estable; y 3 especies mantienen una tendencia desconocida.

2.- ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD

Para estimar la diversidad de una comunidad biológica, es necesario presentar tres tipos de métricas; las cuales hacen referencia al número de entidades distintas que existen (riqueza específica, índice de Margalef), el número de entidades distintas que existen en relación con su abundancia relativa (índices de diversidad proporcional: índice de Simpson y Shannon-Wiener) y la distribución de la abundancia de cada una de las especies en la comunidad (equidad y dominancia). Es imperativo considerar que un solo análisis no será suficiente para tomar esta decisión, esto se debe a que los valores de las métricas son interdependientes entre ellos. Por lo tanto, la determinación de la diversidad de mastofauna se llevó a cabo estableciendo los niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional, equidad y dominancia, y finalmente un análisis de diversidad verdadera y un modelo predictivo del esfuerzo de muestreo (Curva de acumulación de especies: modelo potencial y logarítmico).

RIQUEZA

1. Riqueza específica (S)

Cuadro IV.69. Matriz de abundancia y riqueza específica de la mastofauna registrada

MATRÍZ DE ABUNDANCIA												
ID	**Familia**	**Subcuenca**	**Sistema Ambiental**									**ni**
		Nombre científico	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T6**	**T7**	**T8**	**T9**	**T10**	
1	Cricetidae	*Peromyscus maniculatus*		1					1		2		**4**
2	Didelphidae	*Didelphis virginiana*			1		1						**2**
3	Geomyidae	*Thomomys umbrinus*				3	2		1				**6**
4	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	1	1	2		2	1		2	2	2	**13**
5	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*		1			1	4	3		1	1	**11**
6	Procyonidae	*Bassariscus astutus*		2	3			1	1	2	1		**10**
7	Sciuridae	*Otospermophilus variegatus*						1	1				**2**
8	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	1	2	2		1	2			2		**10**
N			**2**	**5**	**4**	**1**	**5**	**5**	**5**	**2**	**5**	**2**	**58**
Riqueza (S)													**3.60**
Desviación estándar													**1.65**
Max ni													**13**
Dominancia (D)													**0.22**

Se obtuvo un promedio de riqueza de S=3.60 especies y una total de S=8 especies. Por otro lado, de acuerdo con los valores máximos se obtuvo el nivel de dominancia de D= 0.22. A continuación se muestra la distribución de las especies de mastofauna en cada uno de los transectos en el cual fueron registradas.

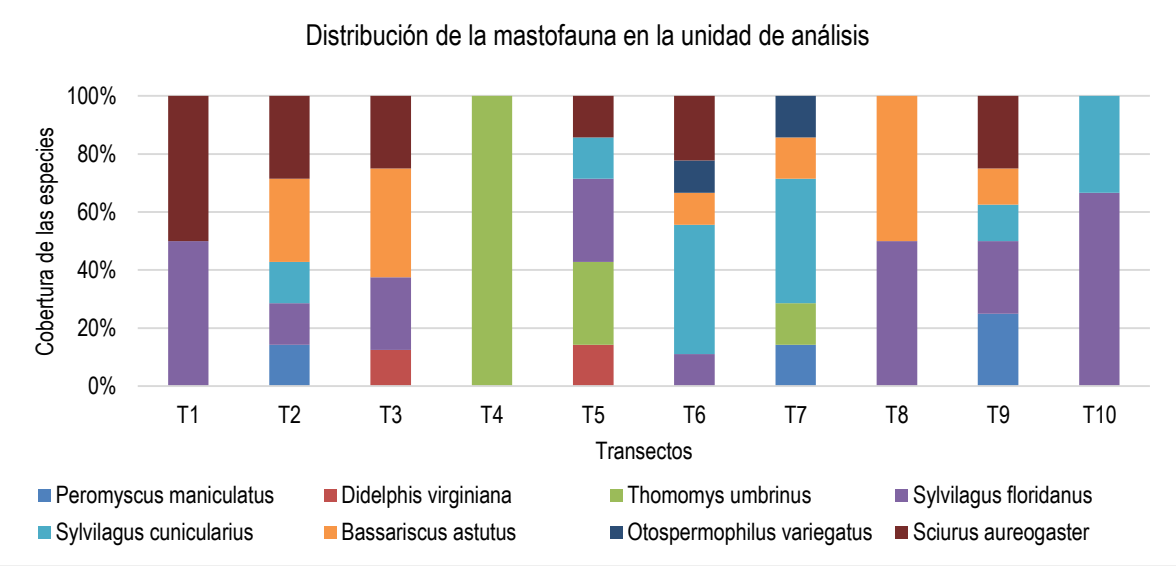


Figura IV.66. Distribución de los individuos de mastofauna en cada transecto en el que fueron registradas.

Cuadro IV.70. Riqueza específica de la mastofauna registrada.

S	Abundancia	Familias	Géneros	Especies
8	58	6	7	8

De las 6 familias de mastofauna registradas, las familias *Leporidae* y *Sciuridae* fueron las más diversa con dos especies.

2. Índice de Margalef (Dmg)

Cuadro IV.71. Índice de Margalef de la mastofauna registrada.

ÍNDICE DE MARGALEF	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	8
Abundancia	58
DMg	**1.72**

De acuerdo con el índice de Margalef, la relación entre el número de especies y el número de individuos es favorable, con un valor de Dmg= 1.72, lo cual nos habla de una diversidad media.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

1. Dominancia

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.72. Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies registradas.

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	Cricetidae	Peromyscus maniculatus	Ratón norteamericano	**4**	3	12	0.0036
2	Didelphidae	Didelphis virginiana	Tlacuache norteño	**2**	1	2	0.0006
3	Geomyidae	Thomomys umbrinus	Tuza mexicana	**6**	5	30	0.0091
4	Leporidae	Sylvilagus floridanus	Conejo serrano	**13**	12	156	0.0472
5	Leporidae	Sylvilagus cunicularius	Conejo de monte	**11**	10	110	0.0333
6	Procyonidae	Bassariscus astutus	Cacomixtle norteño	**10**	9	90	0.0272
7	Sciuridae	Otospermophilus variegatus	Ardillón de rocas	**2**	1	2	0.0006
8	Sciuridae	Sciurus aureogaster	Ardilla vientre rojo	**10**	9	90	0.0272

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)**
						N	**58**
						N (N-1)	**3306**
						Dp	**0.149**
						1-Dp	**0.851**

El índice de Simpson nos indica que existe un 14.9 % de probabilidad de que dos individuos registrados correspondan a la misma especie de mamífero y una probabilidad del 85.1 % de que dos individuos sean de diferentes especies, es evidente la influencia de las dos especies con un mayor número de registros.

2. Equidad

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.73. Índice de Shannon-Wiener de las especies registradas.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi)) *-1**
1	Cricetidae	*Peromyscus maniculatus*	Ratón norteamericano	4	0.0690	6.8966	0.1844
2	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	2	0.0345	3.4483	0.1161
3	Geomyidae	*Thomomys umbrinus*	Tuza mexicana	6	0.1034	10.3448	0.2347
4	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	13	0.2241	22.4138	0.3352
5	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo de monte	11	0.1897	18.9655	0.3153
6	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	10	0.1724	17.2414	0.3031
7	Sciuridae	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de rocas	2	0.0345	3.4483	0.1161
8	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	10	0.1724	17.2414	0.3031
8	**Total**			**58**	**1**	**100**	**1.908**
						I. Shannon (H´)	**1.908**
						H´ max = Ln S	**2.079**
						JH´= H/Hmax	**0.918**

El índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de H´= 1.712, ello responde a que la diversidad presente guarda una proporción poco favorable, lo que se puede traducir como una diversidad baja.

DIVERSIDAD VERDADERA

Cuadro IV.74. Índice de diversidad verdadera de la mastofauna registrada

DIVERSIDAD VERDADERA	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	8
Abundancia	58
I. Shannon – Wiener (H´)	1.908
^{1}D	**6.74**

El índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de H´= 1.908, ello responde a que la diversidad presente guarda una proporción poco favorable, lo que se puede traducir como una diversidad baja

ESFUERZO DE MUESTREO (CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES)

A continuación, se muestran métodos estadísticos para determinar el número de especies que se esperarían obtener de acuerdo con el número de puntos de conteo establecidos (curvas de acumulación de especies).

Método paramétrico: Modelos logarítmico y potencial

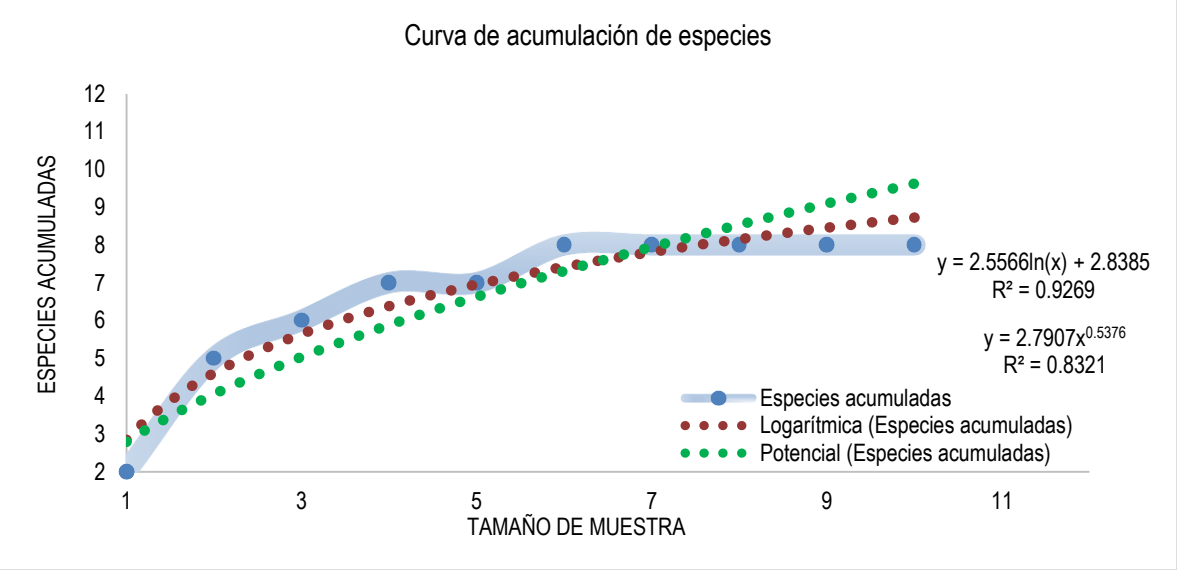


Figura IV.67. Curva de acumulación de especies de mastofauna con un modelo potencial y logarítmico.

De acuerdo con los resultados en la curva que se muestra previamente, el modelo logarítmico es el que mejor se ajusta. Debido a lo anterior se calculó la formula correspondiente a Y para obtener el número de especies que se encuentran estadísticamente.

Cuadro IV.75. Riqueza específica de mastofauna de acuerdo con el modelo logarítmico.

Modelo Logarítmico			
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
10	2.8385	2.5566	9

El modelo logarítmico arroja como resultado una riqueza específica de 9 especies de mastofauna. Lo anterior indica que se registró el 100 % de las especies que se encuentran estadísticamente en la zona.

Nota: Se anexa memoria de cálculo de datos de la fauna silvestre en la SA (ANEXO III.G. INDICES DE FAUNA SA,1. MASTOFAUNA-SA).

ANÁLISIS DE LA HERPETOFAUNA

1.- LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de especies de herpetofauna que se registraron.

Cuadro IV.76. Listado de especies de herpetofauna registradas.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus					Abund.	Alim.	Microhábitat	Imp. Eco.	No. registros
				NOM-059	IUCN	CITES	Ten. Pob.	Distr.					
1	Anguidae	*Barisia imbricata*	Lagartija alicante neovolcánica	**Pr**	LC	SC	Desconocida	Endémica	Poco común	I	Hojarasca/ pasto/ suelo/ rocas	RP	3
2	Plestiodontidae	*Plestiodon brevirostris*	Eslizón chato	SC	LC	SC	Estable	Endémica	Poco común	I	Hojarasca/ pasto/ suelo/ rocas	RP	2
3	Teiidae	*Aspidoscelis costatus*	Huico llanero	**Pr**	LC	SC	Estable	Endémica	Muy común	I	Hojarasca/ pasto/ suelo/ rocas	RP	10
4	Colubridae	*Conopsis lineata*	Culebra terrestre del centro	SC	LC	SC	Estable	Endémica	Rara	I	Hojarasca/ pasto/ suelo/ rocas	RP	1
5	Colubridae	*Pituophis deppei*	Alicante	**A**	LC	SC	Estable	Endémica	Rara	I	Hojarasca/ pasto/ suelo/ rocas	RP	1
6	Phrynosomatidae	*Sceloporus bicanthalis*	Lagartija espinosa trasvolcánica	SC	LC	SC	Estable	Endémica	Muy común	I, C	Hojarasca/ pasto/ suelo/ rocas	RP	19
7	Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Camaleón de montaña	**A**	LC	**II**	Estable	Endémica	Poco común	I	Hojarasca/ pasto/ suelo/ rocas	RP	3
8	Phrynosomatidae	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa de mezquite	**Pr**	LC	SC	Estable	Nativa	Muy común	I	Hojarasca/ pasto/ suelo/ rocas	RP	8
8	**Total**												**47**

Probablemente extinta en el medio silvestre (E); En peligro de extinción (P); Amenazadas (A); Sujetas a protección especial (Pr); Sin categoría (SC), Preocupación menor (LC); Apéndice I (I); Apéndice II (II), Apéndice III (III); .Datos Insuficientes (DD); Preocupación Menor (LC); Casi Amenazado (NT); Vulnerable (VU); En Peligro (EN); En peligro crítico (CR); Extinto en estado silvestre (EW); Extinto (EW); No evaluado (NE); Sin Categoría (SC); Endémica (EN); Cuasindémica (CE); Nativa (NA); Residente (R); Migrante (MI), Granívora (G); Frugívora (F); Insectívora; Carnívoro (C); Omnívoro (O); Equilibrio ecológico (E.E); Dispersor de semillas (DS); Regulador de poblaciones (RP).

Se registró un total de 47 registros visuales, los cuales pertenecen a 8 especies de herpetofauna, de los cuales dos especies (*Pituophis deppei y Phrynosoma orbiculare)* se encuentran en la categoría "Amenzada" y 3 especies (Barisia *imbricata, Aspidoscelis costatus y Sceloporus grammicus*) están en la categoría de "Sujetas a protección especial" acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. 7 especies registradas presentan una tendencia poblacional estable y 1 una tendencia desconocida; aunado a lo anterior 7 especies son endémicas de México.

2.- ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD

Para estimar la diversidad de una comunidad biológica, es necesario presentar tres tipos de métricas; las cuales hacen referencia al número de entidades distintas que existen (riqueza específica, índice de Margalef), el número de entidades distintas que existen en relación con su abundancia relativa (índices de diversidad proporcional: índice de Simpson y Shannon-Wiener) y la distribución de la abundancia de cada una de las especies en la comunidad (equidad y dominancia). Es imperativo considerar que un solo análisis no será suficiente para tomar esta decisión, esto se debe a que los valores de las métricas son interdependientes entre ellos. Por lo tanto, la determinación de la diversidad de mastofauna se llevó a cabo estableciendo los niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional, equidad y dominancia, y finalmente un análisis de diversidad verdadera y un modelo predictivo del esfuerzo de muestreo (Curva de acumulación de especies: modelo potencial y logarítmico).

RIQUEZA

1. Riqueza específica (S)

Cuadro IV.77. Matriz de abundancia y riqueza específica de la herpetofauna registrada

MATRÍZ DE ABUNDANCIA												
ID		**Nombre científico**	**Sistema Ambiental**									**ni**
			T1	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T6**	**T7**	**T8**	**T9**	**T10**	
1	Anguidae	*Barisia imbricata*		1	1			1					3
2	Plestiodontidae	*Plestiodon brevirostris*			1				1				2
3	Teiidae	*Aspidoscelis costatus*	2			3	1			2	2		10
4	Colubridae	*Conopsis lineata*				1							1
5	Colubridae	*Pituophis deppei*	1										1
6	Phrynosomatidae	*Sceloporus bicanthalis*	2		2	1	4	4	2	1	2	1	19
7	Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*						1		1		1	3
8	Phrynosomatidae	*Sceloporus grammicus*			1		2	1	1		1	2	8
N			**3**	**1**	**4**	**3**	**3**	**4**	**3**	**3**	**3**	**3**	**47**
												Riqueza (S)	**3.00**
												Desviación estándar	**0.82**
												Max ni	**19**
												Dominancia (D)	**0.40**

Se obtuvo un promedio de riqueza de S= 3.0 especies y una total de S=8 especies. Por otro lado, de acuerdo con los valores máximos se obtuvo el nivel de dominancia de D= 0.40. A continuación se muestra la distribución de las especies de herpetofauna en cada uno de los transectos en el cual fueron registradas:

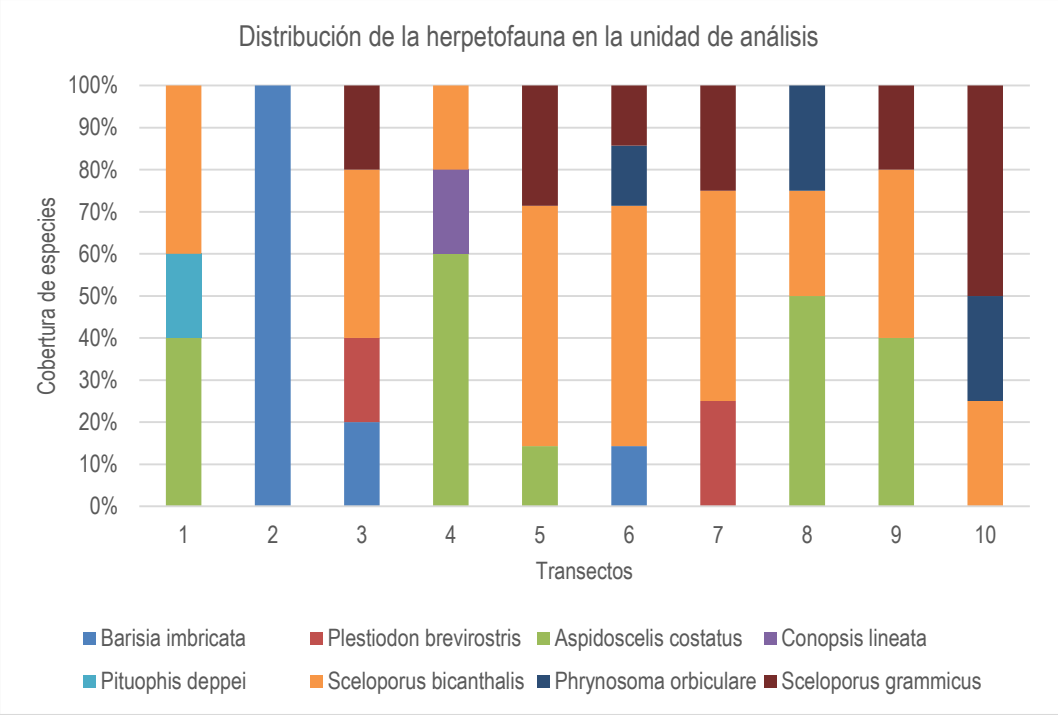


Figura IV.68. Distribución de los individuos de mastofauna en cada transecto en el que fueron registrados.

Cuadro IV.78. Riqueza específica de herpetofauna

S	Abundancia	Familias	Géneros	Especies
8	47	5	8	8

Se registró la presencia de 6 familias de herpetofauna, en donde la familia Phrynosomatidae fue la más diversa con 6 especies.

Índice de Margalef (Dmg)

Cuadro IV.79. Índice de Margalef de la herpetofauna registrada.

ÍNDICE DE MARGALEF	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	8
Abundancia	47
DMg	**1.82**

De acuerdo con el índice de Margalef, la relación entre el número de especies y el número de individuos es favorable, con un valor de Dmg= 1.82, lo cual nos habla de una diversidad baja.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

1. Dominancia

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.80. Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de herpetofauna registradas.

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	Anguidae	Barisia imbricata	Lagartija alicante neovolcánica	**3**	2	6	0.0028
2	Plestiodontidae	Plestiodon brevirostris	Eslizón chato	**2**	1	2	0.0009
3	Teiidae	Aspidoscelis costatus	Huico llanero	**10**	9	90	0.0416
4	Colubridae	Conopsis lineata	Culebra terrestre del centro	**1**	0	0	0.0000
5	Colubridae	Pituophis deppei	Alicante	**1**	0	0	0.0000
6	Phrynosomatidae	Sceloporus bicanthalis	Lagartija espinosa trasvolcánica	**19**	18	342	0.1582
7	Phrynosomatidae	Phrynosoma orbiculare	Camaleón de montaña	**3**	2	6	0.0028
8	Phrynosomatidae	Sceloporus grammicus	Lagartija espinosa de mezquite	**8**	7	56	0.0259
						N	**47**
						N (N-1)	**2162**
						Dp	**0.232**
						1-Dp	**0.768**

El índice de Simpson nos indica que existe un 23.2 % de probabilidad de que dos individuos registrados correspondan a la misma especie de herpetofauna y una probabilidad del 76.8 % de que dos individuos correspondan a diferentes especies, esto nos habla de una diversidad favorable, al menos en estos cuatro transectos generados.

2. Equidad

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.81. Índice de Shannon-Wiener de las especies de herpetofauna registrada.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi)) *-1**
1	Anguidae	*Barisia imbricata*	Lagartija alicante neovolcánica	3	0.0638	6.3830	0.1756
2	Plestiodontidae	*Plestiodon brevirostris*	Eslizón chato	2	0.0426	4.2553	0.1343
3	Teiidae	*Aspidoscelis costatus*	Huico llanero	10	0.2128	21.2766	0.3293
4	Colubridae	*Conopsis lineata*	Culebra terrestre del centro	1	0.0213	2.1277	0.0819
5	Colubridae	*Pituophis deppei*	Alicante	1	0.0213	2.1277	0.0819
6	Phrynosomatidae	*Sceloporus bicanthalis*	Lagartija espinosa trasvolcánica	19	0.4043	40.4255	0.3661
7	Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Camaleón de montaña	3	0.0638	6.3830	0.1756
8	Phrynosomatidae	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa de mezquite	8	0.1702	17.0213	0.3014
8	**Total**			**47**	**1**	**100**	**1.646**
						I. Shannon (H´)	**1.646**
						H´ max = Ln S	**2.079**
						JH´= H/Hmax	**0.792**

El índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de H´= 1.646, ello responde a que la diversidad presente guarda una proporción poco favorable, lo que se puede traducir como una diversidad baja.

DIVERSIDAD VERDADERA

Cuadro IV.82. Índice de diversidad verdadera de la herpetofauna registrada.

DIVERSIDAD VERDADERA	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	8

DIVERSIDAD VERDADERA	
Abundancia	47
I. Shannon – Wiener (H´)	1.646
^{1}D	**5.19**

ESFUERZO DE MUESTREO (CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES)

A continuación, se muestran métodos estadísticos para determinar el número de especies que se esperarían obtener de acuerdo con el número de puntos de conteo establecidos (curvas de acumulación de especies).

Método paramétrico: Modelos logarítmico y potencial

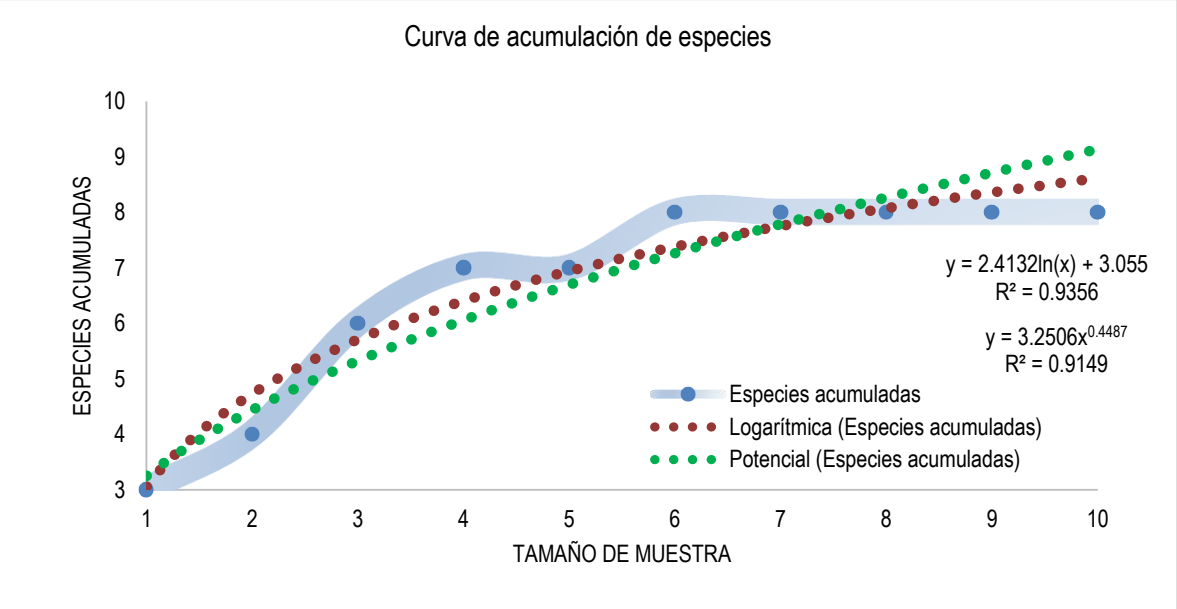


Figura IV.69. Curva de acumulación de especies de herpetofauna con un modelo potencial y logarítmico.

De acuerdo con los resultados en la curva que se muestra previamente, el modelo logarítmico es el que mejor se ajusta. Debido a lo anterior se calculó la formula correspondiente a Y para obtener el número de especies que se encuentran estadísticamente en la unidad de análisis.

Cuadro IV.83. Riqueza específica de mastofauna de acuerdo con el modelo logarítmico.

Modelo Logarítmico			
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
10	3.055	2.4132	9

El modelo logarítmico arroja como resultado una riqueza específica de 9 especies de herpetofauna Lo anterior indica que se registró el 88.89 % de las especies que se encuentran estadísticamente en la zona.

Nota: Se anexa memoria de cálculo de datos de la fauna silvestre en la SA (ANEXO III.G. INDICES DE FAUNA SA,3. HERPETOFAUNA -SA).

CONCLUSIONES

Una vez realizado cada uno de los estadísticos e interpretado los resultados se concluye que:

El SA presenta una diversidad favorable para el caso de la avifauna con un total de 22 especies registradas, con valores que nos indican una diversidad media, con una dominancia baja, y una equidad favorable, ello responde a que en la SA existe una diversidad de avifauna favorable, esta misma tiende a aumentar entre más biotopos se muestreen.

La mastofauna presento un total de 8 especies, la mayoría de los registros corresponden a rastros. De acuerdo con los índices la diversidad es baja y equidad favorable.

La herpetofauna presentan valores que indican una diversidad baja, esto se puede atribuir a la fragmentación del paisaje, y equidad favorable.

Por otro lado, de acuerdo con la riqueza observada y la simulada para la avifauna, mastofauna y herpetofauna, las curvas de acumulación muestran resultados favorables y/o adecuados para el muestreo efectuado.

Fueron registradas especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, correspondiendo al grupo de aves y herpetofauna.

Es importante mencionar que la suma de factores como el impacto antropogénico, especies invasoras y/o exóticas, fragmentación del hábitat, contaminación auditiva, lumínica etc., juegan un papel importante en las dinámicas poblacionales.

INVESTIGACIÓN DE CAMPO

METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA DETERMINACIÓN DE ESPECIES DE FAUNA SILVESTRE EN EL ÁREA DE PROYECTO (AP).

Para la toma de datos de la fauna silvestre se tomó en consideración algunos criterios del Manual para muestrear la fauna en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas BIOCOMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios de la CONAFOR (2018)[11].

Conteo por puntos

Para la toma de datos de avifauna se optó por el conteo por puntos, esta técnica consiste en identificar y contabilizar aves desde un sitio definido denominado "punto de conteo". El punto de conteo por lo regular presenta una superficie circular de radio variado, con un mínimo de 10 m. Dentro del punto, se contabilizan a la totalidad de las aves vistas y/o escuchadas a lo largo de un periodo de tiempo correspondiente a 10 minutos. Durante el periodo de muestreo, habrá que evitar contar en más de una ocasión a un mismo individuo. Una vez pasados los 10 minutos de observación, se lleva a cabo un nuevo muestreo en un punto de conteo diferente. Sin embargo, la llegada al nuevo punto de conteo alterará la actividad normal de las aves presentes en el sitio, por lo tanto, es recomendable esperar 10 minutos antes de iniciar el registro de aves. Si durante el periodo de muestreo dentro del punto de conteo fue imposible la identificación de un ave, al final de este se podrá seguir al ave para identificarla. El muestreo contempló los horarios de mayor actividad de las aves, desde el amanecer hasta las 11:00 h, y por la tarde de 16:00 a 18:30 h.

[11] FMCN, CONAFOR, USAID y USFS. 2018. "Manual para muestrear la fauna en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas", BIOCOMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios, Comisión Nacional Forestal-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México.

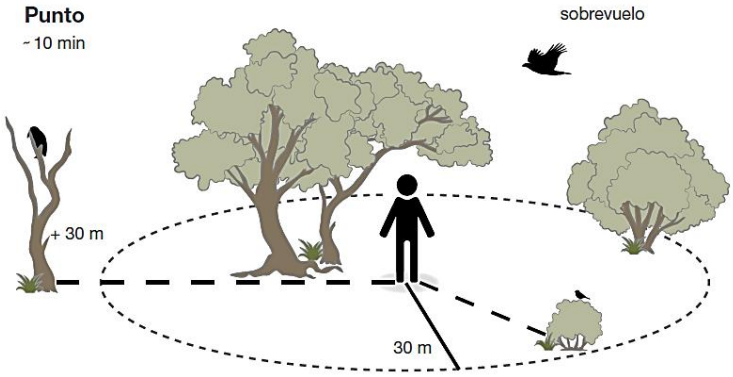


Imagen IV.8. Ejemplo del establecimiento de un punto de conteo para la avifauna. Fuente: Ruiz Gutiérrez et al (2020)[12].

MASTOFAUNA

Para la determinación de especies de mastofauna se recurrió a una técnica directa (censo muestral de especies observadas) y una técnica indirecta (rastreo de especies). A continuación, se describe cada técnica empleada:

Censo muestral de especies observadas (método directo):

Consiste en hacer recorridos a lo largo de transectos/cuadrantes, en los cuales se toma nota de todas las especies vistas a lo largo de dicho trayecto. Este método usualmente se emplea para conocer la composición faunística, los hábitats que frecuentan las especies y la abundancia relativa (Ceballos *et al*., 2002).

Rastreo de especies (método indirecto):

El rastreo de especies consiste en la búsqueda a través de transectos/cuadrantes, 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, 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).

[12] Ruiz-Gutiérrez, V., Berlanga, H.A., Calderón-Parra R., Savarino-Drago, A., Aguilar-Gómez, M.A. y Rodríguez-Contreras, V. 2019. Manual Ilustrado para el Monitoreo de Aves. PROALAS: Programa de América Latina para las Aves Silvestres. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad /Iniciativa para la Conservación de las Aves de Norte América, México y Laboratorio de Ornitología de Cornell Ciudad de México e Ithaca N. Y. 104 pp.

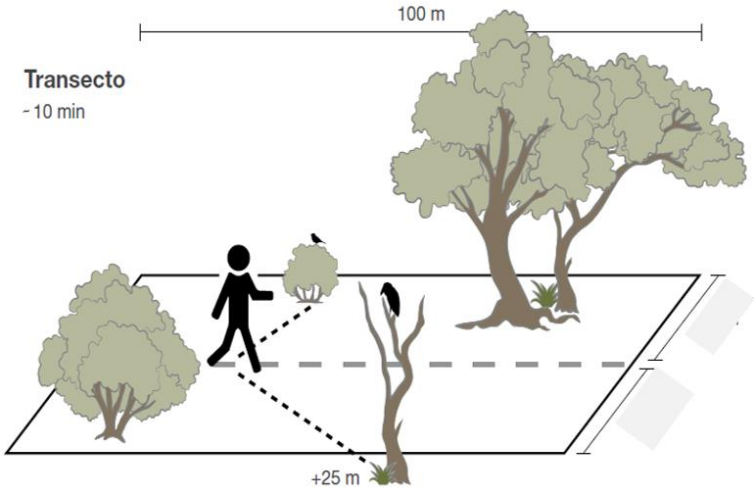


Imagen IV.9. Ejemplo del establecimiento de un transecto para la mastofauna y herpetofauna. Fuente: Ruiz Gutiérrez et al (2020).

HERPETOFAUNA

Para el muestreo de herpetofauna se recurrió al encuentro visual, el cual consiste en la observación directa y conteo de organismos a lo largo de transectos/cuadrantes de longitud fija. El avistamiento de reptiles varía marcadamente con la temperatura ambiental ya que de esta depende su temperatura corporal, por lo que el recorrido a lo largo de los transectos se realizó durante las primeras horas de la mañana y previo al atardecer. Los transectos fueron los mismos que para la mastofauna, los cuales se recorrieron a través de una caminata dirigida para determinar la presencia de herpetofauna en cada sitio. Además, se recurrió a la captura directa, la cual se efectuó de manera manual en el caso de lagartijas; para las serpientes, se requiere de un proceso en el cual sólo se usará el gancho herpetológico y un tubo de PVC transparente de un ancho acorde a la parte más ancha de la serpiente, para poder realizar la manipulación de ejemplares que podrían resultar peligrosos.

IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LAS ESPECIES

Para la identificación de las especies se usaron guías especializadas de cada grupo faunístico, así como artículos publicados en revistas indexadas referentes a los grupos faunísticos de interés y a la región en donde se desarrolla el AP.

El orden sistemático a nivel específico (especie) siguió la propuesta taxonómica de Navarro-Sigüenza y Peterson (2004) el cual se basa en el concepto "filogenético-evolutivo" de especie. Este enfoque utiliza como criterio para designar los límites de especies el reconocimiento de caracteres únicos (autapomorfías) o combinaciones únicas para identificar y delimitar a las unidades evolutivas o linajes (McKtrick y Zink, 1988). Así, este criterio es más relevante en términos de la conservación ya que, de acuerdo con este criterio, las especies intrínsecamente sufren una disminución en sus áreas de distribución al reconocerlas como poblaciones alopátricamente diferenciadas (Rojas-Soto *et al*., 2010).

Avifauna

- ✓ **Del Pont, R. M. (1997). Guía de aves canoras y de ornato. Instituto Nacional de Ecología.**
- ✓ **Howell, S. N. G. & S. Webb. 1995.A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. New York, USA.**

- ✓ **National Geographic Society. 1999.Field guide to the birds of North America. National Geographic Society. Tercera Edición. Washington, D.C. USA.**
- ✓ **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.**
- ✓ **Sibley, D. A. 2000. The Sibley Guide to Birds. National Audubon Society. Alfred A. Knopf, New York.**
- ✓ **Gómez-Moreno, V. del C., Niño-Maldonado, S. y Sánchez-Reyes, U. 2016. Lista ornitológica del Centro Universitario de Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. Huitzil, Revista Méxicana de Ornitología. 17(1). 33-43 pp.**
- ✓ **Flores Maldonado, J. J., Moreno Talamantes, A., García Aranda, M. A., Leal Nares, O. A., Ibarra Sánchez, C., González Iglesias, R. M., Ramos Silva, C. B., Villa Hernández, N. N., Gehú Paz, Ó., Salazar Hernández, S. y Ortíz Maciel, S. 2014. Biodiversidad y Desarrollo Rural en la Sierra Madre Oriental de Nuevo León. Instituto Nacional de Desarrollo Social (INDESOL).**

Herpetofauna

- ✓ **Terán-Juárez, S. A., García-Padilla, E., Mata-Silva, V., Jhonson, J. D. and Wilson, L. D. 2016. The herpetofauna of Tamaulipas, México: composition, distribution and conservation status. Mesoamerican herpetology, 3(1); 43-113 pp.**
- ✓ **Flores Maldonado, J. J., Moreno Talamantes, A., García Aranda, M. A., Leal Nares, O. A., Ibarra Sánchez, C., González Iglesias, R. M., Ramos Silva, C. B., Villa Hernández, N. N., Gehú Paz, Ó., Salazar Hernández, S. y Ortíz Maciel, S. 2014. Biodiversidad y Desarrollo Rural en la Sierra Madre Oriental de Nuevo León. Instituto Nacional de Desarrollo Social (INDESOL).**
- ✓ **Mejía Pérez, J. I. 2008. Análisis panbiogeográfico de los saurios de la Sierra Madre Oriental. Tesis. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Mineral de la Reforma, Pachuca. 141 pp.**

Mastofauna

- ✓ **Alvarez-Castañeda, S. T., Alvarez, T., & González-Ruiz, N. 2017. Guía para la identificación de los mamíferos de México. JHU Press.**
- ✓ **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.**
- ✓ **Murie, O. J. & Elbroch, M. 2005. Peterson: Fiel Guide to animal tracks. HMH. 3ra Ed. New York. 390 pp.**
- ✓ **Medellín, R. A., Arita, H. T., & Sánchez H., O. 2008. Identificación de los murciélagos de México: clave de campo. Instituto de Ecología, UNAM. México, D.F. 79 pp.**
- ✓ **León-Paniagua, L., García Trejo, E., Arroyo-Cabrales, J. y Castañeda-Rico, S. 2014. Patrones biogeográficos de la mastofauna. En Luna, I., Morrone, J. J. y Espinosa, D. (eds); Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental. Las Prensas de Ciencias. México. 469-479 pp.**
- ✓ **Flores Maldonado, J. J., Moreno Talamantes, A., García Aranda, M. A., Leal Nares, O. A., Ibarra Sánchez, C., González Iglesias, R. M., Ramos Silva, C. B., Villa Hernández, N. N., Gehú Paz, Ó., Salazar Hernández, S. y Ortíz Maciel, S. 2014.**

Biodiversidad y Desarrollo Rural en la Sierra Madre Oriental de Nuevo León. Instituto Nacional de Desarrollo Social (INDESOL).

ANÁLISIS DE DIVERSIDAD ALFA DE FAUNA SILVESTRE A TRAVÉS DE MÉTODOS ESTADÍSTICOS

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.

METODOLOGÍA DEL ESFUERZO DE MUESTREO (CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES)

Una curva de acumulación de especies es el número de especies acumuladas a lo largo de una medida de esfuerzo de muestreo. Las curvas de acumulación de especies muestran la tasa a la que nuevas especies se encuentran.

En una curva de colecta de especies, la incorporación de nuevas especies al inventario se relaciona con alguna medida del esfuerzo de muestreo. Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas. Al principio, se colectan sobre todo especies comunes y la adición de especies al inventario se produce rápidamente, por lo tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada. A medida que incrementa la intensidad de muestreo son las especies raras, así como los individuos de especies provenientes de otros lugares, los que hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende. El momento en el que está pendiente desciende a cero corresponde, teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la zona estudiada, con los métodos utilizados y durante el tiempo en el que se llevó a cabo el muestreo. En este punto es conveniente puntualizar que el tamaño y la composición de un inventario de especies en un lugar determinado varía con el tiempo (Adler y Laurenroth, 2003) debido a una característica fundamental de la distribución espacial de las especies: sus rangos de distribución no son estables a lo largo del tiempo. Una especie puede ampliar o reducir su distribución en función de cambios en las variables ambientales. Además, determinadas especies pueden variar su fenología en función, por ejemplo, de las condiciones ambientales de un año determinado, pudiendo llegar a no emerger o ser detectables todos los años.

Las curvas de acumulación permiten:

- ✓ Dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación.
- ✓ Una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables.
- ✓ Extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona (Lamas *et al*., 1991; Soberón y Llorente, 1993; Colwell y Coddington, 1994; Gotelli y Colwell, 2001).

Algunas curvas de acumulación tienden a una asíntota, otras no. Las que tienden a alcanzar la asíntota sugieren que el esfuerzo de muestreo ha sido adecuado, y que la riqueza total se ha estimado de forma satisfactoria.

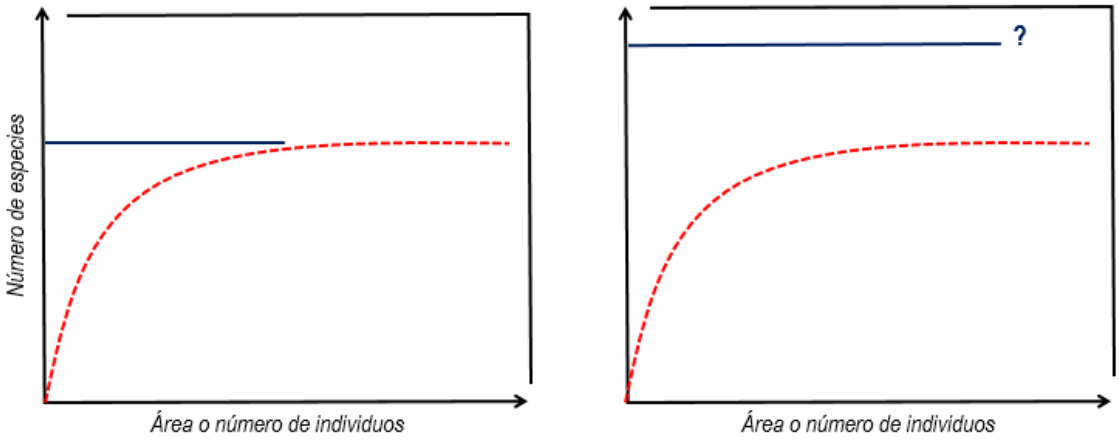


Figura IV.70. Curva de acumulación de especies.

Uno de los métodos que se comenzó a utilizar con más frecuencia para conocer la riqueza de especies total de una comunidad, fueron las curvas de acumulación de especies. Estas curvas muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta

en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota como se muestra en la siguiente figura.

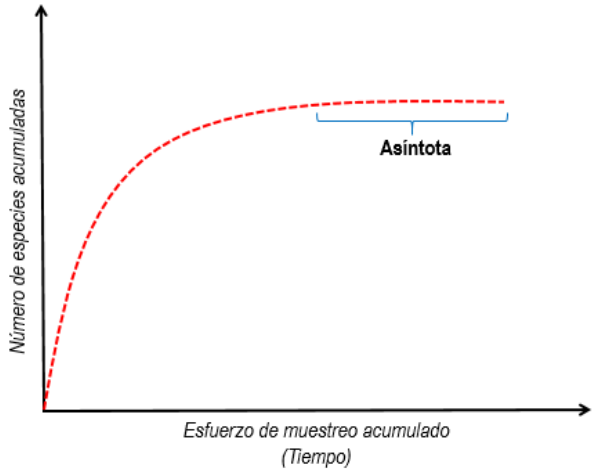


Figura IV.71. Curva de acumulación de especies. El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se han registrado todas las especies (asíntota).

El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el esfuerzo de muestreo, hasta un máximo donde se piensa que ya se han registrado todas las especies (asíntota). Pero incluso en estas curvas, podrían obtenerse asíntotas antes de que muchas especies hubieran sido registradas, sobre todo por efecto de la estacionalidad, la diversidad beta (el grado de reemplazo de especies a través de gradientes ambientales) y la abundancia relativa de las especies. Esto último constituyó un hallazgo importante, ya que no todos los individuos tienen la misma probabilidad de pertenecer a una especie determinada, puesto que hay especies comunes y especies muy raras.

En general, los métodos para estimar la riqueza de especies y la estructura de una población pueden dividirse en dos grupos: los métodos paramétricos y los no paramétricos.

- ✓ **MÉTODOS PARAMÉTRICOS**

Se llaman así porque parten de supuestos acerca de la población (por ejemplo: que la muestra sea aleatoria, que la probabilidad de cada clase sea la misma, que las medidas sean independientes) y requieren que los datos se distribuyan de cierta forma (por ejemplo, con una distribución normal).

Entre los modelos paramétricos usados para estimar la riqueza específica están las funciones de acumulación, como la logarítmica, exponencial y la ecuación de Clench. Los modelos paramétricos que miden la estructura son, entre otros, la serie geométrica, la serie logarítmica, la distribución log-normal y el modelo de vara quebrada.

DIVERSIDAD ALFA (α)

Para poder analizar a la fauna silvestre se consideró a la diversidad alfa medida por medio de la riqueza específica (cantidad de especies) y métricas de diversidad. A continuación, se describen las características más importantes de los análisis considerados:

5. Riqueza específica
   - ✓ Número de especies

6. Índices de diversidad proporcional
   - ✓ Índice de Simpson modificado por Pielou
   - ✓ Índice de Shannon-Wiener (H´)
   - ✓ Índice de Margalef (D_{Mg})
   - ✓ Índice de diversidad verdadera (^1D)
7. Distribución de abundancias (basadas en los índices de diversidad proporcional)
   - ✓ Equidad (J)
   - ✓ Dominancia (D)
8. Completitud de muestreo
   - ✓ Curva de acumulación de especies

Índices de diversidad proporcional

✓ **Índice de Simpson modificado por Pielou (Dp)**

El índice de Simpson 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).

$$\boldsymbol{D_P = \sum_{i=1}^{S} \left[\frac{ni\ (ni-1)}{N(N-1)} \right]}$$

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 (H´)**

El índice de Shannon-Wiener, refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa (Somarriba, 1999).

$$\boldsymbol{H = -\sum_{i=1}^{S} Pi * ln * Pi}$$

H = Índice de Shannon-Wiener
Pi = Abundancia relativa
ln = Logaritmo natural

✓ **Índice de Margalef (DMg)**

Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos S= kN donde k es constante (Magurran, 1988). Si esto no se mantiene, entonces el índice varía con el tamaño de muestra de forma desconocida. Usando S-1, en lugar de S, da DMg=0 cuando hay una sola especie.

$$\boldsymbol{D_{Mg} = \frac{(S-1)}{\ln(N)}}$$

S = Número de especies
N= Número total de individuos

✓ **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.

$$^{1}D = Exp\,(H') = \exp\left[\sum_{n=1}^{S} Pi * \ln Pi\right]$$

^{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

Esfuerzo de muestreo (curvas de acumulación de especies)

✓ **Método paramétrico: modelos logarítmico y potencial**

Los modelos matemáticos que se utilizan para predecir la riqueza de especies son llamados 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

MUESTREO REALIZADO EN EL ÁREA DEL PROYECTO (AP)

PUNTOS DE OBSERVACIÓN

Se establecieron 9 sitios de muestreo (transectos, puntos de conteo) para la determinación de avifauna, mastofauna y herpetofauna, tal como se representa enseguida:

Cuadro IV.84. Coordenadas geográficas y ubicación de puntos de observación en el AP.

Muestreo avifauna, mastofauna y herpetofauna				
AP	N° de PC	Coordenadas central	Radio (m)	Sup. (ha)

Muestreo avifauna, mastofauna y herpetofauna					
	1	599181.53	2154688.74	**33**	0.3421
	2	599251.09	2154742.29	**33**	0.3421
	3	599288.12	2154649.71	**33**	0.3421
	4	599336.15	2154557.14	**33**	0.3421
	5	599380.69	2154755.8	**33**	0.3421
	6	599451.24	2154813.84	**33**	0.3421
	7	599431.73	2154702.75	**33**	0.3421
	8	599498.28	2154656.72	**33**	0.3421
	9	599529.31	2154757.3	**33**	0.3421
Total					**3.0791**

A continuación, se muestran la ubicación geográfica (Coordenadas UTM) de los transectos establecidos en el AP. En resumen, se establecieron 9 puntos de los cuales se distribuyeron de la siguiente manera:

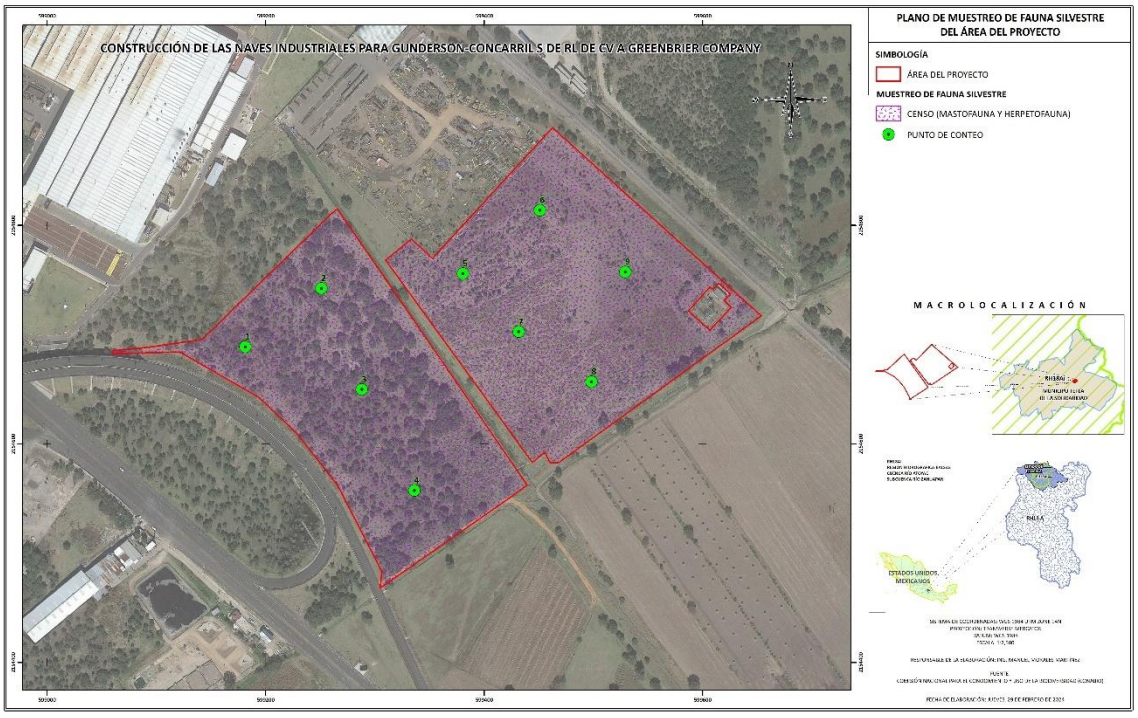


Figura IV.72. Sitios de muestreo establecidos para la determinación de avifauna, mastofauna y herpetofauna en la AP.

ANÁLISIS DEL AP
AVIFAUNA

LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de especies de avifauna que fueron registradas en los 9 sitios de muestreo establecidos en el AP:

Cuadro IV.85. Especies de aves presentes en los sitios de muestreo establecidos en el AP.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus						Abund.	Sociabilidad	Alim.	Imp. Eco.	No. registros
				NOM-059	IUCN	CITES	Ten. Pob.	Distr.	Resi.					
1	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma de collar turca	SC	LC	SC	Creciente	Exótica-Invasora	INT	Común	G	Gr	SC	4
2	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R	Poco común	G	Gr	Ds, EE	4
3	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R	Muy común	G	Gr	Ds, EE	19
4	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pizón mexicano	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R	Muy común	G	F, I, G	RP, DS	4
5	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	SC	LC	SC	Estable	Nativa	R	Poco común	G	O	RP, EE	4
6	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	SC	LC	SC	Decreciente	Exótica-Invasora	INT	Muy común	G	Gr, I, F	DS	3
7	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgrís	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R	Común	G	I	RP	5
8	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiroi orejas blancas	SC	LC	II	Decreciente	Nativa	R	Poco común	S	N, I	RP, P, EE	1
9	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R	Muy común	S	F, I, G	RP, DS	2
9	**TOTAL**													**46**

Probablemente extinta en el medio silvestre (E); En peligro de extinción (P); Amenazadas (A); Sujetas a protección especial (Pr); Sin categoría (SC), Preocupación menor (LC); Apéndice I (I); Apéndice II (II), Apéndice III (III); .Datos Insuficientes (DD); Preocupación Menor (LC); Casi Amenazado (NT); Vulnerable (VU); En Peligro (EN); En peligro crítico (CR); Extinto en estado silvestre (EW); Extinto (EW); No evaluado (NE); Sin Categoría (SC); Endémica (EN); Cuasindémica (CE); Nativa (NA); Residente (R); Migrante (MI), Granívora (G); Frugívora (F); Insectívora; Carnívoro (C); Omnívoro (O); Equilibrio ecológico (E.E); Dispersor de semillas (DS); Regulador de poblaciones (RP).

NOM-059-SEMARNAT-2010	En el CUSTF se registró un total de 46 individuos que corresponden a 9 especies de avifauna, de las cuales ninguna se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
IUICN	A nivel global de acuerdo con La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (por sus siglas en inglés IUICN); ninguna de las especies registradas presenta un estatus desfavorable de conservación, todas presentan un estatus de preocupación menor (LC).
CITES	De acuerdo con el CITES solo una especie se encuentra en su anexo Apéndice II (II)
Tendencia poblacional	En lo referente a la tendencia poblacional proporcionada por la IUICN 7 especies presentan una tendencia poblacional favorable (creciente, estable); y 2 especies presentan un estatus desfavorable (decreciente).
Distribución	7 especies presentan una distribución nativa y dos especies son consideradas Exótica-invasora de acuerdo con el portal *Enciclovida* de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2023[13]).
Importancia ecológica	Todas las especies llevan a cabo funciones ecológicas por lo que su importancia y valor ecológico es intrínseco

[13] Enciclovida. 2023. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. En: https://enciclovida.mx/especies

2.- ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD

Para estimar la diversidad de una comunidad biológica, es necesario presentar tres tipos de métricas; las cuales hacen referencia al número de entidades distintas que existen (riqueza específica, índice de Margalef), el número de entidades distintas que existen en relación con su abundancia relativa (índices de diversidad proporcional: índice de Simpson y Shannon-Wiener) y la distribución de la abundancia de cada una de las especies en la comunidad (equidad y dominancia). Es imperativo considerar que un solo análisis no será suficiente para tomar esta decisión, esto se debe a que los valores de las métricas son interdependientes entre ellos. Por lo tanto, la determinación de la diversidad de avifauna se llevó a cabo estableciendo los niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional, equidad y dominancia, y finalmente un análisis de diversidad verdadera y un modelo predictivo del esfuerzo de muestreo (Curva de acumulación de especies: modelo potencial y logarítmico).

RIQUEZA

1. Riqueza específica (S)

Cuadro IV.86. Matriz de abundancias y riqueza específica de la avifauna registrada.

MATRÍZ DE ABUNDANCIA											
ID	Familia	UA	AP								ni
		Nombre científico	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	
1	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	2					1	1			4
2	Columbidae	*Zenaida asiatica*		2	1	1						4
3	Columbidae	*Columbina inca*	4	5	5	4				1		19
4	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	1	2		1						4
5	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*					2	1			1	4
6	Passeridae	*Passer domesticus*		1					2			3
7	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*			2			1		2		5
8	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*				1						1
9	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*						2				2
N			**3**	**4**	**3**	**4**	**1**	**4**	**2**	**2**	**1**	**46**
Riqueza (S)												**2.67**
Desviación estándar												**1.22**
Max ni												**19**
Dominancia (D)												**0.41**

Con la muestra obtenida en el AP y de acuerdo con los cálculos de riqueza específica, tenemos que, la riqueza es de 2.67, con una dominancia de D= 0.41 A continuación, se muestran las especies de avifauna y sus abundancias:



Figura IV.73. Distribución de los individuos de avifauna en cada punto de conteo en el que fueron registradas.

Cuadro IV.87. Riqueza específica de la avifauna registrada

S	Abundancia	Familias	Géneros	Especies
9	46	7	9	9

Se obtuvo un total de 7 familias de avifauna, 9 géneros y 9 especies. La familia más abundante corresponde a la Familia Columbidae.

2. Índice de Margalef (Dmg)

Cuadro IV.88. Índice de Margalef de la avifauna registrada

ÍNDICE DE MARGALEF	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	9
Abundancia	46
DMg	**2.09**

De acuerdo con el índice de Margalef, la relación entre el número de especies y el número de individuos es favorable, con un valor de Dmg= 2.09, lo cual habla de una diversidad media.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

1. Dominancia

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.89. Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna registradas

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	Columbidae	Streptopelia decaocto	Paloma de collar turca	4	3	12	0.0058
2	Columbidae	Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	4	3	12	0.0058
3	Columbidae	Columbina inca	Tortolita cola larga	19	18	342	0.1652
4	Fringillidae	Haemorhous mexicanus	Pizón mexicano	4	3	12	0.0058

5	Icteridae	Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	4	3	12	0.0058
6	Passeridae	Passer domesticus	Gorrión doméstico	3	2	6	0.0029
7	Polioptilidae	Polioptila caerulea	Perlita azulgrís	5	4	20	0.0097
8	Trochilidae	Hylocharis leucotis	Zafiroi orejas blancas	1	0	0	0.0000
9	Tyrannidae	Pyrocephalus rubinus	Papamoscas cardenalito	2	1	2	0.0010
N							**46**
N (N-1)							**2070**
Dp							**0.202**
1-Dp							**0.798**

El índice de Simpson nos indica que existe un 20.2 % de probabilidad de que dos individuos registrados correspondan a la misma especie de ave y una probabilidad del 79.8 % de que dos individuos sean de diferentes especies, lo cual nos habla de una diversidad favorable (diversidad de media a alta).

2. Equidad

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.90. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de avifauna registradas

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi)) *-1**
1	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma de collar turca	4	0.0870	8.6957	0.2124
2	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	4	0.0870	8.6957	0.2124
3	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	19	0.4130	41.3043	0.3652
4	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pizón mexicano	4	0.0870	8.6957	0.2124
5	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	4	0.0870	8.6957	0.2124
6	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	3	0.0652	6.5217	0.1780
7	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgrís	5	0.1087	10.8696	0.2412
8	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiroi orejas blancas	1	0.0217	2.1739	0.0832
9	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	2	0.0435	4.3478	0.1363
9	**Total**			**46**	**1**	**100**	**1.854**
I. Shannon (H´)							**1.854**
H´ max = Ln S							**2.197**
JH´= H/Hmax							**0.844**

El índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de H´= 1.854, ello responde a que la diversidad presente guarda una proporción poco favorable, lo que se puede traducir como una diversidad baja.

DIVERSIDAD VERDADERA

Cuadro IV.91. Índice de diversidad verdadera de la avifauna registrada

DIVERSIDAD VERDADERA	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	9
Abundancia	46
I. Shannon – Wiener (H´)	1.854
^{1}D	**6.38**

De acuerdo con el índice de diversidad verdadera se obtuvo un estatus de diversidad poco favorable, con un valor de 1D= 6.38, pues para este caso se registraron un total de 9 especies.

ESFUERZO DE MUESTREO (CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES)

A continuación, se muestran métodos estadísticos para determinar el número de especies que se esperarían obtener de acuerdo con el número de puntos de conteo establecidos (curvas de acumulación de especies). Los métodos estadísticos se presentan debido a que la superficie a muestrear es amplia, por lo tanto, realizar un conteo en la totalidad de esta implica una inversión de tiempo considerable. Por lo tanto, los análisis arrojarán un número estimado de especies de avifauna presentes en los puntos de conteo en función de la superficie de esta.

Método paramétrico: Modelos logarítmico y potencial

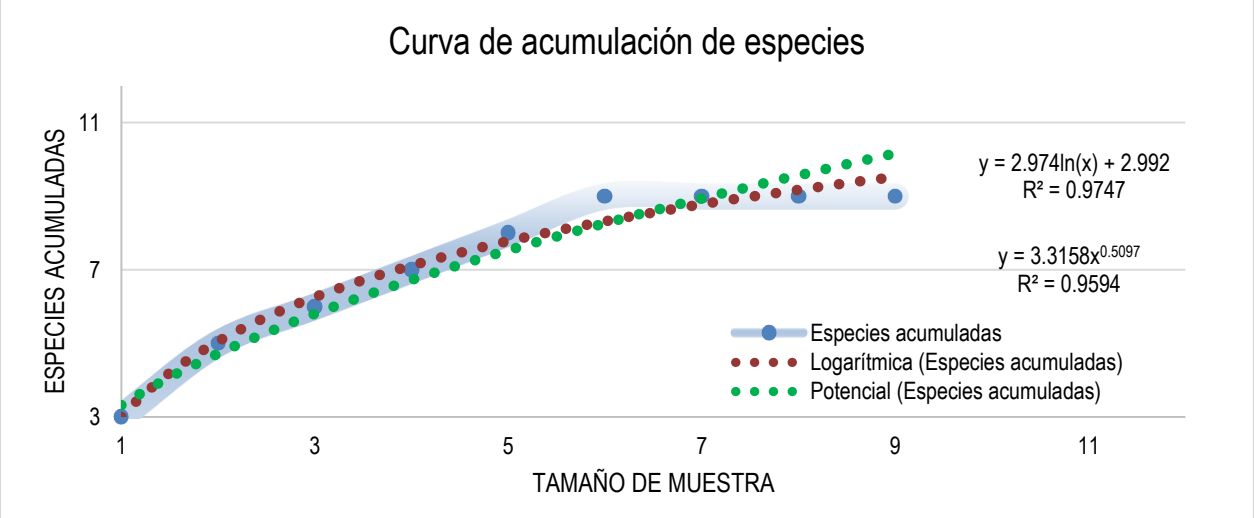


Figura IV.74. Curva de acumulación de especies de avifauna con un modelo potencial y logarítmico.

De acuerdo con la construcción de la curva de acumulación y a los valores que muestran cada uno de los modelos (Potencial y logarítmico); se observa un mejor ajuste del modelo logarítmico, el cual presenta un valor de R^2= 0.9747 Debido a lo anterior se calculó la formula correspondiente a Y para obtener el número de especies que se encuentran estadísticamente en el AP.

Cuadro IV.92. Riqueza específica de avifauna de acuerdo con el modelo potencial.

Modelo Logarítmico			
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
9	2.992	2.974	10

El modelo Potencial arroja como resultado una riqueza específica de 9 especies de avifauna. Lo anterior indica que no se registraron el 100% de las especies que se encuentran estadísticamente.

ANÁLISIS DE LA MASTOFAUNA

1.- LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de las especies registradas, cabe señalar que los indicios corresponden a rastros de actividad (madrigueras, excretas, huellas; y registros visuales.

Cuadro IV.93. Especies de mamíferos presentes en el AP.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus					Imp. Eco.	No. registros
				NOM-059	IUCN	CITES	Ten. Pob.	Distr.		
1	Cricetidae	*Peromyscus maniculatus*	Ratón norteamericano	SC	LC	SC	Estable	Nativa	EE	**3**
2	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo de monte	SC	LC	SC	Decreciente	Nativa	EE	**5**
3	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	SC	LC	SC	Estable	Nativa	EE	**1**
3	**Total**									**9**

Probablemente extinta en el medio silvestre (E); En peligro de extinción (P); Amenazadas (A); Sujetas a protección especial (Pr); Sin categoría (SC), Preocupación menor (LC); Apéndice I (I); Apéndice II (II), Apéndice III (III); .Datos Insuficientes (DD); Preocupación Menor (LC); Casi Amenazado (NT); Vulnerable (VU); En Peligro (EN); En peligro crítico (CR); Extinto en estado silvestre (EW); Extinto (EW); No evaluado (NE); Sin Categoría (SC); Endémica (EN); Cuasindémica (CE); Nativa (NA); Residente (R); Migrante (MI), Granívora (G); Frugívora (F); Insectívora; Carnívoro (C); Omnívoro (O); Equilibrio ecológico (E.E); Dispersor de semillas (DS); Regulador de poblaciones (RP)

NOM-059-SEMARNAT-2010	En el CUSTF se registró un total de 9 rastros de actividad mastofaunística que corresponden a 3 especies de mastofauna, de las cuales ninguna se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
IUICN	Ninguna de las especies registradas presenta un estatus desfavorable de conservación, ambas presentan un estatus de preocupación menor (LC).
CITES	De acuerdo con el CITES ninguna especie se encuentra listada en alguno de sus anexos.
Tendencia poblacional	En lo referente a la tendencia poblacional proporcionada por la IUICN, 1 especies presentan una tendencia estable y otra una tendencia Decreciente.
Distribución	Las especies presentan una distribución nativa de acuerdo con el portal *Enciclovida* de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2023[14]).
Importancia ecológica	Las especies presentan importancia ecológica pues mantienen el equilibrio ecológico

[14] Enciclovida. 2023. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. En: https://enciclovida.mx/especies

2.- ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD

Para estimar la diversidad de una comunidad biológica, es necesario presentar tres tipos de métricas; las cuales hacen referencia al número de entidades distintas que existen (riqueza específica, índice de Margalef), el número de entidades distintas que existen en relación con su abundancia relativa (índices de diversidad proporcional: índice de Simpson y Shannon-Wiener) y la distribución de la abundancia de cada una de las especies en la comunidad (equidad y dominancia). Es imperativo considerar que un solo análisis no será suficiente para tomar esta decisión, esto se debe a que los valores de las métricas son interdependientes entre ellos. Por lo tanto, la determinación de la diversidad de mastofauna se llevó a cabo estableciendo los niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional, equidad y dominancia, y finalmente un análisis de diversidad verdadera y un modelo predictivo del esfuerzo de muestreo (Curva de acumulación de especies: modelo potencial y logarítmico).

RIQUEZA

3. Riqueza específica (S)

Cuadro IV.94. Matriz de abundancia y riqueza específica de la mastofauna registrada

MATRÍZ DE ABUNDANCIA								
ID	Familia	UA	AP					ni
		Nombre científico	Pol 1	Pol 2	Pol 3	Pol 4	Pol 5	
1	Cricetidae	*Peromyscus maniculatus*		1	1	1		3
2	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	2	1		1	1	5
3	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*			1			1
N			1	2	2	2	1	9
Riqueza (S)								1.60
Desviación estándar								0.55
Max ni								5
Dominancia (D)								0.56

Se obtuvo un promedio de riqueza de S=1.60 especies y una total de S=3 especies. Por otro lado, de acuerdo con los valores máximos se obtuvo el nivel de dominancia de D= 0.59. A continuación, se muestra la distribución de las especies de mastofauna en cada uno de los transectos en el cual fueron registradas.

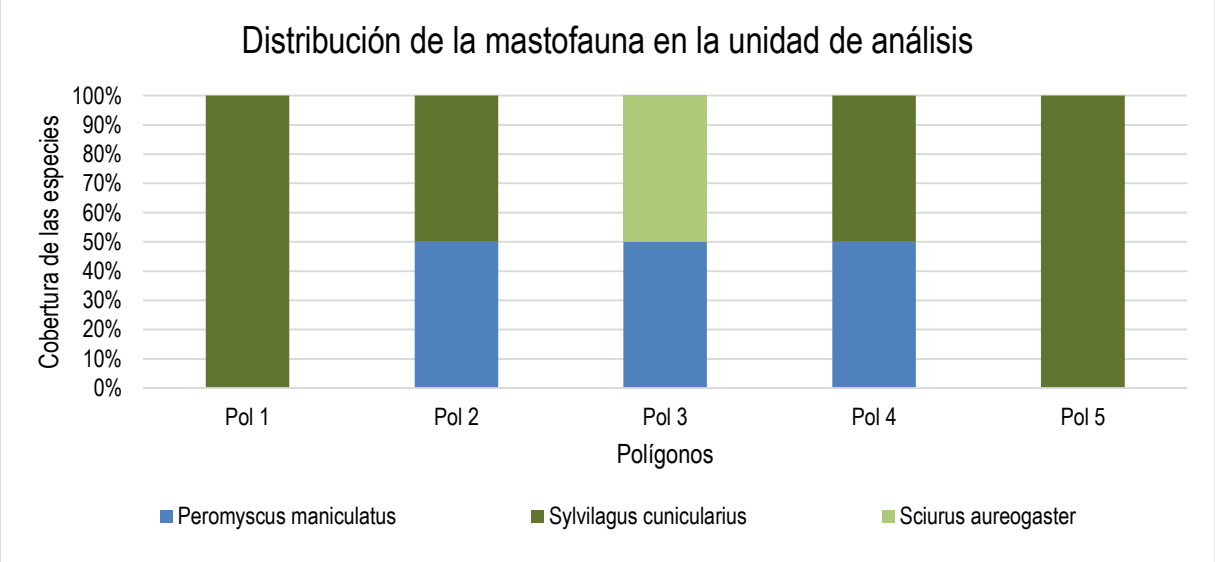


Figura IV.75. Distribución de los individuos de mastofauna en cada transecto en el que fueron registrados.

Cuadro IV.95. Riqueza específica de la mastofauna registrada.

S	Abundancia	Familias	Géneros	Especies
3	9	3	3	3

Se registraron tres familias con una especie cada una.

Índice de Margalef (Dmg)

Cuadro IV.96. Índice de Margalef de la mastofauna registrada.

ÍNDICE DE MARGALEF	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	3
Abundancia	9
DMg	**0.91**

De acuerdo con el índice de Margalef, la relación entre el número de especies y el número de individuos es baja, con un valor de Dmg= 0.91, lo cual no habla de una diversidad baja.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

3. Dominancia

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.97. Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies registradas.

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	Cricetidae	Peromyscus maniculatus	Ratón norteamericano	**3**	2	6	0.0833
2	Leporidae	Sylvilagus cunicularius	Conejo de monte	**5**	4	20	0.2778
3	Sciuridae	Sciurus aureogaster	Ardilla vientre rojo	**1**	0	0	0.0000
						N	**9**
						N (N-1)	**72**
						Dp	**0.361**
						1-Dp	**0.639**

El índice de Simpson nos indica que existe un 36.1 % de probabilidad de que dos individuos registrados correspondan a la misma especie de mamífero y una probabilidad del 63.9 % de que dos individuos sean de diferentes especies.

4. Equidad

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.98. Índice de Shannon-Wiener de las especies registradas.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi)) *-1**
1	Cricetidae	*Peromyscus maniculatus*	Ratón norteamericano	3	0.3333	33.3333	0.3662
2	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo de monte	5	0.5556	55.5556	0.3265
3	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	1	0.1111	11.1111	0.2441
3	**Total**			**9**	**1**	**100**	**0.937**
						I. Shannon (H´)	**0.937**
						H´ max = Ln S	**1.099**

JH´= H/Hmax	**0.853**

El índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de H´= 0.937, ello responde a que la diversidad presente guarda una proporción poco favorable, lo que se puede traducir como una diversidad muy baja.

DIVERSIDAD VERDADERA

Cuadro IV.99. Índice de diversidad verdadera de la mastofauna registrada

DIVERSIDAD VERDADERA	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	3
Abundancia	9
I. Shannon – Wiener (H´)	0.937
^{1}D	**2.55**

De acuerdo con el índice de diversidad verdadera se obtuvo un estatus de diversidad favorable, con un valor de 1D= 2.55, pues para este caso se registraron un total de 3 especies.

ESFUERZO DE MUESTREO (CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES)

A continuación, se muestran métodos estadísticos para determinar el número de especies que se esperarían obtener de acuerdo con el número de puntos de conteo establecidos (curvas de acumulación de especies).

Método paramétrico: Modelos logarítmico y potencial

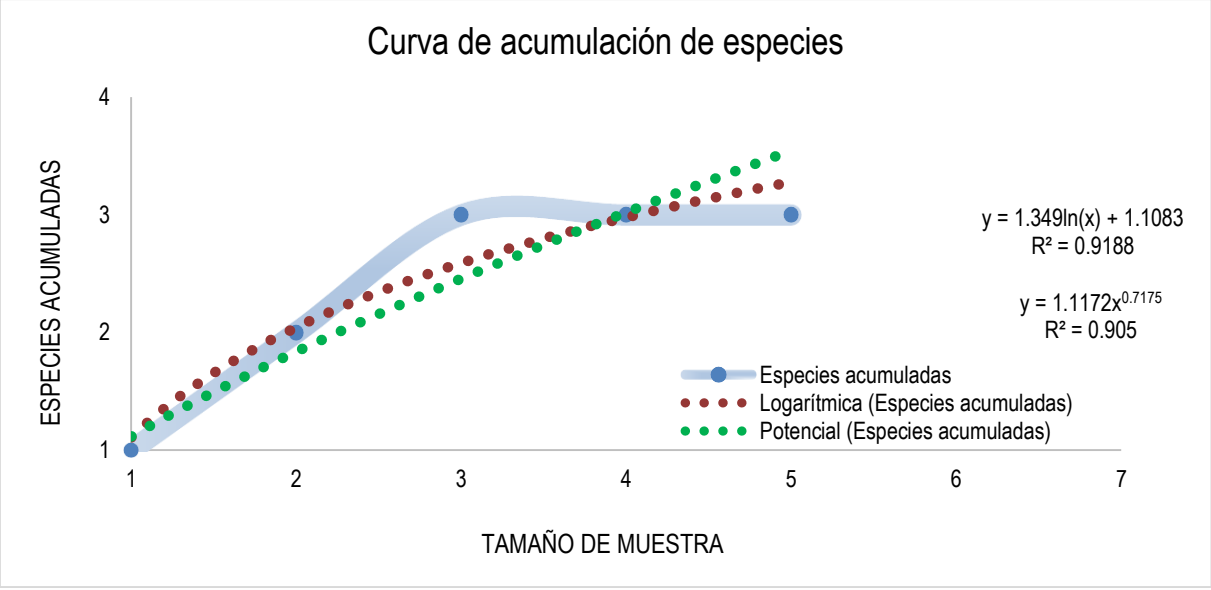


Figura IV.76. Curva de acumulación de especies de mastofauna con un modelo potencial y logarítmico.

De acuerdo con los modelos (Logarítmico y Potencial); el que mejor se ajusta es el modelo logarítmico, con un valor de R2= 0.9188, es por ello por lo que se aplicó la formula correspondiente a Y para determinar estadísticamente el número de especies que se distribuyen en la unidad de análisis.

Cuadro IV.100. Riqueza específica de avifauna de acuerdo con el modelo potencial.

Modelo Logarítmico			
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
5	1.1083	1.349	3

El modelo Potencial arroja como resultado una riqueza específica de 3 especies de mastofauna. Lo anterior indica que se registraron el 100% de las especies que se encuentran estadísticamente

ANÁLISIS DE LA HERPETOFAUNA

1.- LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de especies de herpetofauna que se registraron.

Cuadro IV.101. Listado de especies de herpetofauna registradas.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus					Imp. Eco.	No. registros
				NOM-059	IUCN	CITES	Ten. Pob.	Distr.		
1	Plestiodontidae	*Plestiodon brevirostris*	Eslizón chato	SC	LC	SC	Estable	Endémica	RP	1
2	Colubridae	*Conopsis lineata*	Culebra terrestre del centro	SC	LC	SC	Estable	Endémica	RP	1
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus bicanthalis*	Lagartija espinosa trasvolcánica	SC	LC	SC	Estable	Endémica	RP	13
3	**Total**									**15**

Probablemente extinta en el medio silvestre (E); En peligro de extinción (P); Amenazadas (A); Sujetas a protección especial (Pr); Sin categoría (SC), Preocupación menor (LC); Apéndice I (I); Apéndice II (II), Apéndice III (III); .Datos Insuficientes (DD); Preocupación Menor (LC); Casi Amenazado (NT); Vulnerable (VU); En Peligro (EN); En peligro crítico (CR); Extinto en estado silvestre (EW); Extinto (EW); No evaluado (NE); Sin Categoría (SC); Endémica (EN); Cuasindémica (CE); Nativa (NA); Residente (R); Migrante (MI), Granívora (G); Frugívora (F); Insectívora; Carnívoro (C); Omnívoro (O); Equilibrio ecológico (E.E); Dispersor de semillas (DS); Regulador de poblaciones (RP).

NOM-059-SEMARNAT-2010	En el CUSTF se registró un total de 15 registros visuales que corresponden a 3 especies de herpetofauna, de las cuales ninguna se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
IUICN	Ninguna de las especies registradas presenta un estatus desfavorable de conservación, ambas presentan un estatus de preocupación menor (LC).
CITES	De acuerdo con el CITES ninguna especie se encuentra listada en alguno de sus anexos.
Tendencia poblacional	En lo referente a la tendencia poblacional proporcionada por la IUICN, las 3 especies presentan una tendencia estable.
Distribución	Tres especies son endémicas de acuerdo con el portal *Enciclovida* de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2024[15]).
Importancia ecológica	Las especies presentan importancia ecológica, fundamentales para la Regulación de poblaciones.

[15] Enciclovida. 2024. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. En: https://enciclovida.mx/especies

2.- ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD

Para estimar la diversidad de una comunidad biológica, es necesario presentar tres tipos de métricas; las cuales hacen referencia al número de entidades distintas que existen (riqueza específica, índice de Margalef), el número de entidades distintas que existen en relación con su abundancia relativa (índices de diversidad proporcional: índice de Simpson y Shannon-Wiener) y la distribución de la abundancia de cada una de las especies en la comunidad (equidad y dominancia). Es imperativo considerar que un solo análisis no será suficiente para tomar esta decisión, esto se debe a que los valores de las métricas son interdependientes entre ellos. Por lo tanto, la determinación de la diversidad de mastofauna se llevó a cabo estableciendo los niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional, equidad y dominancia, y finalmente un análisis de diversidad verdadera y un modelo predictivo del esfuerzo de muestreo (Curva de acumulación de especies: modelo potencial y logarítmico).

RIQUEZA

4. Riqueza específica (S)

Cuadro IV.102. Matriz de abundancia y riqueza específica de la herpetofauna registrada

MATRÍZ DE ABUNDANCIA								
ID		Nombre científico	AP					ni
			Pol 1	Pol 2	Pol 3	Pol 4	Pol 5	
1	Plestiodontidae	*Plestiodon brevirostris*		1				1
2	Colubridae	*Conopsis lineata*			1			1
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus bicanthalis*	2	5	2	3	1	13
N			**1**	**2**	**2**	**1**	**1**	**15**
							Riqueza (S)	**1.40**
							Desviación estándar	**0.55**
							Max ni	**13**
							Dominancia (D)	**0.87**

Se obtuvo un promedio de riqueza de S=1.40 especies y una total de S=3 especies. Por otro lado, de acuerdo con los valores máximos se obtuvo el nivel de dominancia de D= 0.87. A continuación, se muestra la distribución de las especies de mastofauna en cada uno de los transectos en el cual fueron registradas.

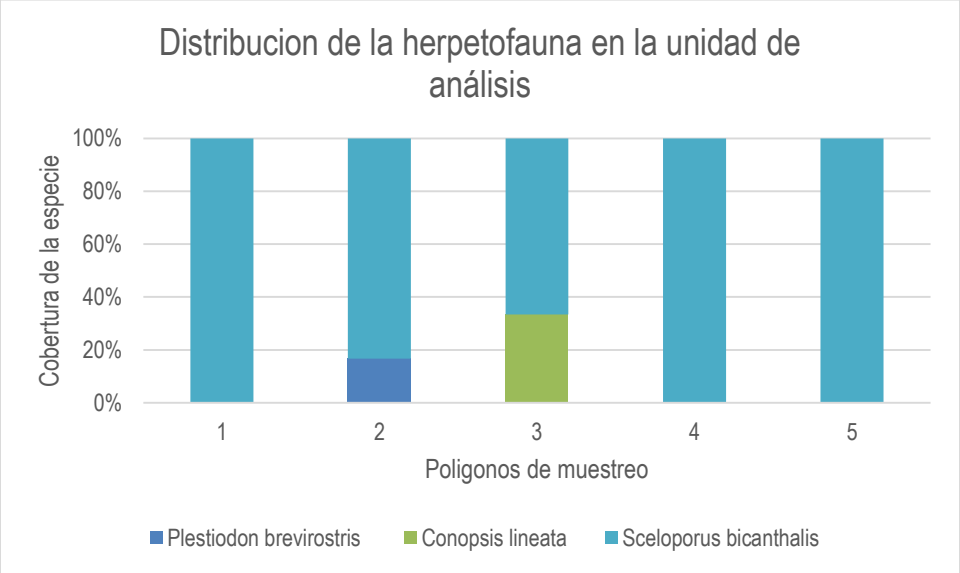


Figura IV.77. Distribución de los individuos de herpetofauna en cada transecto en el que fueron registrados.

Cuadro IV.103. Riqueza específica de la mastofauna registrada.

S	Abundancia	Familias	Géneros	Especies
3	15	3	3	3

Se registraron 3 familias, 3 géneros y tres especies. La Familia más abundante corresponde a Phrynosomatidae

Índice de Margalef (Dmg)

Cuadro IV.104. Índice de Margalef de la mastofauna registrada.

ÍNDICE DE MARGALEF	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	3
Abundancia	15
DMg	**0.74**

De acuerdo con el índice de Margalef, la relación entre el número de especies y el número de individuos es baja, con un valor de Dmg= 0.74, lo cual no habla de una diversidad baja.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

5. Dominancia

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.105. Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies registradas.

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	Plestiodontidae	Plestiodon brevirostris	Eslizón chato	**1**	0	0	0.0000
2	Colubridae	Conopsis lineata	Culebra terrestre del centro	**1**	0	0	0.0000
3	Phrynosomatidae	Sceloporus bicanthalis	Lagartija espinosa trasvolcánica	**13**	12	156	0.7429
						N	**15**
						N (N-1)	**210**
						Dp	**0.743**
						1-Dp	**0.257**

El índice de Simpson nos indica que existe un 74.3 % de probabilidad de que dos individuos registrados correspondan a la misma especie y una probabilidad del 25.7 % de que dos individuos sean de diferentes especies.

6. Equidad

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.106. Índice de Shannon-Wiener de las especies registradas.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi)) *-1**
1	Plestiodontidae	*Plestiodon brevirostris*	Eslizón chato	1	0.0667	6.6667	0.1805
2	Colubridae	*Conopsis lineata*	Culebra terrestre del centro	1	0.0667	6.6667	0.1805
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus bicanthalis*	Lagartija espinosa trasvolcánica	13	0.8667	86.6667	0.1240
3	**Total**			**15**	**1**	**100**	**0.485**
						I. Shannon (H´)	**0.485**
						H´ max = Ln S	**1.099**

JH´= H/Hmax	**0.442**

El índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de H´= 1.099, ello responde a que la diversidad presente guarda una proporción poco favorable, lo que se puede traducir como una diversidad muy baja.

DIVERSIDAD VERDADERA

Cuadro IV.107. Índice de diversidad verdadera de la mastofauna registrada

DIVERSIDAD VERDADERA	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	3
Abundancia	15
I. Shannon – Wiener (H´)	0.485
^{1}D	**1.62**

De acuerdo con el índice de diversidad verdadera se obtuvo un estatus de diversidad poco favorable, con un valor de 1D= 1.62, pues para este caso se registraron un total de 3 especies.

ESFUERZO DE MUESTREO (CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES)

A continuación, se muestran métodos estadísticos para determinar el número de especies que se esperarían obtener de acuerdo con el número de puntos de conteo establecidos (curvas de acumulación de especies).

Método paramétrico: Modelos logarítmico y potencial

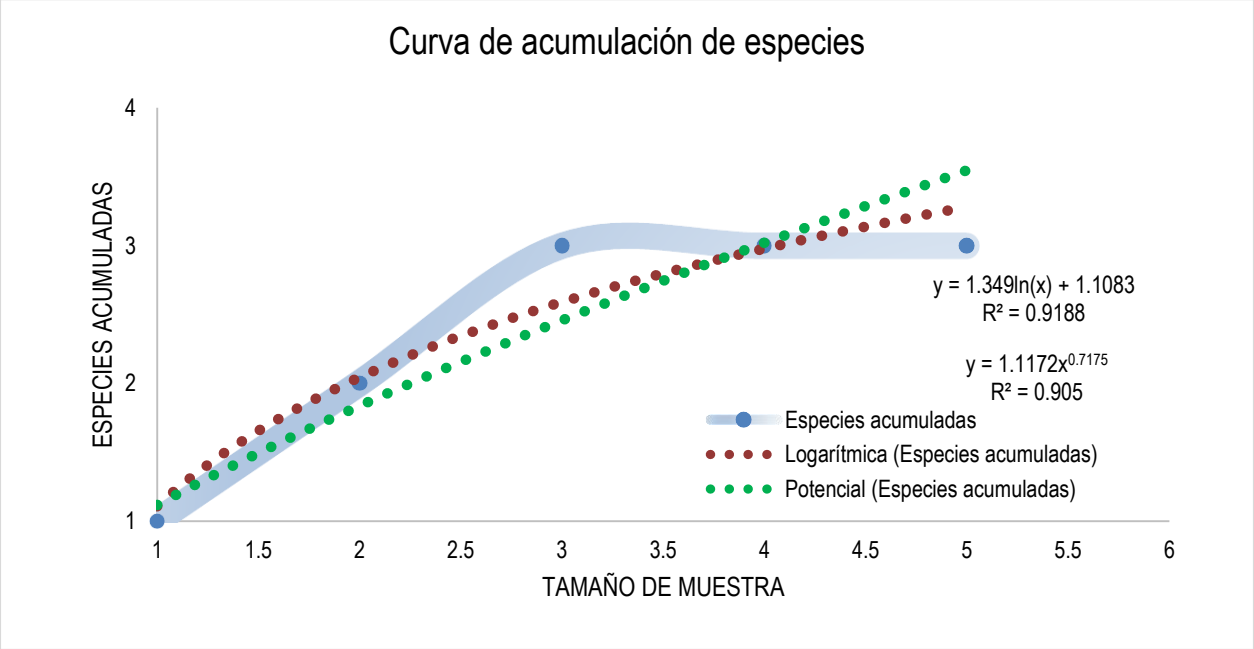


Figura IV.78. Curva de acumulación de especies de mastofauna con un modelo potencial y logarítmico.

De acuerdo con la construcción de la curva de acumulación y a los valores que muestran cada uno de los modelos (Potencial y logarítmico); se observa un mejor ajuste del modelo logarítmico, el cual presenta

un valor de R^2= 0.9188. Debido a lo anterior se calculó la formula correspondiente a Y para obtener el número de especies que se encuentran estadísticamente en el AP.

Cuadro IV.108. Riqueza específica de avifauna de acuerdo con el modelo potencial.

Modelo Logarítmico			
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
5	1.1083	1.349	3

El modelo Potencial arroja como resultado una riqueza específica de 3 especies de herpetofauna. Lo anterior indica que no se registraron el 100% de las especies que se encuentran estadísticamente.

CONCLUSIONES

Una vez realizado cada uno de los estadísticos e interpretado los resultados se concluye que:

El AP presenta una diversidad poco favorable sólo para la avifauna, registrando un total de 9 especies y desfavorable para el caso de la mastofauna y herpetofauna, los cuales se presentaron una riqueza de 3 y 3 especies respectivamente.

De acuerdo con los valores de diversidad proporcional (Dominancia y Equidad); la avifauna, presentó una tendencia en donde se observa una equidad mayor respecto a la dominancia, lo que nos habla de una estructura en términos generales favorable sin embargo los índices también nos indican una diversidad media con tendencia a la baja.

Por otro lado, la mastofauna y herpetofauna presentaron valores de diversidad bajos, con dominancias que van de 36 a 74 %, respectivamente y en general equidades desfavorables.

No se registraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Existe una influencia negativa, producto de la perturbación, esto implica cambios radicales en las estructuras poblacionales y en la diversidad.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FAUNA SILVESTRE PRESENTE EN LAS DOS UNIDADES DE ANÁLISIS (ÁREA DEL PROYECTO Y SISTEMA AMBIENTAL)

A continuación, se presenta un análisis comparativo de los principales aspectos encontrados de la fauna silvestre en el AP y SA.

FAUNA EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010

De acuerdo con las especies registradas en el AP y SA, se encontraron cuatro especies de vida silvestre que se estén enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; de las cuales ninguna fue registrada en el área sujeta en el AP.

Cuadro IV.109. Especies de fauna silvestre enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Distribución	AP	SA
Avifauna	Accipiteridae	*Accipiter cooperi*	Gavilán de Cooper	**Pr**	Nativa	Ausente	Presente
Herpetofauna	Anguidae	*Barisia imbricata*	Lagartija alicante neovolcánica	**Pr**	**Endémica**	Ausente	Presente
Herpetofauna	Colubridae	*Pituophis deppei*	Alicante	**A**	**Endémica**	Ausente	Presente
Herpetofauna	Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Camaleón de montaña	**A**	**Endémica**	Ausente	Presente
Herpetofauna	Phrynosomatidae	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa de mezquite	**Pr**	Nativa	Ausente	Presente
Herpetofauna	Teiidae	*Aspidoscelis costatus*	Huico llanero	**Pr**	**Endémica**	Ausente	Presente

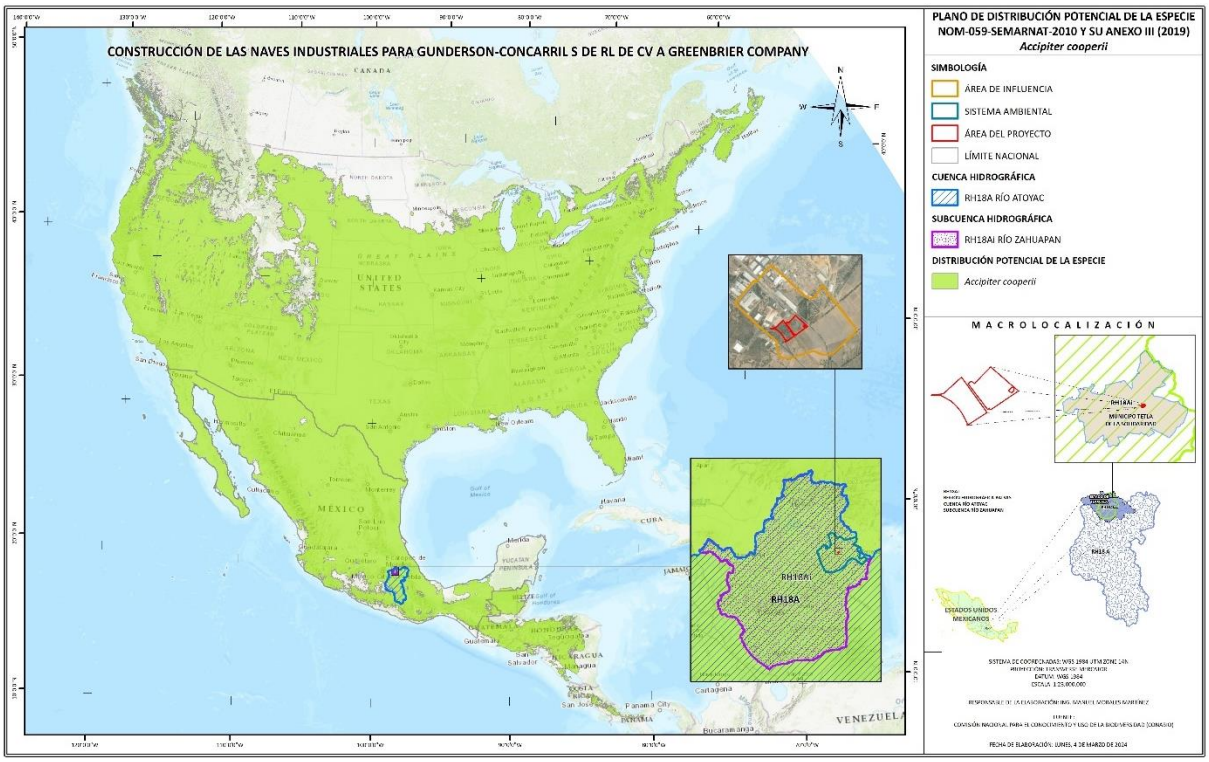


Figura IV.79 Distribución potencial de *Accipiter cooperii*

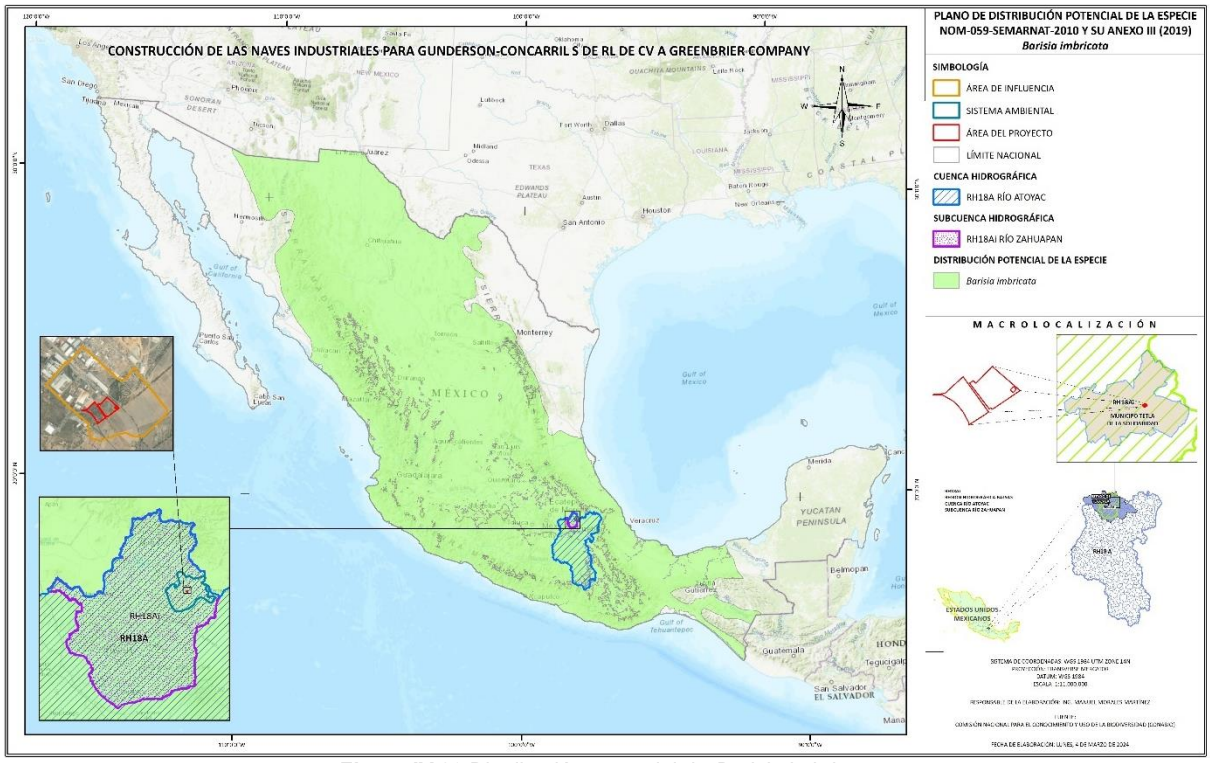


Figura IV.80 Distribución potencial de *Barisia imbricata*

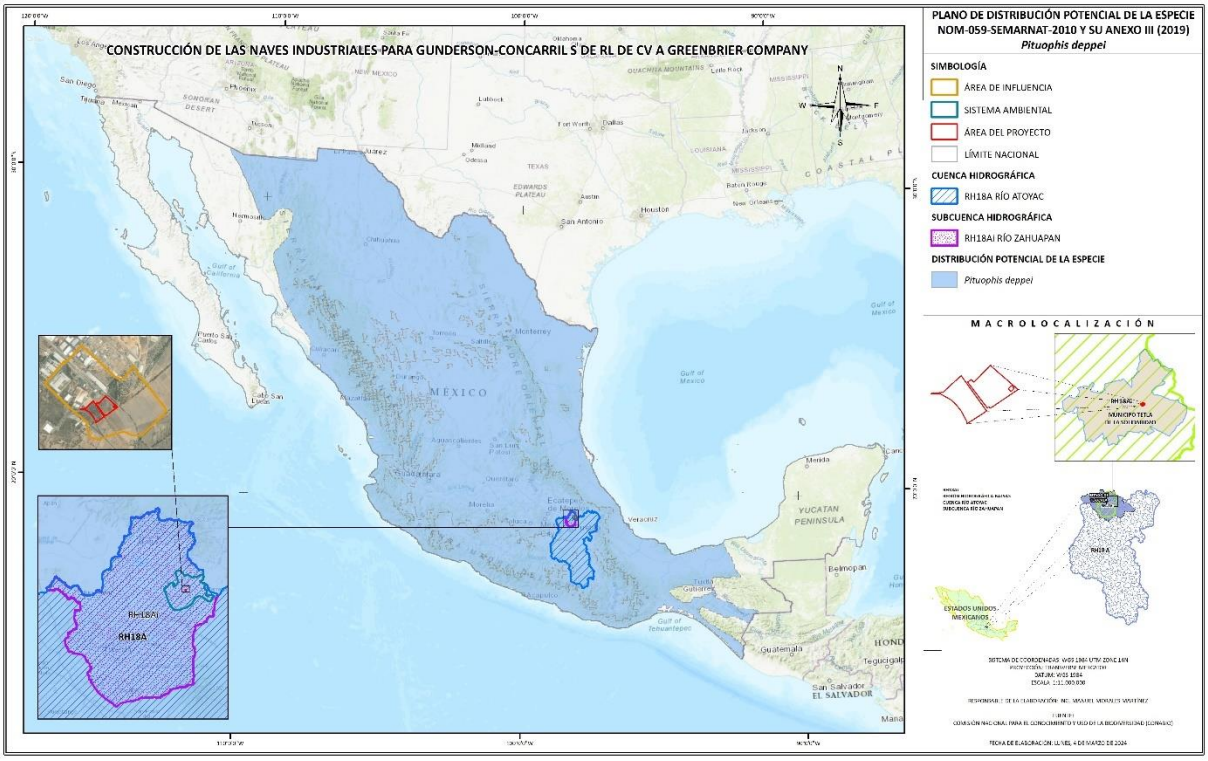


Figura IV.81 Distribución potencial de *Pituophis deppei*

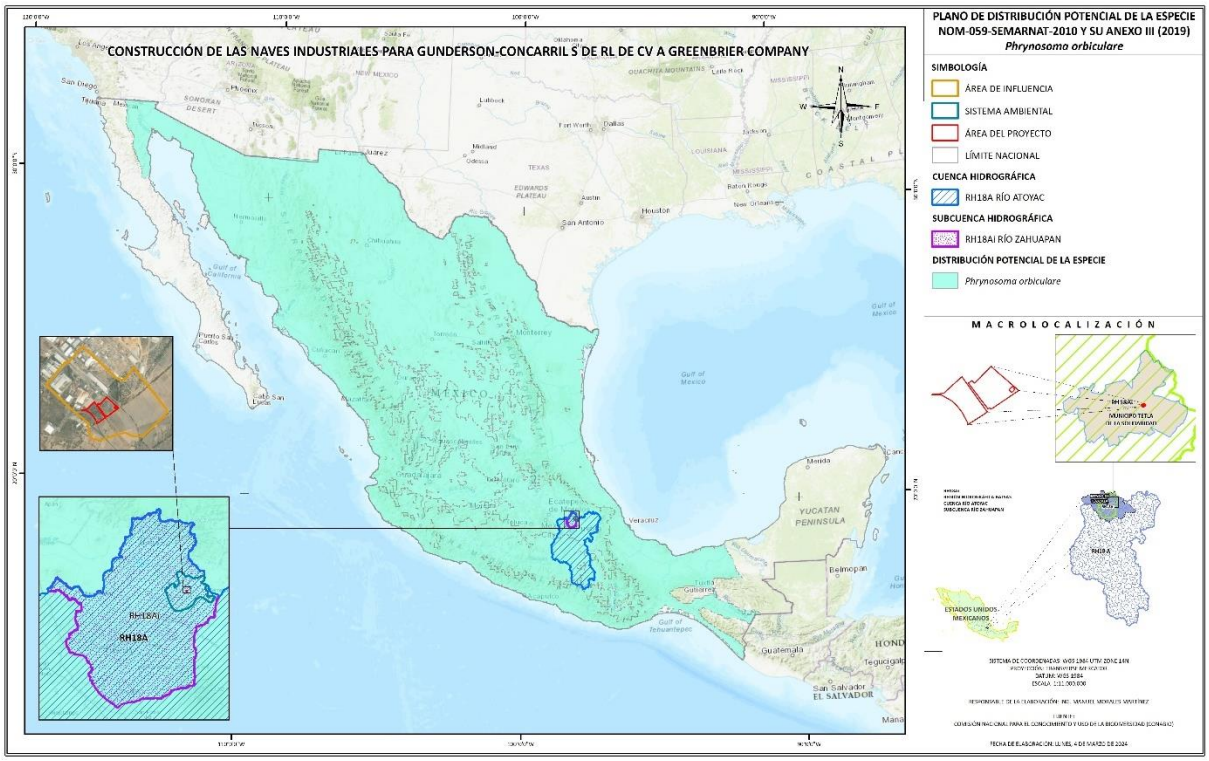


Figura IV.82 Distribución potencial de *Phrynosoma orbiculare*

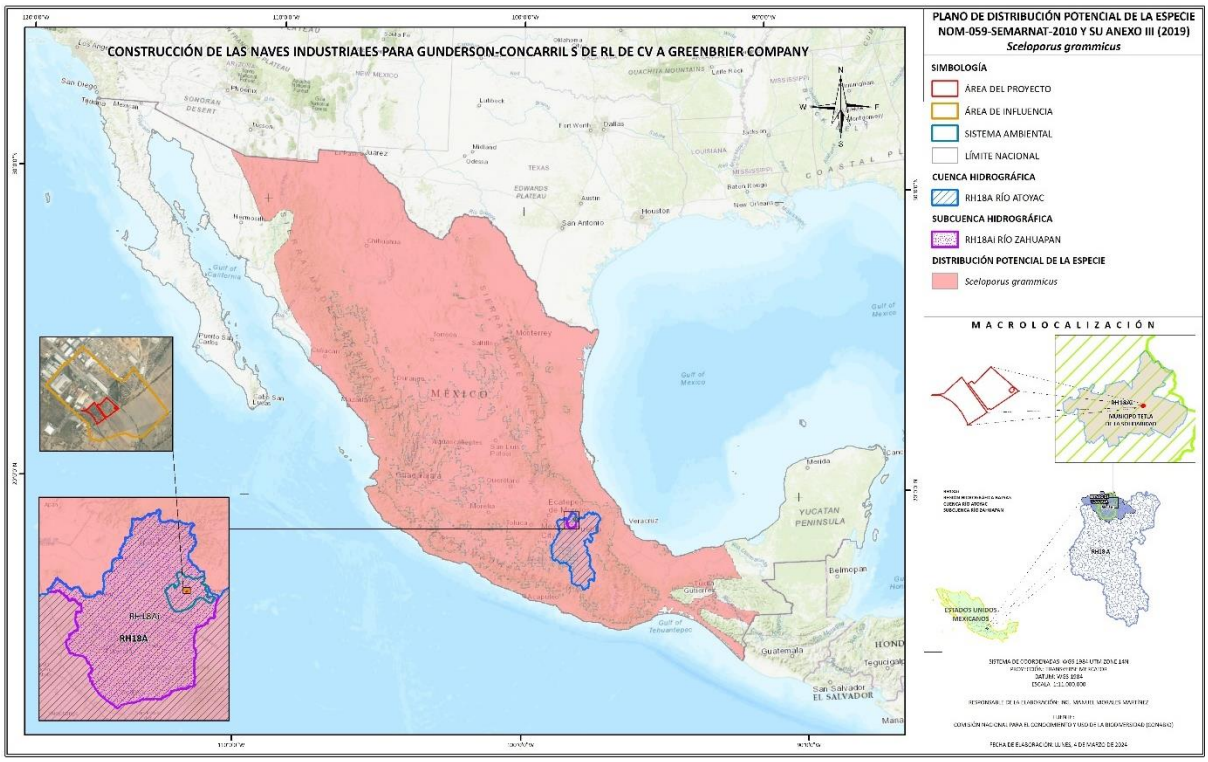


Figura IV.83 Distribución potencial de *Sceloporus grammicus*

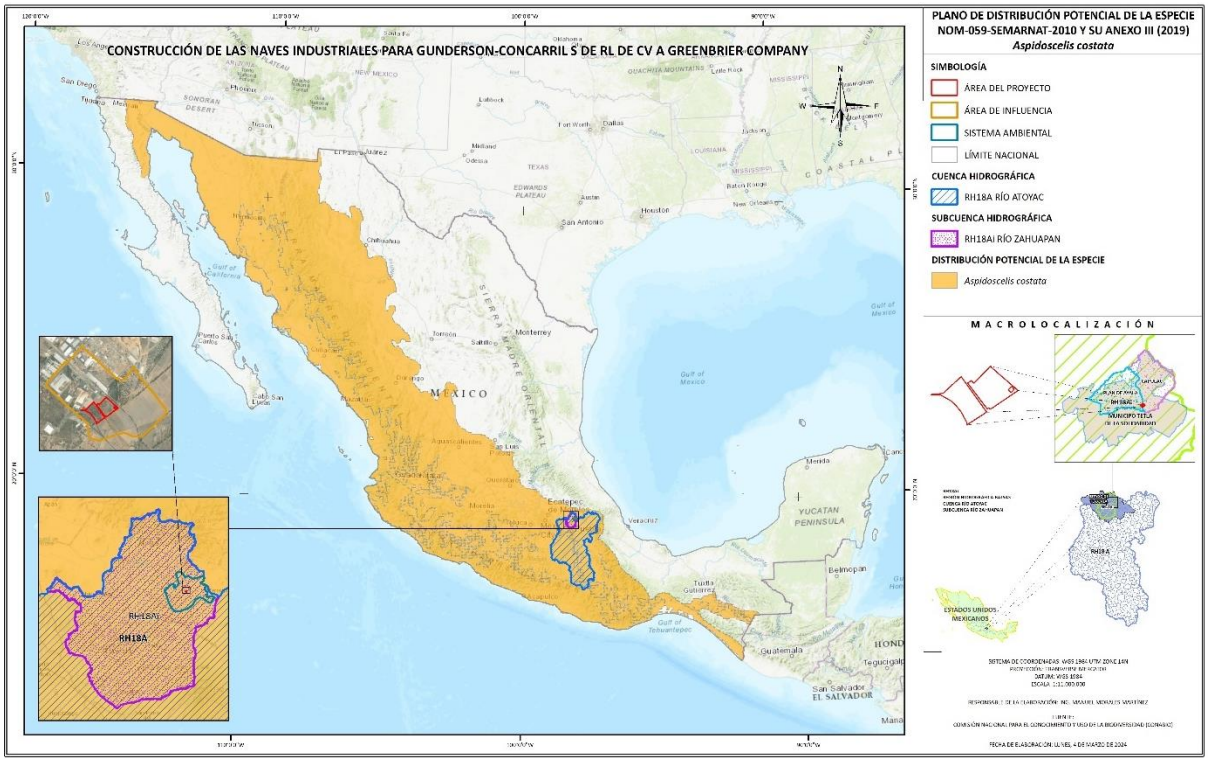


Figura IV.84 Distribución potencial de *Aspidoscelis costata*

Como se observa en los mapas de distribución, las especies presentan distribuciones amplias a lo largo del territorio nacional, no se tratan de especies endémicas y no fueron registradas en el AP, sólo en el SA.

FAUNA EN LA CITES

Cuadro IV.110. Especies de fauna silvestre enlistadas en algún apéndice perteneciente a la CITES.

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Distribución	AP	SA
Avifauna	Accipiteridae	*Accipiter cooperi*	Gavilán de Cooper	**II**	Nativa	Ausente	Presente
Avifauna	Accipiteridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	**II**	Nativa	Ausente	Presente
Avifauna	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	**II**	Nativa	Ausente	Presente
Avifauna	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí	**II**	Nativa	Ausente	Presente
Avifauna	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiroi orejas blancas	**II**	Nativa	Presente	Presente
Avifauna	Trochilidae	*Lampornis clemenciae*	Colibrí garganta azul	**II**	Nativa	Ausente	Presente
Herpetofauna	Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Camaleón de montaña	**II**	**Endémica**	Ausente	Presente

Se registraron cuatro especies que se encuentran listadas en el Convención Internacional de Tráfico de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)[16]; en el Apéndice II, de las cuales sólo una fue registrada en el área sujeta a AP., implicando que, aunque dichas especies no necesariamente están amenazadas con la extinción debe ser controlado su comercio para evitar un uso incompatible con su supervivencia. Aun cuando sólo una especie fue registrada en el área de AP y tomando en consideración que este proyecto no tiene fines sobre la comercialización de las especies, se tendrá especial atención sobre las citadas en las CITES.

DIVERSIDAD ALFA (α)

Como ya se ha mencionado en capítulos anteriores, la evaluación de fauna silvestre se realizó mediante el análisis de la riqueza específica y diversidad, por lo tanto, el comparativo se realizará mediante estas métricas en las tres unidades de análisis.

A continuación, se presentan por unidad de estudio (AP y SA) y por grupo biológico, el número individuos, la riqueza específica y la diversidad. Es importante mencionar que tanto el SA y el AP tuvieron relativamente la misma superficie de muestreo, esto para fines de comparación entre ellos.

AVIFAUNA

Cuadro IV.111. Comparativo del número de individuos de avifauna en las unidades de análisis.

COMPARATIVO DE LA AVIFAUNA EN LAS DOS UNIDADES DE ANÁLISIS									
ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	Distribución	Unidades de Análisis	
								AP	SA
1	Accipiteridae	*Accipiter cooperi*	Gavilán de Cooper	Pr	LC	II	Nativa		2
2	Accipiteridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	SC	LC	II	Nativa		2
3	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	SC	LC	SC	Nativa		4
4	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	SC	LC	SC	Nativa	19	12
5	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma de collar turca	SC	LC	SC	Exótica-Invasora	4	6
6	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	SC	LC	SC	Nativa	4	1
7	Columbidae	*Zenaida macroura*	Huilota común	SC	LC	SC	Nativa		5
8	Cuculidae	*Coccyzus americanus*	Cuclillo pico amarillo	SC	LC	SC	Nativa		2
9	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	SC	LC	II	Nativa		1
10	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pizón mexicano	SC	LC	SC	Nativa	4	17

[16] CITES (Convención Internacional de Tráfico de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). 2022. Lista de verificación de especies CITES. Obtenido de: http://checklist.cites.org/#/en.

COMPARATIVO DE LA AVIFAUNA EN LAS DOS UNIDADES DE ANÁLISIS									
ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	Distribución	Unidades de Análisis	
								AP	SA
11	Icteridae	*Icterus bullockii*	Calandria cejas naranjas	SC	LC	SC	Nativa		2
12	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro	SC	LC	SC	Nativa		2
13	Icteridae	*Icterus wagleri*	Calandria de Wagler	SC	LC	SC	Nativa		2
14	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	SC	LC	SC	Nativa	4	2
15	Passerellidae	*Melospiza lincolnii*	Gorrión de Lincoln	SC	LC	SC	Nativa		8
16	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	SC	LC	SC	Exótica-Invasora	3	13
17	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgrís	SC	LC	SC	Nativa	5	10
18	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí	SC	LC	II	Nativa		2
19	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiroi orejas blancas	SC	LC	II	Nativa	1	2
20	Trochilidae	*Lampornis clemenciae*	Colibrí garganta azul	SC	LC	II	Nativa		2
21	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga	SC	LC	SC	Nativa		3
22	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	SC	LC	SC	Nativa	2	14
Total, de especies								**9**	**22**
Total, de individuos								**46**	**114**

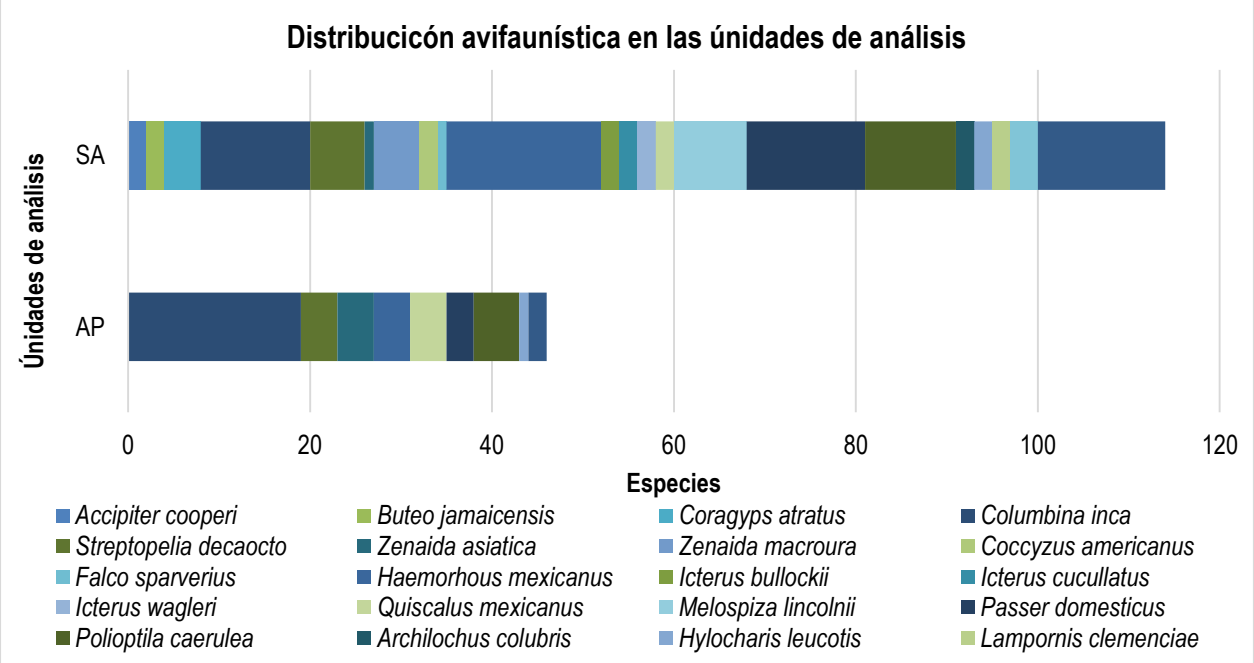


Figura IV.85. Distribución del número de individuos de avifauna en las unidades de análisis.

De acuerdo con la comparación en la distribución de la avifauna se puede observar una mayor diversidad y abundancia en el SA, respecto a la AP.

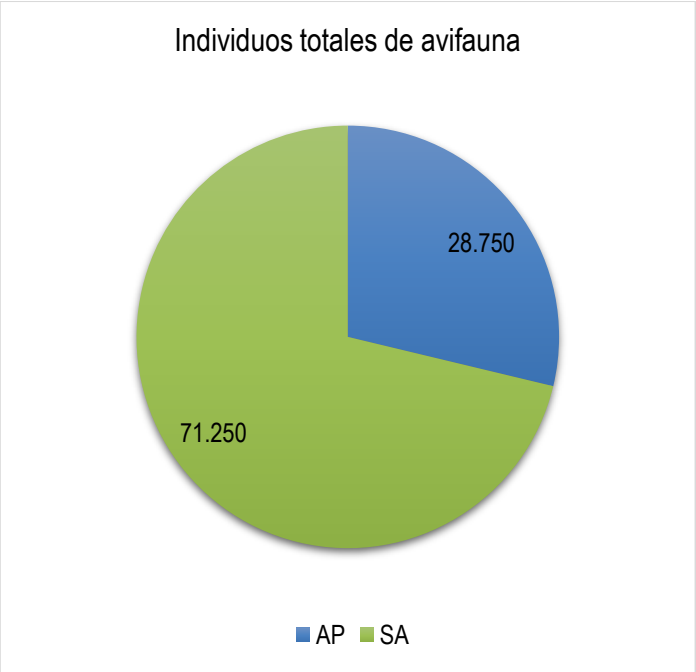


Figura IV.86. Comparativo de los individuos totales de avifauna en las unidades de análisis.

El número de individuos de avifauna en las dos unidades de estudio no fue homogéneo entre las especies, esto puede ser producto del estado de conservación (grado de perturbación) y a la sucesión ecológica, en donde hábitats poco conservados (AP); tienden a perder diversidad, en donde especies poco tolerantes suelen desplazarse a sitios mejor conservados, permitiendo el establecimiento y colonización de especies más tolerantes a ambientes perturbados. Los individuos totales de aves de cada unidad de análisis indican que existe una marcada diferencia entre las áreas comparadas, y en general, si se evalúan más condiciones de áreas en la subcuenca, es posible encontrar mayor cantidad de individuos que en el AP debido a la mayor disponibilidad de microhábitats.

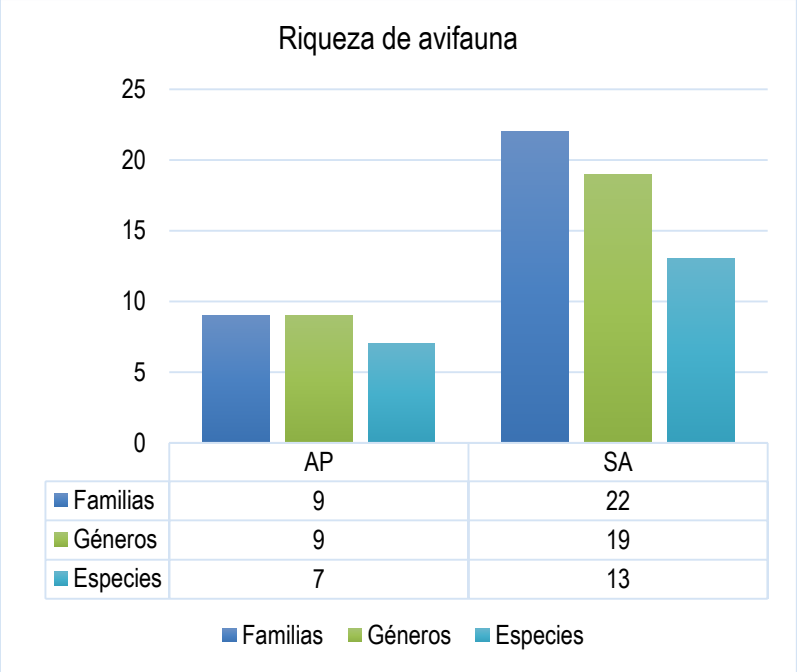


Figura IV.87. Comparativo de la riqueza específica de avifauna en las unidades de análisis

Comparando la riqueza taxonómica podemos observar que el área de AP es la menos diversa, mientras que la SA presenta una mayor diversidad.

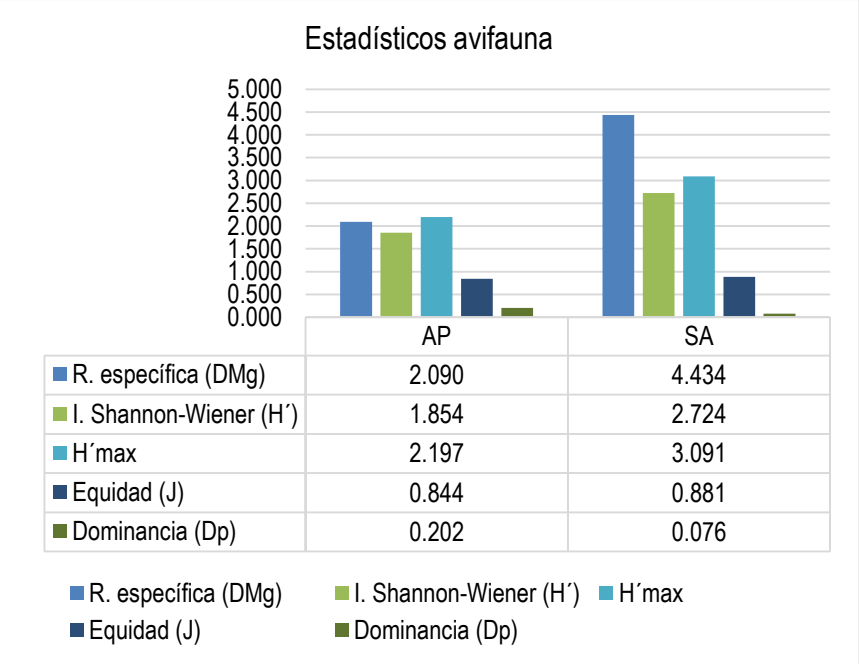


Figura IV.88. Comparativo de la diversidad de avifauna en las unidades de análisis

De acuerdo con los estadísticos aplicados la SA presenta una clara tendencia al alza en cuestión de la diversidad, mientras que el AP presenta una tendencia hacia la baja.

La dominancia es mayor en el área de SA y la equidad es menor en el SA, este fenómeno corresponde a la fragmentación del hábitat desequilibrando las estructuras poblacionales y generando poco a poco niveles de dominancia mayores, a grandes rasgos estamos observando numéricamente la sucesión ecológica en el grupo faunístico de las aves.

MASTOFAUNA

Cuadro IV.112. Comparativo del número de individuos de mastofauna en las unidades de análisis.

COMPARATIVO DE LA MASTOFAUNA EN LAS DOS UNIDADES DE ANÁLISIS									
ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	Distribución	Unidades de Análisis	
		Nombre científico						AP	SA
1	Cricetidae	*Peromyscus maniculatus*	Ratón norteamericano	SC	LC	SC	Nativa	3	4
2	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	SC	LC	SC	Nativa		2
3	Geomyidae	*Thomomys umbrinus*	Tuza mexicana	SC	LC	SC	Nativa		6
4	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo de monte	SC	LC	SC	Nativa	5	11
5	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	SC	LC	SC	Nativa		13
6	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	SC	LC	SC	Nativa		10
7	Sciuridae	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de rocas	SC	LC	SC	Nativa		2
8	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	SC	LC	SC	Nativa	1	10
				Total, de especies				**3**	**8**
				Total, de individuos				**9**	**58**

De acuerdo con la distribución de mastofauna registrada en las unidades de análisis podemos observar que la unidad más diversa corresponde al SA, respecto al AP.

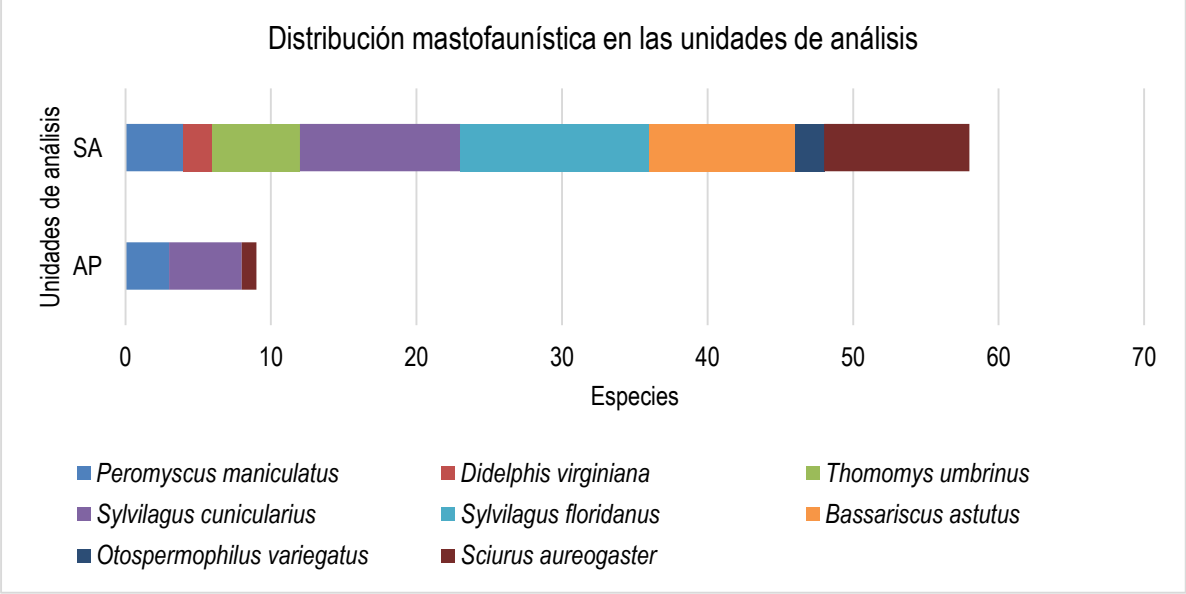


Figura IV.89. Distribución del número de individuos de mastofauna en las unidades de análisis

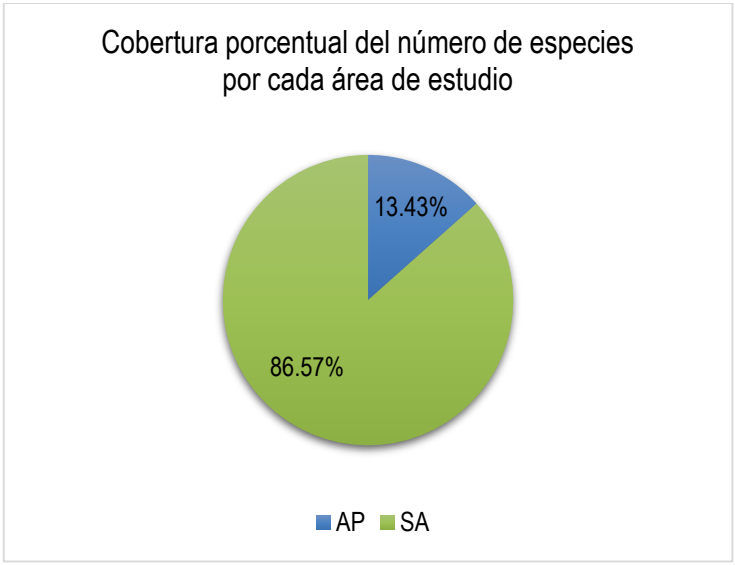


Figura IV.90. Comparativo de los individuos totales de mastofauna en las unidades de análisis

Se encontró un mayor número de especies en la SA que el AP.

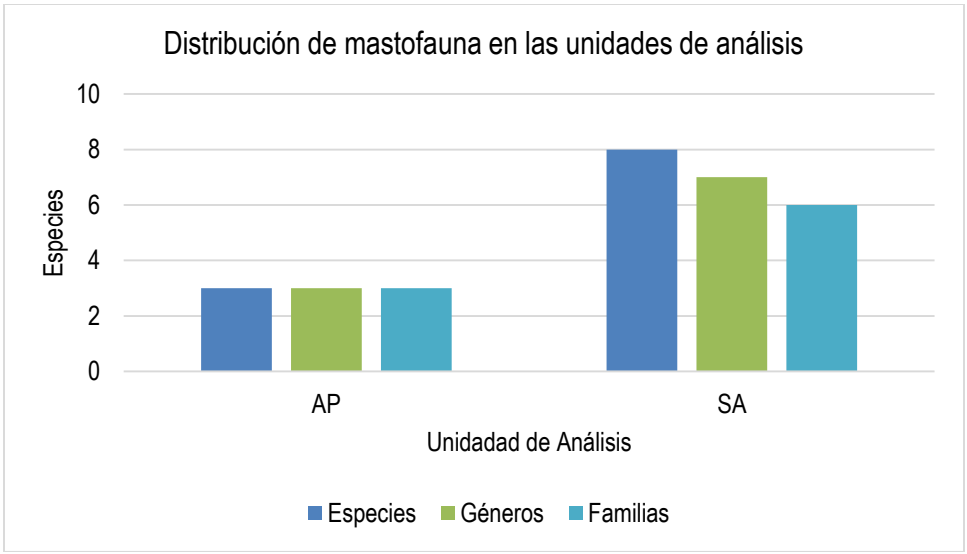


Figura IV.91. Comparativo de la riqueza específica de mastofauna en las unidades de análisis.

La riqueza específica en el AP es escasa, en comparación con la SA, producto de las condicione actuales del área sujeta a AP.

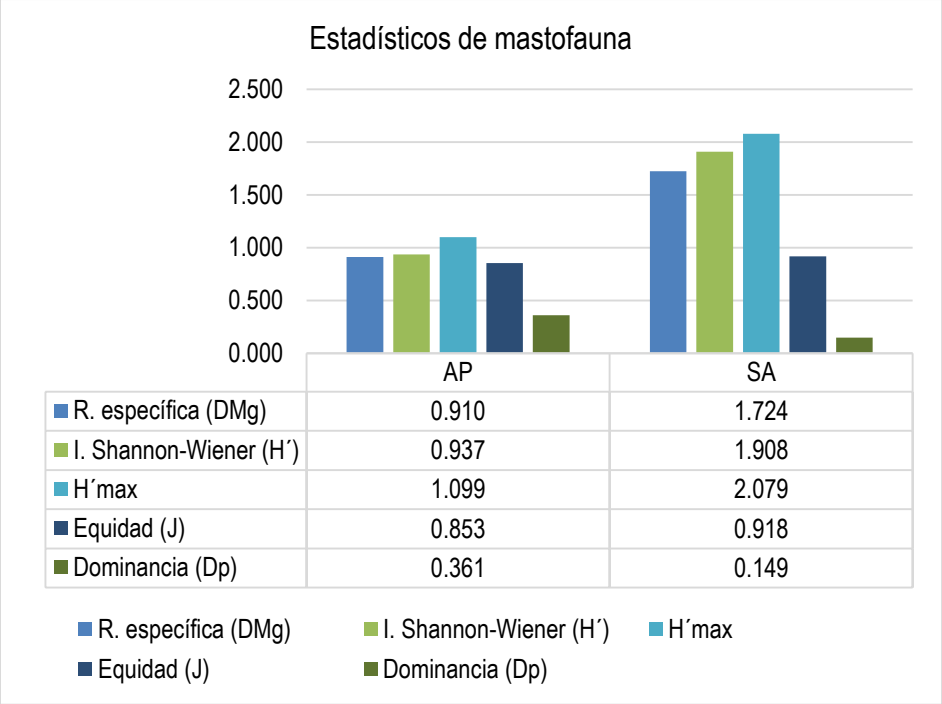


Figura IV.92. Comparativo de la diversidad de mastofauna en las unidades de análisis.

De acuerdo con los índices de diversidad podemos observar una equidad similar en ambas unidades de análisis con una dominancia superior en el área sujeta a AP respecto a la SA. Por otro lado, las ambas unidades presentan valores bajos de diversidad, si bien es cierto que los mamíferos son de los grupos biológicos con mayor dispersión por sus características fisiológicas que les permite adaptarse a diversos ambientes, al grado de poder encontrar varias especies silvestres desarrollándose en ambientes antropizados también es cierto que la fauna feral juegan un papel crucial en su supervivencia, pues muchas de estas especies son depredadas por animales domésticos como perros domésticos (*Canis lupus familiaris*) y gatos domésticos (*Felis catus*); por lo que la diversidad cerca de asentamientos humanos será escaza.

En resumen, la realización del proyecto no generaría mayor impacto siempre y cuando se protejan los organismos mediante el ahuyentamiento y rescate.

HERPETOFAUNA

Cuadro IV.113. Comparativo del número de individuos de herpetofauna en las dos unidades de análisis.

COMPARATIVO DE LA MASTOFAUNA EN LAS DOS UNIDADES DE ANÁLISIS									
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059-SEMARNAT-2010**	**IUCN**	**CITES**	**Distribución**	**Unidades de Análisis**	
		Nombre científico						**AP**	**SA**
1	Anguidae	*Barisia imbricata*	Lagartija alicante neovolcánica	**Pr**	LC	SC	Endémica		3
2	Colubridae	*Conopsis lineata*	Culebra terrestre del centro	SC	LC	SC	Endémica	1	1
3	Colubridae	*Pituophis deppei*	Alicante	**A**	LC	SC	Endémica		1
4	Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Camaleón de montaña	**A**	LC	II	Endémica		3
5	Phrynosomatidae	*Sceloporus bicanthalis*	Lagartija espinosa trasvolcánica	SC	LC	SC	Endémica	13	19
6	Phrynosomatidae	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa de mezquite	**Pr**	LC	SC	Nativa		8
7	Plestiodontidae	*Plestiodon brevirostris*	Eslizón chato	SC	LC	SC	Endémica	1	2
8	Teiidae	*Aspidoscelis costatus*	Huico llanero	**Pr**	LC	SC	Endémica		10
Total, de especies								**3**	**8**
Total, de individuos								**15**	**47**

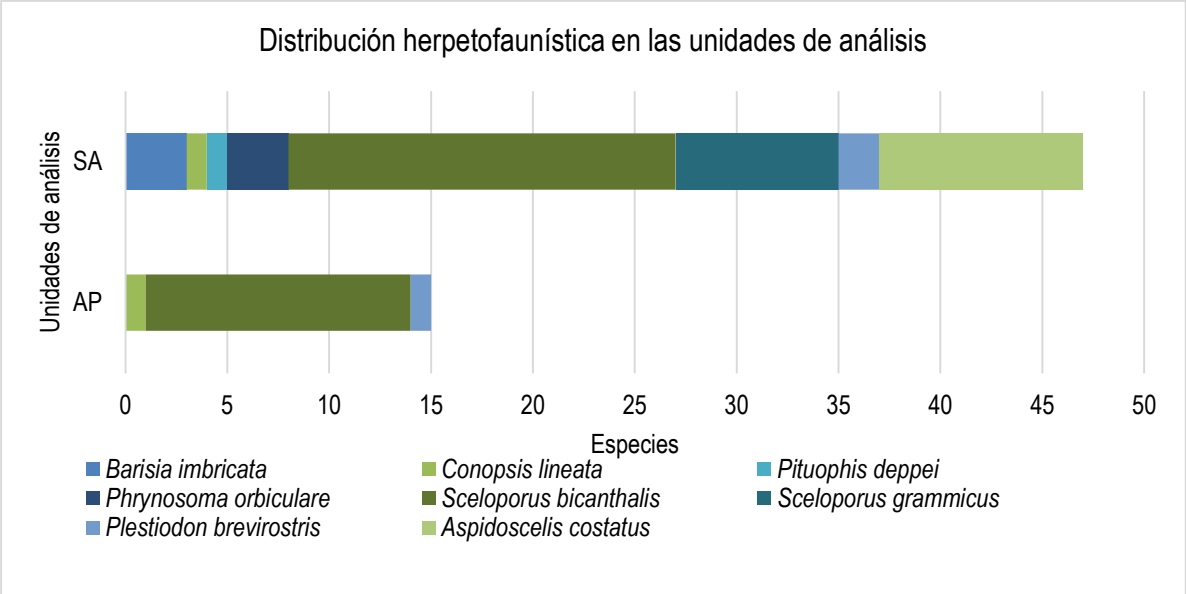


Figura IV.93. Distribución del número de individuos de herpetofauna en las dos unidades de análisis

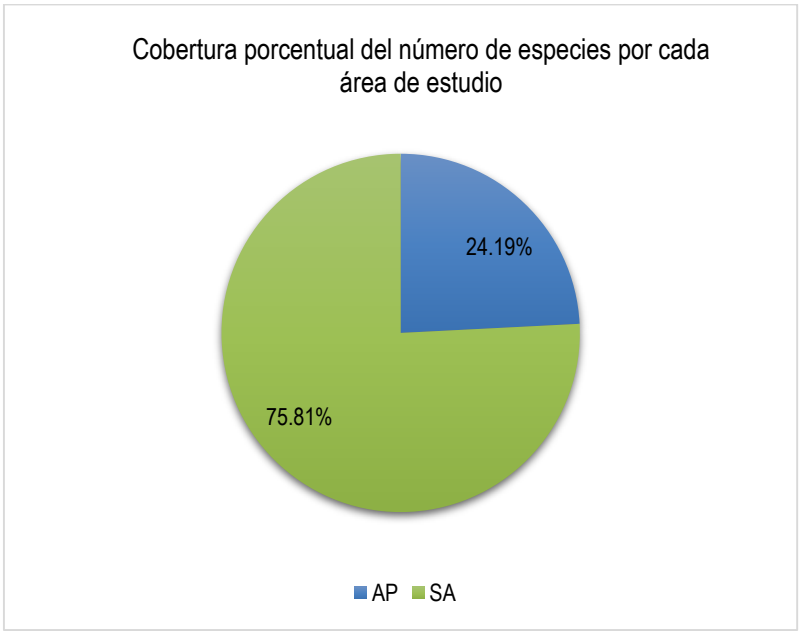


Figura IV.94. Comparativo de los individuos totales de herpetofauna en las dos unidades de análisis.

El número de individuos de herpetofauna en las tres unidades de estudio no fue homogénea entre las especies. El SA presenta un mayor porcentaje de acuerdo con la cobertura de especies, respecto al SA.

.

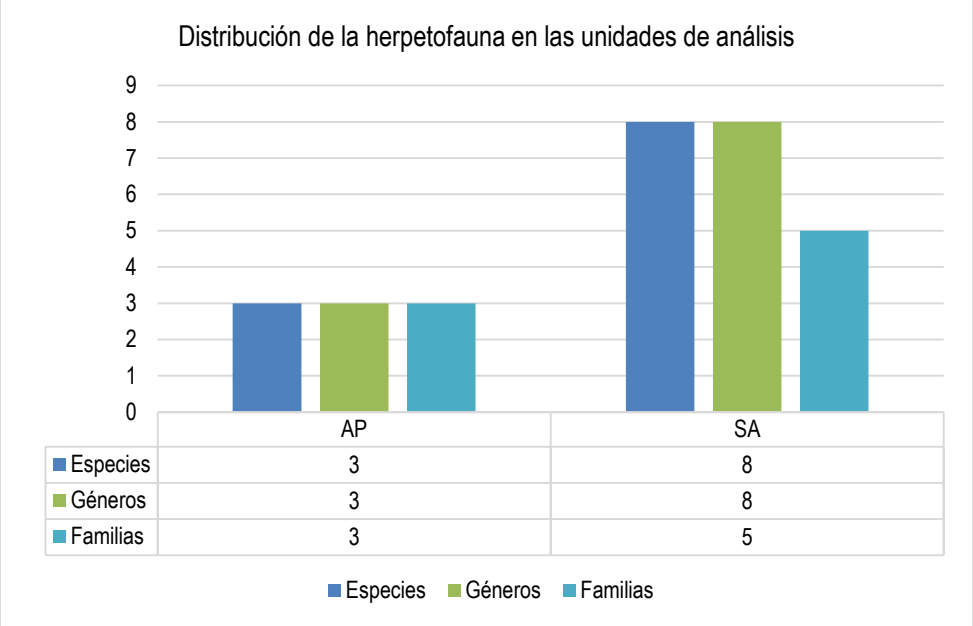


Figura IV.95. Comparativo de la riqueza específica de herpetofauna en las dos unidades de análisis.

Existe un mayor número de familias, géneros y especies en la SA, respecto al AP.

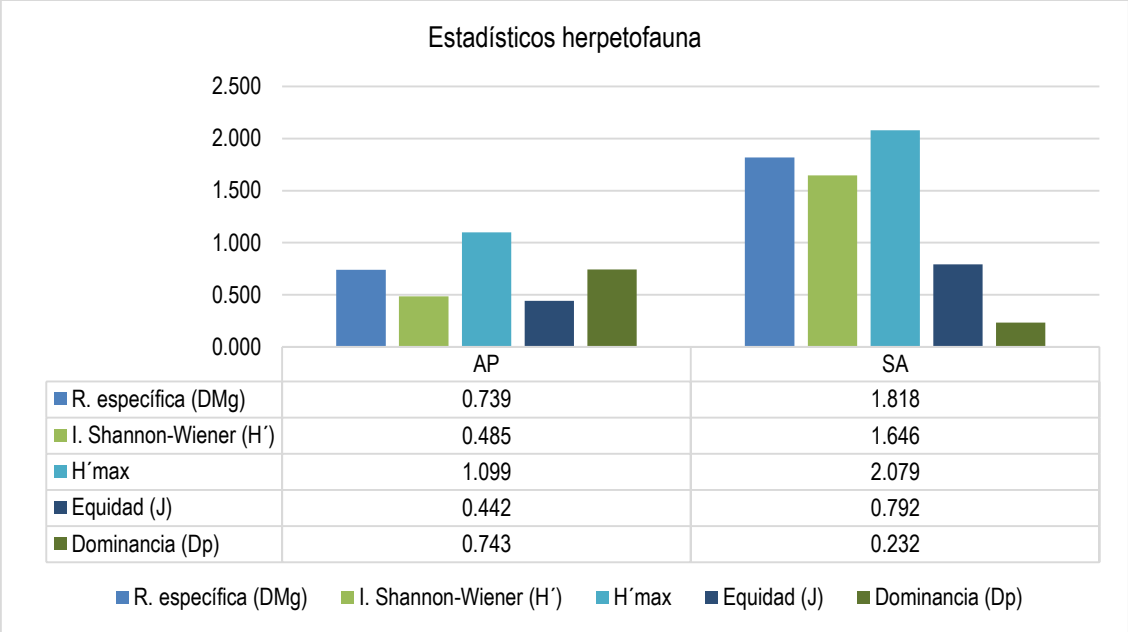


Figura IV.96. Comparativo de la diversidad de herpetofauna en las dos unidades de análisis.

Los índices nos muestran una diversidad baja, resultado inequívoco de las condiciones actuales del área sujeta a AP, recordemos que los reptiles son organismos con baja movilidad con actividad termina de tipo poiquiloterma situación que afecta su supervivencia. En contraste el área muestreada de correspondiente a la SA presenta valores favorables de diversidad, situándose en un área con diversidad

media, presenta valores favores de equidad y dominancia, que nos habla de una buena estructura poblacional.

CONCLUSIONES

De acuerdo con la fauna descrita, la medición de la riqueza de especies se relaciona directamente con el esfuerzo de muestreo aplicado durante un estudio. Con base en lo anterior, las curvas de acumulación para SA muestran un esfuerzo de muestreo bueno u óptimo, para el caso de los tres grupos faunísticos, en el caso de la SA y el área sujeta a AP, las curvas se ajustan sólo con la avifauna, y parcialmente con la mastofauna. Como se describió en el párrafo anterior este ajuste parcial puede estar influenciado por la perturbación y su efecto en la diversidad alfa y beta.

Las especies de aves encontradas en el AP pueden ser ahuyentadas, y en el caso específico de algunos nidos se pueden reubicar en zonas aledañas para que las aves no tiendan a dejar el nido; por otro lado, la escasa mastofauna y herpetofauna pueden ser reubicados bajo las condiciones de manejo y rescate adecuadas.

BIBLIOGRAFÍA

- **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.**
- **Bakkes, J. A., Van der Born, G. J., Helder, J. C., Swart, R. J., Hope, C. W. y Parker, J. D. E. 1994. An overview of environmental indicators: state of the art and perspectives. UNEP/RIVM.**
- **Ceballos, G., Arroyo-Cabrales, J. y Medellín R. A. 2002. The mammals of Mexico: composition, distribution, and conservation status. Occas. Papers, Mus. Texas TeSA Univ. 218: 1-27.**
- **Edwards, P. J. y Abivardi, C. 1998. The value of biodiversity: where ecology and economy blend. Biological Conservation. 83(3): 239-246.**
- **Escalante, T., Szumik, C. y Morrone, J. J. 2009. Areas of endemism of mexican mammals: Re-analysis applying the optimality criterion. Biological Journal of the Linnean Society. 98:468-478.**
- **Estudio Técnico Justificativo de Cambio de Uso de Suelo, del Proyecto denominado, "Construcción de una Rampa de Emergencia en la Carretera Jiutepec-Yautepec de Zaragoza Méx-138 km ubicado en el km 18+700 estado de Morelos".**
- **Gallina-Tessaro, S. 2011. Características y evaluación del hábitat. En: Gallina-Tessaro, S. y López-González, C. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Volumen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología A. C. Querétaro, México. 377p.**
- **Gallina, S. (ed.). 2015. Manual de técnicas del estudio de la fauna. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México. 210 p.**
- **Howell, N. G. S. y Webb, S. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. Oxford.**
- **Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. Zaragoza, España. 84 p.**
- **Navarro-Sigüenza, A. G., Rebón-Gallardo M. F., Gordillo-Martínez, A., Peterson-Townsend, A., Berlagan-García, H. y SánSAez-González, T. 2014. Biodiversidad de aves en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Spl. 85: S476-S495. DOI: 10.7550/rmb.41882.**
- **Pielou, E. C. 1969. An Introduction to Mathematical Ecology. John Wiley y Sons, Inc. USA. 286 p.**

- **Peterson, R. T. y SAalif, 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.**
- **SánSAez-Cordero, V., Botello, F., Flores-Martínez, J. J., Gómez-Rodríguez, R. A., Guevara, L. Gutiérrez-Granados, G. y Rodríguez-Moreno, A. 2014. Biodiversidad de Saordata (Mammalia) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad. Supl. 85: S496-S504. DOI: 10.7550/rmb.31688.**
- **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.**
- **Colwell, R. K. y Coddington J. A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions of the Royal Society. 345(1311):101-118 p.**
- **Halffter, G. y Moreno, C. E. 2001. Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. Monografías Tercer Milenio. Vol. 4, S. E. A. Zaragoza, España. 5-18 pp.**
- **Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. Zaragoza, España. 84 p.**
- **Navarro-Sigüenza, A. G., Rebón-Gallardo M. F., Gordillo-Martínez, A., Peterson-Townsend, A., Berlagan-García, H. y SánSAez-González, T. 2014. Biodiversidad de aves en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Spl. 85: S476-S495. DOI: 10.7550/rmb.41882.**
- **Pielou, E. C. 1969. An Introduction to Mathematical Ecology. John Wiley y Sons, Inc. USA. 286 p.**
- **Peterson, R. T. y Saalif, 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.**

IV.4.1.3 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 presentan planos de las áreas de conservación para las unidades de análisis, en el cual se observan a que distancia se encuentran de alguna área destinada para la conservación de la biodiversidad o si está dentro de alguna.

SA y AP

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)

Con respecto al SA no se encuentran dentro de ninguna AICA; las más cercanas son;

Cuadro IV.114. AICA'S cercanas en el SA.

NOMBRE	DISTANCIA EN KM
La Malinche	3.17
Bosques Montanos de Zacapoaxtla y Zautla	29.53
Subcuenca Tecocomulco	47.67
Volcanes Iztaccíhuatl -Popocatépetl	50.48

Cuadro IV.115. AICA'S cercanas en el AP.

NOMBRE	DISTANCIA EN KM
La Malinche	8.01
Bosques Montanos de Zacapoaxtla y Zautla	35.85
Subcuenca Tecocomulco	53.49
Volcanes Iztaccíhuatl -Popocatépetl	56.11

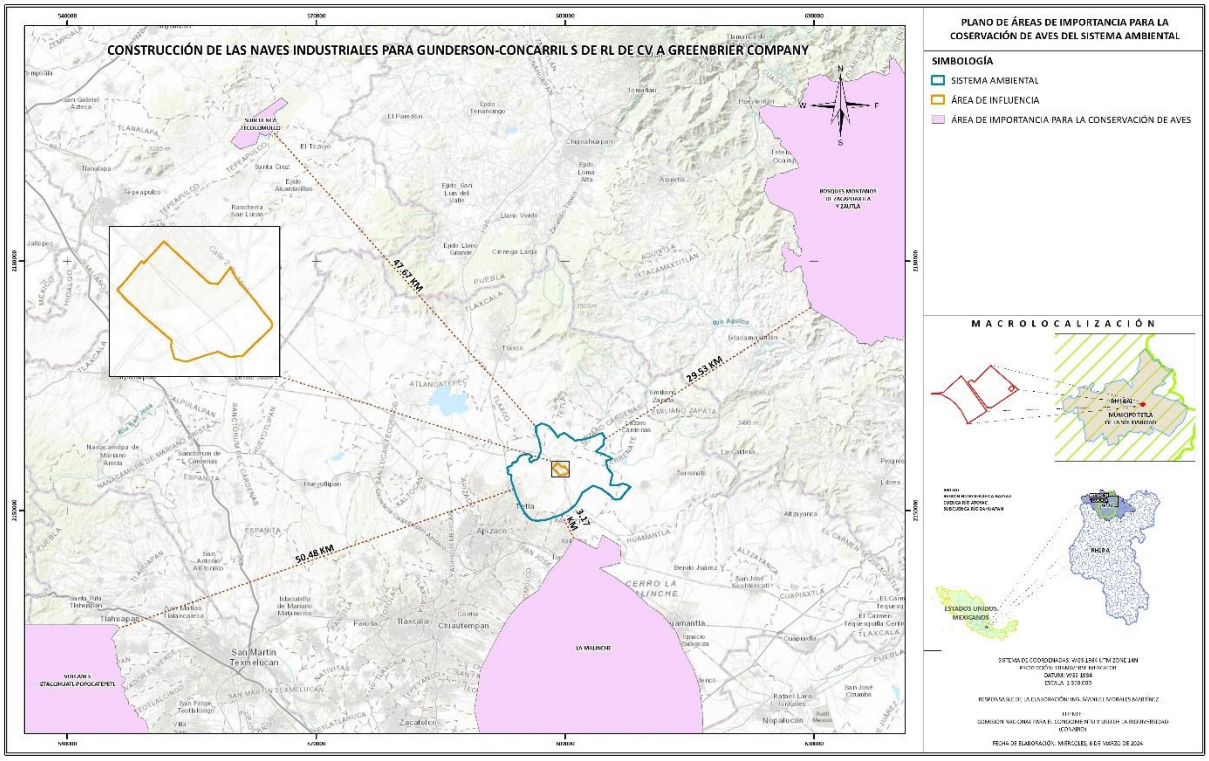


Figura IV.97 Áreas AICA cerca SA.

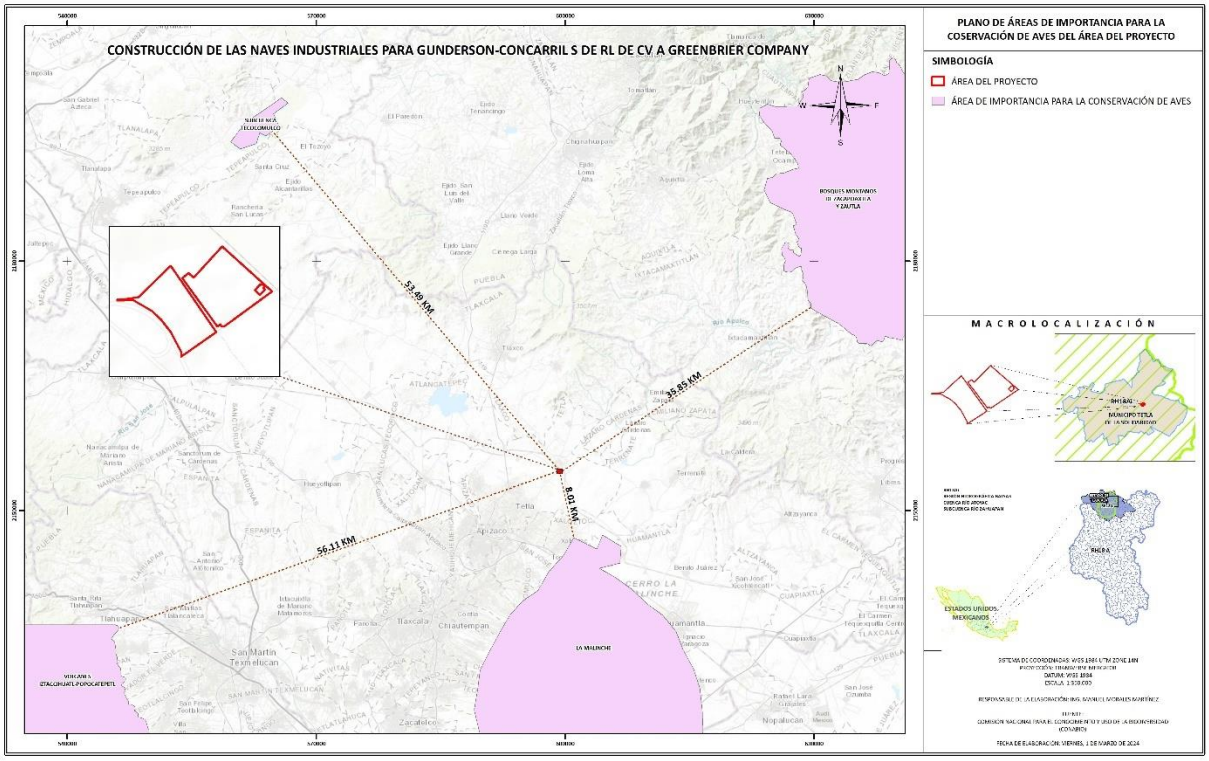


Figura IV.98. Áreas AICA cerca AP

Áreas Naturales Protegidas de carácter nacional (ANP)

Con respecto al SA no se encuentran dentro de ninguna ANP; las más cercanas son;

Cuadro IV.116. ANP’S cercanas en el SA.

NOMBRE	DISTANCIA EN KM
La Montaña Malinche o Matlalcuéyatl	11.78
Xicoténcatl	17.14

Cuadro IV.117. ANP’S cercanas en el AP.

NOMBRE	DISTANCIA EN KM
La Montaña Malinche o Matlalcuéyatl	15.82
Xicoténcatl	23.21

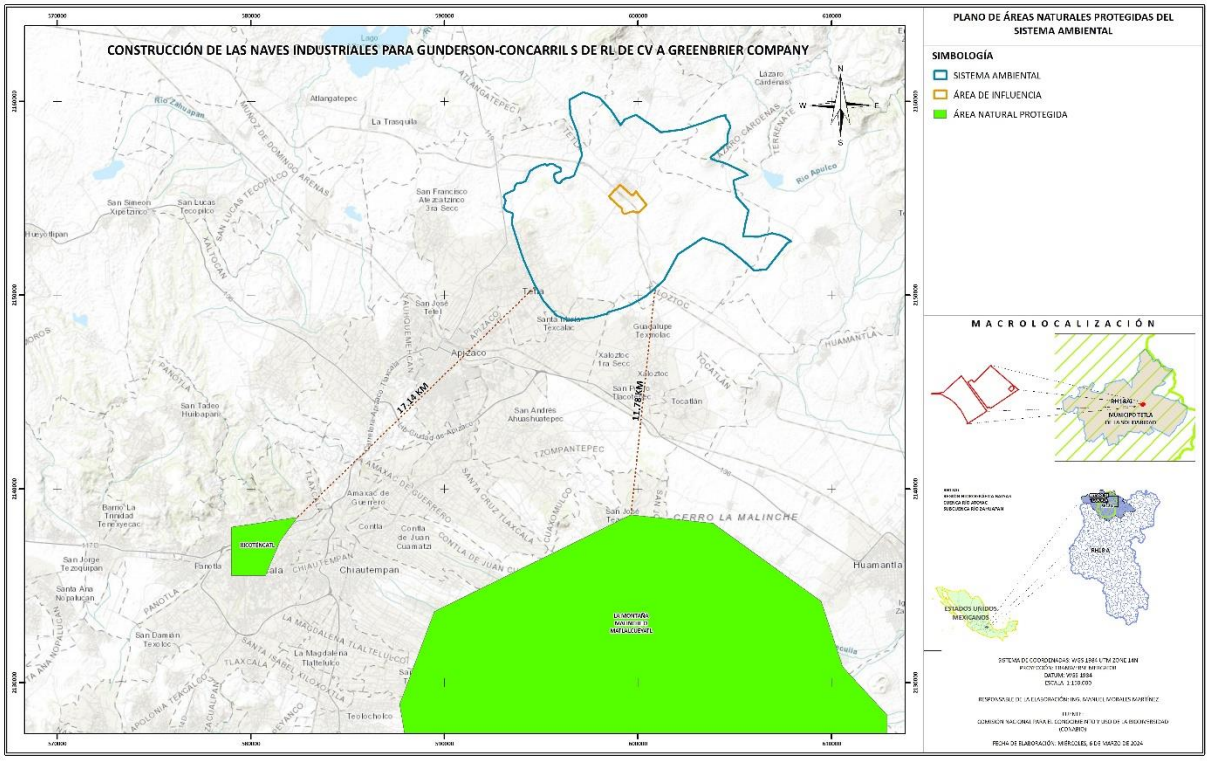


Figura IV.99 ANP cerca de SA.

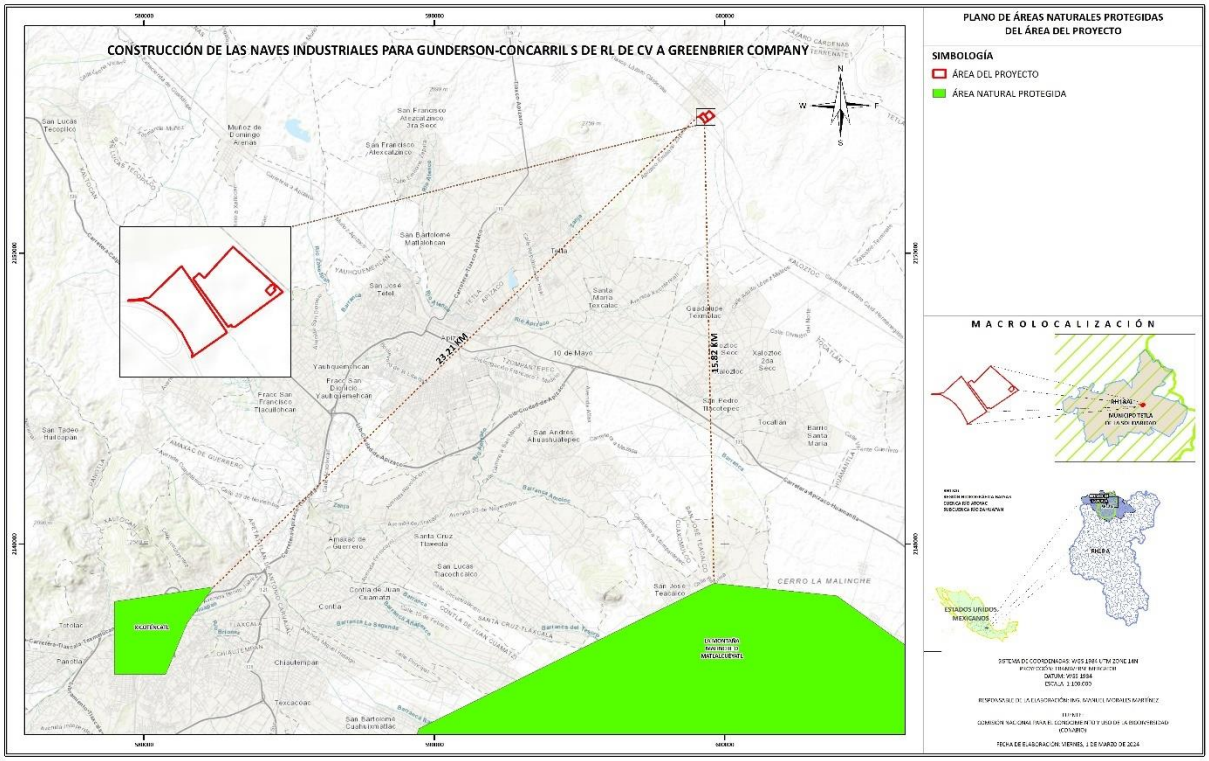


Figura IV.100 ANP cerca de AP

Áreas Naturales Protegidas Estatales (ANP)

Con respecto a las unidades de análisis se presenta lo siguiente:

Cuadro IV.118. ANP’S estatales cercanas en el SA.

NOMBRE	DISTANCIA EN KM
La Ciénega	4.64
Rancho Teometitla	2.85

Cuadro IV.119. ANP’S estatales cercanas en el AP.

NOMBRE	DISTANCIA EN KM
La Ciénega	4.64
Rancho Teometitla	2.85
Rancho Los Pitzocales o El Carmen	3.7

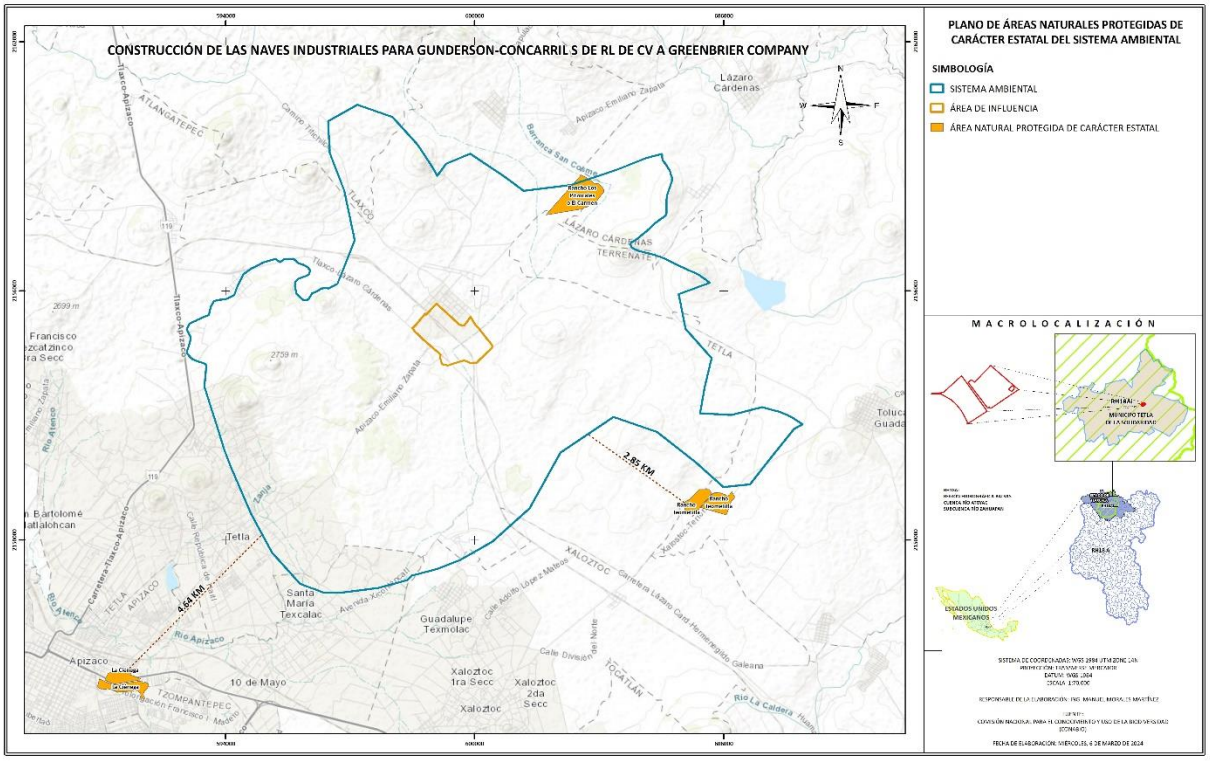


Figura IV.101 ANP estatales cerca de SA.

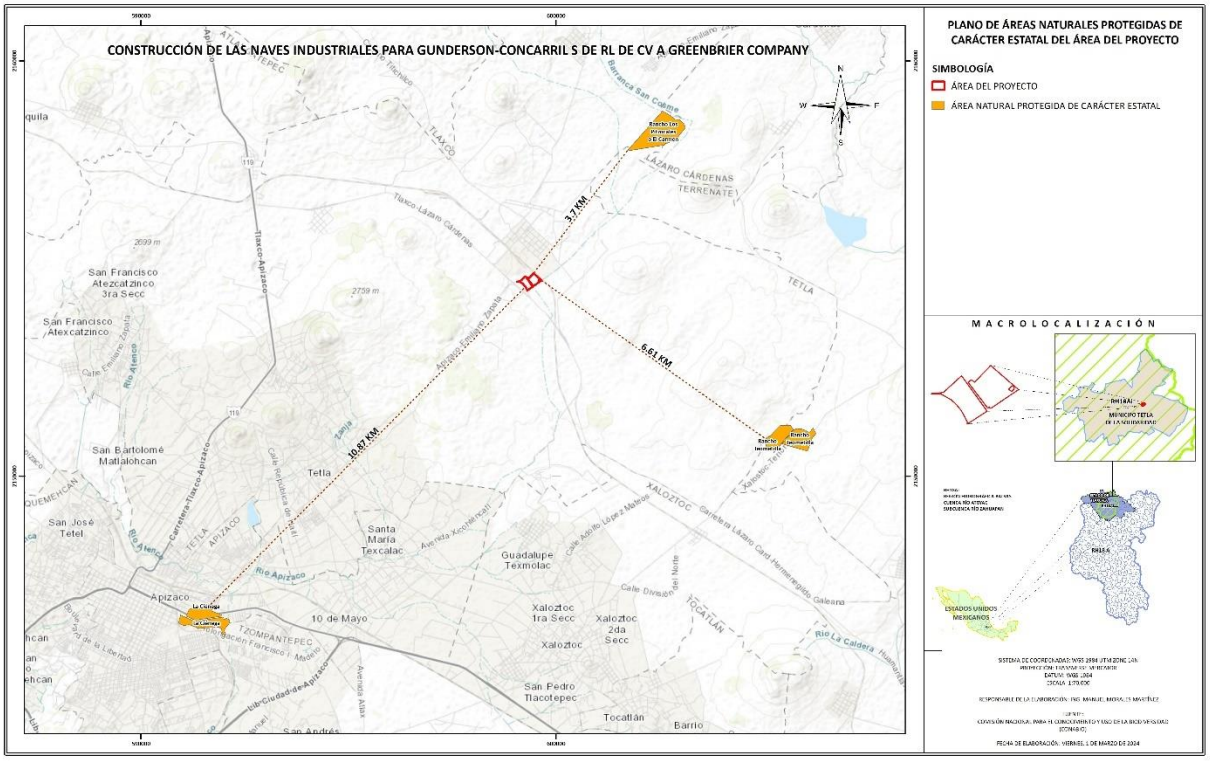


Figura IV.102 ANP cerca de AP

Áreas Naturales Protegidas (ADVC)

Con respecto al SA no se encuentran dentro de ninguna ADVC; las más cercanas son;

Cuadro IV.120. ADVC cercanas en el SA.

PREDIO	DISTANCIA EN KM
Área Natural Protegida Tenexac	1.68

Cuadro IV.121. ADVC cercanas en el AP.

PREDIO	DISTANCIA EN KM
Área Natural Protegida Tenexac	7.17

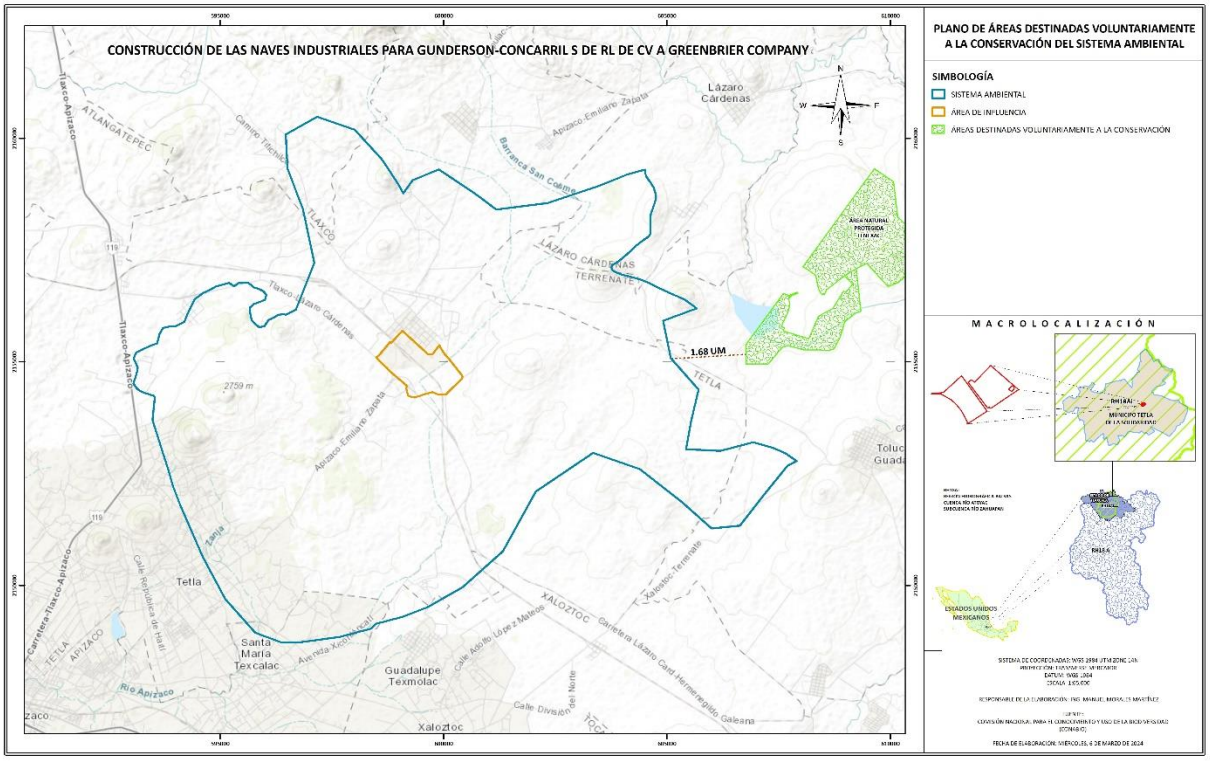


Figura IV.103 ADVC cerca de SA.

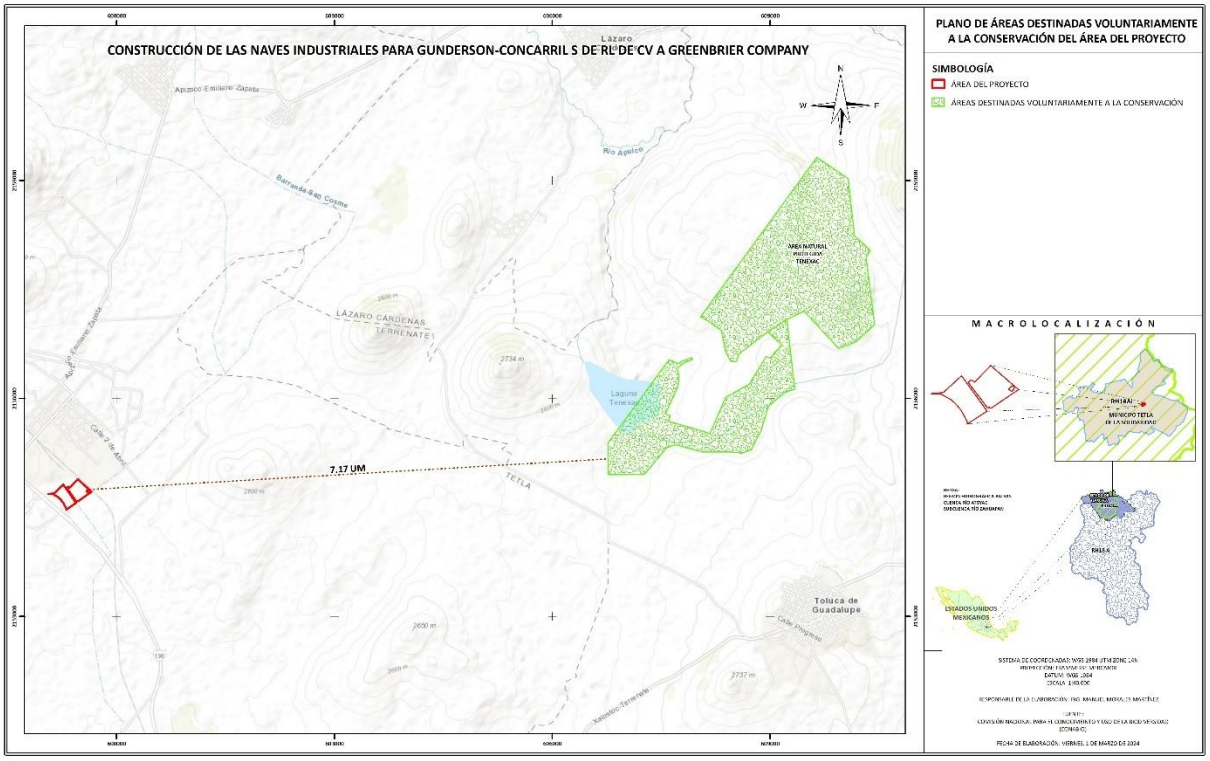


Figura IV.104 ADVC cerca de AP

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Con respecto al SA no se encuentran dentro de ninguna región hidrológica prioritaria siendo las más cercanas;

Cuadro IV.122. RHP en el SA.

REGIÓN	NOMBRE
Golfo de México	Río Tecolutla
Centro	Cuenca Oriental

Cuadro IV.123. RHP en el AP.

REGIÓN	NOMBRE	DISTANCIA EN KM
Golfo de México	Río Tecolutla	4.78
Centro	Cuenca Oriental	5

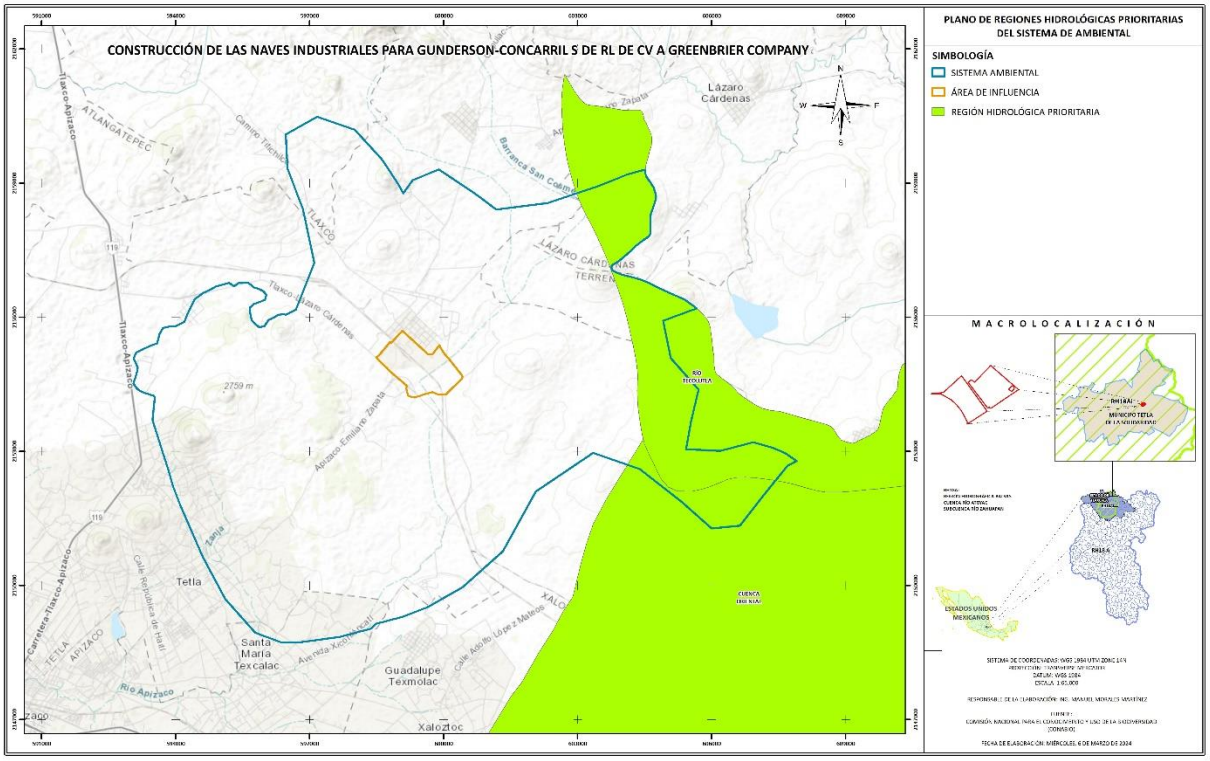


Figura IV.105 RHP cerca de SA.

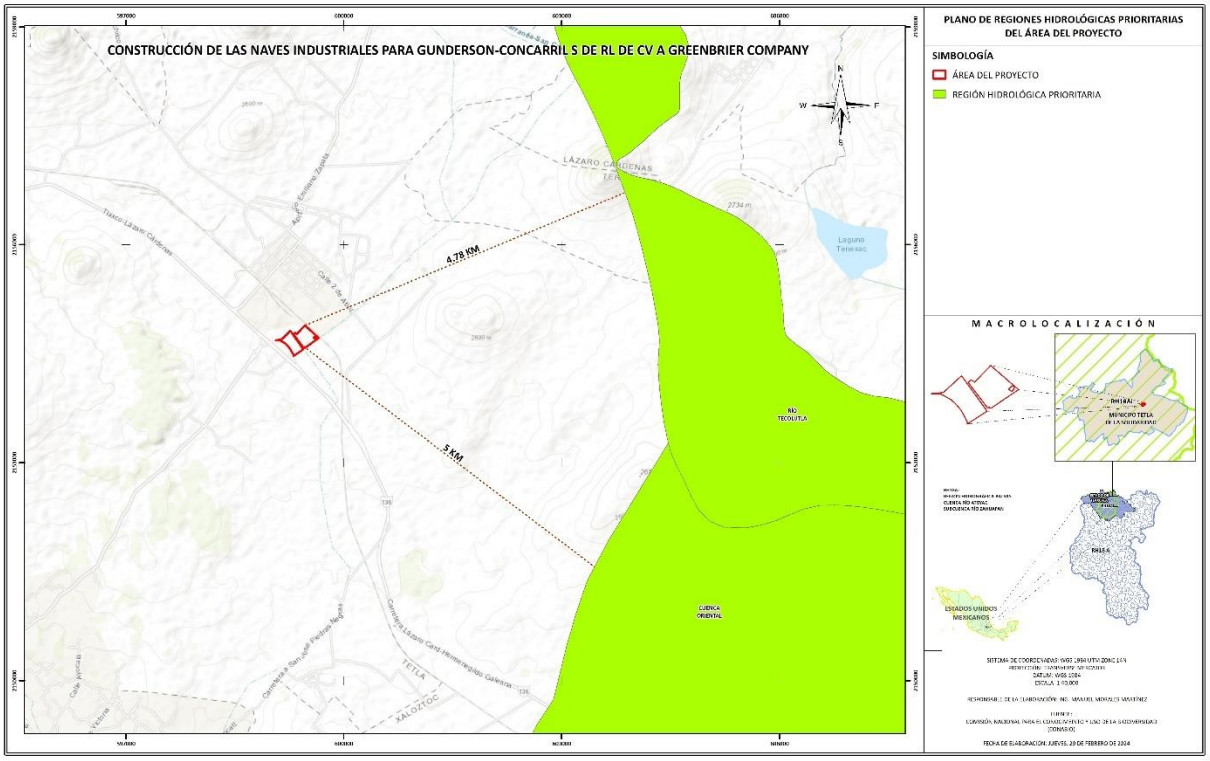


Figura IV.106 RHP cerca de AP

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Con respecto al SA no se encuentran dentro de ninguna RTP; las más cercanas se encuentran

Cuadro IV.124. RTP en el SA.

NOMBRE	DISTANCIA EN KM
La Malinche	9.23

Cuadro IV.125. RTP en el AP.

NOMBRE	DISTANCIA EN KM
La Malinche	14.75

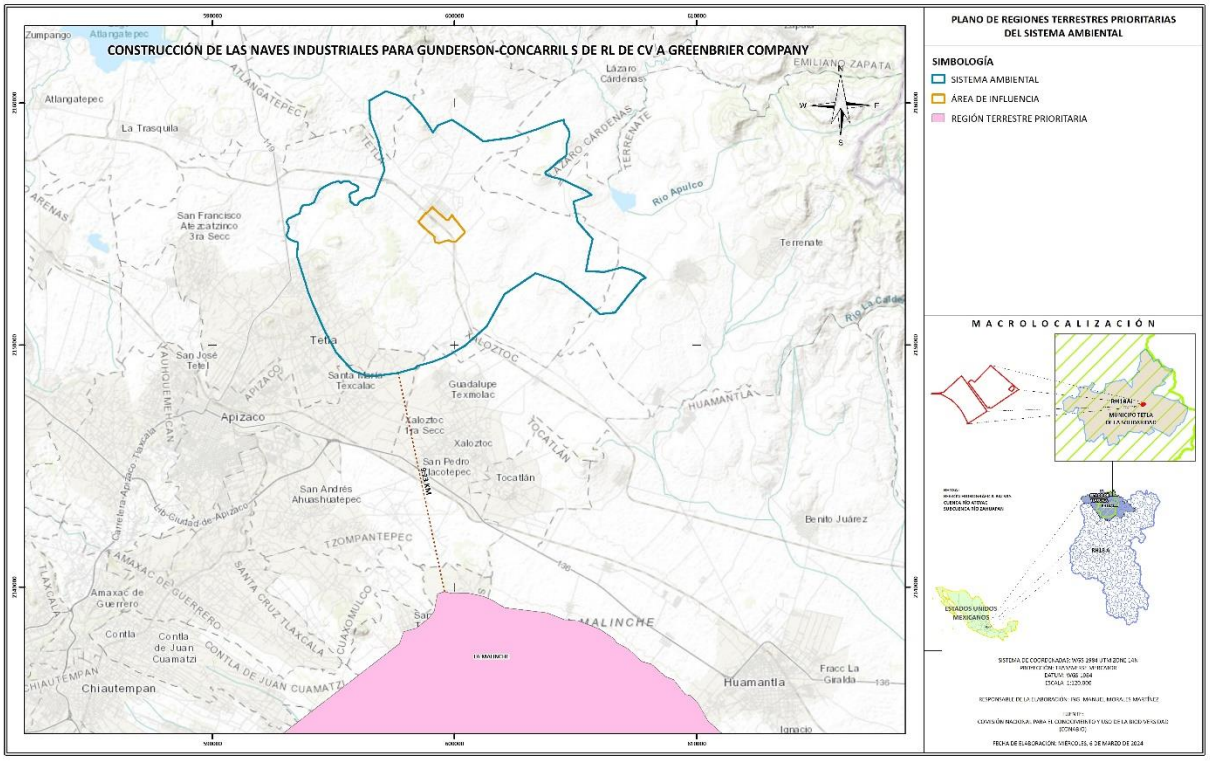


Figura IV.107 RTP cerca de SA.

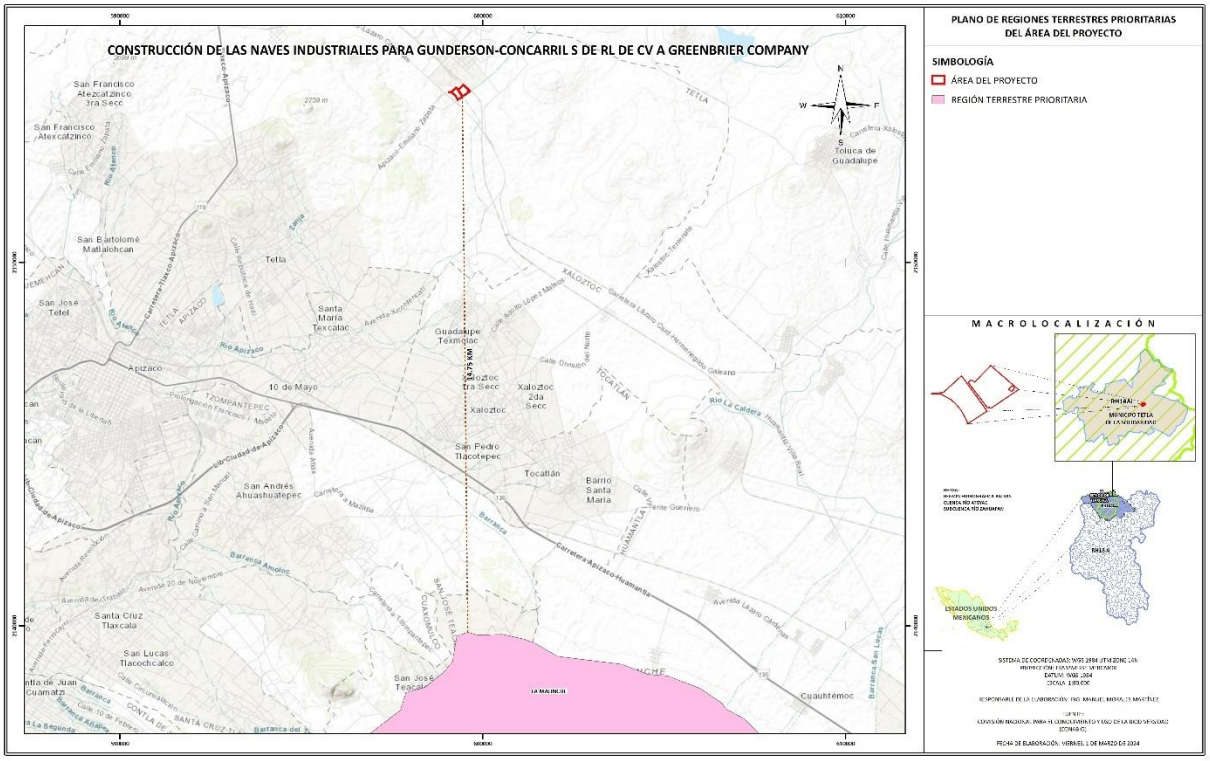


Figura IV.108 RTP cerca de AP

Sitios RAMSAR

Con respecto al SA no se encuentran dentro de ningún Sitio Ramsar; los más cercanos son;

Cuadro IV.126. Ramsar en el SA.

RAMSAR	DISTANCIA EN KM
Presa de Atlangatepec	8.51

Cuadro IV.127. Ramsar en el AP.

RAMSAR	DISTANCIA EN KM
Presa de Atlangatepec	13.04

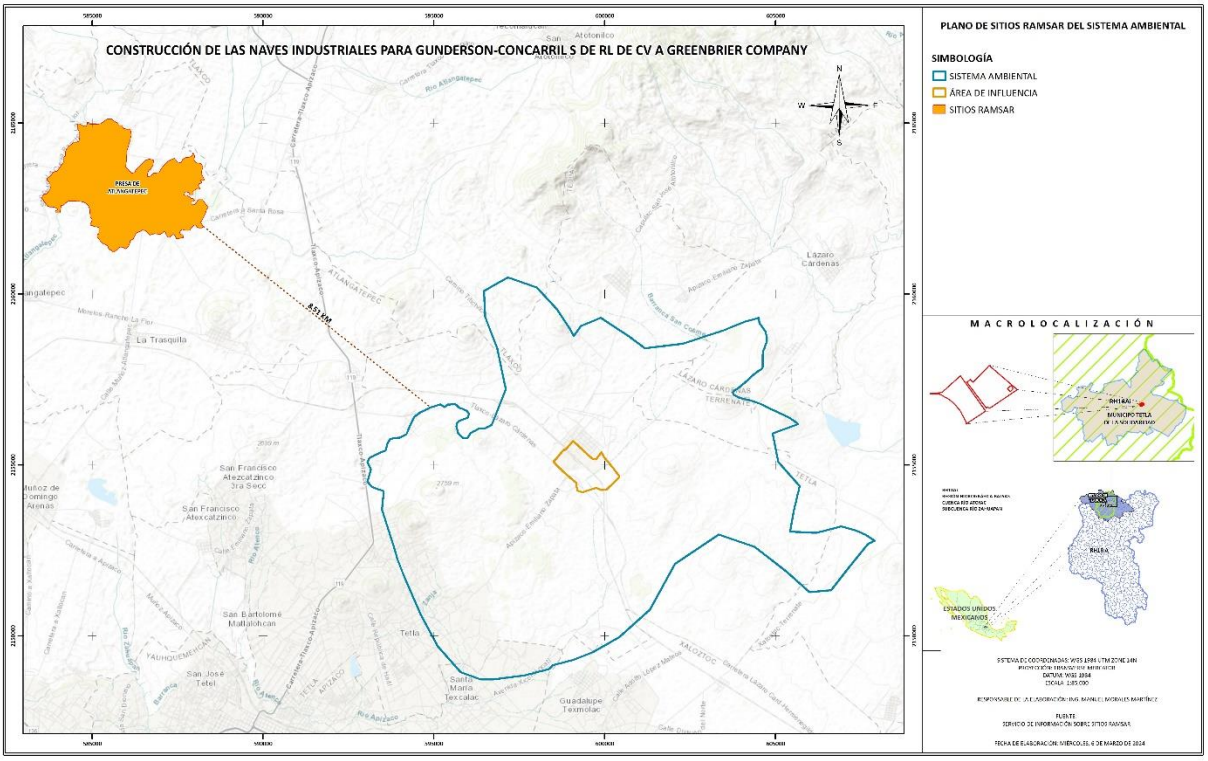
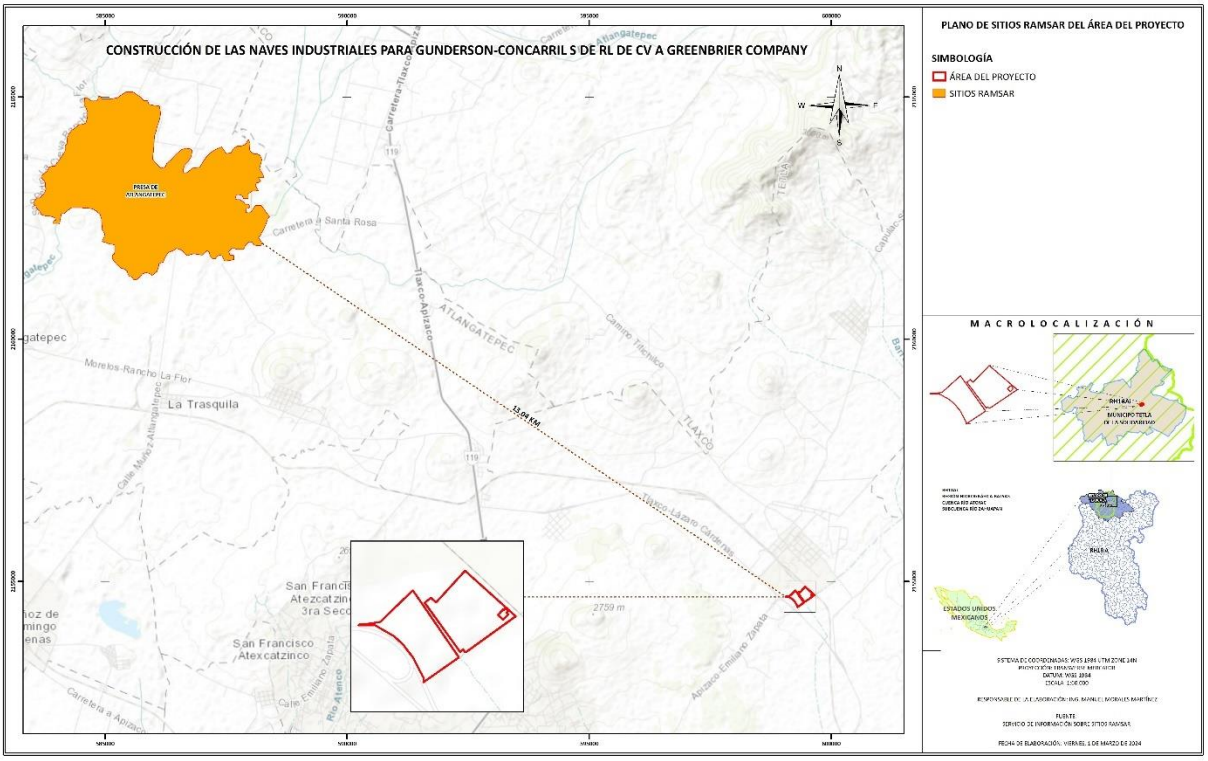


Figura IV.109 Sitio RAMSAR cerca de SA.



IV.5 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS DEL MUNICIPIO DONDE SE UBICA EL PREDIO

De acuerdo con el marco Geoestadístico municipal del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), el AP se encuentra en el municipio de Tetla de la Solidaridad, Tlaxcala. A continuación, se presentan los datos socioeconómicos del municipio.

MUNICIPIO DE TETLA DE LA SOLIDARIDAD, TLAXCALA

UBICACIÓN: al centro-norte del estado de Tlaxcala, ubicando sus coordenadas 19° 26' 00” a de latitud norte y 98° 06' 00” de longitud oeste.

COLINDANCIAS: al norte, con Tlaxco; al noreste, con Lázaro Cárdenas; al este, con Terrenate; al suroeste, con Xaloztoc; al sur, con Apizaco; al oeste, con Muñoz de Domingo Arenas; y al noroeste, con Atlangatepec.

Población: En 2020, la población en Tetla de la Solidaridad fue de 35,284 habitantes (48.9% hombres y 51.1% mujeres). En comparación a 2010, la población en Tetla de la Solidaridad creció un 22.7%.

Existen 95 hombres por cada 100 mujeres, la edad media de la población tiene 27 años o menos.

Vivienda.

El total de viviendas particulares habitadas del municipio para el 2020 es de 9,514 lo cual representa el 2.8% del total estatal de esto se tiene que en promedio por casa habitan 3.7 personas esto se interpreta que en 10 viviendas encontraremos un aproximado de 37 habitantes y del total de viviendas se tiene que un 0.8 % mantienen un piso de tierra. Del total de viviendas un 80% tienen acceso a agua entubada,

97% a sistema de drenaje, 97.5% servicio sanitario, 99.1% energía eléctrica siendo estos los principales servicios.

Cultura indígena.

La población de que habla alguna lengua indígena es de 0.54% del cual un 0.55% no habla español, del 100% de los hablantes de alguna lengua indígena la más hablada es el náhuatl con un 55.6% y el totonaco con 24.4%.

Salud

De acuerdo con la Encuesta Intercensal 2020 en el municipio, la mayoría de las personas cuentan con al menos un tipo de seguro y muchas de ellas tienen varios tipos de seguros de esto las personas que no tienen ningún tipo de seguro o no se atienden es porque viven en zonas alejadas o remotas. El 77.6% de la población está afiliada, el 44.7% pertenece al IMSS, el 46.5% al INSABI, el 4.1% al ISSSTE o ISSSTE ESTATAL.

IV.6 BIBLIOGRAFÍA

[i] **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 septiembre de 2016.**

[ii] **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.**

[iii] **Atlas Nacional de Riesgos. CENAPRED. Consultado en 06 de febrero de 2018: www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/**

[iv] **SNIEG. (S/F). Anexo Catálogo de Tipos de Vegetación Natural e Inducida de México https://www.snieg.mx/Documentos/Normatividad/Vigente/cat_tem_gen_tipos_veg_oct2016.pdf**

[v] **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.**

[vi] **SEMARNAT-CONAFOR. 2012. Manual y procedimientos para el muestreo de campo. México 143 p.**

vii 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.

viii 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 V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

ÍNDICE GENERAL

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 3
V.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS. 3
V.1.1. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 3
V.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS. 6
V.2.1. INDICADORES DE IMPACTO. 6
V.2.2. LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO. 6
V.1 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS. 7
V.1.1 ÍNDICE DE INCIDENCIA. 9
V.1.2 ÍNDICE DE MAGNITUD 12
V.1.3 VALORIZACIÓN DE IMPACTOS. 34
V.3. CONCLUSIONES. 35
V.4. BIBLIOGRAFÍA. 36

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro V.1. Lista de chequeo para la identificación de impactos ambientales. 3
Cuadro V.2. Matriz de interacciones de impactos ambientales. 5
Cuadro V.3. Matriz de causa-efecto para la identificación de impactos ambientales. 5
Cuadro V.4. Lista indicativa de indicadores de impacto. 6
Cuadro V.5. Tipificación del sinergismo por Gómez Orea (2003). 7
Cuadro V.6. Tipificación del sinergismo con caracteres de atributos de Conesa (2010). 7
Cuadro V.7. Valorización cuantitativa de la sinergia propuesta para la presente evaluación. 7
Cuadro V.8. Valores de los atributos para el atributo de acumulación. 8
Cuadro V.9. Valores de los atributos para el cálculo del índice de incidencia. 8
Cuadro V.10. Tipificación de impactos 9
Cuadro V.11. Matriz del índice de incidencia de impactos ambientales durante la etapa de preparación del sitio. 10
Cuadro V.12. Infiltración con y sin proyecto. 14
Cuadro V.13. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la perdida de agua. 15
Cuadro V.14. Indicadores para determinar el índice de calidad del factor aire. 16
Cuadro V.15. Valores asignados a los indicadores en los diversos escenarios con y sin proyecto. 17
Cuadro V.16. Índice de calidad del aire con y sin proyecto. 18
Cuadro V.17. Valores establecidos para la generación de la función de transformación de la calidad ambiental de aire. 18
Cuadro V.18. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al índice de calidad del aire. 20
Cuadro V.19. Calidad ambiental establecida en función al nivel de presión sonoro emitido. 21
Cuadro V.20. Nivel de presión sonoro que se tendrá con y sin proyecto. 21
Cuadro V.21. Nivel de ruido diversos. 22
Cuadro V.22. Erosión existente actualmente en el área del proyecto. 24
Cuadro V.23. Estimación de cantidad de material orgánico con y sin proyecto. 25
Cuadro V.24. Clase de degradación con base en la erosión hídrica. 25
Cuadro V.25. Clase de degradación con base en la erosión eólica. 25
Cuadro V.26. Clase de degradación propuesta para la función de trasformación. 26
Cuadro V.27. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la perdida de material orgánico. 27

Cuadro V.28. Erosión presente en los diversos escenarios (con y sin proyecto). 27
Cuadro V.29. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la erosión. 28
Cuadro V.30. Valores de K establecidos en función de los índices de Shannon determinados. 29
Cuadro V.31. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación sin proyecto. 29
Cuadro V.32. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación con proyecto. 29
Cuadro V.33. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación. 30
Cuadro V.34. Valores de K establecidos en función de los índices de Shannon determinados. 31
Cuadro V.35. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación sin proyecto. 31
Cuadro V.36. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación con proyecto. 32
Cuadro V.37. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al porcentaje de distribución con base en hábitat. 32
Cuadro V.38. Calidad del paisaje. 33
Cuadro V.39. Número de habitantes respecto a la distancia. 33
Cuadro V.40. Valoración subjetiva del paisaje. 34
Cuadro V.41. Valores de juicio establecidos para la valoración de impacto ambientales. 34
Cuadro V.42. Valorización de los impactos detectados y valores de juicio establecidos. 35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura V.1. Determinación de unidades homogéneas 13
Figura V.2. Determinación de la CA neta para el indicador de pérdida de suelo en hectáreas. 13
Figura V.3. Calidad ambiental en función a la perdida de infiltración con y sin proyecto. 15
Figura V.4. Calidad ambiental del aire en función al índice de calidad del aire con y sin proyecto. 19
Figura V.5. Nivel de presión sonoro emitida por diversas actividades (Brüel&Kjær, 2000, Ruido ambiental). 20
Figura V.6. Calidad ambiental en función al nivel de presión sonoro con y sin proyecto. 23
Figura V.7. Calidad ambiental en función a la pérdida de material orgánico con y sin proyecto. 26
Figura V.8. Calidad ambiental en función a la erosión con y sin proyecto. 28
Figura V.9. Calidad ambiental en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación con y sin proyecto. 30
Figura V.10. Calidad ambiental en función al porcentaje de distribución con base en hábitat con y sin proyecto. 32

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 este proyecto se presenta para ser evaluado por la actividad de cambio de uso de suelo, que contempla las actividades de **delimitación del área, desmonte, extracción de materias primas provenientes del desmonte; despalme y transporte de material orgánico.** Actividades que 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 ecosistema 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	Delimitación del área del proyecto Desmonte Extracción de materias primas provenientes del desmonte Despalme Transporte de material orgánico	Abiótico	Agua	Infiltración
			Aire	Calidad
				Ruido
			Suelo	Erosión
		Biótico	Flora	Diversidad
				Cobertura vegetal
				Abundancia
			Fauna	Diversidad
				Abundancia
		Perceptual	Paisaje	Incidencia visual

Emisores de impacto		Receptores de impacto		
Etapa	**Actividades**	**Medio**	**Factor**	**Subfactor**
				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 5 elementos receptores de impactos en las filas, lo que genera un total de 65 interacciones, de las cuales 34 tienen un efecto por el desarrollo del proyecto y 31 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	Ruido	Erosión	Diversidad	Cobertura vegetal	Abundancia	Diversidad	Abundancia	Hábitat	Incidencia visual	Calidad del paisaje	Empleo
Cambio de uso de suelo	Delimitación del área del proyecto				*									*
	Desmonte	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Extracción de materias primas provenientes del desmonte	*	*	*	*							*	*	*
	Despalme	*	*	*	*							*	*	*
	Transporte de material orgánico	*	*	*	*							*		*

Cuadro V.3. Matriz de causa-efecto para la identificación de impactos ambientales.

Fases del proyecto / Elementos		Sistema Ambiental													Impactos adversos	Impactos benéficos	Evaluación total
		Físico natural															
		Abiótico				Biótico						Perceptual		Económico			
		Agua	Aire		suelo	Flora			Fauna			Paisaje		Empleo			
		Infiltración	Calidad	Ruido	Erosión	Diversidad	Cobertura vegetal	Abundancia	Diversidad	Abundancia	Hábitat	Incidencia visual	Calidad del paisaje	Empleo			
Cambio de uso de suelo	Delimitación del área del proyecto				a									B		1	1
	Desmonte	A	a	a	a	A	A	A	A	A	A	a	a	b	12	1	13
	Extracción de materias primas provenientes del desmonte	A	a	a	a							a	a	b	6	1	7
	Despalme	A	a	a	A							a	a	b	6	1	7
	Transporte de material orgánico	A	a	a	A							a		b	5	1	6
Impactos adversos		4	4	4	5	1	1	1	1	1	1	4	3	0	29		
Impactos benéficos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5		5	
Evaluación total		4	4	4	5	1	1	1	1	1	1	4	3	5			34

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	Pérdida de agua	-
	Aire	Calidad	Suspensión de partículas	-
		Ruido	Contaminación acústica ambiental	-
	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.1 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 éstos, 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

Lo anterior 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 expresión de la 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 a entender que para los valores altos para la sinergia es considerado como de una incidencia fuerte, y los valores bajos 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).

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 se 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
		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

Atributos	Descripción	Carácter de los atributos	Código
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 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.1.1 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, se 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+Rv+3R+C+2PD

(Valor máximo 45, valor mínimo 15).

Donde:

I = Inmediatez
A = Acumulación
S = Sinergia
M = Momento
P = Persistencia
R = Recuperabilidad
Rv = Reversibilidad
PD = Periodicidad
C = Continuidad

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	Pérdida de agua												**0.47**
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	3	3		
	Incidencia ponderada		9	1	1	4	1	3	3	3	6	**29**	
	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	Suspensión de partículas												**0.27**
	Ponderación		3	1	1	2	1	1	1	1	1		
	Incidencia ponderada		9	1	1	4	1	1	3	1	2	**23**	
	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**	

Cálculo del índice de incidencia del proyecto													
Factor ambiental	Atributos	Signo	Inmediatez	Acumulación	Sinergia	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Continuidad	Periodicidad	Incidencia	Índice estandarizado
	Contaminación acústica ambiental												**0.27**
	Ponderación		3	1	1	2	1	1	1	1	1		
	Incidencia ponderada		9	1	1	4	1	1	3	1	2	**23**	
	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												**0.50**
	Ponderación		3	1	1	3	1	3	2	1	1		
	Incidencia ponderada		9	1	1	6	1	3	6	1	2	**30**	
	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												**0.50**
	Ponderación		3	1	1	3	1	3	2	1	1		
	Incidencia ponderada		9	1	1	6	1	3	6	1	2	**30**	
	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												**0.43**
	Ponderación		3	1	1	3	3	1	1	3	1		
	Incidencia ponderada		9	1	1	6	3	1	3	3	2	**28**	
	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												**0.50**
	Ponderación		3	1	1	3	1	1	2	3	1		
	Incidencia ponderada		9	1	1	6	1	1	6	3	2	**30**	
	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												**0.73**
	Ponderación de atributos		3	1	1	3	3	3	3	3	1		
	Incidencia ponderada		9	1	1	6	3	3	9	3	2	**37**	
	Incidencia	-	3	1	1	1	3	3	1	3	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**	

V.1.2 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 multidisciplinario 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 en 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.

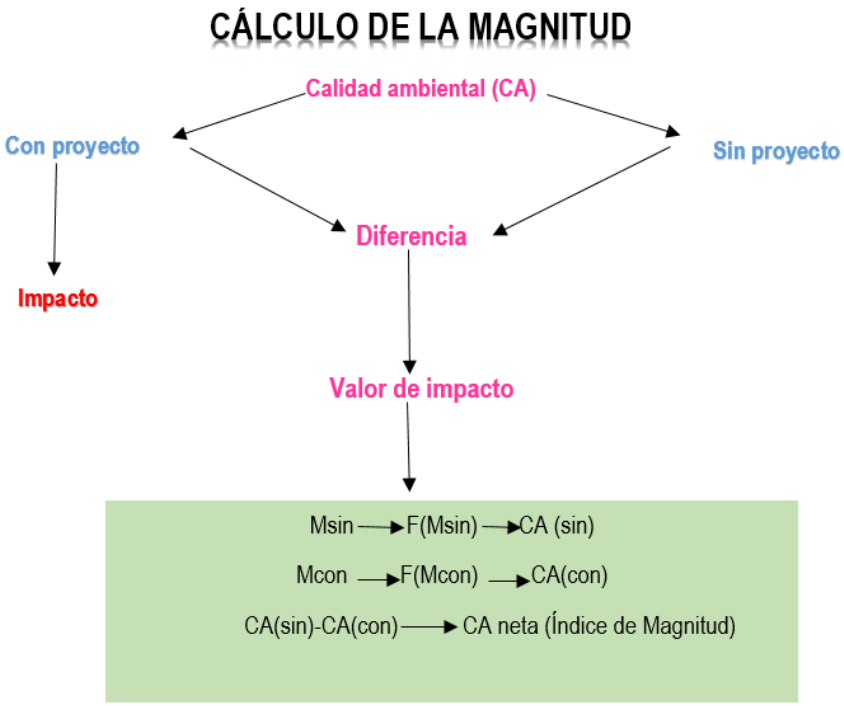


Figura V.1. Determinación de unidades homogéneas.

Ejemplificación:

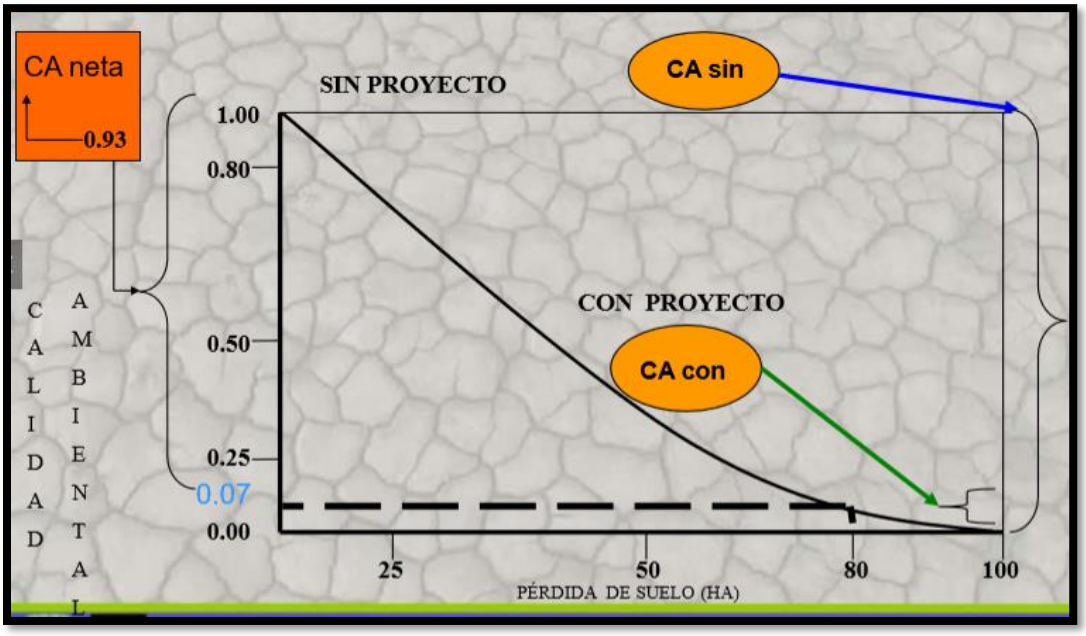


Figura V.2. Determinación de la CA neta para el indicador de pérdida de suelo en hectáreas.

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. VÍCTOR (4ta 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 como resultado la perdida de infiltración.

Partiendo de lo establecido en el párrafo anterior se presenta lo siguiente:

$$I = 100(\frac{Perd_h}{Cdisp})$$

Donde:

$I = porcentaje\ de\ perdida\ de\ infiltración\ respecto\ al\ total\ disponible\ (\%)$

$$Perd_h = (Infiltración \sin proyecto - Infiltración\ con\ proyecto)$$

$C_{disp} = Cantidad\ total\ disponible$

A continuación, se muestra el volumen de escurrimiento que actualmente se da en el área del proyecto y el aumento del volumen que se tendrá con la ejecución del proyecto.

Cuadro V.12. Infiltración con y sin proyecto.

Unidad	Infiltración (m^3)
Volumen de infiltración sin proyecto	8,530.52
Volumen de infiltración con proyecto	2,384.55

Tomando de base lo expuesto anteriormente, se implementaron las fórmulas correspondientes dando como resultado la siguiente:

Pérdida de agua.

$$Perd_h = (8{,}530.52 - 2{,}384.55) = 6{,}145.97$$

$$I = 100 * \left(\frac{6{,}145.97}{8{,}530.52}\right) = 72.05\%$$

Es de recalcarse que en la presente metodología se toma de base a la cantidad de agua disponible, y considerándose que al ejecutar el cambio la infiltración disminuye y la escorrentía aumenta, con esos parámetros se determinará la calidad ambiental para el factor de *pérdida de agua*.

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.

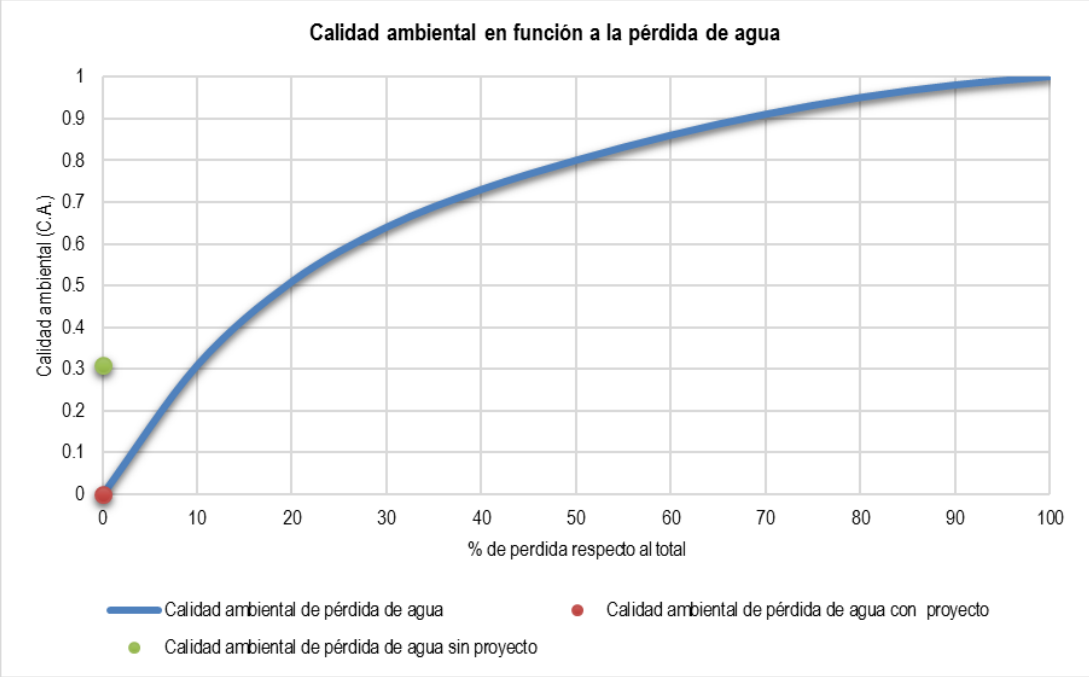


Figura V.3. Calidad ambiental en función a la perdida de infiltración con y sin proyecto.

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 agua.

Escenario	Pérdida de agua (%)	Calidad ambiental
Volumen de infiltración con proyecto	72.05%	0.00
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.00**

SUSPENSIÓN DE PARTÍCULAS.

En torno a la determinación del índice de magnitud referente a la suspensión de partículas, se tomó de base la metodología del cálculo de la calidad del aire determinada en el diagnóstico ambiental correspondiente al capítulo 4, a la cual se le hicieron 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; para 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 del aire, que estará expresado en una escala cuyo valor máximo será 100 y el mínimo 0, correspondiendo los valores más altos a la situación más positiva.

Las fórmulas 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 máximo de 33, se considera que se les asigna a todos los indicadores considerados un valor de 3, dando como resultado una suma total de 33; y para el valor mínimo 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 total 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 realizó con base en la descripción del área del proyecto, llevada a cabo en el capítulo 4 y para el caso del escenario con proyecto se realizó un pequeño análisis, en el cual se trató de proyectar el estatus de los indicadores 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		
	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	●			1	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	●			1	1
	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	●			3	3
	Media		●			
	Baja			●		
	G. Grado de Cubierta vegetal	1	2	3		
	61 -100%			●	3	1

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado sin proyecto	Valor asignado con proyecto
	31 - 60 %		●			
	0 - 30 %	●				
	H. Altura de la vegetación	1	2	3		
	Estrato de árboles altos: > 8 m	●				
	Árboles bajos y/o matorral medio: 3 - 8 m		●		2	3
	Ausencia casi total de vegetación			●		
	I. Uso de suelo	1	2	3		
	El sitio se ubica en zona industrial o minera	●				
	El sitio se ubica en zona urbana		●		1	1
	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)	●				
	Vías de comunicación en la zona		●		1	1
	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			●		
	Entre 35-74 mg/m^3		●		1	2
	Mayor o igual a 75 mg/m^3	●				
Total					**18**	**17**
Valor mínimo					11	
Valor máximo					33	
Calidad Ambiental Atmosférica					**21.21**	**18.18**

*Para la determinación del nivel de suspensión de partículas se consultó la página: https://weather.com.

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	21.21
Con proyecto	18.18

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, el 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

Índice de calidad del aire	Calidad ambiental del aire
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
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.

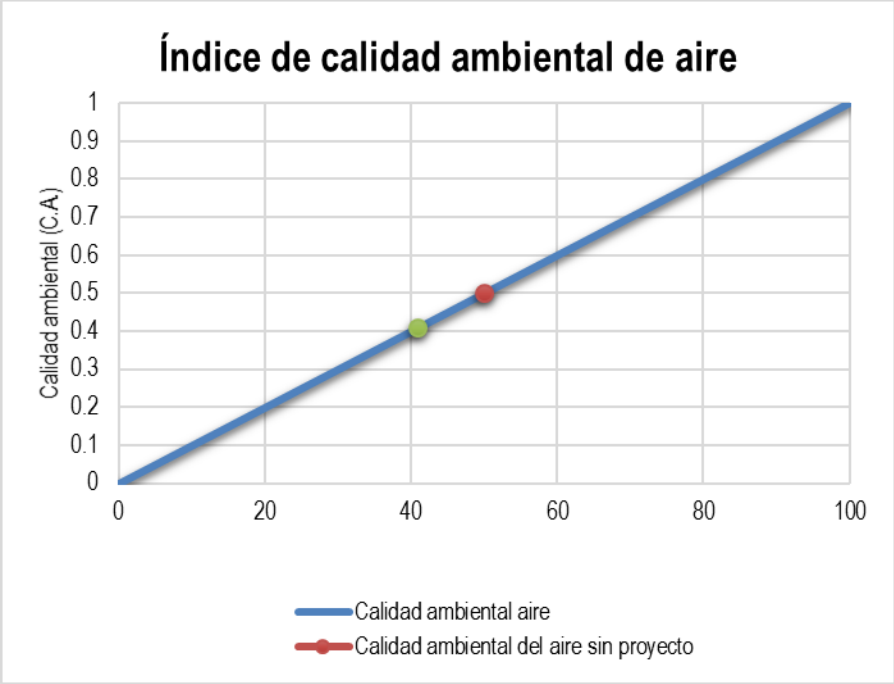


Figura V.4. Calidad ambiental del aire en función al índice de calidad del aire con y sin proyecto.

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	21.21	0.21
Con proyecto	18.18	0.18
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.03**

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.

CONTAMINACIÓN ACÚSTICA.

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 tomó de referencia el estudio denominado "ruido ambiental", realizado en el año 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.

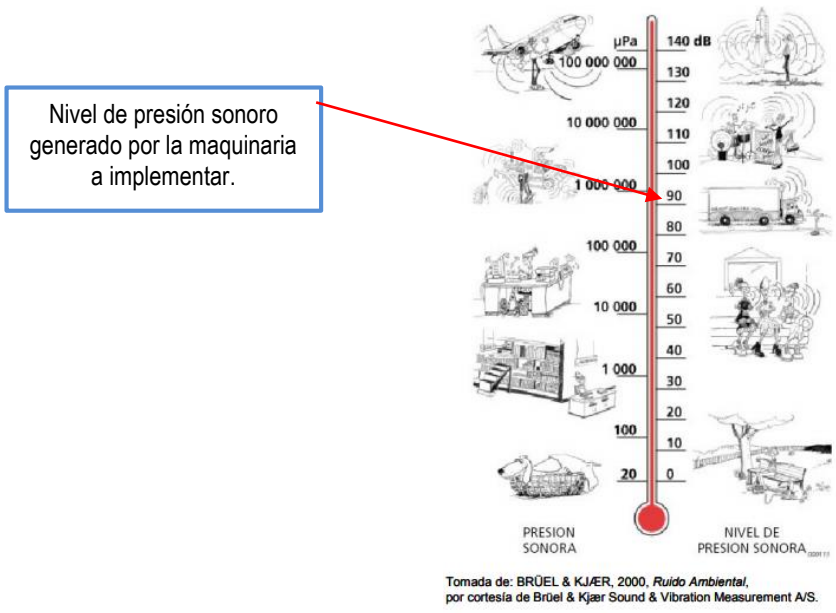


Figura V.5. Nivel de presión sonoro emitida por diversas actividades (Brüel&Kjær, 2000, Ruido ambiental).

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 110 dB, que será tomada como el escenario con proyecto, y para el caso del escenario sin proyecto se considera lo que se observó a los alrededores (asentamientos humanos, uso de maquinaria y/o actividades de cualquier índole) que emitan sonido alguno. Se considera un nivel igual a 90 dB.

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.19. 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
Critico	120	0.13
	130	0.00

Cuadro V.20. Nivel de presión sonoro que se tendrá con y sin proyecto.

Escenario	Nivel de presión sonoro (dB)	Calidad ambiental
Sin proyecto	90	0.50
Con proyecto	110	0.25
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.25**

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.21. 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	**Umbral 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	"Sordera"	
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 la siguiente figura se presenta la función de transformación correspondiente en conjunto con los escenarios con y sin proyecto.

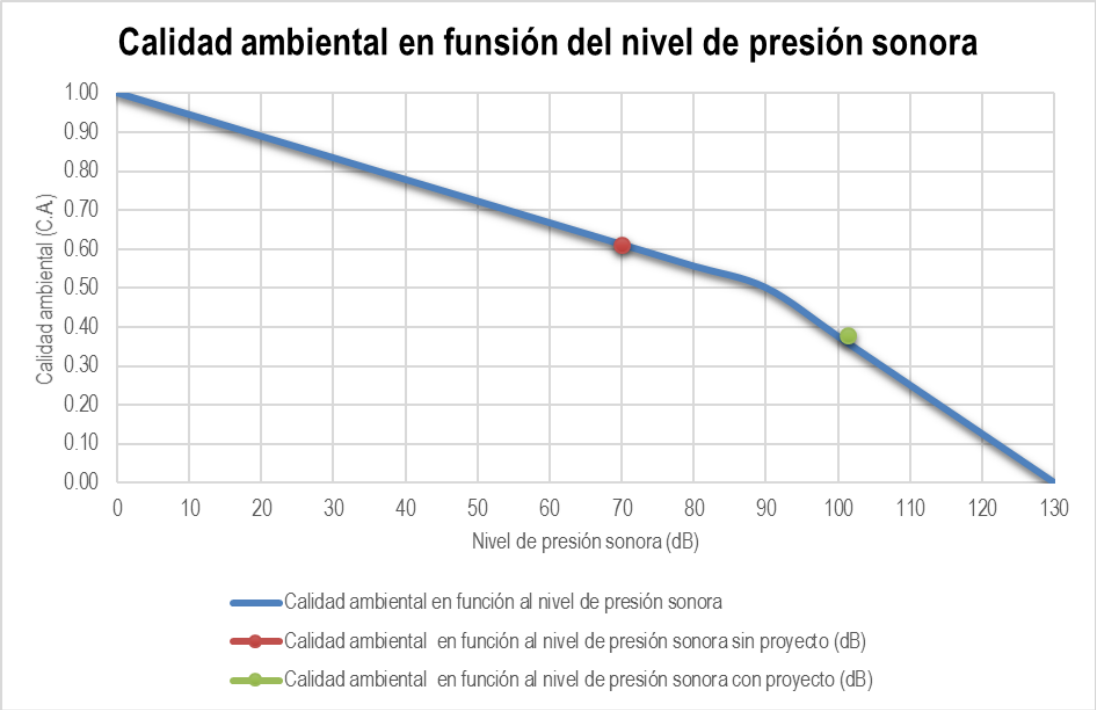


Figura V.6. Calidad ambiental en función al nivel de presión sonoro con y sin proyecto.

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 que fue 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 presentan los siguientes datos.

Cuadro V.22. Erosión existente actualmente en el área del proyecto.

Erosión	Actual (ton/ha/año)
Hídrica	**1.04**
Eólica	**10.44**
Total	**11.48**

Con lo expuesto anteriormente podemos decir que en el sitio del proyecto actualmente existe una pérdida de suelo anual de 11.48 toneladas por hectárea.

Para la estimación de la pérdida 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 3 cm; lo que nos refleja los siguientes resultados:

$$\boldsymbol{V = 10,000.00\ m^2 * 0.03\ m}$$

$$\boldsymbol{V = 300\ m^3}$$

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 1.5 g/cm^3[1], dando lo siguientes resultado

$$\boldsymbol{T = V * D}$$

$$\boldsymbol{T = Cantidad\ de\ material\ organico\ a\ remover\ (toneladas/hectarea)}$$

$$\boldsymbol{V = Volumen\ por\ hectarea (m^3)}$$

[1] Valores críticos de densidad aparente en función de la textura, Portal y Cols., 1999

$$\boldsymbol{D = Densidad\ del\ material(kg/m^3)}$$

Sustituyendo:

$$\boldsymbol{T = 300 * 1500}$$

$$\boldsymbol{T = 450\ toneladas/hectarea}$$

Por lo que se estima que con la ejecución del proyecto se tendrá una remoción de 450 toneladas por hectárea de material orgánico.

Cuadro V.23. Estimación de cantidad de material orgánico con y sin proyecto.

Escenario	Cantidad de material orgánico (ton/ha)
Sin proyecto	11.48
Con proyecto	450.00

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.24. 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.25. 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
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 representa la erosión total, dicha categorización se presenta a continuación:

Cuadro V.26. 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	Mayor 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:

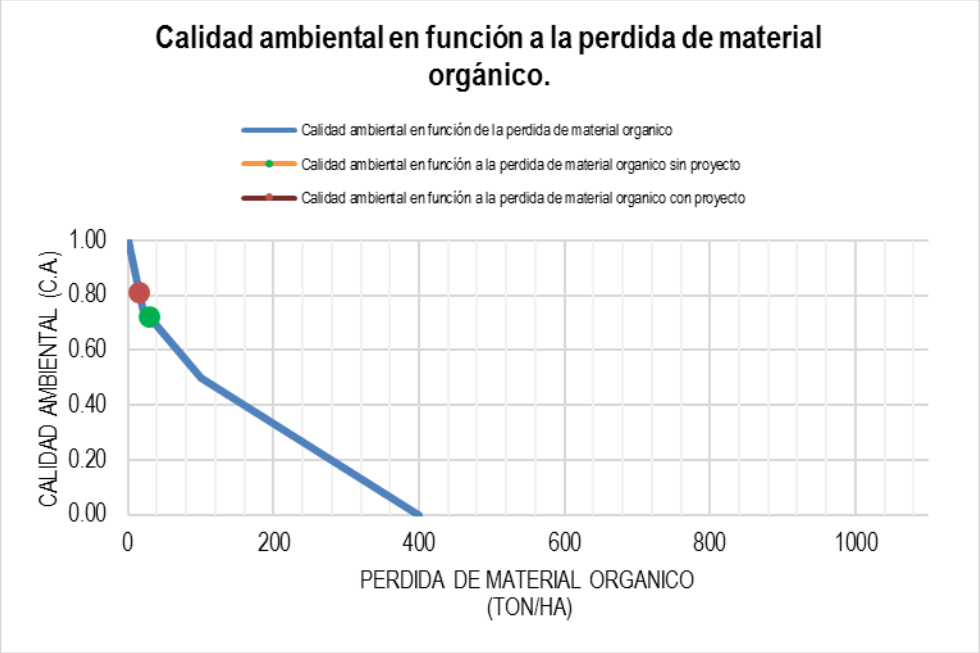


Figura V.7. Calidad ambiental en función a la pérdida de material orgánico con y sin proyecto.

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.27. 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	11.48	0.75
Con proyecto	450.00	0.00
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.75**

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.28. Erosión presente en los diversos escenarios (con y sin proyecto).

Erosión	Sin proyecto (Ton/Ha/año)	Con proyecto (Ton/Ha/año)
Erosión Hídrica.	**1.03**	4.14
Erosión eólica	**10.44**	41.76
Total	**11.47**	**45.90**

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.

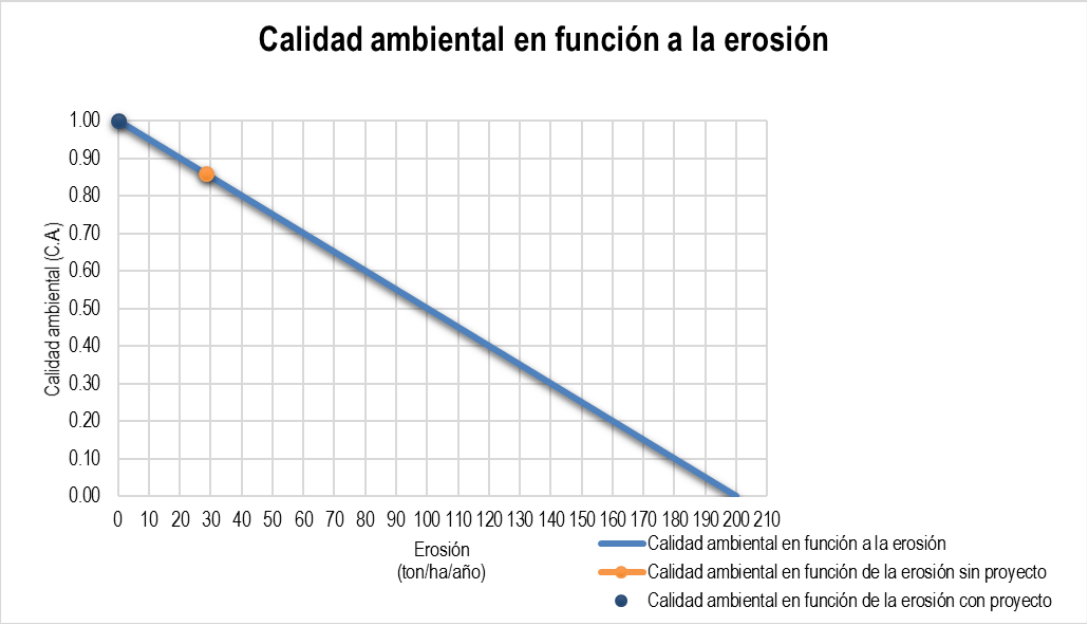


Figura V.8. Calidad ambiental en función a la erosión con y sin proyecto.

Calidad ambiental neta o índice de magnitud.

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula.

$$C.A.Neta\ (indice\ de\ magnitu) = C.A\ \text{sin}\ proyecto - C.A.con\ proyecto$$

Cuadro V.29. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la erosión.

Escenario	Erosión (ton/ha/año)	Calidad ambiental
Sin proyecto	11.47	0.75
Con proyecto	45.90	0.62
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.13**

PÉRDIDA 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 (4a edición). 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.30. 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 un índice de Shannon para el sitio a afectar, lo 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 resultados obtenidos de los estratos presentados.

Tomando en cuenta las fórmulas expuestas anteriormente se determinaron los cálculos para los diversos escenarios, con y sin proyecto.

Cuadro V.31. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación sin proyecto.

Calidad ambiental en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación sin proyecto.				
Tipo de vegetación	**SCTV**	**K**	**PSCV**	**Calidad ambiental**
Bosque de táscate	9.8071	0.2	100%	1.0
STCV	9.8071		100%	1.0

Cuadro V.32. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación con proyecto.

Calidad ambiental en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación con proyecto.				
Tipo de vegetación	**SCTV**	**K**	**PSCV**	**Calidad ambiental**
Bosque de táscate	0.00	0.1	0%	0
STCV	0.00	-	0%	0

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 lo expuesto en el libro de Vicente Conesa (2010), la cual contempla el porcentaje del 100% de cubertura 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 la siguiente figura se presenta la función de transformación implementada en conjunto con los escenarios con y sin proyecto.

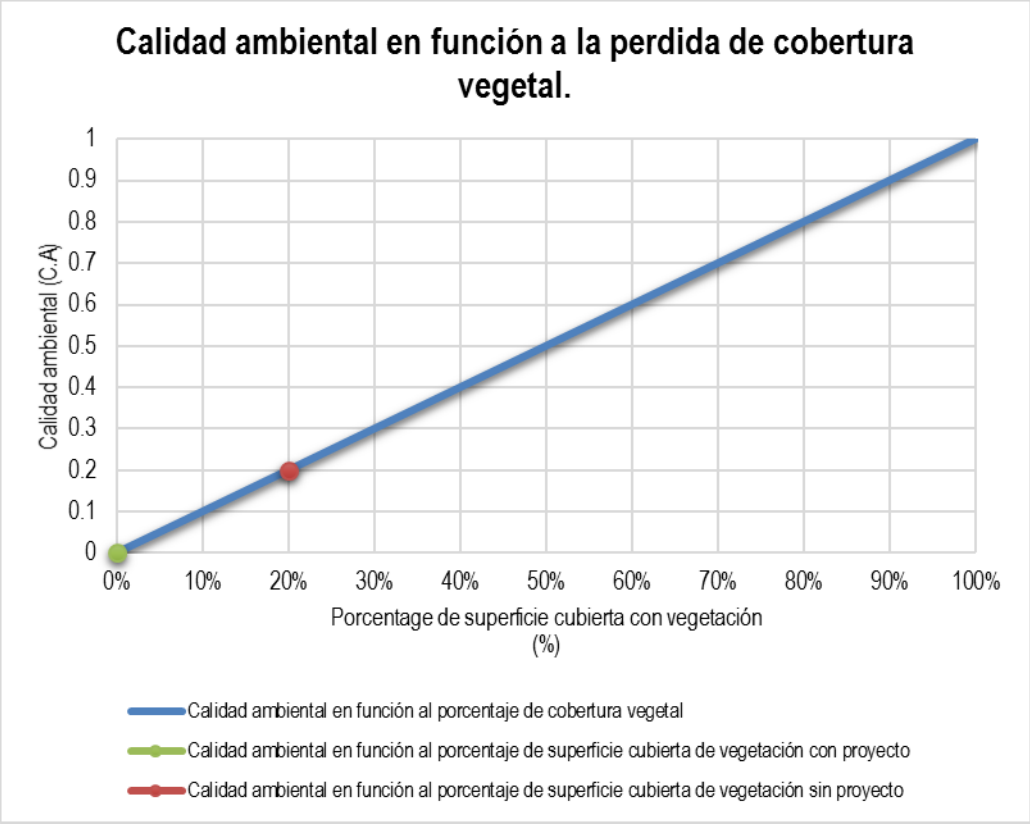


Figura V.9. Calidad ambiental en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación con y sin proyecto.

Calidad ambiental neta o índice de magnitud.

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula.

$$C.A.Neta\ (indice\ de\ magnitu) = C.A\ \text{sin}\ proyecto - C.A.con\ proyecto$$

Cuadro V.33. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación.

Escenario	PSCV (%)	Calidad ambiental
Sin proyecto	100%	1.00
Con proyecto	0%	0
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**1.00**

MODIFICACIÓN DEL HÁBITAT.

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 (4a 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))

$STC = Superficie\ total\ a\ considerar$ (área del proyecto (ha))

$K = Shannon$

Para el cálculo de K en función de Shannon se establece los siguientes valores.

Cuadro V.34. 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 fórmulas expuestas anteriormente se determinaron los cálculos para los diversos escenarios, con y sin proyecto.

Cuadro V.35. 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 táscate	9.8071	0.2	20%
STCV (Superficie)	9.8071	-	-

Cuadro V.36. 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 táscate	0	0.1	0%
STCV (Superficie)	**0**	-	-

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 expuesta en el libro de Vicente Conesa (2010), la cual contempla el porcentaje del 100% de cubertura 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 la siguiente figura se presenta la función de transformación implementada en conjunto con los escenarios con y sin proyecto.

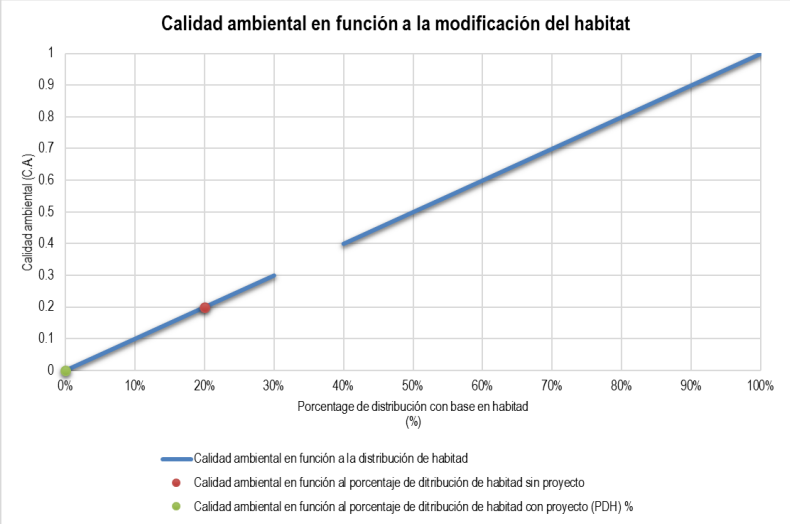


Figura V.10. Calidad ambiental en función al porcentaje de distribución con base en hábitat con y sin proyecto.

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.37. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al porcentaje de distribución con base en hábitat.

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 estéticas. se utiliza una escala universal de valores absolutos, ***Va.***

Cuadro V.38. Calidad del paisaje.

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 èstas, a la población potencial de observadores, y a la accesibilidad a los puntos de observación, obteniéndose un valor relativo del paisaje, VR.

$$V_R = K^* Va$$

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 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 de puntos de observación (Muy grande 4, Grande 3, Pequeña 2, Muy pequeña 1).

Cuadro V.39. Número de habitantes respecto a la distancia.

N° Habitantes	P	Distancia (km)	d
1-1000	1	0-1	1
1000-2000	2	1-2	2
2000-4000	3	2-4	3
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

N° Habitantes	P	Distancia (km)	d
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.

El área de estudio se encuentra en las orillas de José María Morelos, municipio de Tlaxco, Tlaxcala.

Tomando en cuenta las fórmulas expuestas anteriormente se determinaron los cálculos para los diversos escenarios, con y sin proyecto.

Cuadro V.40. Valoración subjetiva del paisaje.

Escenario	Categorización del paisaje %	Calidad ambiental
Sin proyecto	6	0.06
con proyecto	3	0.03
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.03**

V.1.3 VALORIZACIÓN DE IMPACTOS.

Una vez determinado 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.41. 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
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 realizaron los cálculos pertinentes determinando la siguiente valoración para los impactos detectados.

Cuadro V.42. 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	Significancia de los impactos
Abiótico	Agua	Pérdida	Pérdida de agua	0.47	0.00	0.19	Compatibles	No significativo
	Aire	Calidad	Suspensión de partículas	0.27	0.03	0.01	Compatibles	No significativo
		Ruido	Contaminación acústica ambiental	0.27	0.25	0.12	Compatibles	No significativo
	Suelo	Erosión	Aumento de la erosión	0.50	0.13	0.10	Compatibles	No significativo
			Pérdida de material orgánico	0.50	0.75	0.05	Compatibles	No significativo
Biótico	Flora	Diversidad	Pérdida de la cobertura vegetal	0.43	1.00	0.11	Compatibles	No significativo
		Cobertura vegetal						
		Abundancia						
	Fauna	Diversidad	Modificación del hábitat	0.50	0.20	0.08	Compatibles	No significativo
		Abundancia						
Perceptual	Paisaje	Incidencia visual	Modificación del paisaje	0.73	0.03	0.01	Compatibles	Significativo
		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, lo cuales se catalogan 7 como "*no significativos*" Y 1 como significativo.

V.3. CONCLUSIONES.

Como conclusión general, se puede decir que los niveles de impactos determinados en el proyecto presentan compatibilidad ambiental, estableciendo que, la inserción del proyecto al medio no generaría efectos significativos. Al llevarse 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, 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 suelo, 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.ªedición, 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.**
- ✓ **https://es.weatherspark.com**
- ✓ **https://weather.com.**

CAPÍTULO VI

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

ÍNDICE GENERAL

VI MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 4

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL 5

VI.1.1 BIODIVERSIDAD EXISTENTE EN EL PROYECTO 5

VI.1.2 IMPACTOS IDENTIFICADOS POR COMPONENTE AMBIENTAL 6

VI.1.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PROPUESTAS 7

VI.1.4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MEDIDAS POR COMPONENTE AMBIENTAL 10

VI.1.4.1 AGUA 10

VI.1.4.2 AIRE. 18

VI.1.4.3 SUELO. 28

VI.1.4.4 FLORA 39

VI.1.4.5 FAUNA. 48

VI.1.4.6 PAISAJE. 52

VI.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA) 53

VI.2.1 INTRODUCCIÓN 53

VI.2.2 OBJETIVOS. 54

VI.2.2.1 OBJETIVO GENERAL 54

VI.2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 54

VI.2.3 RESPONSABILIDAD DEL SEGUIMIENTO 54

VI.2.4 ACCIONES DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL 54

VI.2.5 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS. 55

VI.2.6 CRONOGRAMA DE LAS ACTIVIDADES DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y MEDIDAS CONTRA IMPACTOS. 58

VI.3 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO) 59

VI.3.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN 61

VI.3.2 INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN 61

VI.4 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS DE FIANZAS 61

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro VI.1. Flora que se presenta en el área del proyecto. 5
Cuadro VI.2. Fauna existente en el área del proyecto. 6
Cuadro VI.3. Impactos identificados por componente ambiental. 6
Cuadro VI.4. Medidas contra impactos propuestas. 8
Cuadro VI.5. Cuadro de medidas a establecer por la ejecución del proyecto. 9
Cuadro VI.6. Comparativo de escurrimiento/ infiltración actual y con remoción. 10
Cuadro VI.7. Comparativo de infiltración actual y con remoción en el AP. 11
Cuadro VI.8. Costos de la delimitación del proyecto. 11
Cuadro VI.9. Capacidad de retención real de las terrazas. 16
Cuadro VI.10. Proyección de la captura de agua con las obras de conservación. 16
Cuadro VI.11. Resumen de las terrazas individuales. 17
Cuadro VI.12. Información derivada de los datos de la estación meteorológica de influencia. 17
Cuadro VI.13. Costos de la elaboración de terrazas individuales. 18
Cuadro VI.14. Carbono almacenado en ecosistemas terrestres de México. 19
Cuadro VI.15. Ecuaciones alométricas usadas para determinar la biomasa del AP. 20
Cuadro VI.16. Biomasa aérea contenida en la vegetación del AP. 20
Cuadro VI.17. Carbono contenido en la biomasa aérea de la vegetación del AP. 20
Cuadro VI.18. Carbono almacenado en la biomasa subterránea (raíces). 21
Cuadro VI.19. Contenido de carbono captado en un año. 22
Cuadro VI.20. Especies a plantar. 22
Cuadro VI.21. Coordenadas del polígono de plantación. 25
Cuadro VI.22. Acumulación de la biomasa aérea y carbono en la plantación. 26
Cuadro VI.23. Costos estimados para el programa de plantación. 27
Cuadro VI.24. Erosión actual en el AP. 28
Cuadro VI.25. Erosión con remoción en el AP. 28
Cuadro VI.26. Rescate del material orgánico. 31
Cuadro VI.27. Costos de la implementación de rescate de material orgánico 31
Cuadro VI.28. Densidad aparente del suelo. 32
Cuadro VI.29. Capacidad de retención de las obras. 35
Cuadro VI.30. Retención máxima de las obras. 36
Cuadro VI.31. Plazo requerido para compensar la pérdida de suelo. 36
Cuadro VI.32. Resumen de las obras de conservación para el recurso suelo. 37
Cuadro VI.33. Coordenadas del polígono para establecer las obras de conservación. 37
Cuadro VI.34. Costo de la implementación de acomodo de material vegetal muerto. 39
Cuadro VI.35. Determinación de las especies a rescatar y reubicar 42
Cuadro VI.36. Criterios para la determinación del número de individuos por especies a reubicar. 45
Cuadro VI.37 Coordenadas UTM WGS84 del área de reubicación 45
Cuadro VI.38. Especies propuestas para su rescate y reubicación. 47
Cuadro VI.39. Costos estimados del rescate y reubicación de las especies de flora. 47
Cuadro VI.40. Descripción de las técnicas de ahuyentamiento de avifauna. 49
Cuadro VI.41. Técnicas de ahuyentamiento de mastofauna. 49
Cuadro VI.42. Descripción de las técnicas de ahuyentamiento de herpetofauna. 50
Cuadro VI.43 Coordenadas UTM de las áreas de reubicación 51
Cuadro VI.44 Cotización de material de gasto único. 51
Cuadro VI.45. Cotización de personal y activos de gasto constante 52
Cuadro VI.46. Inversión total 52
Cuadro VI.47. Costos de pláticas de concientización ambiental 53
Cuadro VI.48. Costo de carteles preventivos. 53
Cuadro VI.49. Programa de vigilancia ambiental. 56

Cuadro VI.50. Cronograma general de las actividades y medidas contra impactos. 58
Cuadro VI.51. Indicadores del seguimiento de las medidas propuestas. 59
Cuadro VI.52. Estimación de los costos totales de las actividades del proyecto y medidas. 62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VI.1. Comparativo del BH de las unidades de análisis. 10
Figura VI.2. Captura de agua de las obras de conservación a través de los años. 17
Figura VI.3. Diagrama ombrotérmico de la estación meteorológica de influencia. 18
Figura VI.4. Diseño de plantación “tresbolillo”. 23
Figura VI.5. Plano de ubicación de la superficie para la plantación. 26
Figura VI.6. Predicción de la captura de carbono en la plantación. 27
Figura VI.7. Gráfico a través del tiempo para la acumulación de suelo con las obras de conservación. 36
Figura VI.8. Plano de ubicación de la superficie para establecer las obras de conservación. 39
Figura VI.9 Plano de áreas de reubicación de flora 46
Figura VI.10 Áreas propuestas para la reubicación de fauna silvestre rescatada en el AP. 51

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen VI.1. Ejemplo de una terraza individual 13
Imagen VI.2. Ejemplo del trazo de una terraza. 14
Imagen VI.3. Representación del volumen de un cilindro. 15
Imagen VI.4. Esquema de la compactación del suelo al aplicar riegos. 29
Imagen VI.5. Representación del volumen de un prisma rectangular. 30
Imagen VI.6. Ejemplo de acomodo de material vegetal muerto 32
Imagen VI.7. Dimensiones de las barreras de material vegetal muerto (vista frontal) 33
Imagen VI.8. Dimensiones de las barreras de material vegetal muerto (vista lateral) 33
Imagen VI.9. Forma de un triángulo rectángulo 34
Imagen VI.10. Área de un triángulo rectángulo 34
Imagen VI.11. Características de la vegetación en la superficie de AP. 40
Imagen VI.12. Técnicas de captura directa de lacertilios y serpientes. 50

VI MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La aplicación de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación, tiene la finalidad de mantener la integridad funcional del Sistema Ambiental (SA) y en el cual se insertará el Área del Proyecto (AP) o también llamada 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 y/o compensación, 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).

Tomando en cuenta 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 anteriores, 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, el suelo, agua y captura de carbono; 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

La obra considera un cambio de uso de suelo en una superficie de **9.8071 ha**., representando el 9.4891 % del área total que ocupa en la superficie del Sistema ambiental.

Cuadro VI.1. Flora que se presenta en el área del proyecto.

ESTRATO ARBÓREO			
FAMILIA	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**
Cupressaceae	Juniperus	Juniperus deppeana	Sabino
Rosaceae	Prunus	Prunus serotina	Capulin
Scrophulariaceae	Buddleja	Buddleja cordata	Tepozán
ESTRATO ARBUSTIVO			
FAMILIA	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**
Asteraceae	Baccharis	Baccharis conferta	Escoba
Asteraceae	Baccharis	Baccharis pteronioides	Hierba del golpe
Asteraceae	Brickellia	Brickellia veronicifolia	Estrellita
Asteraceae	Senecio	Senecio salignus	Jarilla
Caprifoliaceae	Symphoricarpos	Symphoricarpos microphyllus	Perlita
Fagaceae	Quercus	Quercus microphylla	Encino enano
Rubiaceae	Bouvardia	Bouvardia ternifolia	Trompetilla
Scrophulariaceae	Buddleja	Buddleja perfoliata	Salvia de bolitas
ESTRATO HERBÁCEO			
FAMILIA	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**
Apiaceae	Eryngium	Eryngium carlinae	Cabezona
Poaceae	Panicum	Panicum hallii	Panizo aserrín
Poaceae	Piptochaetium	Piptochaetium virescens	S/N
Poaceae	Setaria	Setaria parviflora	Zacate sedoso
Pteridaceae	Cheilanthes	Cheilanthes myriophylla	Helecho
ESTRATO CACTÁCEAS Y/O EPÍFITAS			
FAMILIA	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**
Bromeliaceae	Tillandsia	Tillandsia recurvata	Gallito
Cactaceae	Coryphantha	Coryphantha pycnacantha	Biznaga partida chiche de burro
Cactaceae	Mammillaria	Mammillaria rhodantha	Biznaga de cabezas aureas
Cactaceae	Opuntia	Opuntia streptacantha	Nopal cardón

- **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 silvestres. 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 el área del proyecto.

AVIFAUNA							
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**NOMBRE CIENTÍFICO**	**NOMBRE COMÚN**	**NOM-059-SEMARNAT-2010**	**CITES**	**IUCN**
1	Columbidae	*Streptopelia*	*Streptopelia decaocto*	Paloma de collar turca	SC	SC	LC
2	Columbidae	*Zenaida*	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	SC	SC	LC
3	Columbidae	*Columbina*	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	SC	SC	LC
4	Fringillidae	*Haemorhous*	*Haemorhous mexicanus*	Pizón mexicano	SC	SC	LC
5	Icteridae	*Quiscalus*	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	SC	SC	LC
6	Passeridae	*Passer*	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	SC	SC	LC
7	Polioptilidae	*Polioptila*	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgrís	SC	SC	LC
8	Trochilidae	*Hylocharis*	*Hylocharis leucotis*	Zafiroi orejas blancas	SC	II	LC
9	Tyrannidae	*Pyrocephalus*	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	SC	SC	LC
MASTOFAUNA							
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**NOMBRE CIENTÍFICO**	**NOMBRE COMÚN**	**NOM-059-SEMARNAT-2010**	**CITES**	**IUCN**
1	Cricetidae	*Peromyscus*	*Peromyscus maniculatus*	Ratón norteamericano	SC	SC	LC
2	Leporidae	*Sylvilagus*	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo de monte	SC	SC	LC
3	Sciuridae	*Sciurus*	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	SC	SC	LC
HERPETOFAUNA							
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**NOMBRE CIENTÍFICO**	**NOMBRE COMÚN**	**NOM-059-SEMARNAT-2010**	**CITES**	**IUCN**
1	Plestiodontidae	*Plestiodon*	*Plestiodon brevirostris*	Eslizón chato	SC	SC	LC
2	Colubridae	*Conopsis*	*Conopsis lineata*	Culebra terrestre del centro	SC	SC	LC
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus*	*Sceloporus bicanthalis*	Lagartija espinosa trasvolcánica	SC	SC	LC

De las especies presentadas en los cuadros anteriores, ninguna se encuentra dentro de las categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, asegurar la sobrevivencia de todos los individuos será algo que se deberá hacer, de acuerdo con las medidas necesarias.

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 **CONSTRUCCIÓN DE LAS NAVES INDUSTRIALES PARA GUNDERSON-CONCARRIL S DE RL DE CV A GREENBRIER COMPANY**, se ocasionarán los siguientes impactos:

Cuadro VI.3. Impactos identificados por componente ambiental.

MEDIO	FACTOR	INDICADOR DE IMPACTO
Biótico	Flora	Pérdida de la cobertura vegetal
	Fauna	Afectación a la fauna presente

MEDIO	FACTOR	INDICADOR DE IMPACTO
		Desplazamiento de especies
Abiótico	Suelo	Pérdida del suelo
	Agua	Pérdida de infiltración
	Captura de Carbono	Pérdida de la captura de carbono

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 consideran como una estrategia de protección y conservación ambiental. **Es por ello que éstas han sido enfocadas a las etapas de cambio de uso de suelo**, comprendidas en el desmonte, extracción de materias primas, despalme y transporte de material orgánico.

Las medidas propuestas se clasifican como a continuación se presenta:

a) Medidas preventivas
b) Medidas de mitigación
c) Medidas de compensación

Asimismo, las medidas propuestas se definen como:

- ✓ **De prevención**: aquellas obras o acciones tendientes a evitar que el impacto se manifieste.
- ✓ **De mitigación:** son aquellas que, con su aplicación, se van a reducir los efectos de alguna actividad con su desarrollo, más no las restringen, por lo que las medidas planteadas para este estudio, proponen la implementación de acciones enfocadas a atenuar o minimizar los impactos adversos identificados en los componentes y factores del sistema ambiental.
- ✓ **De compensación:** tienen por finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado, incluyen el reemplazo o sustitución de los recursos naturales o elementos del medio ambiente afectados por otros de similares características, clase, naturaleza y calidad.

Es importante señalar que las medidas preventivas adquieren gran relevancia ya que su correcta ejecución evitará que ocurran ciertos impactos; respecto a las medidas de mitigación se realizan para garantizar que la ejecución del proyecto impacte lo menos posible al ecosistema, y que puedan llevarse a cabo la implementación de las diferentes medidas de recuperación programadas. Las medidas de compensación se implementarán con el objetivo de indemnizar los daños por el cambio de uso de suelo.

MEDIDAS CONTRA IMPACTOS PROPUESTAS

A continuación, se presenta un **resumen inicial** de las medidas a realizar para prevenir, mitigar y/o compensar los efectos de los impactos ambientales identificados en cada una de las etapas de desarrollo del cambio de uso de suelo.

Cuadro VI.4. Medidas contra impactos propuestas.

MEDIDAS CONTRA IMPACTOS	
M1	Delimitación del área del proyecto
M2	Colocación de sanitario portátil
M3	Construcción de terrazas individuales para el recurso agua
M4	Plantación con especies nativas
M5	Riegos con agua
M6	Rescate y resguardo del material orgánico
M7	Construcción de terrazas individuales para el recurso suelo
M8	Rescate y reubicación de especies
M9	Ahuyentamiento de las especies de aves y de algunos mamíferos
M10	Rescate y reubicación de especies de lento desplazamiento
M11	Pláticas de concientización ambiental
M12	Colocación de carteles preventivos

El Cuadro VI.5 muestra un resumen de las medidas contra impactos ambientales para cada elemento ambiental y posteriormente se desglosa el sistema de medidas por factor.

Cuadro VI.5. Cuadro de medidas a establecer por la ejecución del proyecto.

MEDIO	FACTOR	IMPACTO GENERADO	MEDIDA					TIPO DE MEDIDA
			MEDIDAS		DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	ETAPA	
ABÍOTICO	**AGUA**	Pérdida de infiltración	M1	Delimitación del área del proyecto	Previo al inicio de actividades, se realizará la delimitación de la superficie del AP, para evitar la afectación a otras áreas.	En el perímetro del área del proyecto	Al inicio del proyecto	**PREVENCIÓN**
			M2	Colocación de un sanitario portátil	Para impedir la contaminación del agua y suelo, se colocará 1 sanitario portátil dentro del AP, el cuál recibirá mantenimiento periódicamente durante todo el tiempo de actividad.	1 sanitario	Al inicio del proyecto	**PREVENCIÓN**
			M3	Construcción de terrazas individuales para el recurso agua	Se construirán terrazas individuales para cada uno de los individuos en el área de plantación (ANEXO 7. PROGRAMA DE PLANTACIÓN Y OC)	Se construirán 3,200 terrazas individuales.	A la par de que se realice el cambio de uso de suelo	**COMPENSACIÓN**
	CAPTURA DE CARBONO	Pérdida de la captura de carbono	M4	Plantación con especies nativas	Para la compensación de la perdida de carbono que se tendrá por la ejecución del proyecto, se plantaran individuos de la especie *Juniperus deppeana* y *Buddleja cordata* (ANEXO 7. PROGRAMA DE PLANTACIÓN Y OC)	Se realizará una plantación de 3,200 individuos	A la par de que se realice el cambio de uso de suelo	**COMPENSACIÓN**
	SUELO	Pérdida del suelo	M5	Riegos con agua	Si el cambio de uso de suelo se realiza en época de estiaje, se realizarán riegos para evitar la dispersión de polvos a la atmósfera y su pérdida por erosión	Riegos semanales con aguas en el AP como en el suelo que sea removido	Durante el despalme	**PREVENCIÓN**
			M6	Rescate y resguardo del material orgánico	Con la ejecución del proyecto se removerá el material superficial por lo que se colectará para su posterior uso en el área de plantación (ANEXO 6. PROGRAMA DE RESCATE DEL MATERIAL DE M.O)	Se rescatarán 1,471.07 toneladas de material orgánico.	Durante el despalme	**MITIGACIÓN**
			M7	Acomodo de material vegetal muerto (AMVM) para el recurso suelo	Consiste en formar cordones a curvas de nivel con el material resultante de la remoción vegetal del proyecto (ANEXO 7. PROGRAMA DE PLANTACIÓN Y OC).	Se construirán 300 m de cordones de material vegetal muerto.	Durante el despalme	**COMPENSACIÓN**
BÍOTICO	**FLORA**	Pérdida de la cobertura vegetal	M8	Rescate y reubicación de especies	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 8. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA), con el cual se pretende proteger y conservar las especies de flora nativa mediante técnicas apropiadas para garantizar su permanencia.	Se rescatarán 377 especies de flora	Durante las actividades de cambio de uso de suelo	**MITIGACIÓN**
	FAUNA	Afectación a la fauna presente	M9	Ahuyentamiento de las especies de aves y de algunos mamíferos	Se realizarán recorridos para el ahuyentamiento de fauna silvestre, estableciendo 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 ahuyentamiento de la fauna presente en el AP	Durante las actividades de cambio de uso de suelo	**PREVENCIÓN**
		Desplazamiento de especies	M10	Rescate y reubicación de especies de lento desplazamiento	En el caso de las especies animales de lento desplazamiento, éstas serán capturadas para ser trasladadas y posteriormente liberadas en ecosistemas similares en los cuales no se vislumbre próximo un proceso de afectación, para lo cual, se deberá seguir la metodología del programa (ANEXO 9. PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA).	Se rescatarán las especies de fauna que no se hayan desplazado con el ahuyentamiento	Durante las actividades de cambio de uso de suelo	**MITIGACIÓN**
PERCEPTUAL	**PAISAJE**	Modificación al paisaje	M11	Pláticas de concientización ambiental	El supervisor ambiental impartirá pláticas e instrucciones al personal de temas clave del medio ambiente, serán dirigidas a desarrollar conciencia sobre la importancia de conservar la biodiversidad.	1 vez a la semana, durante los 3 meses del proyecto.	Durante las actividades de cambio de uso de suelo	**PREVENCIÓN**
			M12	Colocación de carteles preventivos	No se permitirá molestar o atrapar ejemplares de fauna silvestre por los trabajadores y/o personas desconocidas, ni la extracción de ejemplares de flora silvestres. Por lo que se colocarán carteles o letreros preventivos sobre el cuidado y respeto hacia la flora y la fauna silvestre.	4 carteles en el AP	AL inicio del proyecto	**PREVENCIÓN**

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

De acuerdo al análisis del balance hídrico presentado en el capítulo IV del estudio, se sabe que en el SA se presenta una infiltración de 8,512,932.86 m^3 de agua cada año; así mismo al área del proyecto (correspondiente a 9.8071 ha.), con una precipitación de 615 mm, se tiene una infiltración de 8,530.52 m^3 de agua. A continuación, se muestra un gráfico comparativo de la información.

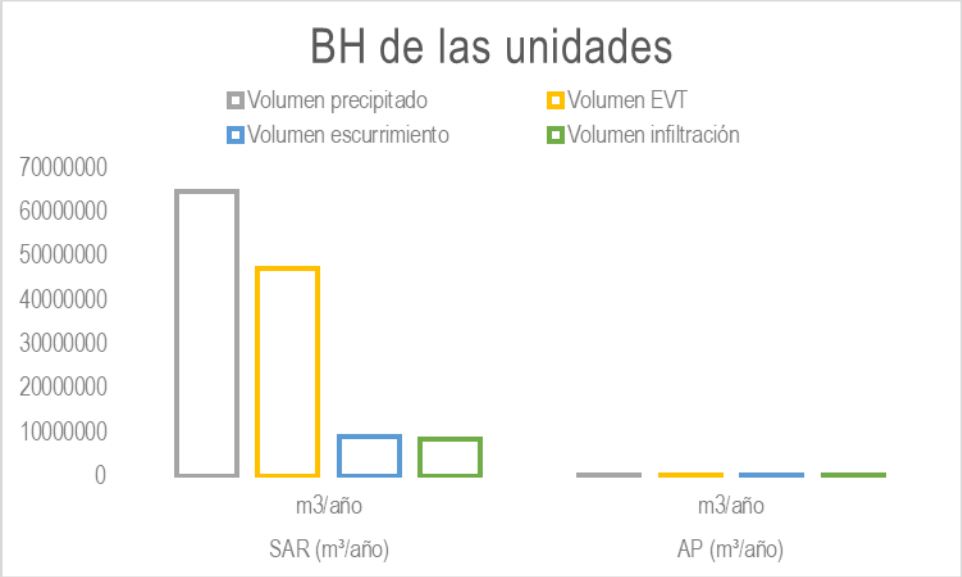


Figura VI.1. Comparativo del BH de las unidades de análisis.

Por otra parte, utilizando los cálculos del área del proyecto y realizando el balance hídrico, pero con la remoción total de los individuos, nos da como resultado que tendremos un aumento del escurrimiento de 2,163.25 m^3 a 8,530.52 m^3 de agua, mientras que la infiltración se redijo de 8,530.52 m^3 a 2,384.55 m^3.

Cuadro VI.6. Comparativo de escurrimiento/ infiltración actual y con remoción.

AP				
Balance hídrico	**M^3/HA/AÑO**		**M^3/AÑO**	
	Actual	**Con remoción**	**TOTAL Actual**	**TOTAL Con remoción**
Volumen escurrimiento	220.58	847.27	2,163.25	8,309.21
Volumen infiltración	**869.83**	**243.15**	**8,530.52**	**2,384.55**

Por lo tanto, dado que la infiltración en las condiciones actuales es de 8,530.52 m^3, con la ejecución del proyecto habrá afectación de 6,145.96 m^3 lo que se tendrá que compensar.

Cuadro VI.7. Comparativo de infiltración actual y con remoción en el AP.

Infiltración	Volumen (m^3/año)
Infiltración actual	8,530.52
Infiltración con remoción	2,384.55
Infiltración a compensar	**6,145.96**

MEDIDAS CORRESPONDIENTES

Delimitación de área del proyecto (medida de prevención)

Todas las actividades relacionadas al proyecto se restringirán únicamente a la superficie solicitada para el mismo, evitando así la afectación de sitios no contemplados en el presente. 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.

Para ello:

1. Se ubicarán los límites del proyecto y sus diferentes componentes.
2. En caso dado que el material utilizado sea cinta o malla, se colocarán estacas cada cierta distancia dentro de los límites, sirviendo, así como soporte.
3. Para la cal, de igual manera se colocarán estacas, con el objetivo de identificar los límites, pero a distancias mayores.

Todos los trabajos se realizarán bajo estricta supervisión, para evitar que se generen más daños de los necesarios.

PERSPECTIVA DE ÉXITO.

Realizando de manera correcta la determinación, se previene la afectación de las áreas colindantes. Además, todos los trabajos se realizarán bajo estricta supervisión, para evitar que se generen más daños.

COSTOS

Los costos implicados por la realización de esta medida se presentan a continuación:

Cuadro VI.8. Costos de la delimitación del proyecto.

CONCEPTO	UNIDAD	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD	COSTO ($)	COSTO TOTAL ($)
Insumos					
Machete	Pieza	$50.00	5	$50.00	$250.00
TOTAL				**$50.00**	**$250.00**

* Costo único de adquisición de material

CONCEPTO	UNIDAD	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD	COSTO ($)
Insumos				
Bulto de cal	Pieza	$130.00	10	$1,300.00
Delimitación del área				
Trazo de la línea de marcado, sólo cortando ramas para lograr la visibilidad.	Jornal	$250.00	3	$750.00
Delimitación de la superficie del AP (con cal)	Jornal	$250.00	3	$750.00
COSTO TOTAL				**$3,050.00**

- **Colocación de un sanitario portátil (medida de prevención)**

En el contexto de los impactos generados por las actividades a realizar en torno al proyecto se contemplan aquellos generados por los trabajadores a través de sus necesidades fisiológicas básicas. Por ende, se deberá instalar 1 sanitario portátil en un extremo del área del proyecto, con el objetivo de evitar la contaminación del suelo, además de evitar la emisión de gases a la atmósfera producto de la descomposición de residuos sanitarios. El personal involucrado deberá hacer un uso correcto de los sanitarios de manera obligatoria, garantizando así la funcionalidad de éstos. Junto con su colocación, se les deberá dar el mantenimiento pertinente y recurrente.

La colocación estará a cargo de la empresa contratada, y será en un extremo del polígono del AP para prevenir riesgos de contaminación en caso de que ocurra algún accidente. No existe un parámetro cuantificable para la efectividad de esta medida, su éxito verá reflejado en la nula contaminación por residuos sanitarios en el área del proyecto.

PERSPECTIVA DE ÉXITO

Al contar con un sanitario fijo, los trabajadores podrán hacer uso de él, lo que evitará la proliferación de enfermedades. Para evitar la afectación del ambiente durante las actividades del proyecto, se sugiere la constante supervisión.

- **Obras de conservación para el recurso agua (medida de compensación)**

Retomando la información del área con remoción, tenemos que, con la ejecución del cambio de uso de suelo se perderán **6,145.96 m^3** de agua. Para compensar dicha pérdida, se realizarán como obras de conservación terrazas individuales.

TERRAZAS INDIVIDUALES

Una **terraza individual** es un terraplén de forma circular, construido a nivel o en contrapendiente, sobre el cual se establece alguna especie forestal. Esta práctica está asociada a la reforestación por lo que el número de piezas por hectárea debe ser acorde a la densidad de plantas a reforestar, y puede ser construida en un margen muy amplio de pendientes, siempre y cuando exista la profundidad adecuada. No se debe realizar en suelos con profundidad menor a 10 centímetros.



Imagen VI.1. Ejemplo de una terraza individual

Su principal objetivo es captar agua de los escurrimientos superficiales para aumentar la humedad disponible para las plantas.

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

Primer paso. Trazar la curva a nivel o hilera sobre la que se iniciarán los trabajos. A partir de la curva o hilera se establece el distanciamiento entre plantas y entre otras curvas a nivel o hileras, con una distribución en un diseño principalmente a tresbolillo, ya que el diseño de marco real no captaría todos los escurrimientos del terreno. Es importante considerar que el trazo de las terrazas puede o no ser curvas a nivel, dependiendo de la topografía del terreno.

Segundo paso. Marcar el área de la terraza. Mediante el uso de una estaca y una cuerda de 50 centímetros de largo, se coloca la estaca sobre la línea de la curva y con la cuerda se marca un círculo.

Las terrazas individuales deben tener como mínimo un metro de diámetro y al menos 10 centímetros de profundidad de corte, con taludes estabilizados con materiales disponibles. Estas medidas pueden variar de acuerdo con la pendiente de suelo.

Tercer paso. Excavar el suelo para formar la terraza. Excavar o rebajar la parte alta del círculo y el material se arroja aguas abajo hasta que la terraza pueda almacenar un espejo de agua de 10 centímetros y el piso de la misma quede a contrapendiente.

Con el producto de la excavación se construye el bordo, aguas abajo, en forma de media luna, para conducir los escurrimientos hacia las terrazas ubicadas en la curva a nivel aguas abajo.

El bordo se compacta y suaviza para proporcionar estabilidad y facilitar la instalación de vegetación arriba del mismo. La siguiente terraza se excava a la distancia prevista para la plantación, procurando que su arreglo sea en "tresbolillo".

Generalmente se utiliza el diseño "tresbolillo" con distanciamientos de tres metros entre terrazas individuales (cajetes) y tres metros entre hileras, de esta manera pueden alcanzarse densidades de alrededor de 1,100 plantas por hectárea: sin embargo, **depende del ecosistema y la especie a plantar.**

Para realizar la plantación de especies forestales se coloca la planta en el centro o en el borde de la terraza, según las características de humedad del terreno. La capacidad de almacenamiento de agua dependerá del tipo de suelo.

En zonas con alta ocurrencia de lluvias se recomienda plantar cerca del bordo construido en el área de relleno y no en el centro de la terraza, para evitar la pudrición o ahogamiento de la planta.

Recomendaciones

- Las terrazas individuales se pueden construir en un margen muy amplio de pendientes, siempre y cuando la profundidad del suelo permita excavar las dimensiones especificadas.
- Si existe material disponible, debe considerarse la estabilización de taludes de la terraza, mediante la colocación de piedras, material muerto o cultivos de cobertera para evitar la destrucción de la obra.
- En regiones áridas y semiáridas, se debe reducir la densidad de obra para evitar la competencia por humedad. De ser posible, debe combinarse con otras actividades para captar la mayor cantidad de escurrimiento hacia las terrazas individuales.
- En regiones tropicales, se recomienda combinar las terrazas individuales con canales de desagüe que intercepten y desalojen los excesos de agua en forma controlada.

Para cuantificar la cantidad de retención de infiltración por las obras propuestas se utilizó la metodología propuesta en el Manual de Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales[i] con modificaciones, la cual se basa en la densidad del suelo y las dimensiones de las terrazas propuestas para el cálculo.

RESULTADOS

Capacidad de retención teórica

Dimensión de la terraza:

De acuerdo a la bibliografía consultada[ii], las medidas propuestas para una terraza son de 0.5 m de radio por 10 cm de profundidad como mínimo, como se muestra a continuación:

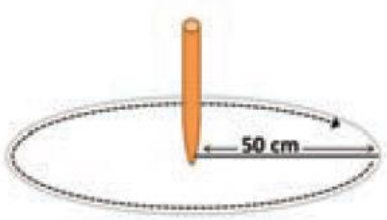


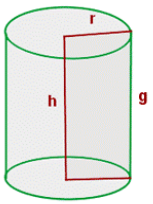
Imagen VI.2. Ejemplo del trazo de una terraza.

Precipitación

Se considera una precipitación promedio de 615 mm, de acuerdo a la estación meteorológica de influencia 29051 Toluca de Guadalupe, en donde se construirán las terrazas.

Captación de lluvia

Para calcular la captación de lluvia se realiza el supuesto de que una terraza individual tiene la forma de un cilindro perfecto, por lo tanto, para obtener el volumen de agua se considera la siguiente fórmula:



$$V_i = \pi * r^2 * h$$

Imagen VI.3. Representación del volumen de un cilindro.

Donde:

V_i = Volumen individual por terraza

r = radio

h = altura

Aplicando la fórmula anterior tenemos:

Datos:

r = 0.5 m

h = 0.1 m

$$V_i = \pi * r^2 * h$$

$$V_i = 3.1416 * 0.50^2 * 0.1$$

$$V_i = 0.079\ m^3$$

Es decir, por cada terraza individual propuesta se almacenarían 0.079 m^3 de agua, misma que favorecerá a la infiltración.

Capacidad de retención real

Sin embargo, la capacidad de retención real de una terraza individual va a depender del volumen de lluvia que se tiene en la superficie en donde serán colocadas.

En este caso, las terrazas individuales serán construidas dentro del polígono propuesto para la plantación y que tiene como estación meteorológica de influencia a la 29051 Toluca de Guadalupe, cuya precipitación es de 615 mm, lo que quiere decir que por cada 1 m^2 llueve dicha cantidad.

Entonces, con el valor de precipitación anterior tenemos que:

615 mm = 0.615 m de agua

Y si recordamos, la superficie que ocupa una terraza individual circular es de 0.7854 m^2, por lo tanto, la cantidad de agua que cada terraza capturaría se obtiene con una regla de 3:

0.615 m de agua - 1 m^2

¿? - 0.7854 m^2

0.4830 m^3 de agua

Cuadro VI.9. Capacidad de retención real de las terrazas.

CAPACIDAD DE RETENCIÓN REAL	
Superficie AP (ha)	9.8071
Infiltración a compensar (m^3)	6,145.96
Precipitación estación de influencia (mm)	615.00
Precipitación en m	0.6150
Superficie que ocupa cada terraza m^2	0.7854
Cantidad de agua real que puede capturar una terraza (m^3)	0.4830

Entonces, cada terraza individual construida va a captar 0.4830 m^3 de agua al año. Para compensar la pérdida de **6,145.96 m^3** de infiltración, se propone la construcción de 3,200 terrazas individuales **para los individuos que se van a plantar**. Estas terrazas, capturarán, a lo largo de un año la siguiente cantidad:

1 terraza individual = 0.4830 m^3 de agua

3,200 terrazas individuales = 1,545.67 m^3 de agua

La cantidad anterior no es suficiente para compensar la pérdida de 6,145.96 m^3, por lo tanto, se realizó una proyección a 5 años para conocer el periodo que se requiere para dicha compensación:

Cuadro VI.10. Proyección de la captura de agua con las obras de conservación.

Año	Infiltración (m^3) con proyecto (pérdida)	Infiltración (m^3) con obras de conservación (ganancia)
1	6,145.96	1,545.67
2	6,145.96	3,091.33
3	6,145.96	4,637.00
4	**6,145.96**	**6,182.67**
5	6,145.96	7,728.34

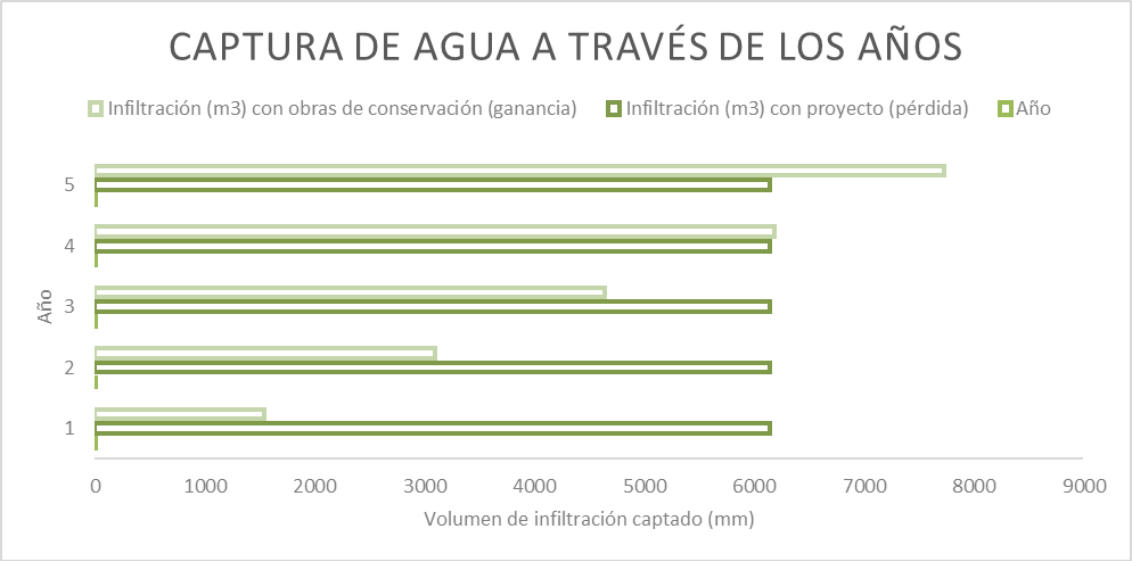


Figura VI.2. Captura de agua de las obras de conservación a través de los años.

Por lo tanto, para compensar la pérdida de los **6,145.96 m³** de agua que se ocasionará por la implementación del CUS, se propone la construcción de **3,200 terrazas individuales**, mismas que, en el periodo de 4 años capturarán la cantidad suficiente para compensar la pérdida.

Cuadro VI.11. Resumen de las terrazas individuales.

UA	Tipo de vegetación	Infiltración a compensar (m³)	No. de obras propuestas (pza)	Retención máxima por obra (m³)	Plazo de retención (años)	Infiltración total retenida (m³)
AP	Bosque de táscate	6,145.96	3,200	0.48	4.00	6,182.67
TOTAL		**6,145.96**	**3,200**	**-**	**-**	**6,182.67**

Mantenimiento de las obras realizadas

Se estima una vida útil para las terrazas individuales de 3 años consecutivos, por lo que se realizará 1 mantenimiento por año durante 4 años para garantizar la compensación de la infiltración. Éste consistirá principalmente en el deshierbe de la terraza y el reacomodo de la tierra alrededor de la misma.

Condiciones abióticas de las zonas propuestas

Se presenta la información meteorológica de la estación 29051 Toluca de Guadalupe.

Cuadro VI.12. Información derivada de los datos de la estación meteorológica de influencia.

PARÁMETRO	DATO
Precipitación (mm)	
Máxima	110.8
Mínima	5.5
Promedio anual	51.3
Meses de mayor precipitación	junio y julio
Meses de menor precipitación	enero y diciembre
Temperatura (°C)	
Máxima	16.5
Mínima	12.2

PARÁMETRO	DATO
Promedio anual	14.4
Meses de mayor temperatura	junio y julio
Meses de menor temperatura	enero y diciembre

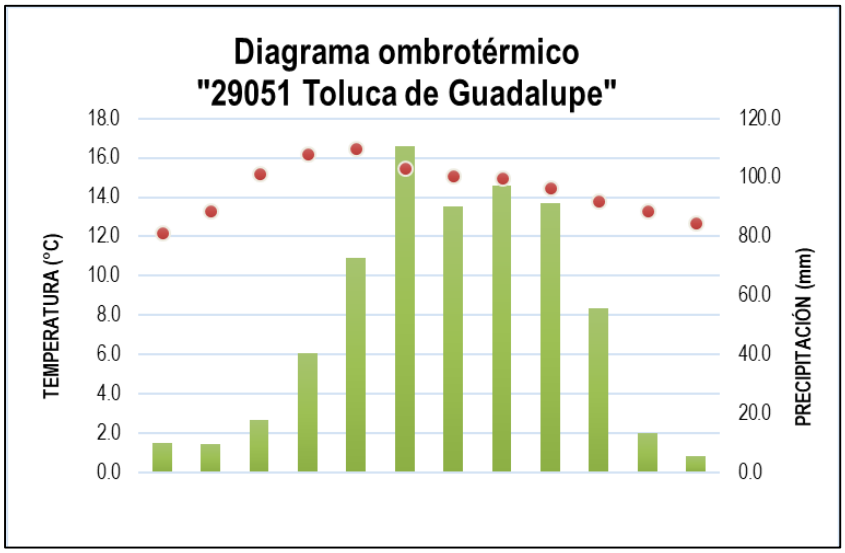


Figura VI.3. Diagrama ombrotérmico de la estación meteorológica de influencia.

COSTOS

Los costos implicados por la realización de esta medida se presentan a continuación:

Cuadro VI.13. Costos de la elaboración de terrazas individuales.

Concepto	Unidad	Costo unitario ($)	Cantidad	Costo total ($)
Obras de conservación de suelos				
Terrazas individuales reforestación	pza	$6.41	3,200	$20,512.00
Costo total				**$20,512.00**

En archivo adjunto denominado memorias de cálculo por capitulo (CAPÍTULO VI, (ANEXO VI.A. MEMORIA DE CÁLCULO AGUA) se presentan los cálculos y resultados obtenidos de dicho proceso.

Para mayor detalle respecto a la construcción de la obra de conservación (terrazas individuales) se elaboró un programa, ANEXO 7. DE PROGRAMA DE PLANTACION Y OBRAS DE CONSERVACIÓN del capítulo VIII.

VI.1.4.2 AIRE.

CAPTURA DE CARBONO

La captura de carbono se basa en dos cuestiones principales: la absorción activa de la nueva vegetación y las emisiones evitadas de la vegetación existente. La primera perspectiva incluye a las actividades que implican la plantación de nuevos árboles (forestación, reforestación, o agrosilvicultura) o el aumentar las tasas de crecimiento de la cubierta forestal existente (como mejores prácticas de silvicultura).

La segunda perspectiva considera la prevención o reducción de la deforestación y del cambio de uso del suelo o la reducción a los bosques existentes.

La biomasa es la suma total de la materia orgánica viva de las plantas fotosintéticamente activas en una unidad de área, tanto arriba como abajo del nivel del suelo; está compuesta por los árboles, la vegetación arbustiva y la vegetación herbácea y se expresa en términos de peso seco, masa o volumen (Pardé 1980 en Riofrío, 2007, p.9). La biomasa varía de una especie forestal a otra y el almacenamiento de carbono depende de la productividad primaria neta de cada sistema, 1 gramo de biomasa es equivalente a 0.5 gramos de carbono o bien un CC de 50%, esta equivalencia ha sido aplicada en diversos trabajos para determinar los almacenes de carbono a distintas escalas (Masera, De Jong, Ricalde, 2000, p.28, Pacheco et al, 2007, p.251). La estimación de los escenarios focaliza la capacidad de las coberturas forestales para capturar carbono atmosférico y la conversión de estas áreas en fuentes de emisión de dióxido de carbono (CO2), los cálculos se realizaron a través del método general de almacenes de carbono (Brown, Lugo y Chapman, 1986, p.390).

$$CO2 = B * F$$

$$F= CC*44/12= CO2$$

En este procedimiento los datos de biomasa por hectárea (B) son multiplicados por un factor (F), que involucra el contenido de C (CC en proporción) en la biomasa seca y la relación entre el peso de la molécula de CO2 (44) y el peso del átomo del C (12).

Captura de carbono que se presenta en las condiciones actuales.

Actualmente, la superficie para AP ya cuenta con un almacenamiento de carbono tanto en la vegetación como en el suelo.

Como referencia del carbono almacenado en ecosistemas terrestres de México, publicado en el número 360 (septiembre-octubre 2009) de Economía Informa de la Facultad de la Economía de la UNAM. En dicha publicación, señalan que, para el caso de los ecosistemas terrestres mexicanos, la mayor proporción de carbono almacenado se encuentra respectivamente en la vegetación aérea, los suelos y las raíces o vegetación del subsuelo (Masera et al, 2001; Ordóñez, 2004). Esta información es crucial para identificar la importancia de las diversas coberturas forestales en relación con el almacenamiento y captura de carbono.

Cuadro VI.14. Carbono almacenado en ecosistemas terrestres de México.

Diferentes ecosistemas terrestres	Vegetación aérea (ton/ha)	Suelo (ton/ha)	Raíces (ton/ha)	Total (ton/ha)
Bosque de coníferas	118	120	19	257
Bosque de *Quercus*	105	126	5	236
Bosque tropical perennifolio	186	115	4	305
Bosque tropical caducifolio, subcaducifolio y espinoso	54	100	0	154
Bosque mesófilo de montaña	189	205	36	430
Matorral xerófilo y vegetación semiárida	19	60	1	80
Pastizal natural, halófilo y gipsófilo	16	81	0	97
Vegetación acuática y subacuática	223	59	0	282

Fuente: Información citada en Ordóñez, José Antonio (2004), Índices de contenido y captura de carbono en áreas forestales, UNAM, México.

CARBONO EN LA VEGETACIÓN AÉREA DE LA SUPERFICIE DE AP

Para estimar el contenido de carbono (CO_2) presente en la vegetación a remover por el AP, se utilizaron ecuaciones alométricas, de acuerdo a cada especie involucrada, tomadas de la publicación denominada *Compilation of allometric equation database and metadata; writing of methodology and parts of the results and discusión (F Rojas-Gracia, 2015).* Dicho documento concentra 478 ecuaciones alométricas para estimar biomasa de árboles y bosques mexicanos. A continuación, se presentan las ecuaciones empleadas en este estudio.

Cuadro VI.15. Ecuaciones alométricas usadas para determinar la biomasa del AP.

Nombre científico	Ecuación	Unidad de medida	Estado	Referencia
Buddleja cordata	[260.343]*[[3.1416]*[[[[DBH^2]/4]]^1.036]]	g	Distrito Federal	Cano, 1994
Prunus persica	[Exp[-2.76]*[DBH^2.37]]	kg	Oaxaca	Acosta, 2003
Juniperus flaccida	[0.209142]*[DBH^1.698]	kg	Tamaulipas	Rodríguez *et al*., 2009

Una vez determinadas las ecuaciones, se estimó la cantidad de biomasa aérea que se tiene concentrada en el AP:

Cuadro VI.16. Biomasa aérea contenida en la vegetación del AP.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° DE ÁRBOLES TOTALES	DN PROMEDIO (cm)	ALT PROMEDIO (m)	BIOMASA POR UNIDAD (t)	BIOMASA TOTAL AP(t)
Buddleja cordata	Tepozán	93	3	2	0.002	**0.176**
Juniperus deppeana	Sabino	10852	16	3	0.022	**243.694**
Juniperus deppeana	Sabino	4985	6	3	0.004	**22.015**
Prunus serotina	Capulin	36	2	1	0.000	**0.012**
Juniperus deppeana	Sabino	337	8	3	0.007	**2.407**
Juniperus deppeana	Sabino	70	8	3	0.007	**0.504**
Prunus serotina	Capulin	1	0	0	0.000	**0.000**
Sin presencia de árboles						
TOTAL		**16,374**	**-**	**-**	**0.043**	**268.809**

Con la información obtenida de la biomasa aérea, se estimó el contenido de carbono con la siguiente ecuación[1]:

$$Contenido\ de\ carbono = biomasa\ aérea\ x\ 0.5$$

*Recordando que, el contenido de carbono se considera como el 50% del total de la biomasa de un árbol.

Los resultados del contenido de carbono en la biomasa aérea de la vegetación, se presentan a continuación

Cuadro VI.17. Carbono contenido en la biomasa aérea de la vegetación del AP.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° DE ÁRBOLES TOTALES	DN PROMEDIO (cm)	ALT PROMEDIO (m)	BIOMASA POR UNIDAD (t)	BIOMASA TOTAL AP (t)	CARBONO VEGETACIÓN AÉREA (t)
Buddleja cordata	Tepozán	93	3	2	0.002	**0.176**	**0.088**

[1] Russo R. (2009). Guía práctica para la medición de la captura de carbono en la biomasa forestal. Universidad Earth. Unidad de carbono neutro. Archivo en formato PDF consultado en https://www.researchgate.net/publication/236593400_GUIA_PRACTICA_PARA_LA_MEDICION_DE_LA_CAPTURA_DE_CARBONO_EN_LA_BIOMASA_FORESTAL el día 18/11/23.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° DE ÁRBOLES TOTALES	DN PROMEDIO (cm)	ALT PROMEDIO (m)	BIOMASA POR UNIDAD (t)	BIOMASA TOTAL AP (t)	CARBONO VEGETACIÓN AÉREA (t)
Juniperus deppeana	Sabino	10852	16	3	0.022	**243.694**	**121.847**
Juniperus deppeana	Sabino	4985	6	3	0.004	**22.015**	**11.008**
Prunus serotina	Capulin	36	2	1	0.000	**0.012**	**0.006**
Juniperus deppeana	Sabino	337	8	3	0.007	**2.407**	**1.204**
Juniperus deppeana	Sabino	70	8	3	0.007	**0.504**	**0.252**
Prunus serotina	Capulin	1	0	0	0.000	**0.000**	**0.000**
Sin presencia de árboles							
TOTAL		**16,374**	**-**	**-**	**0.043**	**268.809**	**134.404**

Como resultado, se tiene una concentración de 134.404 ton. de carbono contenido en la biomasa aérea, es decir, en el fuste y follaje de la vegetación arbórea.

CARBONO EN LAS RAÍCES DE LA VEGETACIÓN DEL AP

Asimismo, para determinar el contenido de carbono almacenado en la parte subterránea, se estimó la biomasa subterránea en función de la biomasa aérea y por tipo de ecosistema propuesta por Cairns et al (1997) citado en el Protocolo de estimación de las reservas de carbono en la biomasa forestal en México (Donación del Ministerio de Asuntos Internacionales del Gobierno de Noruega, publicado por la CONAFOR en Zapopan, Jalisco, México. El documento citado señala 2 ecuaciones, la primera aplicable a bosques templados y la segunda ecuación para bosques tropicales:

$$(Y) = \exp(-1.0587 + 0.8836(\ln (Cba))+0.2840$$ **(Bosques templados)**

$$(Y) = \exp(-1.0587 + 0.8836 (\ln(Cba)))$$ **(Bosques Tropicales)**

Por lo tanto, empleamos la ecuación de bosques templados. Los resultados se presentan a continuación:

Cuadro VI.18. Carbono almacenado en la biomasa subterránea (raíces).

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° DE ÁRBOLES TOTALES	DN PROMEDIO (cm)	ALT PROMEDIO (m)	BIOMASA POR UNIDAD (t)	BIOMASA TOTAL AP (t)	CARBONO VEGETACIÓN AÉREA (t)	CARBONO TOTAL RAÍCES (t)
Buddleja cordata	Tepozán	93	3	2	0.002	0.176	0.088	**0.016**
Juniperus deppeana	Sabino	10852	16	3	0.022	243.694	121.847	**21.932**
Juniperus deppeana	Sabino	4985	6	3	0.004	22.015	11.008	**1.981**
Prunus serotina	Capulin	36	2	1	0.000	0.012	0.006	**0.001**
Juniperus deppeana	Sabino	337	8	3	0.007	2.407	1.204	**0.217**
Juniperus deppeana	Sabino	70	8	3	0.007	0.504	0.252	**0.045**
Prunus serotina	Capulín	1	0	0	0.000	0.000	0.000	**0.000**
Sin presencia de árboles								
TOTAL		**16,374**	**-**	**-**	**0.043**	**268.809**	**134.404**	**24.193**

El carbono almacenado en la biomasa de las raíces de la vegetación presente en la superficie de AP es de 24.193 toneladas. Por lo tanto, el carbono total que se encuentra contenido en la superficie del AP es de 158.597 ton., resultado de la suma de las 134.404 ton. de carbono en la vegetación aérea y las 24.193 ton. de carbono contenido en las raíces.

Captura de carbono que se presentaría una vez eliminada la vegetación forestal, considerando la superficie total solicitada.

La ejecución del proyecto afectará a toda la vegetación presente en la superficie solicitada, por lo tanto, la captura de carbono se verá completamente afectada, lo que quiere decir que una vez llevado a cabo el AP **NO EXISTIRÁ CAPTURA DE CARBONO.**

Recordemos que el carbono que se encuentra contenido en la vegetación presente en el AP ya no es posible perderlo, pues éste ya se encuentra almacenado principalmente en la madera. Por lo tanto, la cantidad que se perderá con el proyecto es aquella que podría capturarse en el transcurso de un año.

De acuerdo a los recorridos en campo, observamos que la edad del arbolado es en promedio de 20 años, por lo que, para conocer la cantidad de carbono que podría capturar la vegetación en un año se dividió el contenido de carbono total (158.597 ton) entre esos 20 años. Los resultados se presentan a continuación:

Cuadro VI.19. Contenido de carbono captado en un año.

Carbono almacenado en el AP (ton)	Edad arbolado	Carbono capturado por año (ton)	Carbono a compensar (ton)
158.597	20	7.930	7.930

Por lo tanto, el contenido de carbono que se deberá compensar, debido a la remoción de la vegetación, es de **7.930 toneladas.**

- **Plantación con especies nativas (medida de compensación)**

Para compensar la pérdida de carbono que se tendrá con la ejecución del proyecto, se realizará una plantación de 3,200 individuos de *Juniperus deppeana* y *Buddleja cordata,* en una superficie de 3.00 ha., a un espaciamiento de 3 m x 3 m con el diseño de tres bolillo, es decir, a una densidad de 1,100 plantas por hectárea.

Cuadro VI.20. Especies a plantar.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	SUP. A PLANTAR	% POR ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	REPOSICIÓN 40%
Juniperus deppeana	Táscate	3.00	94	3,000	1,200
Buddleja cordata	Tepozán		6	200	80
TOTAL		**3.00**	**100**	**3,200**	**1,280**

CRITERIOS TÉCNICOS PARA LA SELECCIÓN DE LAS ESPECIES

Como se mencionó, la plantación de los 3,200 individuos será únicamente con la finalidad de compensar la pérdida de carbono que se tendrá con el AP. A continuación, se presentan los criterios considerados para la selección de esta especie:

- Especies con mayor presencia y abundancia relativa dentro del área de afectación.
- Especies idóneas para la plantación.
- Buen porcentaje de germinación

- Especies que favorecen el restablecimiento de las poblaciones de elementos de fauna nativa, proporcionando hábitat y alimento[2].

Todas las plantas serán adquiridas en los viveros cercanos de la zona donde se está realizando el proyecto, esto para garantizar que los individuos sean de calidad y cuenten con los suficientes nutrientes que requieren para asegurar la sobrevivencia de los individuos reforestados.

Preparación del terreno

Para la preparación del terreno, se consideran entre otras las siguientes actividades a realizar:

- **Limpia del terreno:** Consiste en la eliminación de malezas o residuos orgánicos que limiten o dificulten el establecimiento de la plantación. Es importante mencionar que no se eliminará por completo la cobertura vegetal, sino que únicamente se realizará un chapeo en el área donde se van a establecer las líneas de plantación. Considerando la pendiente del predio, el chapeo se llevará a cabo de forma manual.

- **Trazo de plantación**: Para la delimitación de los sitios definitivos en los que se establecerán las plantas, se utilizará una cuerda con nudos o señalamientos a cada 3 m, esto con la finalidad de señalar los intervalos entre planta y planta. El trazo se hará de forma perpendicular a la pendiente y bajo el diseño tresbolillo, con una densidad de 1,100 plantas/ha.

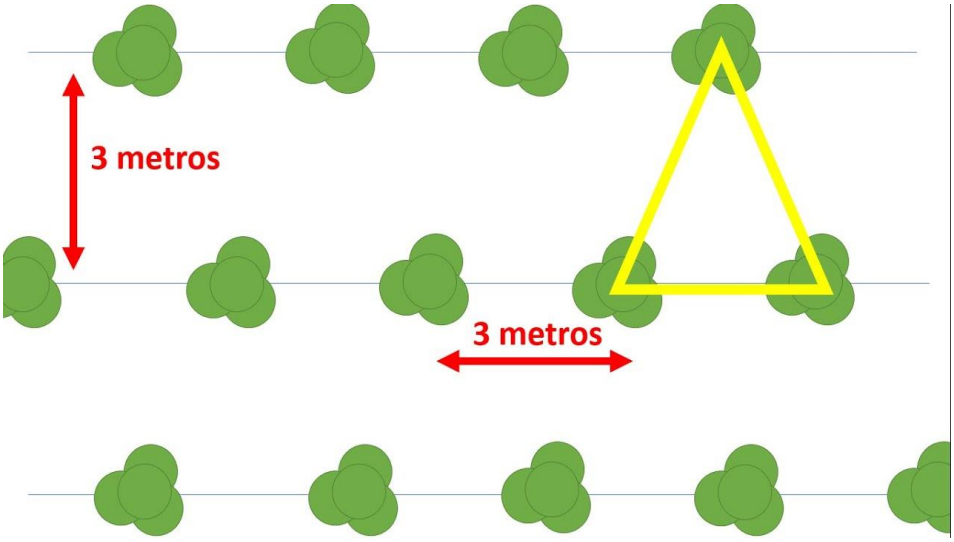


Figura VI.4. Diseño de plantación "tresbolillo".

- **Plantación:** Se llevará a cabo considerando un espaciamiento de 3 m x 3 m., es decir, 1,100 plantas/ha.

- **Inspecciones fitosanitarias:** Periódicamente se llevarán a cabo recorridos fitosanitarios con el fin de detectar la presencia de algún patógeno y tomar las medidas necesarias para su control.

[2] Comisión Nacional Forestal (S/F). Prosopis laevigata (Humb, et Bonpl. ex Willd). Ficha técnica. Archivo digital en formato PDF consultado en línea en http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/988Prosopis%20laevigata.pdf

- **Evaluación de la plantación:** Con el propósito de contar con información que refleje el estado de desarrollo de la plantación, anualmente se llevarán a cabo evaluaciones para saber qué actividades son necesarias por implementar. Los aspectos principales a tomar en cuenta serán las características visuales que presenten los árboles. Para ello se hará uso de un muestreo completamente al azar. Por tal motivo, se contará con un formato en el que se asiente la siguiente información:

Características generales:

* Nombre del proyecto
* Año de plantación
* Exposición
* Pendiente
* Textura del suelo

Características dasométricas:

* Especie de la plantación
* Espaciamiento promedio
* Altura
* Diámetro del cuello de la raíz
* Observaciones

Aspectos de sanidad:

* Apariencia general de la planta
* Vigor
* Presencia de plagas y/o enfermedades
* Riesgo de plagas o enfermedades
* Observaciones

OBRAS COMPLEMENTARIAS

Delimitación de las áreas de trabajo:

El área en donde se establecerá la plantación se delimitará con cinta de precaución y estacas de madera.

Monitoreo de los trabajos:

Se contempla a una persona especializada en supervisar la correcta realización de las obras de conservación de suelos, con el propósito de que éstas cumplan su función.

Acondicionamiento:

Durante dos meses al año, por un lapso de cinco años, se contempla la aplicación de limpias de malezas en las zonas de rehabilitación, para con ello permitir el buen desarrollo de la vegetación establecida.

Mantenimiento y vigilancia:

Cada cierto tiempo se prevé el mantenimiento de las obras realizadas, asimismo, se realizará la vigilancia durante y después del cambio de uso de suelo.

Ubicación de la plantación

La plantación se realizará en una superficie cercana a la del AP, en 3 ha. A continuación, se presentan las coordenadas UTM DATUM WGS84 de dicha superficie, así como su plano de ubicación.

Cuadro VI.21. Coordenadas del polígono de plantación.

Área de plantación		
Superficie: 3.00 ha.		
NO	X	Y
1	601075.30	2154943.02
2	601074.17	2154923.53
3	601061.50	2154922.94
4	601050.77	2154915.17
5	601038.40	2154918.11
6	601020.34	2154916.80
7	601018.71	2154917.22
8	601010.50	2154907.42
9	600997.83	2154898.98
10	600992.08	2154890.50
11	600985.49	2154897.02
12	600978.99	2154884.07
13	600977.47	2154877.09
14	600963.31	2154879.77
15	600952.34	2154880.71
16	600942.66	2154869.06
17	600942.89	2154855.60
18	600932.54	2154852.64
19	600930.12	2154858.71
20	600927.14	2154867.16
21	600918.10	2154868.29
22	600898.88	2154864.84
23	600880.61	2154871.83
24	600867.72	2154899.16
25	600845.90	2154900.31
26	600830.03	2154922.01
27	600853.59	2154948.58
28	600867.44	2154945.87
29	600870.90	2154937.41
30	600865.54	2154923.26
31	600874.20	2154913.38

Área de plantación		
Superficie: 3.00 ha.		
NO	X	Y
32	600883.49	2154900.39
33	600900.04	2154898.74
34	600904.67	2154908.01
35	600908.06	2154916.99
36	600911.02	2154926.48
37	600899.79	2154935.18
38	600881.91	2154944.05
39	600876.03	2154951.30
40	600882.64	2154953.85
41	600887.25	2154959.03
42	600894.86	2154964.68
43	600902.63	2154963.85
44	600911.48	2154960.02
45	600910.73	2154969.13
46	600906.01	2154974.75
47	600911.21	2154985.32
48	600908.60	2154992.70
49	600915.16	2154992.26
50	600925.37	2154991.20
51	600935.04	2154984.02
52	600950.78	2154988.15
53	600960.92	2154983.34
54	600965.88	2154977.75
55	600976.24	2154981.15
56	600983.44	2154984.46
57	600989.07	2154994.11
58	600978.46	2155009.89
59	600971.81	2155022.99
60	600977.56	2155030.88
61	600977.89	2155044.68
62	600981.43	2155067.36

Área de plantación		
Superficie: 3.00 ha.		
NO	X	Y
63	600995.10	2155073.89
64	601004.28	2155069.01
65	601010.85	2155057.99
66	601018.38	2155059.80
67	601023.86	2155050.17
68	601036.72	2155039.25
69	601047.98	2155033.44
70	601056.97	2155026.67
71	601061.62	2155017.58
72	601073.31	2155007.38
73	601080.89	2155011.47
74	601087.18	2155014.65
75	601090.78	2155006.31
76	601102.60	2155001.81
77	601113.44	2154992.62
78	601125.13	2154983.14
79	601133.30	2154976.67
80	601150.55	2154973.58
81	601148.26	2154991.89
82	601164.60	2155000.11
83	601175.27	2154982.53
84	601182.05	2154974.80
85	601195.47	2154950.57
86	601184.26	2154934.84
87	601171.03	2154941.04
88	601135.72	2154943.42
89	601116.38	2154939.37
90	601105.44	2154949.51
91	601091.09	2154949.80

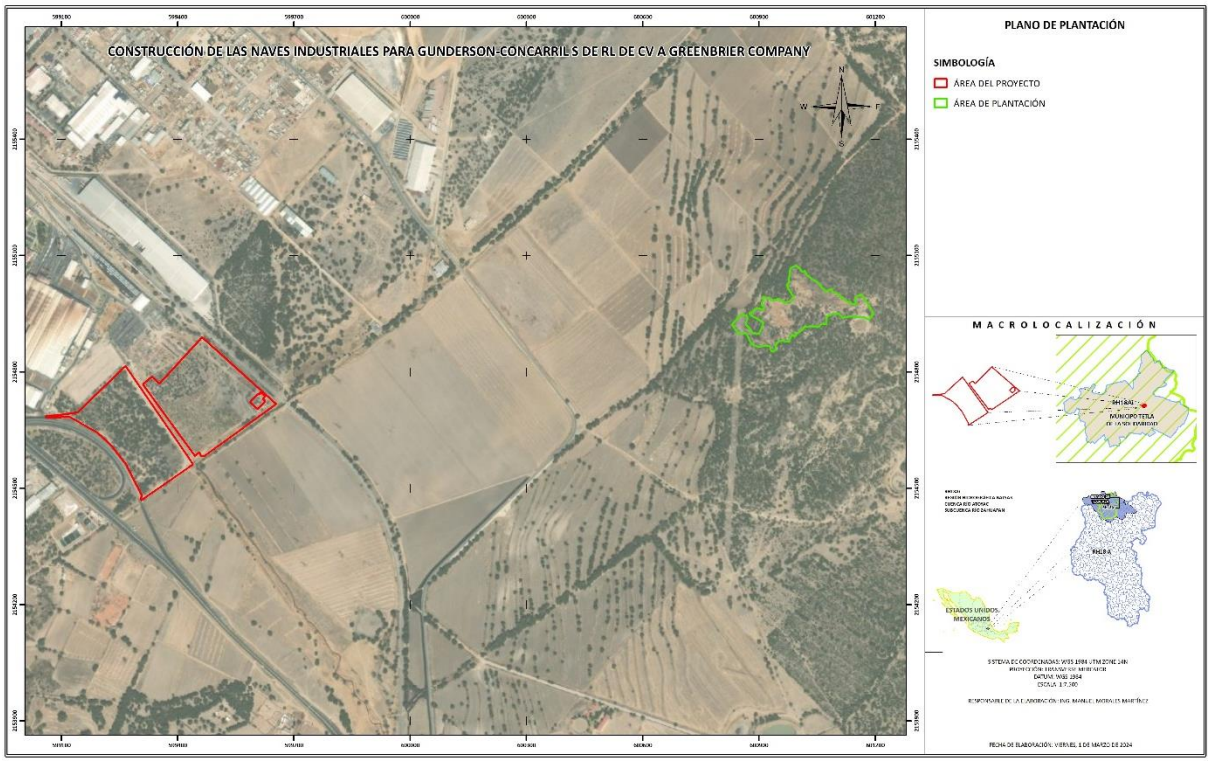


Figura VI.5. Plano de ubicación de la superficie para la plantación.

RESULTADOS

La estimación de la compensación de captura de carbono se generó con las mismas ecuaciones para estimar la cantidad de carbono que hay actualmente en la vegetación de la superficie de AP.

Para conocer la cantidad de carbono que retendrán las 3,200 plantas, se formuló un modelo predictivo para la estimación de acuerdo a las medidas alométricas (diámetro base y altura) que tendrán a través de los años y los resultados se multiplicaron por el número de individuos a plantar. Dicha estimación se realizó para un escenario de 10 años hasta encontrar la compensación solicitada de carbono. Los resultados se muestran a continuación:

Cuadro VI.22. Acumulación de la biomasa aérea y carbono en la plantación.

ACUMULACIÓN DE BIOMASA Y CARBONO EN LA PLANTACIÓN				
Años	**Biomasa total AP (t)**	**Biomasa acumulada plantación (t)**	**Carbono total AP (t)**	**Carbono acumulado plantación (t)**
1	268.809	1.016	7.930	0.600
2	268.809	4.688	7.930	2.766
3	268.809	12.530	7.930	7.393
4	**268.809**	**26.013**	**7.930**	**15.347**
5	268.809	46.581	7.930	27.483
6	268.809	75.663	7.930	44.641
7	268.809	114.675	7.930	67.658
8	268.809	165.024	7.930	97.364
9	268.809	228.111	7.930	134.586
10	268.809	305.332	7.930	180.146

En la siguiente figura, se muestra la representación gráfica de la Captura de carbono y emisión de carbono contenido en biomasa a través de los años, en donde se puede ver que, ***a partir del cuarto año, el contenido de carbono capturado en la reforestación compensará la pérdida que se dará por la ejecución del proyecto.***

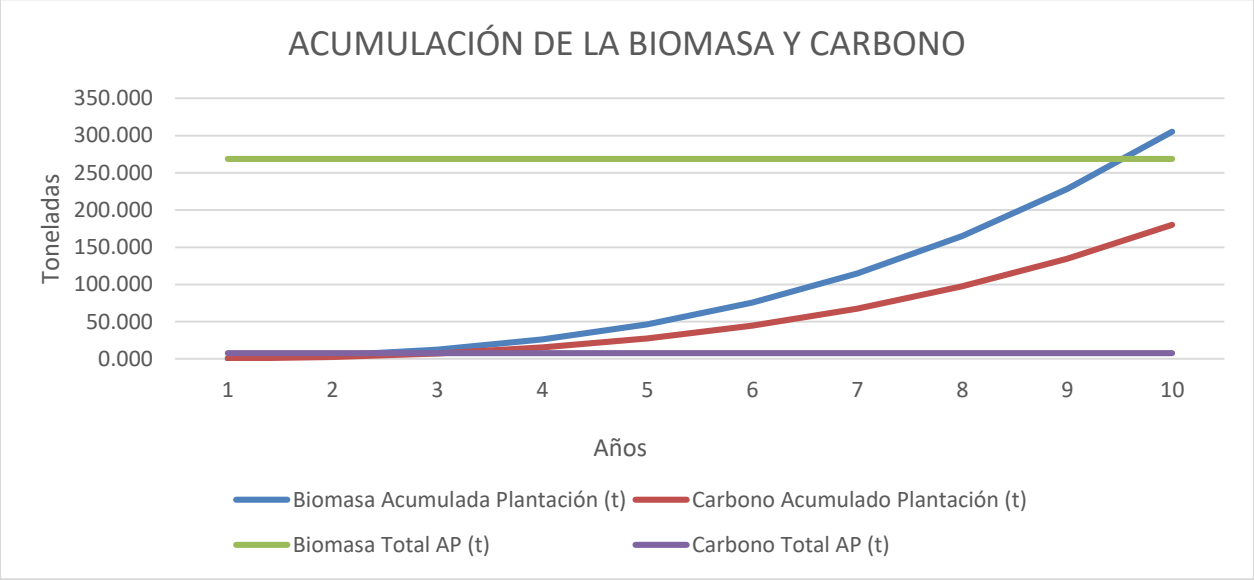


Figura VI.6. Predicción de la captura de carbono en la plantación.

En conclusión, el contenido de carbono que se perderá por la remoción de la vegetación en las 9.8071 ha que se proponen en el proyecto es de 7.930 ton. Con el establecimiento de una plantación, equivalente a 3.0 ha., se generarán a lo largo de 4 años 15.347 ton., lo que *compensará* la pérdida por la ejecución del proyecto.

En archivo adjunto denominado memorias de cálculo por capitulo (CAPITULO VI, (ANEXO VI.B. MEMORIA DE CÁLCULO CARBONO) se presentan los cálculos y resultados obtenidos de dicho proceso.

Para mayor detalle respecto a la plantación se elaboró un programa, ANEXO 7. PROGRAMA DE PLANTACION Y OBRAS DE CONSERVACIÓN del capítulo VIII.

COSTOS

Cuadro VI.23. Costos estimados para el programa de plantación.

Concepto	Unidad	Costo unitario ($)	Cantidad	Costo total ($)
Compra de planta				
Compra de planta	Planta	$10.00	3,200	$32,000.00
Subtotal				**$32,000.00**
Actividades en campo				
Fletes	Viaje	$1,500.00	1	$1,500.00
Carga y descarga	Jornales	$230.00	3	$690.00
Trazo de la plantación	Jornales	$230.00	2	$460.00
Distribución de la planta	Jornales	$230.00	2	$460.00
Apertura de cepas	Jornales	$230.00	22	$5,060.00
Plantación	Jornales	$230.00	22	$5,060.00
Subtotal				**$13,230.00**

Concepto	Unidad	Costo unitario ($)	Cantidad	Costo total ($)
Replantación 40%				
Compra de planta	Planta	$10.00	1,280	$12,800.00
Subtotal				**$12,800.00**
Actividades de Replantación 40%				
Fletes	Viaje	$1,500.00	1	$1,500.00
Carga y descarga	Jornales	$230.00	1	$230.00
Distribución de la planta	Jornales	$230.00	1	$230.00
Apertura de cepas	Jornales	$230.00	9	$2,070.00
Plantación	Jornales	$230.00	9	$2,070.00
Subtotal				**$6,100.00**
Obras complementarias				
Limpia de malezas (5 años)	Ha.	$1,000.00	3.00	$15,000.00
Mantenimiento (5 años)	Ha.	$3,000.00	3.00	$45,000.00
Delimitación de las áreas de trabajo	km	$1,160.00	3.00	$3,480.00
Asesoría técnica	Mes	$10,000.00	10	$100,000.00
Subtotal				**$163,480.00**
Obras de conservación de suelos				
Terrazas individuales reforestación	pza	$6.41	3,200	$20,512.00
Acomodo de material vegetal muerto	metro	$5.63	300	$1,687.50
Subtotal				**$22,199.50**
Costo / ha				**$71,003.17**
Costo total				**$237,009.50**

VI.1.4.3 SUELO.

AUMENTO DE LA EROSIÓN

De acuerdo con la estimación de la erosión presentada en el capítulo IV, tenemos una erosión actual en el AP de 112.55 ton/año, de las cuales 10.16 ton/año corresponden a la hídrica y 102.39 ton/año para la eólica.

Cuadro VI.24. Erosión actual en el AP.

TIPO DE EROSIÓN	EROSIÓN ACTUAL TON/AÑO
Hídrica	10.16
Eólica	102.39
Total	**112.55**

Al realizar la proyección una vez removida la vegetación del AP, el incremento en la erosión pasa de las 112.55 ton/año a 450.20 ton/año.

Cuadro VI.25. Erosión con remoción en el AP.

TIPO DE EROSIÓN	EROSIÓN ACTUAL TON/AÑO	EROSIÓN CON REMOCIÓN TON/AÑO
Hídrica	10.16	40.65
Eólica	102.39	409.55
Total	**112.55**	**450.20**

Por lo tanto, la erosión total que se generará con la realización del proyecto es de 337.65 ton/año, cantidad que resulta de la erosión con remoción menos la erosión actual y que se deberá compensar.

A continuación, se describen las medidas propuestas para el recurso suelo, una vez ejecutada la remoción de la vegetación:

Riegos con agua (medida de prevención)

Si la ejecución del proyecto ocurre en época de seca, se realizarán riegos semanales con aguas, tanto en la superficie del AP como en el suelo que sea removido. Esto ayudará a la compactación ligera y temporal del suelo, evitando la pérdida del mismo por la acción del viento, mientras que, al realizar el transporte del suelo, se evitará la generación de polvos durante el trayecto y por ende su pérdida. La empresa promovente será la encargada de adquirir las pipas de agua.

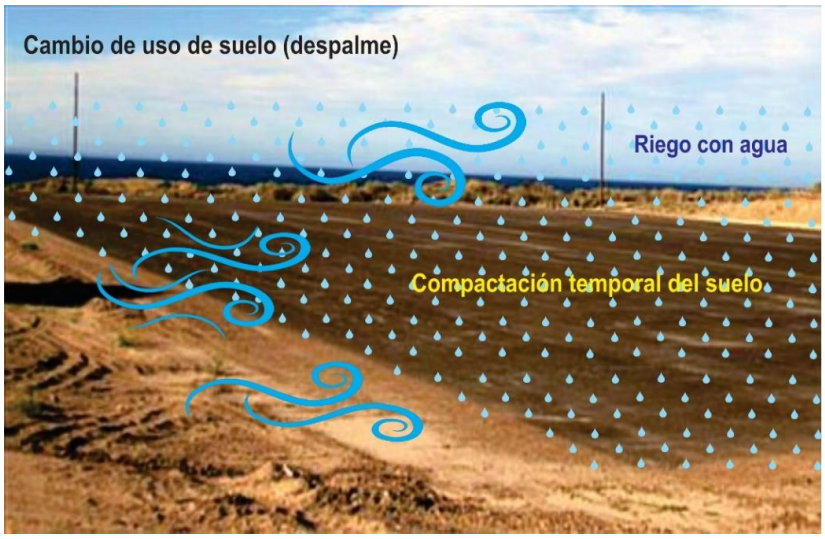


Imagen VI.4. Esquema de la compactación del suelo al aplicar riegos.

Rescate del material orgánico (medida de prevención)

El suelo es una capa delgada que se ha formado muy lentamente a través del tiempo, con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento; está compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua.

Las plantas y animales que crecen y mueren dentro y sobre el suelo son descompuestos por los microorganismos, transformados en materia orgánica y mezclados con el suelo, lo que lo hace un componente indispensable para el desarrollo de los organismos. De lo anterior, la importancia de su rescate.

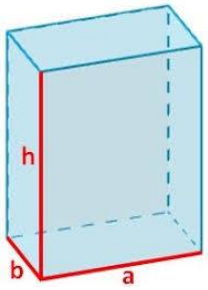
Es la remoción del material superficial del terreno, de acuerdo a lo establecido en el proyecto, con el objeto de evitar la mezcla del material del desmonte con materia orgánica o con depósitos de material no utilizable, por lo que con anterioridad se realizará la extracción de materias primas.

Este material, se clasifica como de tipo A, suelo altamente orgánico y con un espesor máximo de 30 cm, así mismo es el blando o suelto, que puede ser eficientemente excavado con motoescrepa de 90 a 110 HP de potencia sin auxilio de arados o tractores empujadores, aunque ambos se utilicen para obtener mayores rendimientos.

VOLUMEN A EXTRAER

A continuación, se presenta la estimación del volumen que se pretende rescatar de material orgánico, ésta se realiza sin contemplar las interrupciones a causa de fallas mecánicas o condiciones meteorológicas.

La estimación del volumen a extraer se realiza considerando el supuesto de que el área es una figura geométrica rectangular, aplicando la siguiente fórmula:



$$\boldsymbol{V = b * a * h}$$

Imagen VI.5. Representación del volumen de un prisma rectangular.

Donde:

V= Volumen de M. O. a extraer

b = Lado menor del prima

a = Lado mayor del prima

h = Altura

Particularmente, el lado mayor por el lado menor del prisma representa el AP, y la altura es la profundidad del suelo, por lo tanto, la fórmula a aplicar es:

$$V = Área\ de\ cambio\ (m^2) * profundidad\ del\ suelo\ (m)$$

La profundidad de suelo reportada durante la visita de campo es de 1.0 cm. Por lo tanto, el volumen de suelo se calcula de la siguiente forma:

$$V = 98{,}071\ m^2 * 0.01\ m$$
$$V = 980.71\ m^3$$

Para estimar la cantidad en **toneladas**, se toma en consideración el tipo de suelo presente y por consiguiente la densidad básica del mismo. De acuerdo al Manual de Obras y Prácticas publicado por la CONAFOR[iii], se identificó una densidad aparente de 1.5 g/cm^3, por lo tanto:

$$V_{ton} = 980.71\ m^3 * 1.5\ g/cm^3$$
$$V_{ton} = 1{,}471.07\ toneladas$$

Por lo tanto, del total de la superficie de AP equivalente a 9.8170 ha**.**, se estima que se hará la remoción de **1,471.07 toneladas**.

Cuadro VI.26. Rescate del material orgánico.

Obra propuesta	Tipo de Vegetación	Superficie de AP (ha)	Erosión Total AP (ton)	Profundidad del suelo (cm)	Toneladas por hectárea a obtener	Total rescatado (ton)
Rescate de Material orgánico	Bosque de táscate	9.8071	337.65	1.00	150	1,471.07
TOTAL		**9.8071**	**337.65**	**-**	**-**	**1,471.07**

Se considera que la maquinaria utilizada para realizar esta actividad será una excavadora o retroexcavadora y camiones de transporte tipo volteo.

UBICACIÓN DE RESGUARDO DE MATERIAL ORGÁNICO

Como se ha mencionado, el material orgánico será utilizado para acondicionar la superficie para la plantación, por lo que su resguardo será en dicho sitio.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Las actividades se realizarán paulatinamente durante la ejecución del proyecto, por lo que su inicio queda señalado simbólicamente, ya que dependerá de la autorización del cambio de uso de suelo.

COSTOS

Cuadro VI.27. Costos de la implementación de rescate de material orgánico

CONCEPTO	UNIDAD	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD	SUBTOTAL ($)
Retroexcavadora	Renta / mes	$2,000	6	$12,000
Camión de volteo	Renta / mes	$1,200	3	$3,600
Jornales	Hombre	$250	5	$1,250
Lona	Pieza	$200	2	$400
Equipo de seguridad (Googles, botas, chaleco, casco, guantes de carnaza)	Equipo completo	$4,000	5	$20,000
Asistencia Técnica	Mes	$10,000	3	$30,000
TOTAL				**$67,250**

Para mayor detalle respecto al rescate de material orgánico se elaboró un programa ANEXO 6. PROGRAMA DE RESCATE DEL MATERIAL DE M.O del capítulo VIII.

Obras de conservación para el recurso suelo (medida de compensación)

Retomando la información del *escenario con proyecto*, tenemos que, con la ejecución del cambio de uso de suelo se perderán **337.65 ton** de suelo. Para compensar dicha pérdida, se realizarán como obras de suelos, la construcción de barreras de material vegetal muerto dentro de la superficie seleccionada para la plantación.

ACOMODO DE MATERIAL VEGETAL MUERTO (AMVM)

Consiste en formar cordones a curvas de nivel con el material resultante de la remoción vegetal del proyecto. El acomodo de estas obras proporciona protección del suelo, evita la erosión hídrica, disminuye el escurrimiento superficial e incrementa el contenido de humedad en el suelo, lo que favorece la regeneración natural.



Imagen VI.6. Ejemplo de acomodo de material vegetal muerto

Determinación de las dimensiones de las obras a construir:

En este punto debemos tener claro dos conceptos importantes, retención máxima y capacidad de retención. El primer término es referido a la cantidad total de azolve que podemos tener dentro de las áreas propuestas para la colocación de las obras de conservación, debido a las características como pendiente, tipo de suelo, precipitación, entre otras. El segundo término es referido a la capacidad que la obra propuesta tiene para retener el suelo que se erosiona.

Para que las obras contengan la cantidad de suelo requerido, se determina las siguientes características.

- Los cordones de material deben ser paralelos a las curvas de nivel.
- El ancho de la faja debe ser con un máximo 40 centímetros.
- El alto de la faja debe ser con un máximo 40 centímetros.
- La separación entre cordones de material debe ser a 33 metros.
- Los cordones deben ser discontinuos o fraccionados cada 20 metros (longitud de obras), para evitar riesgos de propagación de incendios.
- La distancia entre dos fracciones de una misma faja debe ser cuando menos 4 metros.

Es así que a continuación, se presenta la metodología para cuantificar la **capacidad de retención**, por lo que se utilizó la densidad del suelo (tipo de suelo), pendiente y dimensiones de las obras.

Metodología:

Densidad aparente:

Se estima de acuerdo al *Manual de Obras para el control de Erosión Laminar* y a las características del suelo en las áreas propuestas para la construcción de las obras.

Cuadro VI.28. Densidad aparente del suelo.

TEXTURA DEL SUELO	DENSIDAD APARENTE (g/cm^3)
Arena	1.6
Franco arenoso	**1.5**

TEXTURA DEL SUELO	DENSIDAD APARENTE (g/cm^3)
Franco	1.4
Franco limoso	1.3
Franco arcilloso	1.2
Arcilla	1.1

Para este caso, la densidad aparente es igual a **1.5 g/cm^3**

Respecto a las condiciones que presentan las superficies propuestas siendo con características similares a las zonas de AP, se considera una pendiente máxima de 8%, no obstante, cabe destacar que en su mayoría la pendiente no es muy pronunciada, por lo que a consecuencia la obra propuesta podría tener una mayor capacidad de retención.

Dimensión de la obra propuesta.

Se consideran fajas de material con medidas lineales de 20 metros por 40 centímetros de ancho y de alto. Para obtener la cantidad total de retención se procesan los datos por metro lineal.

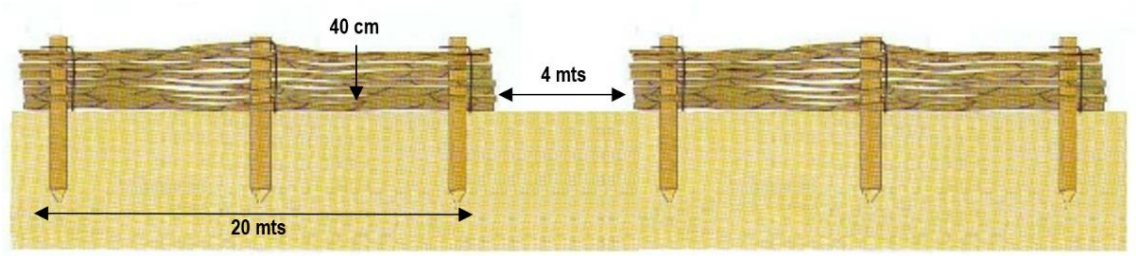


Imagen VI.7. Dimensiones de las barreras de material vegetal muerto (vista frontal)

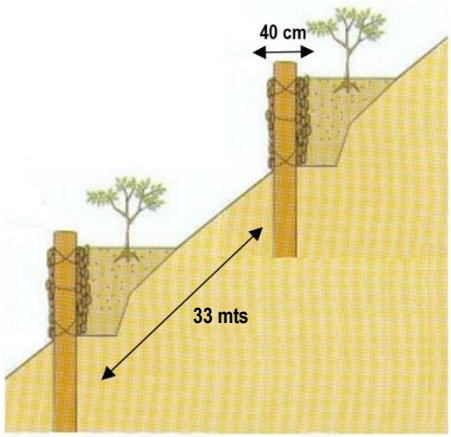


Imagen VI.8. Dimensiones de las barreras de material vegetal muerto (vista lateral)

Cálculos de la capacidad de retención:

Se forma un triángulo rectángulo, al que se le debe calcular el área. Esta cantidad se multiplica por la densidad aparente (que se determina de acuerdo con la textura del suelo, según se indica en la tabla presentada anteriormente), y se obtiene así el peso en toneladas del suelo retenido por cada metro lineal de barrera.

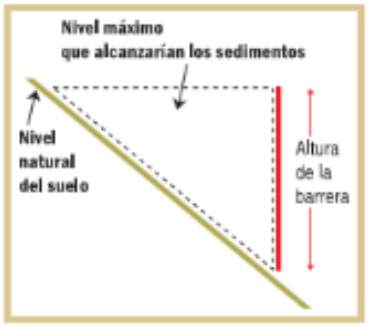
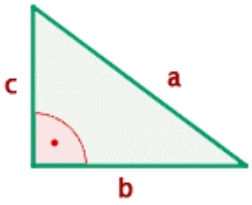


Imagen VI.9. Forma de un triángulo rectángulo

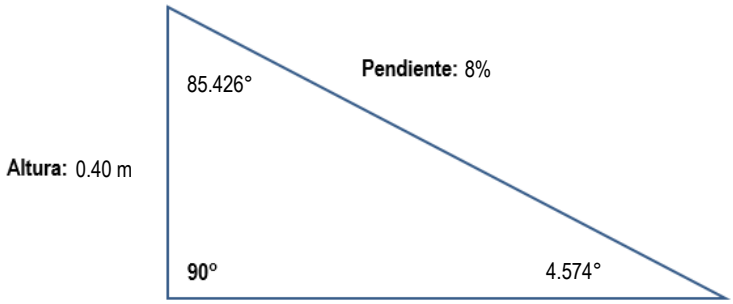


$$A = \frac{b \cdot c}{2}$$

Imagen VI.10. Área de un triángulo rectángulo

La pendiente promedio del área considerada para la colocación de las obras de conservación es de 8%, con una altura de la barrera será de 0.40 m.

Por ejemplo:



De acuerdo al triángulo anterior para conocer el ángulo del 8% correspondiente a la pendiente, se calcula con la operación inversa de la tangente de la división del % entre 100, dando 4.574°, al hacer la resta de los grados nos da 85.426°.

Para sacar los grados se sacó de la siguiente manera:

Romahn de la Vega Carlos francisco, en 1999, en el libro Relascopia una técnica de la medición forestal (47 pp.), hace mención un cuadro de compensación de pendiente mismo que a continuación se presenta donde se desglosa la pendiente utilizada en el proyecto, usando una calculadora científica marca Casio, se teclea el botón shift y, seguido del botón de tan-1, se teclea el % entre 100, dando como resultado los grados. En las figuras se muestra una comparación de lo que se presenta en el libro antes citado y lo que se calculó de manera manual, utilizando la formula siguiente, obteniendo un dato similar.

$$Pendiente[Grados] = ATN\left(\frac{Pendiente[\%]}{100}\right)$$

Cuadro 2. Dimensiones de mira de un centímetro y vara de 50 cm para compensación por pendiente.

Pendiente (%)	Ángulo β (grados)	a_n	b_n
0	0.0000	1.0000	50.0000
5	2.8624	0.9988	50.0625
10	5.7106	0.9950	50.2494
15	8.5308	0.9889	50.5594
20	11.3099	0.9806	50.9902
25	14.0362	0.9701	51.5388
30	16.6992	0.9578	52.2015
35	19.2900	0.9439	52.9741
40	21.8014	0.9285	53.8516
45	24.2277	0.9119	54.8293
50	26.5651	0.8944	55.9017
55	28.8108	0.8762	57.0636
60	30.9638	0.8575	58.3095
65	33.0239	0.8384	59.6343
70	34.9920	0.8192	61.0328
75	36.8699	0.8000	62.5000
80	38.6598	0.7809	64.0312
85	40.3645	0.7619	65.6220
90	41.9872	0.7433	67.2681
95	43.5312	0.7250	68.9656
100	45.0000	0.7071	70.7107

Pendiente %	Ángulo (grados)
0	0.000
1	0.5729
2	1.1457
3	1.7183
4	2.2906
5	2.8624
6	3.4336
7	4.0041
8	4.5739
9	2.1427
10	5.7106
11	6.2772
12	6.8427
13	7.4069
14	7.9696
15	8.5308
16	9.0903
17	9.6480
18	10.2040
19	10.7580
20	11.3099

Posteriormente para conocer el cateto opuesto se realiza la siguiente operación:

$$CO = \tan(°) * Ca$$

$$CO = 12.5 * 0.40 = 5.00 \text{ m}$$

$$A = \frac{b*H}{2} = A = \frac{5.00 * 0.40}{2} = 1.00 \text{ m}^3$$

El área se multiplica por la densidad aparente (1.5 g/cm^3), por lo que la capacidad de retención por metro lineal de la barrera será de 1.5 ton.

RESULTADOS

Para compensar la pérdida de **337.65 ton/año de suelo,** se propone la realización de **300 metros de cordones de acomodo de material vegetal muerto.**

Capacidad de retención de las obras

Si hacemos el supuesto de que las obras retendrán el 100% de su capacidad teórica calculada, la capacidad máxima de retención es de 450.00 ton/año.

Cuadro VI.29. Capacidad de retención de las obras.

CAPACIDAD DE RETENCIÓN	
Superficie AP (ha)	9.8071
Erosión total en la superficie de AP (ton)	337.65
Capacidad de retención por metro lineal (ton)	1.50
Número de obras a realizar (m)	300

CAPACIDAD DE RETENCIÓN	
Superficie en donde se construirán las obras (ha)	3.00
Capacidad de retención en la zona propuesta (ton)	**450.00**

Retención máxima de las obras

Sin embargo, la retención máxima que tendrán las obras, dependerá de las condiciones actuales del área en donde se establecerán. La estimación de dicha retención máxima es de 137.72.00 ton/año.

Cuadro VI.30. Retención máxima de las obras.

RETENCIÓN MÁXIMA	
Superficie AP (ha)	9.8071
Erosión total en la superficie de AP (ton)	337.65
Retención máxima en la superficie propuesta (ton/ha)	45.91
Metros propuestos de obra	300
Superficie en donde se construirán las obras (ha)	3.0000
Azolve por año que puede retener las obras (ton)	**137.72**

Lo que quiere decir que, para compensar las 337.65 ton. de suelo, se requerirá de un periodo mayor a un año. Para conocer este periodo, se hizo una proyección a 5 años:

Cuadro VI.31. Plazo requerido para compensar la pérdida de suelo.

Año	Toneladas de suelo con proyecto (pérdida)	Toneladas de suelo con obras (ganancia)
1	337.65	137.72
2	337.65	275.43
3	**337.65**	**413.15**
4	337.65	550.86
5	337.65	688.58

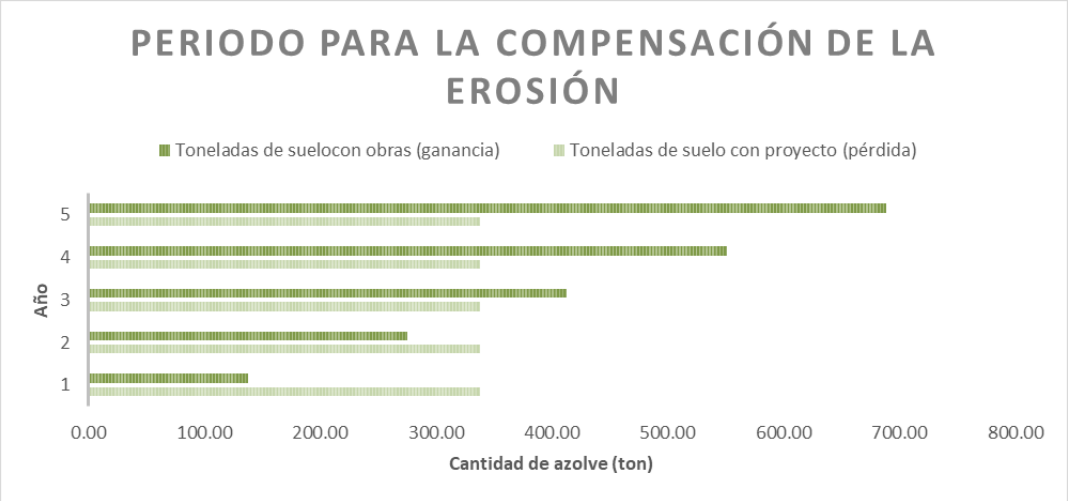


Figura VI.7. Gráfico a través del tiempo para la acumulación de suelo con las obras de conservación.

Se estima que, en un periodo de 3 años, las obras capturarán 413.15 toneladas de suelo, compensando así la pérdida de las 337.65 toneladas que se perderán con el AP. Es importante mencionar que, las obras tienen la capacidad de retención de 450 toneladas, lo que fácilmente permitirá que se acumulen las 413.15 toneladas en los 3 años.

Cuadro VI.32. Resumen de las obras de conservación para el recurso suelo.

OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS							
Tipo de vegetación	**Superficie de obras de conservación (ha)**	**Erosión Total AP (ton)**	**No. de obras propuestas (m)**	**Retención máxima por metro lineal**	**Suelo retenido (ton/año)**	**Plazo de retención (años)**	**Total suelo retenido (ton)**
Bosque de táscate	3.0000	337.65	300	0.46	137.72	3.00	413.15
TOTAL		**337.65**	**300**	**-**	**-**	**-**	**413.15**

Por lo tanto, para compensar la pérdida las **337.65 toneladas de suelo** que se ocasionará por la ejecución del AP, se propone la construcción de **300 metros de cordones de acomodo de material vegetal muerto.**

En archivo adjunto denominado memorias de cálculo por capitulo (CAPÍTULO VI, (ANEXO VI. B. MEMORIA DE CÁLCULO SUELO) se presentan los cálculos y resultados obtenidos de dicho proceso.

Ubicación de las obras de conservación

Tanto las terrazas individuales como el acomodo de material vegetal muerto, se construirán en la superficie propuesta para llevar a cabo la plantación de las especies. A continuación, se presentan las coordenadas y el plano de ubicación.

Cuadro VI.33. Coordenadas del polígono para establecer las obras de conservación.

Área de plantación		
Superficie: 3.00 ha.		
NO	**X**	**Y**
1	601075.30	2154943.02
2	601074.17	2154923.53
3	601061.50	2154922.94
4	601050.77	2154915.17
5	601038.40	2154918.11
6	601020.34	2154916.80
7	601018.71	2154917.22
8	601010.50	2154907.42
9	600997.83	2154898.98
10	600992.08	2154890.50
11	600985.49	2154897.02
12	600978.99	2154884.07
13	600977.47	2154877.09
14	600963.31	2154879.77
15	600952.34	2154880.71
16	600942.66	2154869.06
17	600942.89	2154855.60
18	600932.54	2154852.64
19	600930.12	2154858.71
20	600927.14	2154867.16
21	600918.10	2154868.29
22	600898.88	2154864.84
23	600880.61	2154871.83

Área de plantación		
Superficie: 3.00 ha.		
NO	**X**	**Y**
24	600867.72	2154899.16
25	600845.90	2154900.31
26	600830.03	2154922.01
27	600853.59	2154948.58
28	600867.44	2154945.87
29	600870.90	2154937.41
30	600865.54	2154923.26
31	600874.20	2154913.38
32	600883.49	2154900.39
33	600900.04	2154898.74
34	600904.67	2154908.01
35	600908.06	2154916.99
36	600911.02	2154926.48
37	600899.79	2154935.18
38	600881.91	2154944.05
39	600876.03	2154951.30
40	600882.64	2154953.85
41	600887.25	2154959.03
42	600894.86	2154964.68
43	600902.63	2154963.85
44	600911.48	2154960.02
45	600910.73	2154969.13
46	600906.01	2154974.75

Área de plantación		
Superficie: 3.00 ha.		
NO	**X**	**Y**
47	600911.21	2154985.32
48	600908.60	2154992.70
49	600915.16	2154992.26
50	600925.37	2154991.20
51	600935.04	2154984.02
52	600950.78	2154988.15
53	600960.92	2154983.34
54	600965.88	2154977.75
55	600976.24	2154981.15
56	600983.44	2154984.46
57	600989.07	2154994.11
58	600978.46	2155009.89
59	600971.81	2155022.99
60	600977.56	2155030.88
61	600977.89	2155044.68
62	600981.43	2155067.36
63	600995.10	2155073.89
64	601004.28	2155069.01
65	601010.85	2155057.99
66	601018.38	2155059.80
67	601023.86	2155050.17
68	601036.72	2155039.25
69	601047.98	2155033.44

Área de plantación		
Superficie: 3.00 ha.		
NO	**X**	**Y**
70	601056.97	2155026.67
71	601061.62	2155017.58
72	601073.31	2155007.38
73	601080.89	2155011.47
74	601087.18	2155014.65
75	601090.78	2155006.31
76	601102.60	2155001.81
77	601113.44	2154992.62
78	601125.13	2154983.14
79	601133.30	2154976.67
80	601150.55	2154973.58
81	601148.26	2154991.89
82	601164.60	2155000.11
83	601175.27	2154982.53
84	601182.05	2154974.80
85	601195.47	2154950.57
86	601184.26	2154934.84
87	601171.03	2154941.04
88	601135.72	2154943.42
89	601116.38	2154939.37
90	601105.44	2154949.51
91	601091.09	2154949.80

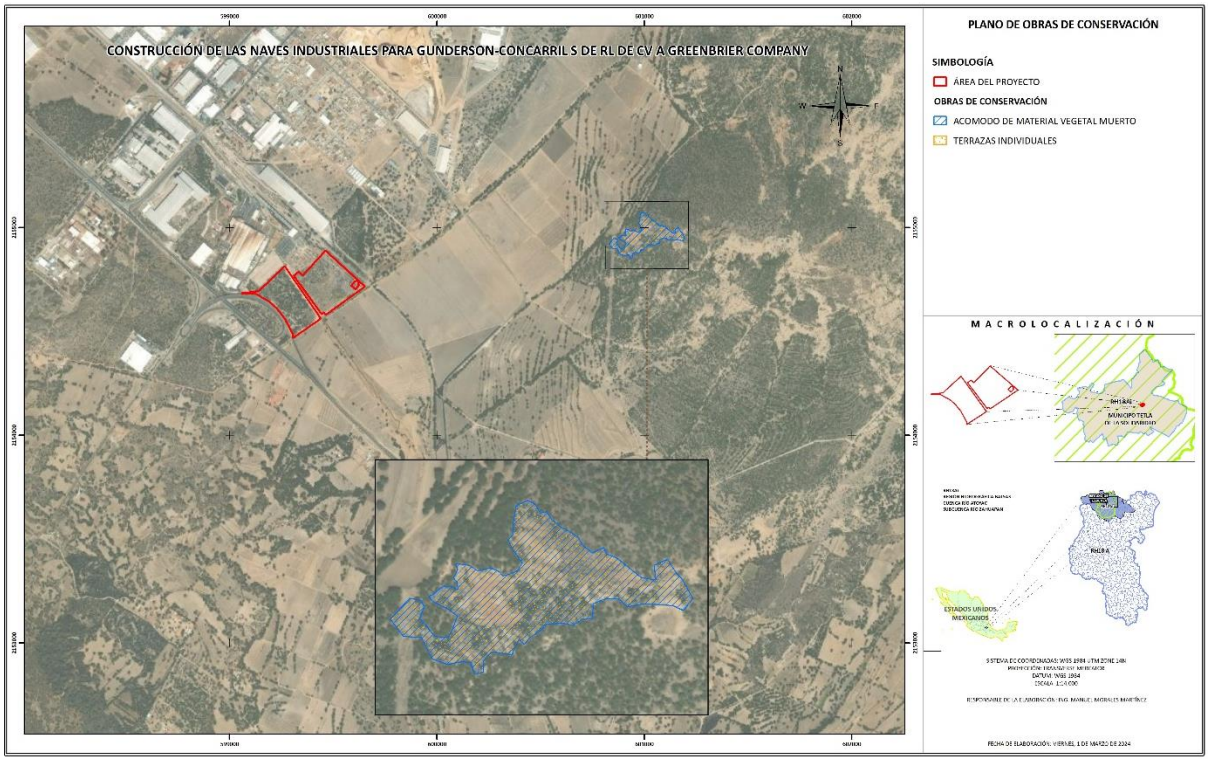


Figura VI.8. Plano de ubicación de la superficie para establecer las obras de conservación.

COSTO

Cuadro VI.34. Costo de la implementación de acomodo de material vegetal muerto.

Concepto	Unidad	Costo unitario ($)	Cantidad	Costo total ($)
Obras de conservación de suelos				
Acomodo de material vegetal muerto	metro	$5.63	300	$1,687.50
Costo total				**$1,687.50**

Para mayor detalle respecto al acomodo de material vegetal se elaboró el programa, ANEXO 7. PROGRAMA DE PLANTACION Y OBRAS DE CONSERVACIÓN del capítulo VIII.

VI.1.4.4 FLORA

PERDIDA DE COBERTURA VEGETAL

En el área del proyecto se cuenta con una cantidad de 23,795 individuos del estrato arbóreo, 56,065 individuos del estrato arbustivo, 5,169,995 individuos del estrato herbáceo y 149,285 individuos del estrato de cactáceas y/o epífitas.



Imagen VI.11. Características de la vegetación en la superficie de AP.

La ejecución del proyecto afectará a toda la superficie de cambio de uso de suelo, pues *se removerá toda la vegetación del área* para dar lugar a la infraestructura propuesta y dejar el suelo expuesto a las condiciones climáticas.

Es importante recalcar que, aunque sea removida toda la vegetación, **la biodiversidad no se verá comprometida, esto se explica a mayor detalle en el capítulo IV.**

Rescate y reubicación de ejemplares de flora (medida de mitigación)

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

- **Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010**

Con estatus (4): 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 (0): Especies sin categoría de riesgo.

- **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).

Renuevo (de las especies arbóreas) (3): Tallo que brota de un árbol o de una planta después de podados o cortados. Esta categoría aplica únicamente cuando se tienen registros de éstos individuos en el área de cambio.

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 epífitas (3): Las epífitas 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 por periodos prolongados de tiempo (1 mes) a procesos de estrés por falta de humedad y temperaturas extremas, después de haber sido extraídas del lugar donde han permanecido toda su vida. Ejemplos de dichas especies son las pertenecientes a la familia de las cactáceas.

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 en un corto periodo de tiempo (2 semanas) después de su extracción. Se considera como ejemplo algunas especies de la familia Bromeliaceae como *Tillandsia caput-medusae*

No adaptable (0): Especies que no son capaces de sobrevivir después de haber sido retiradas de su lugar de origen, por ejemplo, plantas anuales como *Aristida adscensionis* L. y *Tridax coronopifolia* (Kunth) Hemsl.,

- **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.

Las siguientes categorías se aplican únicamente a las especies que se han adaptado al territorio mexicano, y que, por ende, presentan una amplia distribución como los géneros *Eucalyptus* y *Schinus.*

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.

RESULTADOS OBTENIDOS

Cuadro VI.35. Determinación de las especies a rescatar y reubicar

Criterios utilizados para la determinación de las especies a reubicar																				
Criterios	**Clasificación**	**Valor**	**Calificación**																	
			Árboles			**Arbustos**							**Hierbas**					**Cactáceas y/o epífitas**		
			Juniperus deppeana	*Prunus serotina*	*Buddleja cordata*	*Baccharis conferta*	*Baccharis pteronioides*	*Brickellia veronicifolia*	*Senecio salignus*	*Symphoricarpos*	*Quercus microphylla*	*Buddleja perfoliata*	*Eryngium carlinae*	*Panicum hallii*	*Piptochaetium virescens*	*Setaria parviflora*	*Cheilanthes myriophylla*	*Tillandsia recurvata*	*Coryphantha pycnacantha*	*Mammillaria rhodantha*	*Opuntia streptacantha*
Presente en la NOM-059	Con estatus	4																		
	Sin estatus	0																		
Formas de vida	Árbol	0		0	0															
	Renuevo *Solo de las especies arbóreas	3	3																	
	Arbusto	2				2	2	2	2	2	2	2								
	Hierbas	1											1	1	1	1	1			
	Plantas cactácea, suculentas y epifitas	3																3	3	3	3
Adaptabilidad	Adaptable	4	4																4	4	4
	Medianamente adaptable	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
	No adáptale	0																			
Distribución	Endémica	4			4					4		4							4	4	4
	Nativa	3	3	3		3	3	3	3		3		3	3	3	3	3	3			
	Exótica	2																			

Criterios utilizados para la determinación de las especies a reubicar																				
Criterios	Clasificación	Valor	Calificación																	
			Árboles			Arbustos							Hierbas					Cactáceas y/o epífitas			
			Juniperus deppeana	*Prunus serotina*	*Buddleja cordata*	*Baccharis conferta*	*Baccharis pteronioides*	*Brickellia veronicifolia*	*Senecio salignus*	*Symphoricarpos*	*Quercus microphylla*	*Buddleja perfoliata*	*Eryngium carlinae*	*Panicum hallii*	*Piptochaetium virescens*	*Setaria parviflora*	*Cheilanthes myriophylla*	*Tillandsia recurvata*	*Coryphantha pycnacantha*	*Mammillaria rhodantha*	*Opuntia streptacantha*
	Invasora	1																		
	Sin información	0																		
Total			**10**	**5**	**6**	**7**	**7**	**7**	**7**	**8**	**7**	**8**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**8**	**11**	**11**	**11**

De acuerdo a los resultados anteriores, las especies con puntuación mayor o superior a 10 son las que se rescatarán: *Coryphantha pycnacantha, Mammillaria rhodantha, Opuntia streptacantha y Juniperus deppeana.*

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, éstos 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-059-SEMARNAT-2010**

Con estatus (Si cumple con este punto se propone una reubicación en 100% y se descartan los demás criterios): 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 (Si cumple con este punto resta 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 AP, con un número de individuos mayor a 8,000.

Abundante (Si cumple con este punto resta 20%): En este nivel el número de individuos es mayor a 1,500 pero menor a 8,000 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 1,500.

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.

Las siguientes categorías se aplican únicamente a las especies que se han adaptado al territorio mexicano, y que, por ende, presentan una amplia distribución como los géneros *Eucalyptus* y *Schinus.*

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 sus características físicas son fáciles de extraer, ya que presentan una raíz capaz de extraerse en óptimas condiciones (completa).

Difícil extracción (Si cumple con este punto resta 10%): Son aquellas especies que por sus características físicas se dificulta obtener un individuo completo sin lastimarlo.

- **Propagación**

Alta (Si cumple con este punto resta 15%): Son aquellas especies que presentan una alta probabilidad de extenderse y/o reproducirse de manera natural.

Media (Si cumple con este punto resta 10%): Son aquellas especies que presentan una probabilidad media de extenderse y/o reproducirse de manera natural.

Bajo (Si cumple con este punto suma 10%): Son aquellas especies que por sus condiciones morfológicas presentan una baja probabilidad de extenderse y/o reproducirse de manera natural.

RESULTADOS OBTENIDOS

Cuadro VI.36. Criterios para la determinación del número de individuos por especies a reubicar.

Criterios utilizados para la determinación del número de individuos a reubicar					
Criterios	**Clasificación**	**Arbóreo**	**Cactáceas y/o epífitas**		
		Juniperus deppeana	*Coryphantha pycnacantha*	*Mammillaria rhodantha*	*Opuntia streptacantha*
Presente en la NOM-059-SEMARNAT	En estatus				
	Sin estatus	90	90	90	90
Presencia	Muy abundante	50	50	50	50
	Abundante				
	Poca abundancia				
	Sin criterios para evaluar				
Distribución	Endémica		55	55	55
	Nativa	55			
	Exótica				
	Invasora				
	Sin información				
Uso y valor cultural	Ornamental				
	Comercial	45			
	Alimento				
	Medicinal				
	Sin uso aparente		45	45	45
Extracción	Fácil				
	Díficil	30	30	30	30
Propagación	Alto	**10**			
	Media		**15**	**15**	**15**
	Bajo				
Total de individuos		125	871	742	814
Porcentaje de rescate		10%	15%	15%	15%
Total de individuos a rescatar		**13**	**131**	**111**	**122**

<u>Se reubicarán 377 individuos pertenecientes a los estratos arbóreo y cactáceas y/o epífitas.</u>

<u>Áreas destinadas a la reubicación</u>

La reubicación de los individuos, se propone en una superficie de 0.345 ha., considerando una densidad de plantación de 1,100 plantas por hectárea. A continuación, se presenta el cuadro de coordenadas. La selección de la superficie, se realizó considerando la cercanía con el proyecto y a las condiciones similares a las del AP.

Cuadro VI.37 Coordenadas UTM WGS84 del área de reubicación

ÁREA DE REUBICACIÓN					
SUPERFICIE: 0.345 HA					
NO	**X**	**Y**	**NO**	**X**	**Y**
1	600819.13	2154712.31	**19**	600842.72	2154833.77
2	600814.58	2154722.73	**20**	600852.36	2154834.31
3	600808.28	2154727.40	**21**	600853.31	2154820.47
4	600809.91	2154732.55	**22**	600855.53	2154810.70
5	600804.56	2154746.07	**23**	600851.35	2154807.78

ÁREA DE REUBICACIÓN					
SUPERFICIE: 0.345 HA					
NO	**X**	**Y**	**NO**	**X**	**Y**
6	600802.53	2154761.84	**24**	600852.56	2154794.67
7	600806.74	2154760.76	**25**	600856.02	2154783.54
8	600813.12	2154758.14	**26**	600854.52	2154774.62
9	600825.10	2154762.33	**27**	600854.61	2154764.25
10	600831.12	2154760.39	**28**	600855.29	2154748.69
11	600834.89	2154766.97	**29**	600854.07	2154742.39
12	600829.96	2154778.19	**30**	600855.97	2154741.34
13	600832.27	2154781.90	**31**	600850.74	2154727.51
14	600835.26	2154788.00	**32**	600847.47	2154720.55
15	600838.25	2154798.01	**33**	600850.68	2154709.69
16	600840.46	2154815.11	**34**	600843.84	2154706.08
17	600836.88	2154827.22	**35**	600834.11	2154709.92
18	600837.39	2154832.27	**36**	600824.98	2154716.01

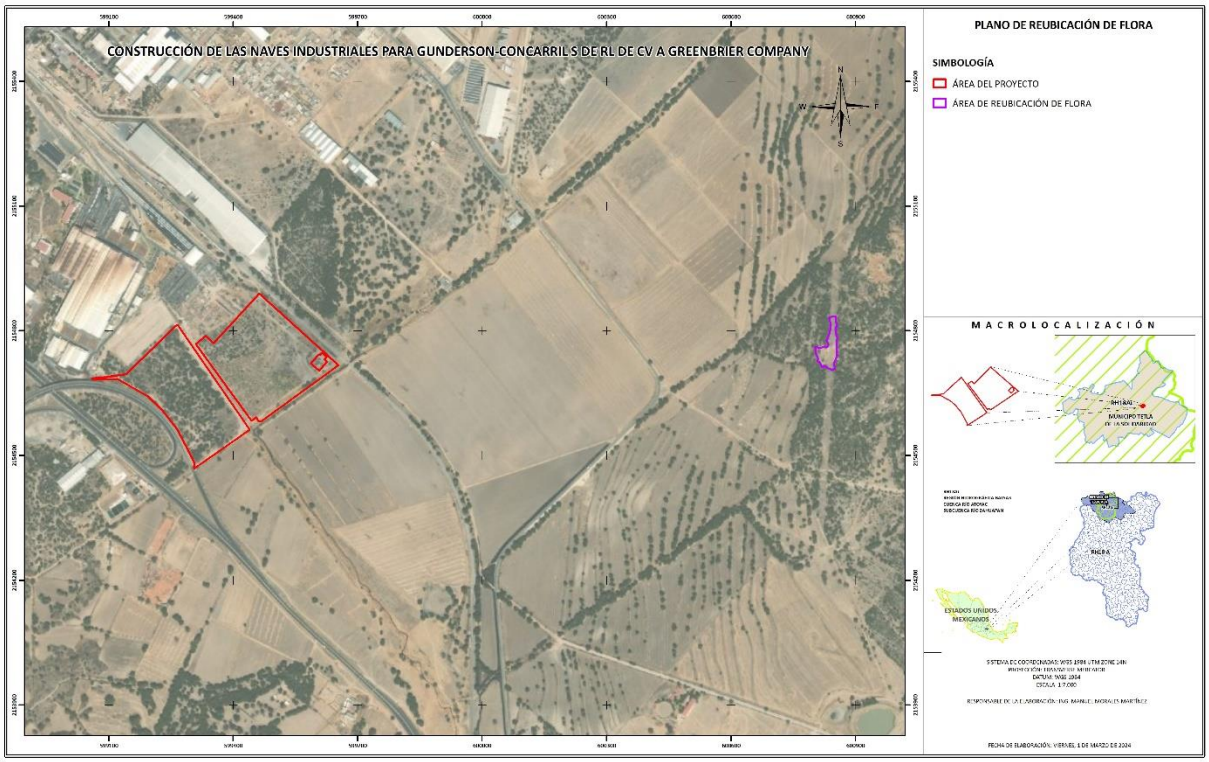


Figura VI.9 Plano de áreas de reubicación de flora

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; Levins 1996). Específicamente para el presente estudio, se establecen estrategias para

conservar la vegetación aún existente en el área del proyecto, aplicando técnicas para favorecer el rescate y reubicación de las familias Cactaceae y Cupressaceae, y reubicarlas en el área establecida.

A continuación, se presenta el listado de las especies identificadas durante la toma de información.

Cuadro VI.38. Especies propuestas para su rescate y reubicación.

Especies a reubicar							
Estrato arbóreo							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**N**	**% rescate**	**Total de individuos**
1	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Sabino	125	10%	13
Subtotal					**125**		**13**
Estrato de cactáceas y/o epífitas							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**N**	**% rescate**	**Total de individuos**
1	Cactaceae	*Coryphantha*	*Coryphantha pycnacantha*	Biznaga partida chiche de burro	871	15%	131
2	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria rhodantha*	Biznaga de cabezas aureas	742	15%	111
3	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	814	15%	122
Subtotal					**2,427**		**364**
Total					**2,552**		**377**

PERSPECTIVA DE ÉXITO

Al rescatar a las especies presentes dentro de la superficie del proyecto se asegura la continuidad de los organismos en el ecosistema. Además, el correcto rescate, reubicación y mantenimiento de los ejemplares extraídos nos deberá asegurar como mínimo la sobrevivencia del 80% de los mismos.

COSTOS

Cuadro VI.39. Costos estimados del rescate y reubicación de las especies de flora.

COSTO RESCATE Y REUBICACIÓN DE EJEMPLARES				
Concepto	**Unidad**	**Cantidad**	**Costo unitario**	**Subtotal**
Carretilla	Pieza	1	$1,000.00	$1,000.00
Tinta indeleble	Pieza	1	$500.00	$500.00
Costales	Pieza	1	$10.00	$10.00
Palas	Pieza	2	$60.00	$120.00
Picos	Pieza	2	$120.00	$240.00
Pinzas	Pieza	1	$60.00	$60.00
Jornales	Personal	4	$200.00	$800.00
Cicatrizante, fertilizante foliar.	Kg	1	$250.00	$250.00
Equipo de seguridad (Googles, botas, chaleco, casco, guantes de carnaza, polainas)	Equipos	4	$1,070.00	$4,280.00
Asistencia Técnica	Personal	1	$12,000.00	$12,000.00
TOTAL				**$19,260.00**

Para mayor detalle respecto al rescate y reubicación de flora, se realizó el programa ANEXO 8. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA del capítulo VIII.

Mantenimiento de flora rescatada

Una vez concluida la reubicación, será necesario darles mantenimiento post-reubicación, esto con la finalidad de asegurar la supervivencia del mayor número posible de ejemplares reubicados. Las actividades a realizar incluyen: riegos de auxilio, fertilización, enraizador y deshierbe. En casos extremos, como con la detección de pudriciones, la planta puede ser extraída y tratada hasta su recuperación.

Asimismo, con el fin de evaluar el porcentaje de supervivencia de los individuos trasplantados, se recomienda realizar monitoreo en el transcurso de cada período anual (cinco años), durante estas visitas se evaluará el vigor y si se requiere la aplicación de medidas especiales.

Control y Seguimiento: El rescate y reubicación de especies, deberán ejecutarse periódicamente, **contemplando una supervivencia del 80%** de las densidades manejadas, **presentando un informe final con la memoria constructiva y evidencia de la ejecución del programa.**

VI.1.4.5 FAUNA.

MODIFICACIÓN DEL HÁBITAT

ESCENARIO SIN PROYECTO

En la superficie para el AP se tiene la siguiente diversidad de especies de fauna:

- Reptiles – 3 especies con 15 individuos.
- Aves – 9 especies con 46 individuos.
- Mamíferos – 3 especies con 9 individuos.

ESCENARIO CON PROYECTO

La ejecución del proyecto afectará básicamente a toda el área de cambio de uso de suelo, pues se removerá toda la vegetación del área en cuestión para dar lugar a la infraestructura propuesta y dejar el suelo expuesto a las condiciones climáticas, por lo que *toda la fauna existente se verá afectada.*

ESCENARIO CON PROYECTO Y APLICANDO LAS MEDIDAS CORRESPONDIENTES

- **Rescate y reubicación de ejemplares de fauna (medida de mitigación)**

Con el propósito de no afectar individuos de alguna especie de fauna silvestre en las actividades efectuadas durante las etapas de desmonte, extracción de materias primas, despalme y transporte de material orgánico, se implementarán acciones de ahuyentamiento y reubicación.

AVIFAUNA

Generalmente la avifauna tenderá a huir al inicio de las actividades en el AP debido a su amplio rango de desplazamiento. De igual manera en muchos casos, las actividades del proyecto no suponen un riesgo para las especies de aves, debido a que algunas de ellas se encuentran ampliamente adaptadas a actividades antropogénicas.

En el caso de encontrar organismos que tengan establecidos nidos en las zonas de vegetación, deberá establecerse un programa de localización de nidos en los sitios de desmonte. En primera instancia se tratará de reubicar las nidadas a las áreas contiguas para que nutran alteración y los progenitores ubiquen a los polluelos y sigan alimentándolos; en caso de que esta situación no ocurra, se procederá al rescate de los polluelos, los cuales deberán ser trasladados a sitios de crianza (UMAS o zoológicos) para su alimentación en caso de que la madre abandone el nido. Se recomienda y establece exclusivamente el ahuyentamiento de la avifauna por medio de megáfono/corneta.

TÉCNICAS DE AHUYENTAMIENTO

- ✓ Reproducción de sonidos

Cuadro VI.40. Descripción de las técnicas de ahuyentamiento de avifauna.

Técnica	Tipo de estímulo	Descripción	Particularidades
Reproducción de sonidos	Auditivo	La reproducción de sonidos busca generar estrés ambiental y por consiguiente un desplazamiento.	Durante la aplicación de esta metodología se utilizará un megáfono/corneta, el cual resulta un eficiente ahuyentador tanto para aves, como para mamíferos y reptiles.

MASTOFAUNA

Aun cuando se encontraron en su mayoría evidencias indirectas de mastofauna en el AP durante el muestreo, es necesario tomar en cuenta a este grupo de fauna debido a que el área es potencialmente paso para varias especies de mamíferos.

Tomando en cuenta que la mastofauna es altamente susceptible al desplazamiento al percatarse del movimiento inusual y ruido constante, además de que los mamíferos reportados solo se encuentran de paso; se recomienda y establece para mamíferos grandes, el uso de ahuyentadores de sonido como el megáfono/corneta. Para el caso de mamíferos medianos y pequeños se recomienda el uso de trampas Tomahawk y tipo Sherman.

TÉCNICAS DE AHUYENTAMIENTO

- ✓ Reproducción de sonidos

Cuadro VI.41. Técnicas de ahuyentamiento de mastofauna.

Técnica	Tipo de estímulo	Descripción	Particularidades
Reproducción de sonidos	Auditivo	La reproducción de sonidos busca generar estrés ambiental y por consiguiente un desplazamiento.	Durante la aplicación de esta metodología se utilizará un megáfono/corneta, el cual resulta un eficiente ahuyentador tanto para aves, como para mamíferos y reptiles.

HERPETOFAUNA

TÉCNICAS DE CAPTURA

- Captura directa

La técnica directa, corresponde al método mayormente empleado para la captura de reptiles, especialmente lagartijas e iguanas. Dicha técnica depende de la tolerancia de la especie, velocidad y tamaño

de la misma, la cual consiste en la captura rápida de la especie para inmovilizarla, manipulándola del cuello y torso, nunca de la cola, ya que se pueden desprender de la misma como mecanismo de defensa y puede representar un daño para la especie. El método más efectivo para la captura viva de lagartijas son los descritos por Donoso-Barros (1966) y Mella (2005).

- Captura mediante gancho herpetológico (serpientes).

Para la captura segura, responsable y efectiva de la herpetofauna, es conveniente hacer el manejo sólo con el gancho herpetológico para evitar lesiones en el ejemplar, así como en quien hace el manejo, para ello, se sujetará a las serpientes encontradas en el primer tercio del cuerpo con el gancho herpetológico, y teniendo a la mano un tupper con seguros. Una vez sujeto el ejemplar una segunda persona abrirá el tupper y será colocado el ejemplar dentro para después sellar el tupper, y confinando el espécimen.



Imagen VI.12. Técnicas de captura directa de lacertilios y serpientes.

TÉCNICAS DE AHUYENTAMIENTO

- ✓ Reproducción de sonidos

Cuadro VI.42. Descripción de las técnicas de ahuyentamiento de herpetofauna.

Técnica	Tipo de estímulo	Descripción	Particularidades
Reproducción de sonidos	Auditivo	La reproducción de sonidos busca generar estrés ambiental y por consiguiente un desplazamiento.	Durante la aplicación de esta metodología se utilizará un megáfono/corneta, la cual resulta un eficiente ahuyentador tanto para aves, como para mamíferos y reptiles.

ÁREAS DE UBICACIÓN DE LA FAUNA SILVESTRE

La reubicación se establecerá en las áreas irreductibles, mismas que no serán afectadas con la realización del proyecto, en donde se presenten similitud de hábitats y el tipo de vegetación, es decir, con las mismas características bióticas y físicas de las especies de fauna encontradas, de tal forma que se pueda garantizar la supervivencia y continuidad de las poblaciones.

A continuación, se observa el área propuesta para llevar a cabo la reubicación de las especies que serán rescatadas. En las áreas sujetas a CUSTF se encuentra el tipo de vegetación correspondiente a Bosque de táscate, es por esto que el área propuesta para la reubicación deberá contar con las mismas condiciones.

Cuadro VI.43 Coordenadas UTM de las áreas de reubicación

Superficie (ha)	No	Coordenadas	
		X	Y
22.6968	1	601341.76	2154967.76
	2	600886.36	2154959.31
	3	601069.64	2155286.76
	4	601388.57	2155515.99
	5	601560.23	2155288.74
	6	601564.53	2155123.4
	7	601341.76	2154967.76

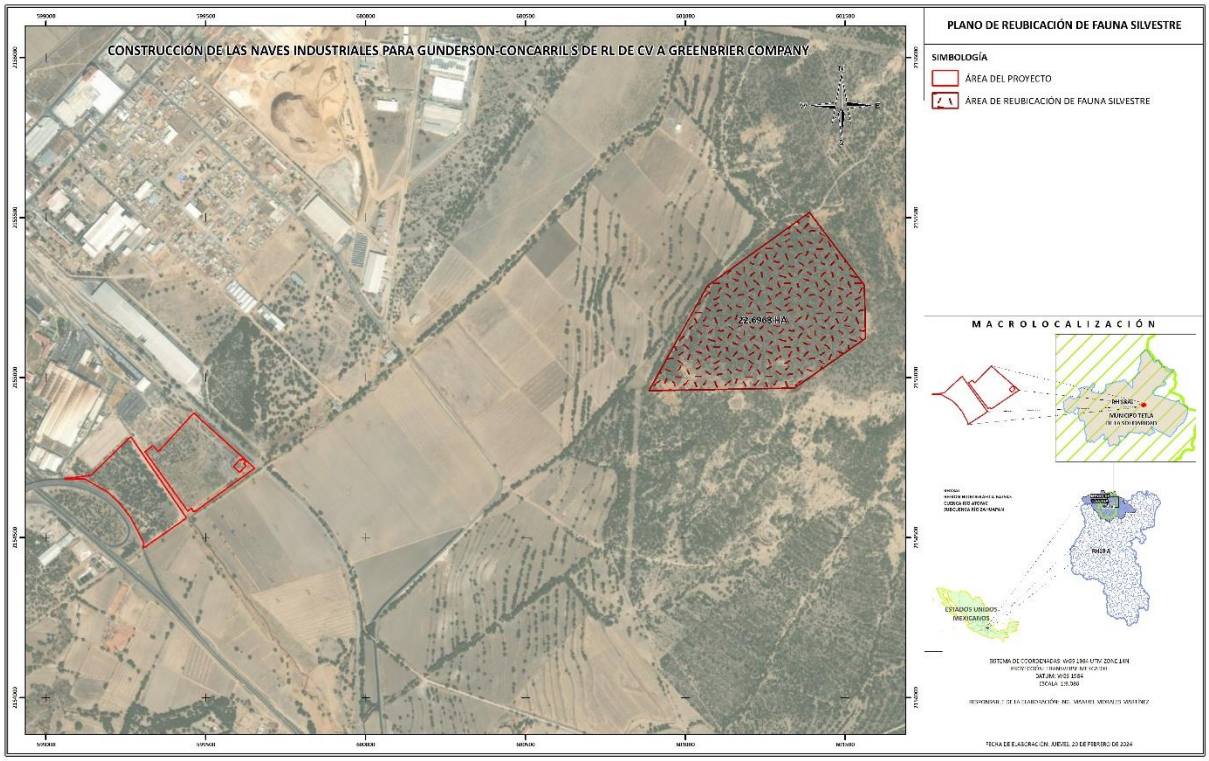


Figura VI.10 Áreas propuestas para la reubicación de fauna silvestre rescatada en el AP.

COSTOS

A continuación, se mencionan los costos del material necesario para poder llevar a cabo el Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna silvestre en el AP.

Cuadro VI.44 Cotización de material de gasto único.

Cotización de material de gasto único.					
CONCEPTO		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO ($)	SUBTOTAL ($)
Material de apoyo	Gancho herpetológico	Pieza	2	$ 1,200.00	$ 2,400.00
	Guantes de carnaza	Pieza	2	$ 80.00	$ 160.00
	Bolsas de manta	Pieza	5	$ 100.00	$ 500.00
	Trampas Sherman	Pieza	5	$ 1,000.00	$ 5,000.00
	Trampas Tomahawk	Pieza	3	$ 900.00	$ 2,700.00
	Megáfono	Pieza	1	$ 250.00	$ 250.00
	GPS	Pieza	1	$ 4,500.00	$ 4,500.00
	Cámara fotográfica	Pieza	1	$ 5,000.00	$ 5,000.00

Cotización de material de gasto único.					
CONCEPTO		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**COSTO UNITARIO ($)**	**SUBTOTAL ($)**
	Otros (guías de identificación, bitácora, cinta)	Pieza	1	$ 700.00	$ 700.00
Equipo de seguridad	Chaleco	Pieza	2	$ 200.00	$ 400.00
	Lentes	Pieza	2	$ 100.00	$ 200.00
	Polainas	Pieza	2	$ 400.00	$ 800.00
	Casco	Pieza	2	$ 215.00	$ 430.00
	Botiquín	Pieza	1	$ 100.00	$ 100.00
TOTAL					**$ 23,140.00**

Cuadro VI.45. Cotización de personal y activos de gasto constante

Cotización de personal y activos de gasto constante.						
CONCEPTO	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**COSTO UNITARIO/MES**		**SUBTOTAL MENSUAL ($)**	
Especialistas	Profesional	1	$	10,000.00	$	10,000.00
Auxiliares	Jornalero	1	$	4,000.00	$	4,000.00
Subtotal					**$**	**14,000.00**

Cuadro VI.46. Inversión total

Inversión total			
CONCEPTO	**COSTO UNITARIO ($)**	**TOTAL DE MESES**	**MONTO TOTAL (12 MESES)**
Personal/activos	14,000.00	60	$840,000.00
Material (gasto único)	23,140.00		$23,140.00
TOTAL			**$863,140.00**

El "Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre" contempla un gasto único aproximado al inicio del proyecto de $23,140.00 (veintitres mil, ciento cuarenta pesos 00/100 M.N.) donde se contempla material de apoyo y equipo de seguridad que serán a largo plazo. Por otro lado, la cotización aproximada por mes de los gastos constantes se estima en $14,000.00 (catorce mil pesos 00/100 M. N.) donde se incluyen los honorarios del especialista, así como de su ayudante, además del uso del vehículo a utilizar. El monto total del "Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna" por toda la duración de cambio de uso de suelo es de $ 863,140.00 (ochocientos sesenta y tres mil, ciento cuarenta pesos 00/100 M.N.).

El monto descrito en el párrafo anterior es una propuesto ellos responden a que puede estar sujeto a cambios, actualizaciones o replanteos en el material a utilizar, así como en el personal y la temporalidad.

Para mayor detalle respecto al ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, se realizó el programa ANEXO 9. PROGRAMA DE AHUYENTAIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA del capítulo VIII.

VI.1.4.6 PAISAJE.

MODIFICACIÓN DEL PAISAJE

- **Platicas de concientización ambiental (Medida de prevención)**

El supervisor ambiental impartirá pláticas e instrucciones al personal de temas clave del medio ambiente, será dirigida a desarrollar conciencia sobre la importancia de conservar la biodiversidad.

PERSPECTIVA DE ÉXITO

La realización de las pláticas permitirá al personal comprender el cuidado del medio ambiente.

COSTOS

Cuadro VI.47. Costos de pláticas de concientización ambiental

CONCEPTO	UNIDAD	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD	COSTO TOTAL ($)
Platica de concientización ambiental	Supervisor ambiental	$100.00	12	$1,200
TOTAL				**$1,200.00**

- **Colocación de carteles preventivos (medida de prevención)**

No se permitirá molestar o atrapar ejemplares de fauna silvestre por los trabajadores y/o personas desconocidas. Por lo que se colocarán 4 carteles o letreros preventivos sobre el cuidado y respeto hacia la flora y la fauna silvestre.

PERSPECTIVA DE ÉXITO

El éxito se reflejará en la colocación de los carteles preventivos**.**

COSTOS

Cuadro VI.48. Costo de carteles preventivos.

CONCEPTO	UNIDAD	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD	COSTO TOTAL ($)
Cartel preventivo (lona)	Metro cuadrado	$100.00	4	$400.00
TOTAL				**$400.00**

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, quedará a responsabilidad de la empresa promovente, quien las ejecutará en conjunto con personal propio o mediante asistencia técnica. Por su parte, la empresa interesada de la obra, nombrará a un Responsable Técnico, cuyo cargo será la responsabilidad de ejecutar las medidas de prevención, mitigación y/o compensación previamente expuestas este 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.
- 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 la supervisión y seguimiento de éstas, 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.49. Programa de vigilancia ambiental.

FACTOR	IMPACTO GENERADO	MEDIDAS		TM	DESCRIPCIÓN DE MEDIDA	META	INDICADOR	ENCARGADO	DURACIÓN	RECURSOS NECESARIOS	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO	CANTIDAD
AGUA	Pérdida de infiltración	M1	Delimitación del área del proyecto	PREVENCIÓN	Previo al inicio de actividades, se realizará la delimitación de la superficie del AP, para evitar la afectación a otras áreas.	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	Material para la delimitación	Registro por medio de evidencia fotográfica	En el perímetro del área del proyecto
		M2	Colocación de un sanitario portátil	PREVENCIÓN	Para impedir la contaminación del agua y suelo, se colocará 1 sanitario portátil dentro del AP, el cuál recibirá mantenimiento periódicamente durante todo el tiempo de actividad.	Impedir la contaminación del agua cercana al AP	Registro de limpieza	Supervisor ambiental y trabajadores	Durante las actividades de cambio de uso de suelo	No aplica	Registro de mantenimiento y memorias fotográficas	1 sanitario
		M3	Construcción de terrazas individuales para el recurso agua	COMPENSACIÓN	Se construirán terrazas individuales para cada uno de los individuos en el área de plantación	Compensar la infiltración perdida en la zona por la implementación del cambio de uso de suelo	Numero de terrazas realizadas	Supervisor ambiental y trabajadores	A la par de que se realice el cambio de uso de suelo	El costo de la elaboración de terrazas individuales es de $ 20,512.00	Bitácora de trabajadores	Se construirán 3,200 terrazas individuales.
CAPTURA DE CARBONO	Pérdida de la captura de carbono	M4	Plantación con especies nativas	COMPENSACIÓN	Para la compensación de la perdida de carbono que se tendrá por la ejecución del proyecto, se plantaran individuos de la especie *Juniperus deppeana* y *Buddleja cordata*	Compensar los impactos negativos que se generarán a la captura de carbono, al recurso agua y suelo que se encuentran actualmente en la superficie de cambio de uso de suelo.	Superficie y número de individuos plantados	Supervisor ambiental y trabajadores	A la par de que se realice el cambio de uso de suelo	El costo para el programa de plantación y su mantenimiento será de $213,009.50	Bitácora de registro de los individuos plantados y memoria fotográfica	Se realizará una plantación de 3,200 individuos
SUELO	Pérdida del suelo	M5	Riegos con agua	PREVENCIÓN	Si el cambio de uso de suelo se realiza en época de estiaje, se realizarán riegos para evitar la dispersión de polvos a la atmósfera y su pérdida por erosión	Evitar la generación de partículas suspendidas que dañen la calidad del aire y evitar la pérdida de suelo	Número de pipas para riego o en su caso litros de agua	Supervisor ambiental y trabajadores	Durante el despalme	Pipas de agua proporcionadas por el promovente	Bitácora del registro de las pipas de agua utilizadas y memoria fotográfica	Riegos semanales con aguas en el AP como en el suelo que sea removido
		M6	Rescate y resguardo del material orgánico	MITIGACIÓN	Con la ejecución del proyecto se removerá el material superficial por lo que se colectará para su posterior uso en el área de plantación	Recuperar la mayor parte de material orgánico removido del AP para proporcionar nutrientes al área de plantación.	Volumen rescatado	Supervisor ambiental y trabajadores	Durante el despalme	Camión para el transporte del material y operador	Bitácora, registro del material almacenado y memoria fotográfica	Se rescatarán 1,471.07 toneladas de material orgánico.

FACTOR	IMPACTO GENERADO	MEDIDAS		TM	DESCRIPCIÓN DE MEDIDA	META	INDICADOR	ENCARGADO	DURACIÓN	RECURSOS NECESARIOS	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO	CANTIDAD
		M7	Acomodo de material vegetal muerto (AMVM) para el recurso suelo	COMPENSACIÓN	Consiste en formar cordones a curvas de nivel con el material resultante de la remoción vegetal del proyecto.	Proporcionar protección al suelo, reducir la erosión hídrica y aumentar el contenido de humedad en el área de plantación	Metros de cordones de material vegetal muerto realizados	Supervisor ambiental y trabajadores	Durante el despalme	Material vegetal resultante de la remoción y personal que realice el acomodamiento, con un costo de $1,687.50	Bitácora de los trabajadores	Se construirán 300 m de cordones de material vegetal muerto.
FLORA	Pérdida de la cobertura vegetal	M8	Rescate y reubicación de especies	MITIGACIÓN	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 8. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA), con el cual se pretende proteger y conservar las especies de flora nativa mediante técnicas apropiadas para garantizar su permanencia.	Conservar la diversidad presente en el AP dentro de la región	Número de ejemplares rescatados y reubicados	Supervisor ambiental y trabajadores	Durante las actividades de cambio de uso de suelo	El costo estimado para el programa de rescate de flora es de $19,260.00	Bitácora de registro de los ejemplares rescatados y reubicados, memoria fotográfica	Se rescatarán 377 especies de flora
FAUNA	Afectación a la fauna presente	M9	Ahuyentamiento de las especies de aves y de algunos mamíferos	PREVENCIÓN	Se realizarán recorridos para el ahuyentamiento de fauna silvestre, estableciendo un mecanismo que disipe las especies 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 AP	Especies encontradas durante el ahuyentamiento	Supervisor ambiental y trabajadores	Durante las actividades de cambio de uso de suelo	Técnico especialista en rescate de fauna y trabajadores	Bitácora de registro de los ejemplares ahuyentados y encontrados y memoria fotográfica	Se realizará el ahuyentamiento de la fauna presente en el AP
	Desplazamiento de especies	M10	Rescate y reubicación de especies de lento desplazamiento	MITIGACIÓN	En el caso de las especies animales de lento desplazamiento, éstas serán capturadas para ser trasladadas y posteriormente liberadas en ecosistemas similares en los cuales no se vislumbre próximo un proceso de afectación, para lo cual, se deberá seguir la metodología del programa (ANEXO 9. PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA).	Conservar la diversidad faunística presente en la región	Número de individuos rescatados y reubicados	Supervisor ambiental y trabajadores	Durante las actividades de cambio de uso de suelo	El costo estimado para el programa de ahuyentamiento de fauna será de $863,140	Bitácora del avistamiento de especies de fauna ahuyentadas y bitácora de registro de los ejemplares rescatados y reubicados, y material fotográfico	Se rescatarán las especies de fauna que no se hayan desplazado con el ahuyentamiento
PAISAJE	Modificación al paisaje	M11	Pláticas de concientización ambiental	PREVENCIÓN	El supervisor ambiental impartirá pláticas e instrucciones al personal de temas clave del medio ambiente, serán dirigidas a desarrollar conciencia sobre la importancia de conservar la biodiversidad.	Que se respete el medio ambiente en el que se va a llevar a cabo el proyecto	La realización de las pláticas al personal	Supervisor ambiental	Durante los 3 meses del proyecto	Se estima un costo de $1,200.00	Bitácora de cumplimiento, registro del personal que asistió a la plática y memoria fotográfica	1 vez a la semana, durante los 3 meses del proyecto.
		M12	Colocación de carteles preventivos	PREVENCIÓN	No se permitirá molestar o atrapar ejemplares de fauna silvestre por los trabajadores y/o personas desconocidas, ni la extracción de ejemplares de flora silvestres. Por lo que se colocarán carteles o letreros preventivos sobre el cuidado y respeto hacia la flora y la fauna silvestre.	Colocación de los carteles en el área del proyecto	Carteles instalados en el área del proyecto	Supervisor ambiental y trabajadores	Durante los 3 meses del proyecto	Se estima un costo de $400	Bitácora de cumplimiento y memoria fotográfica de la colocación de los carteles	4 carteles en el AP

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 **3 meses, mismos que se consideran para la ejecución del cambio de uso de suelo**. Para prevenir, mitigar y/o compensar los impactos ocasionados por la implementación del mismo, se proponen acciones específicas para los componentes (suelo, agua, flora, fauna y servicios ambientales), las cuales están calendarizadas en el siguiente cronograma de actividades:

Cuadro VI.50. Cronograma general de las actividades y medidas contra impactos.

Etapa	Obra y/o actividad	Programa de trabajo calendarizado							
		Mes			Año				
		1	2	3	1	2	3	4	5
Cambio de uso de suelo en terrenos forestales	Desmonte	X	X	X					
	Extracción de materias primas	X	X	X					
	Despalme	X	X	X					
Medidas de prevención, mitigación y/o compensación	Delimitación de las áreas de trabajo	X							
	Platicas de concientización ambiental	X	X	X					
	Ahuyentamiento de fauna silvestre	X	X	X					
	Rescate de fauna silvestre con o sin categoría (NOM-059)	X	X	X					
	Rescate de flora silvestre con o sin categoría (NOM-059)	X	X	X					
	Colocación de carteles preventivos	X							
	Colocación de sanitarios portátiles	X	X	X					
	Rescate del material orgánico	X	X	X					
	*Riegos con agua	X	X	X					
	Construcción de terrazas individuales para el recurso agua				X				
	Construcción de los cordones de acomodo de material vegetal muerto				X				
	Plantación				X				
Monitoreo y seguimiento de las medidas	Mantenimiento de los individuos de flora reubicados				X	X	X	X	X
	Monitoreo de las especies de fauna silvestre				X	X	X	X	X
	Mantenimiento de las terrazas individuales				X	X	X	X	
	Mantenimiento de los cordones de acomodo de material vegetal muerto				X	X	X		
	Mantenimiento de la plantación				X	X	X	X	X

*Esta actividad se realizará únicamente si la ejecución del CUS se lleva a cabo en época de estiaje

VI.3 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO)

Posterior al cambio de uso de suelo, se ejecutará el seguimiento de algunas acciones propuestas; por ejemplo: se realizará el monitoreo de las especies de flora rescatadas durante el cambio de uso de suelo y posterior a ello (5 años), así como el chequeo y mantenimiento de la plantación 5 años posteriores a su ejecución.

Es importante señalar que, el encargado de verificar que todas medidas propuestas se cumplan, será el supervisor ambiental o el especialista encargado de ejecutar el cambio de uso de suelo.

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 su 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.51. Indicadores del seguimiento de las medidas propuestas.

FACTOR	IMPACTO GENERADO	MEDIDAS	INDICADOR	MEDIDA ADICIONAL
AGUA	Pérdida de infiltración	Restringir las actividades solo al área del proyecto	Perímetro de la superficie sujeta a evaluación	Para evitar la afectación a áreas aledañas al proyecto se prevé la vigilancia constante de las actividades
		Colocación de un sanitario portátil	Registro de limpieza	Se propone la vigilancia constante del uso del sanitario
		Construcción de terrazas individuales para el recurso agua	Numero de terrazas realizadas	Delimitación de áreas de trabajo, mantenimiento y vigilancia durante y después del CUS.
CAPTURA DE CARBONO	Pérdida de la captura de carbono	Plantación con especies nativas	Superficie y número de individuos plantados	Establecer el cuidado previo y posterior al trasplante de los individuos plantados, por lo que se le dará seguimiento con el programa correspondiente
SUELO	Pérdida del suelo	Riegos con agua	Número de pipas para riego o en su caso litros de agua	Riego en las superficies aledañas al cambio cuando exista acumulación de partículas
		Rescate y resguardo del material orgánico	Volumen rescatado	No se mezclará la capa orgánica de suelo con basura o materiales inertes, de tal forma que pueda ser utilizada en el "área de plantación"
		Acomodo de material vegetal muerto (AMVM) para el recurso suelo	Metros de cordones de material vegetal muerto realizados	Delimitación de áreas de trabajo, mantenimiento y vigilancia durante y después del CUS.
FLORA	Pérdida de la cobertura vegetal	Rescate y reubicación de especies	Número de ejemplares rescatados y reubicados	Establecer el cuidado previo y posterior al trasplante de los individuos, por lo que se les dará seguimiento a las medidas emergentes si es requerido.
FAUNA	Afectación a la fauna presente	Ahuyentamiento de las especies de aves y de algunos mamíferos	Especies encontradas durante el ahuyentamiento	Ahuyentamiento preventivo durante todo el proceso del proyecto
	Desplazamiento de especies	Rescate y reubicación de especies de lento desplazamiento	Número de individuos rescatados y reubicados	Rescate durante todo el proceso del proyecto
PAISAJE	Modificación del paisaje	Pláticas de concientización ambiental	La realización de las pláticas al personal	Asistencia obligatoria del personal a las pláticas

FACTOR	IMPACTO GENERADO	MEDIDAS	INDICADOR	MEDIDA ADICIONAL
		Colocación de carteles preventivos	Carteles instalados en el área del proyecto	Vigilar que no sean retirados los carteles por el personal o personas ajenas al proyecto, en dado caso tendrán que ser repuestos

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 las medidas de mitigación aplicadas, 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 la implementación de la reforestación beneficiará la dinámica y funcionalidad del ecosistema, se realizará una evaluación de sobrevivencia de la misma por año, por lo menos durante un periodo de tres años, el cual se tiene planteado en el cronograma de actividades del programa, 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 necesaria 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 **CONSTRUCCIÓN DE LAS NAVES INDUSTRIALES PARA GUNDERSON-CONCARRIL S DE RL DE CV A GREENBRIER COMPANY**, se desarrolla sobre el tipo de vegetación de bosque de táscate (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 anteriores incluyen diferentes actividades previas, durante y posteriores a la ejecución del proyecto, considerando las diferentes medidas de mitigación y las actividades, el costo total de la inversión estimada es de **$1,465,374.50** En el siguiente cuadro se presenta el costo de la inversión total del proyecto.

Cuadro VI.52. Estimación de los costos totales de las actividades del proyecto y medidas.

CONCEPTO	COSTO TOTAL ($)
Gestión ambiental y restauración*	
Trámites de autorización	$85,415.00
Elaboración de proyectos	$150,000.00
SUBTOTAL	**$235,415.00**
Actividades del proyecto	
Señalización / Delimitación	$3,050.00
Derribo	$12,000.00
Extracción de materias primas	$10,000.00
Despalme	$10,000.00
SUBTOTAL	**$35,050.00**
Medidas de prevención, mitigación y/o compensación	
Delimitación del área del proyecto	$3,050.00
Programa de rescate y resguardo del MO	$67,250.00
Programa de plantación y obras de conservación	$237,009.50
Programa de rescate y reubicación de flora	$19,260.00
Programa de rescate y reubicación de fauna	$863,140.00
Pláticas de concientización ambiental	$4,800.00
Colocación de carteles preventivos	$400.00
SUBTOTAL	**$1,194,909.50**
TOTAL	**$1,465,374.50**

[i] Comisión Nacional Forestal, CONAFOR. (2018). Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras prácticas. México. Editorial Equilátero.
[ii] Comisión Nacional Forestal, CONAFOR (2006). "Protección, restauración y conservación de suelos forestales", MANUAL DE OBRAS Y PRACTICAS, (pp. 202-204) CONAFOR. México.
[iii] 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 Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

ÍNDICE GENERAL

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 2
VII.1 ESCENARIO SIN PROYECTO 2
VII.2 ESCENARIO CON PROYECTO SIN APLICAR LAS MEDIDAS CORRESPONDIENTES 10
VII.3 ESCENARIO CON PROYECTO APLICANDO LAS MEDIDAS CORRESPONDIENTES 12
VII.4 PRONOSTICO AMBIENTAL 15
VII.5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 17
VII.6 BIBLIOGRAFÍA 17

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro VII.1. Erosión hídrica actual de las unidades de análisis. 2
Cuadro VII.2. Erosión eólica actual de las unidades de análisis. 2
Cuadro VII.3. Resultados del balance hídrico de las unidades de análisis. 3
Cuadro VII.4. Riqueza florística en las unidades de análisis. 4
Cuadro VII.5. Número total de individuos por estrato de flora presentes en el área del proyecto. 4
Cuadro VII.6. Número total de individuos por grupo de fauna registrados en el área del proyecto. 4
Cuadro VII.7. Diversidad faunística en las unidades de análisis. 5
Cuadro VII.8. Listado general de las especies de avifauna. 5
Cuadro VII.9. Listado general de las especies de herpetofauna. 6
Cuadro VII.10. Listado general de las especies de mastofauna. 6
Cuadro VII.11. Resultados del Diagnóstico ambiental. 7
Cuadro VII.12. Impactos identificados. 10
Cuadro VII.13. Factores afectados de acuerdo a las actividades cambio de uso de suelo. 11
Cuadro VII.14. Comparación de la infiltración antes y después del proyecto. 11
Cuadro VII.15. Comparativo de la erosión sin y con proyecto. 11
Cuadro VII.16. Medidas de prevención, mitigación y compensación a realizar. 12
Cuadro VII.17. Porcentaje de individuos a plantar por especie. 13
Cuadro VII.18. Porcentaje de individuos a reubicar en relación con el número actual de individuos. 14
Cuadro VII.19. Comparación del Uso de Suelo y Vegetación del año 2005 con el Uso de Suelo y Vegetación del año 2017 en el sistema ambiental. 15
Cuadro VII.20. Consideraciones para determinar la realización del proyecto. 17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VII.1. Imagen del sistema ambiental en el año 2010. 8
Figura VII.2. Imagen del sistema ambiental en el año 2024. 8
Figura VII.3. Uso de suelo y vegetación, serie III en el SA. 16
Figura VII.4. Uso de suelo y vegetación, serie VII en el SA. 16

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen VII.1. Cambios del área del proyecto a lo largo del tiempo. 9

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Considerando la detallada descripción ecológica de las unidades de análisis (Sistema Ambiental y 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 prevención, mitigación y/o compensación sobre los impactos ambientales generados. Cabe hacer mención que únicamente se mostrarán 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 de prevención, mitigación y/o compensación y el escenario con proyecto aplicando las medidas correspondientes.

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 de una multitud de procesos que dan lugar a la pérdida del recurso suelo. Sin embargo, el hombre mediante ciertas actividades, tiende a acelerar dicho proceso, hasta el punto en que las pérdidas no pueden ser compensadas por las tasas naturales de formación del suelo.

Los resultados de la estimación de la erosión actual en el Sistema ambiental y Área del proyecto, se presentan en los cuadros siguientes:

Cuadro VII.1. Erosión hídrica actual de las unidades de análisis.

Unidad de análisis	Erosión hídrica (Ton/Ha/año)	Clase de degradación
Sistema ambiental (SA)	7.18	Ligera
Área del proyecto (AP)	10.16	Ligera

Cuadro VII.2. Erosión eólica actual de las unidades de análisis.

Unidad de análisis	Erosión eólica (Ton/Ha/año)	Clase de degradación
Sistema ambiental (SA)	8.974	Sin erosión
Área del proyecto (AP)	102.39	Ligera

De acuerdo a los datos presentados anteriormente, la erosión que muestra menor impacto es la eólica, ya que el SA la considera como "sin erosión" y en el AP se considera como "Ligera". Lo anterior puede deberse a los vientos moderados (130 a 160 km/hr) que se presentan tanto en el SA como en el AP.

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 unidades de análisis.

SA (m^3/año)		
Balance hídrico	**m^3/año**	**%**
Volumen precipitado	64,751,506.66	100.00
Volumen EVT	47,161,561.22	72.83
Volumen escurrimiento	9,077,012.58	14.02
Volumen infiltración	**8,512,932.86**	**13.15**

BH	**1.0**

AP (m^3/año)		
Balance hídrico	**m^3/año**	**%**
Volumen precipitado	60,313.67	100.00
Volumen EVT	49,619.90	82.27
Volumen escurrimiento	2,163.25	3.59
Volumen infiltración	**8,530.52**	**14.14**

BH	**1.0**

De acuerdo a la metodología empleada para el cálculo del balance hídrico, tenemos que, actualmente en el Área del proyecto se infiltra una cantidad de 8,530.52 m^3, cantidad que, comparada con la que se infiltra en el SA de 8,512,932.86 m^3 se puede considerar como poca, por lo tanto, la afectación con el proyecto no se consideraría significativa.

BIODIVERSIDAD

Otro factor importante para conocer el estado de conservación de las unidades de análisis es la biodiversidad de flora y fauna, la cual es indicadora del estado de conservación de un sitio.

Flora

De acuerdo con el muestreo realizado para la flora en las unidades de análisis, se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro VII.4. Riqueza florística en las unidades de análisis.

RIQUEZA ESPECÍFICA				
ÁREA	**ESTRATO**	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**
Área del proyecto (AP)	Arbóreo	4	4	4
	Arbustivo	5	7	8
	Herbáceo	4	6	6
	Cactáceas y/o epífitas	2	4	4
TOTAL		**15**	**21**	**22**

ÁREA	**ESTRATO**	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**
Sistema ambiental	Arbóreo	3	3	3
	Arbustivo	5	7	8
	Herbáceo	3	5	5
	Cactáceas y/o epífitas	2	4	4
TOTAL		**13**	**19**	**20**

Cuadro VII.5. Número total de individuos por estrato de flora presentes en el área del proyecto.

ESTRATO	N° INDIVIDUOS TOTAL
Arbóreo	23,795
Arbustivo	56,065
Herbáceo	5,169,995
Cactáceas y/o epífitas	149,285
Total	**5,399,140**

Fauna

Dado que el grupo de los vertebrados, son de los ejemplares más fáciles de muestrear por su tamaño, hábitos ecológicos y tomando en cuenta su susceptibilidad a que la perturbación genere cambios en sus estructuras comunitarias se propuso el muestreo de tres ensambles ecológicos, los cuales corresponden a la avifauna, herpetofauna y mastofauna.

Los datos obtenidos en el muestreo para la fauna silvestre en las unidades de análisis son los siguientes:

Cuadro VII.6. Número total de individuos por grupo de fauna registrados en el área del proyecto.

GRUPO	N° DE REGISTROS
Avifauna	46
Herpetofauna	15
Mastofauna	9
Total	**70**

Cuadro VII.7. Diversidad faunística en las unidades de análisis.

ÁREA DEL PROYECTO				
GRUPO	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**ABUNDANCIA**
AVIFAUNA	7	9	9	46
HERPETOFAUNA	3	3	3	9
MASTOFAUNA	3	3	3	15
SISTEMA AMBIENTAL				
GRUPO	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**ABUNDANCIA**
AVIFAUNA	13	19	22	114
HERPETOFAUNA	5	8	8	47
MASTOFAUNA	6	7	8	58

✓ AVIFAUNA

A continuación, se presenta el listado de avifauna y algunos de sus atributos; estado de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010; y en su caso, si en las poblaciones adyacentes tienen algún uso (comestible, ornamental, etc.).

Cuadro VII.8. Listado general de las especies de avifauna.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus						No. registros
				NOM-059	IUCN	CITES	Ten. Pob.	Distr.	Resi.	
1	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma de collar turca	SC	LC	SC	Creciente	Exótica-Invasora	INT	4
2	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R	4
3	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R	19
4	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pizón mexicano	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R	4
5	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	SC	LC	SC	Estable	Nativa	R	4
6	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	SC	LC	SC	Decreciente	Exótica-Invasora	INT	3
7	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgrís	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R	5
8	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiroi orejas blancas	SC	LC	II	Decreciente	Nativa	R	1
9	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R	2
9	**TOTAL**									**46**

De acuerdo a lo consultado en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ninguna especie se encuentra con categoría. Por otro lado, al ser una zona urbanizada los habitantes aledaños no suelen hacer uso de alguna categoría etnobiológica.

Al comparar el número de especies encontradas en cada sitio de estudio con sus abundancias, encontramos que el área del proyecto y el área de influencia respecto al sistema ambiental presentaron una riqueza baja pero, abundancias superiores, este fenómeno se ha documentado en diversos estudios; como en Schondube *et al*. (2010); que al comparar la riqueza y abundancias de aves a nivel de puntos de muestreo entre zonas urbanas y hábitats con baja intensidad de perturbación humana (Asentamientos humanos, Cultivos, Pastizales, Matorrales, Plantaciones, Bosques nativos); se encontró que las zonas urbanas presentaron una riqueza 60% menor a la de los bosques; mientras que sus abundancias fueron hasta tres veces mayores. Se han reportado resultados similares para ciudades ubicadas en diferentes latitudes y hábitats (matorral desértico, bosques de coníferas, pastizales, bosques de *Eucalyptus*, bosques lluviosos subtropicales y templados, matorrales costeros, y bosques de encino); (Schondube et al. 2018).

En razón de lo anterior, lo que se observa en la estructura avifaunística del área del proyecto, es un desequilibrio ecológico producto de la perturbación provocada por la antropización. Se genera un proceso de sucesión ecológica, asentándose especies tolerantes a la perturbación, y desplazando a las menos tolerantes a sitios más conservados.

✓ HERPETOFAUNA

A continuación, se presenta el listado de la herpetofauna y algunos de sus atributos; estado de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010; y en su caso, si en las poblaciones adyacentes tienen algún uso etnobiológico (comestible, ornamental, etc.).

Cuadro VII.9. Listado general de las especies de herpetofauna.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus					No. registros
				NOM-059	IUCN	CITES	Ten. Pob.	Distr.	
1	Plestiodontidae	*Plestiodon brevirostris*	Eslizón chato	SC	LC	SC	Estable	Endémica	1
2	Colubridae	*Conopsis lineata*	Culebra terrestre del centro	SC	LC	SC	Estable	Endémica	1
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus bicanthalis*	Lagartija espinosa trasvolcánica	SC	LC	SC	Estable	Endémica	13
3	**Total**								**15**

De las especies registradas, ninguna se encuentra en la categoría, de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que el proyecto no compromete la subsistencia de las espécies. Ninguna de las especies tiene algún uso etnobiológico, dado que los pueblos aledaños se encuentran urbanizados.

La diversidad de herpetofauna en el área del proyecto es escasa así como, en el área de influencia, Cuando el área de proyecto en un tiempo determinado no se encontraba aislado por barreras físicas (antropogénicas); la diversidad herpetofaunística pudo ser alta, sin embargo al generarse un efecto aislante en el área esta diversidad comenzó a descender, impidiendo la entrada de nuevos individuos, así como su salida, aunado a ello la poca movilidad de los ejemplares de la Familia Phrynosomatidae por su ecología térmica (poiquiloterma). Tomando en cuenta la existencia de estas especies, pueden ser reubicadas en áreas más favorables para su desarrollo, y generar diversidad genética que pueda posibilitar la supervivencia de su descendencia.

Las especies presentes en el área de proyecto se encuentran registradas en el área de influencia. Las especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo se registraron en el sistema ambiental por lo que, el desarrollo del proyecto no compromete su supervivencia y conservación.

A continuación, se enlista las especies de mastofauna registradas en el área del proyecto, así como en el área de influencia; sus abundancias, estado de conservación y en su caso, si en las poblaciones adyacentes tienen algún uso etnobiológico (comestible, ornamental, etc.).

☆ MASTOFAUNA

A continuación, se enlista las especies de mastofauna registradas en el área del proyecto, así como en el área de influencia; sus abundancias, estado de conservación y en su caso, si en la población adyacente tienen algún uso etnobiológico (comestible, ornamental, etc.).

Cuadro VII.10. Listado general de las especies de mastofauna.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus					No. registros
				NOM-059	IUCN	CITES	Ten. Pob.	Distr.	
1	Cricetidae	*Peromyscus maniculatus*	Ratón norteamericano	SC	LC	SC	Estable	Nativa	**3**

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus					No. registros
				NOM-059	IUCN	CITES	Ten. Pob.	Distr.	
2	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo de monte	SC	LC	SC	Decreciente	Nativa	**5**
3	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	SC	LC	SC	Estable	Nativa	**1**
3	**Total**								**9**

De acuerdo a lo consultado en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ninguna de las especies listadas se encuentra dentro de la norma. Por otro lado, al ser una zona urbanizada los habitantes aledaños no suelen hacer uso de alguna categoría etnobiológica. Ecológicamente el área de proyecto, así como el área circundante se encuentra aislada, inmersa en una urbe en desarrollo, estas barreras físicas generadas por el hombre fragmentan el paisaje y limitan la continuidad de varios procesos biológicos, entre ellos la diversidad genética. Grupos biológicos como las aves tienen una ventaja para su desplazamiento, situación que en el caso de la herpetofauna y mastofauna resulta complicado.

✓ DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Tomando en consideración algunos aspectos mencionados con anterioridad en el apartado IV.3.1.5, en donde se hace un diagnóstico ambiental, en el que se muestra 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 alta, siendo el factor atmósfera el que presentan la categoría de media, flora y fauna y socioeconómicos presenta categorías consideradas como moderadamente altas.

Cuadro VII.11. Resultados del Diagnóstico ambiental.

Elemento	Índice de Calidad Ambiental	Categoría
Atmósfera	56.6	Media
Suelo	64.1	Moderadamente Alta
Agua	59.52	Media
Flora y fauna	52.9	Media
Socioeconómico	70.8	Moderadamente alta

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 cómo dentro del sistema ambiental los principales cambios de uso de suelo se deben a actividades encaminadas a la urbanización de la zona.



Figura VII.1. Imagen del sistema ambiental en el año 2010.



Figura VII.2. Imagen del sistema ambiental en el año 2024.

En la imagen siguiente, se muestra el Área del proyecto a través de los últimos 10 años.



Imagen VII.1. Cambios del área del proyecto a lo largo del tiempo.

Se puede observar que, en el transcurso de esos 10 años se han presentado grandes cambios en la zona colindante al AP, dado que la urbanización se ha apoderado de grandes zonas, sin embargo, en el AP no se han presentado grandes cambios a pesar de ser una zona considerada como urbana, por lo que, de no ejecutar el proyecto, se seguiría con la misma tendencia.

VII.2 ESCENARIO CON PROYECTO SIN APLICAR LAS MEDIDAS CORRESPONDIENTES

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, mencionado 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.12. Impactos identificados.

Medio	Factor	Subfactor	Indicador de impacto	Significancia de los impactos
Abiótico	Agua	Infiltración	Pérdida de agua	No significativo
	Aire	Calidad	Suspensión de partículas	No significativo
		Ruido	Contaminación acústica ambiental	No significativo
	Suelo	Erosión	Aumento de la erosión	No significativo
			Pérdida de material orgánico	No significativo
Biótico	Flora	Diversidad	Pérdida de la cobertura vegetal	No significativo
		Cobertura vegetal		
		Abundancia		
	Fauna	Diversidad	Modificación del hábitat	No significativo
		Abundancia		
Perceptual	Paisaje	Incidencia visual	Modificación del paisaje	No significativo
		Calidad del paisaje		

Debido a que la mayor afectación se llevará durante todas las actividades de cambio de uso de suelo, en el siguiente cuadro se muestra en que actividad se ve afectado cada factor.

Cuadro VII.13. Factores afectados de acuerdo a las actividades cambio de uso de suelo.

Fases del proyecto / Elementos		Sistema ambiental												
		Físico natural											Socioeconómico	
		Abiótico				Biótico					Perceptual		Económico	
		Agua	Aire		Suelo	Flora			Fauna		Paisaje		Empleo	
		Infiltración	Calidad	Ruido	Erosión	Diversidad	Cobertura	Abundancia	Diversidad	Abundancia	Hábitat	Incidencia visual	Calidad del paisaje	Empleo
Cambio de uso de suelo	Delimitación del área del proyecto				*									*
	Desmonte	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Extracción de materias primas provenientes del desmonte	*	*	*	*							*	*	*
	Despalme	*	*	*	*							*	*	*
	Transporte de material orgánico	*	*	*	*							*		*

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 del área del proyecto, ya que éste se encuentra dentro del sistema ambiental.

Impactos al agua

Retomando los valores de infiltración actual en las unidades de análisis y el valor con remoción de la vegetación en el AP, podemos observar que con dicha remoción habrá una importante pérdida en la infiltración, ésta pasará de 8,530.52 m^3 a 2,384.55 m^3, lo que representa el 0.00002% con respecto al SA.

Cuadro VII.14. Comparación de la infiltración antes y después del proyecto.

Balance hídrico	Sistema ambiental	Área del proyecto actual	Área del proyecto con remoción	Diferencias
Volumen precipitado (m^3/año)	64,751,506.66	60,313.67	60,313.67	--
Volumen EVT(m^3/año)	47,161,561.22	49,619.90	49,619.90	--
Volumen escurrimiento (m^3/año)	**9,077,012.58**	**2,163.25**	**8,309.21**	**6,145.96**
Volumen infiltración	**8,512,932.86**	**8,530.52**	**2,384.55**	**-6,145.96**

Impactos al suelo

De acuerdo a los datos presentados a continuación, con la implementación del proyecto, se estima una pérdida de 337.65 ton., resultado de la diferencia de la erosión con remoción menos la erosión actual.

Cuadro VII.15. Comparativo de la erosión sin y con proyecto.

Tipo de erosión	Erosión actual por año (9.8071 ha) ton/año	Erosión sin vegetación (9.8071 ha) ton/año	Diferencia
Hídrica	10.16	40.65	30.49
Eólica	102.39	409.55	307.16

Biodiversidad

Para el caso de la biodiversidad, la afectación sobre las diferentes especies de flora y fauna será total, es decir, no quedará 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.15) calificándolos como **no significativos** (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 CORRESPONDIENTES

En relación a los diferentes impactos que se generarán por la elaboración 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.16. Medidas de prevención, mitigación y compensación a realizar.

MEDIO	FACTOR	IMPACTO GENERADO	MEDIDA		TIPO DE MEDIDA
ABÍOTICO	AGUA	Pérdida de infiltración	M1	Delimitación del área del proyecto	PREVENCIÓN
			M2	Colocación de un sanitario portátil	PREVENCIÓN
			M3	Construcción de terrazas individuales para el recurso agua	COMPENSACIÓN
	CAPTURA DE CARBONO	Pérdida de la captura de carbono	M4	Plantación con especies nativas	COMPENSACIÓN
	SUELO	Pérdida del suelo	M5	Riegos con agua	PREVENCIÓN
			M6	Rescate y resguardo del material orgánico	MITIGACIÓN
			M7	Acomodo de material vegetal muerto (AMVM) para el recurso suelo	COMPENSACIÓN
BÍOTICO	FLORA	Pérdida de la cobertura vegetal	M8	Rescate y reubicación de especies	MITIGACIÓN
	FAUNA	Afectación a la fauna presente	M9	Ahuyentamiento de las especies de aves y de algunos mamíferos	PREVENCIÓN
		Desplazamiento de especies	M10	Rescate y reubicación de especies de lento desplazamiento	MITIGACIÓN
PERCEPTUAL	PAISAJE	Modificación al paisaje	M11	Pláticas de concientización ambiental	PREVENCIÓN
			M12	Colocación de carteles preventivos	PREVENCIÓN

La implementación de medidas de prevención, mitigación y/o 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 prevención, mitigación y/o compensación de impactos que se pudieran generar por la construcción del proyecto.

- ✓ **Agua**

Para reducir la infiltración se proponen 2 medidas de prevención. Las medidas de prevención incluyen la delimitación de las áreas (restringir las actividades sólo al AP) y la construcción de 3,200 terrazas individuales para los individuos a plantar.

- ✓ **Aire**

Para reducir la suspensión de partículas, se proponen medidas de prevención como el establecimiento de horarios de trabajo fijos permitidos por la normatividad vigente, de modo que esto evite largas jornadas laborales que provoquen la generación e incremento de partículas suspendidas, también se humedecerán las superficies en donde exista polvo para evitar la dispersión de partículas, realizando los riegos solamente en épocas de secas. De la misma forma, se realizará el chequeo y mantenimiento de la maquinaria a emplear y se cubrirán con una capa de riego los camiones que transporten el material orgánico, por último, la superficie desmontada deberá permanecer expuesta el menor tiempo posible, para evitar el transporte de polvos por el viento. Además, estará prohibida la quema de basura y material orgánico resultante de la limpieza.

Para la pérdida se confort sonoro tenemos lo siguiente: 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.

- ✓ **Suelo**

Para prevenir el aumento de la erosión hídrica y eólica se debe reducir el tiempo entre el desmonte y el despalme, evitando así la exposición prolongada de la capa orgánica, también se establece como medida de mitigación el rescate del material orgánico para emplearlo en el acondicionamiento de la plantación. Además, se propone como medida de compensación, la construcción de 300 metros de acomodo de material vegetal muerto.

Para evitar que los diversos residuos generados contaminen el área, se realizará una clasificación de contenedores para el depósito y almacenamiento de éstos, evitando principalmente una mala disposición de los residuos sólidos y se le dará mantenimiento en cada intervención de la ejecución del proyecto.

- ✓ **Flora**

La plantación se realizará y establecerá en la superficie propuesta, con especies representativas tal como se menciona a continuación:

Cuadro VII.17. Porcentaje de individuos a plantar por especie.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	SUP. A PLANTAR	% POR ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	REPOSICIÓN 40%
Juniperus deppeana	Táscate	3.00	94	3,000	1,200
Buddleja cordata	Tepozán		6	200	80
TOTAL		**3.00**	**100**	**3,200**	**1,280**

Para atenuar la pérdida de cobertura vegetal se propone como medida de mitigación la ejecución de un Programa de Rescate y Reubicación de Especies de Flora Silvestre, con el propósito de proteger y conservar especies de flora nativa que especialmente se encuentran dentro del área de afectación.

Con el rescate de flora se estarán conservando las especies existentes en el área del proyecto que tienen una importancia ecológica alta.

Cuadro VII.18. Porcentaje de individuos a reubicar en relación con el número actual de individuos.

Especies a reubicar							
Estrato arbóreo							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**N**	**% rescate**	**Total de individuos**
1	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Sabino	125	10%	13
Subtotal					**125**		**13**
Estrato de cactáceas y/o epífitas							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**N**	**% rescate**	**Total de individuos**
1	Cactaceae	*Coryphantha*	*Coryphantha pycnacantha*	Biznaga partida chiche de burro	871	15%	131
2	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria rhodantha*	Biznaga de cabezas aureas	742	15%	111
3	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	814	15%	122
Subtotal					**2,427**		**364**
Total					**2,552**		**377**

Fauna

La fauna tiene menores consecuencias por la ejecución del proyecto, debido a su gran movilidad, a excepción de los reptiles; sin embrago, las medidas de prevención consisten en realizar recorridos para el ahuyentamiento de fauna silvestre, aún más en el caso de especies animales de lento desplazamiento éstas deberán ser capturadas mediante trampas, para ser trasladadas y posteriormente liberadas en ecosistemas similares. Para ello se propone un Programa de ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre con y sin estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Paisaje

Para evitar la modificación del paisaje se proponen 4 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, la impartición de pláticas de concientización ambiental al personal que labore en el proyecto, la instalación de carteles preventivos en donde se especifique la importancia del cuidado del medio ambiente y la colocar contenedores para los residuos sólidos. Por el lado de la medida de mitigación esta dice que se tendrá atención a la limpieza y retiro de la maquinaria y como medida de compensación, se realizará una plantación con especies nativas que permita regresar el paisaje a un estado similar.

En conclusión, las medidas propuestas dentro del documento ayudan a garantizar que desde el inicio del proyecto se minimicen o eviten impactos ambientales que pudieran ser irreparables a largo plazo; 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 mayor 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 éste, es necesario evaluar las principales causas de cambio de uso de suelo y en qué cantidad se dan en un periodo de tiempo determinado.

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 VII del año 2017, se puede observar que la zona urbana ocupa la mayor parte del territorio.

Cuadro VII.19. Comparación del Uso de Suelo y Vegetación del año 2005 con el Uso de Suelo y Vegetación del año 2017 en el sistema ambiental.

Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie (ha) Serie III	% Serie III	Superficie (ha) Serie VI	% Serie VII	Diferencia en superficie (ha)	Diferencia en %	Estado
Agricultura de riego anual	0.348	0.00%	0.655	0.01%	-0.308	0.00%	Aumento
Agricultura de riego semipermanente	188.261	2.02%	188.278	2.02%	-0.017	0.00%	Aumento
Agricultura de temporal anual	3,384.023	36.36%	3295.437	35.41%	88.586	0.95%	Disminuyo
Agricultura de temporal anual y permanente	549.741	5.91%	814.254	8.75%	-264.513	-2.84%	Disminuyo
Asentamientos humanos	280.992	3.02%	125.697	1.35%	155.295	1.67%	Aumento
Bosque de encino	125.689	1.35%	840.933	9.04%	-715.245	-7.69%	Disminuyo
Bosque de táscate	821.712	8.83%	33.303	0.36%	788.410	8.47%	Aumento
Cuerpo de agua	33.300	0.36%	0.000	0.00%	33.300	0.36%	Aumento
Pastizal inducido	991.223	10.65%	1489.989	16.01%	-498.766	-5.36%	Disminuyo
Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	367.127	3.95%	262.501	2.82%	104.626	1.12%	Aumento
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	70.313	0.76%	385.456	4.14%	-315.142	-3.39%	Disminuyo
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de táscate	2,493.396	26.79%	1869.622	20.09%	623.774	6.70%	Aumento
Total	**9,306.12**	**100.00%**	**9,306.12**	**100.00%**	**--**	**--**	**--**

En las Figuras siguientes, se presenta visualmente lo mostrado en el Cuadro anterior, que corresponde a los cambios que se han suscitado a lo largo de 12 años con respecto al uso de suelo. Uno de los más llamativos es la completa extinción de los cuerpos de agua.

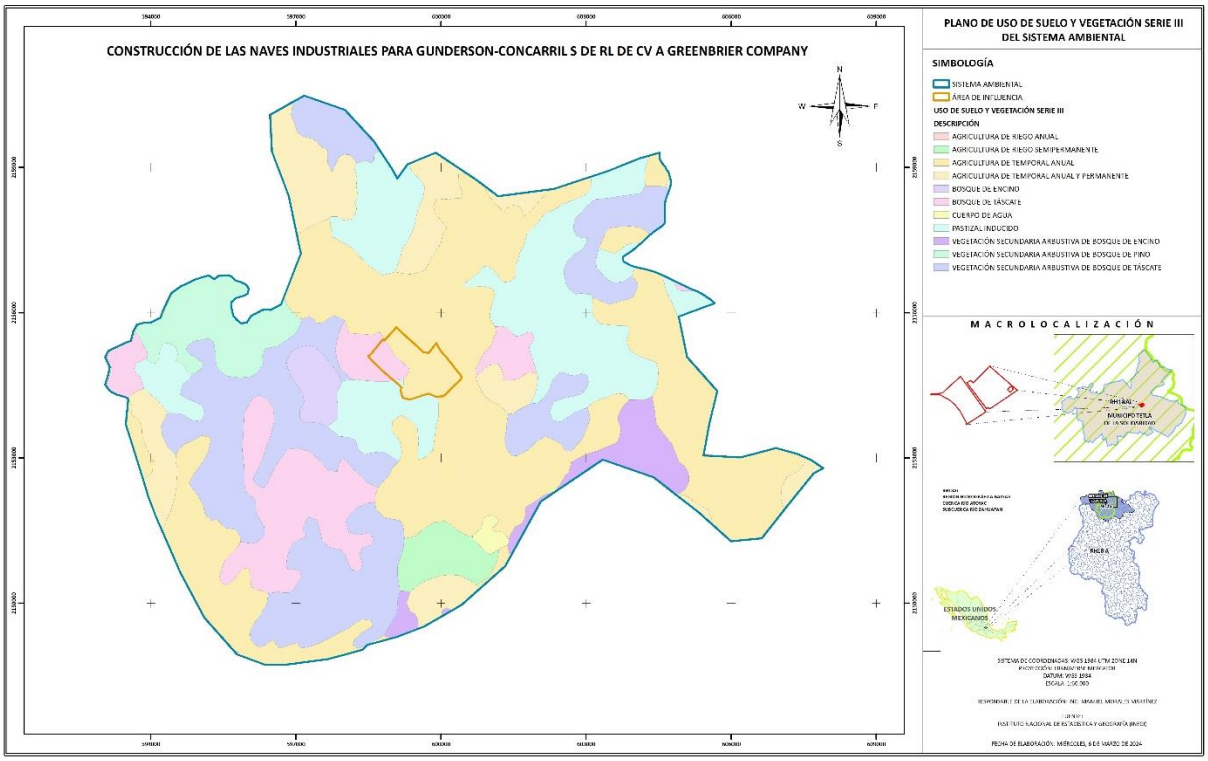


Figura VII.3. Uso de suelo y vegetación, serie III en el SA.

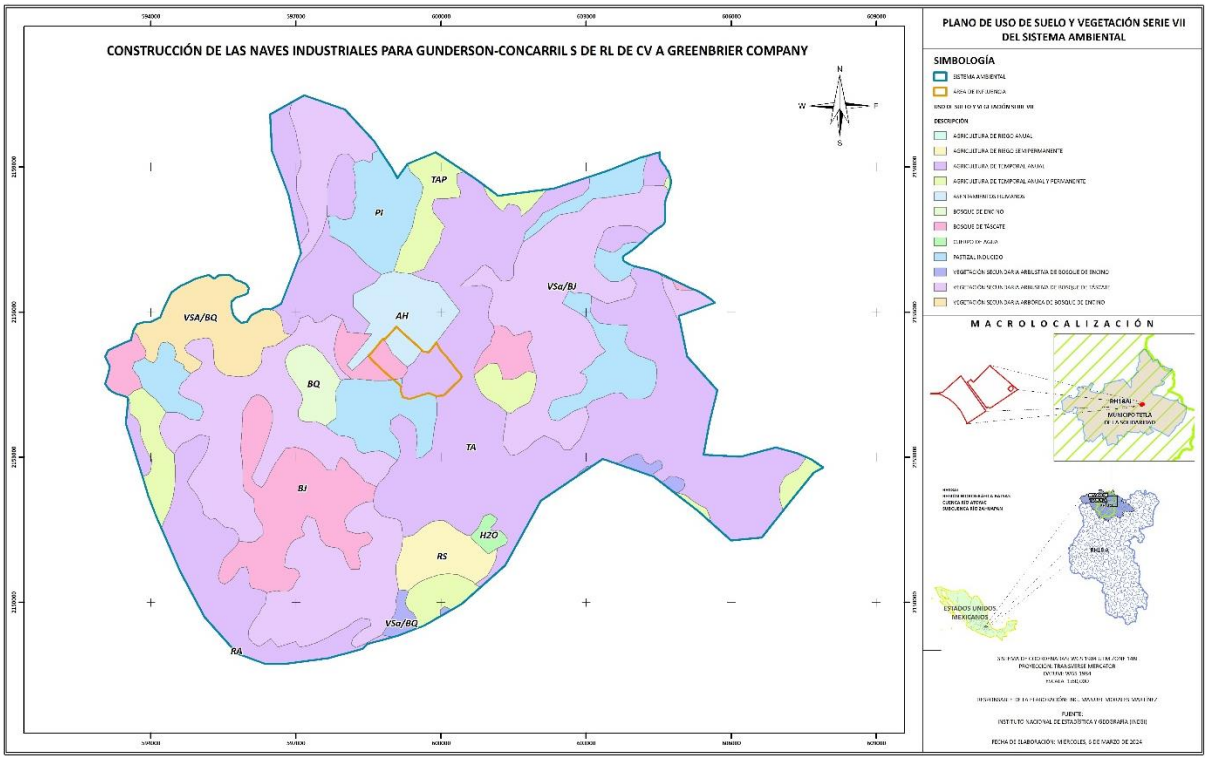


Figura VII.4. Uso de suelo y vegetación, serie VII en el SA.

Haciendo una comparación, tenemos que la superficie del proyecto abarca una extensión de 9.8071 hectáreas, mientras que la dimensión territorial del Sistema ambiental cuenta una superficie total de 9,306.1248 hectáreas; por lo que la superficie de afectación del proyecto con respecto al sistema ambiental representa únicamente el 0.105% de la superficie total de este, por lo que no es representativo. A pesar de lo anterior, ***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.20. 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.
	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	La inversión requerida del proyecto se estima que es de $1,465,374.50
	Impactos ambientales	Los riesgos ambientales que se pudieran presentar se prevé eliminarlos o en su defecto minimizarlos y/o compensarlos 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 en éste un mayor estado de conservación que el seleccionado en un primer momento.

Derivado de lo anterior se considera como factible la implementación del proyecto en el área determinada, ya que traerá consigo beneficios socioeconómicos como la implementación de empleos permanentes en la región, de forma directa e indirecta, durante la ejecución del mismo, además de que se adquirirán algunos insumos para la ejecución de las obras dentro de los establecimientos locales, lo que sumará a la derrama económica de los lugareños. Es importante señalar que de haber impactos ambientales estos serán de bajo impacto, y estos se minimizarán al máximo con la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación necesaria.

VII.6 BIBLIOGRAFÍA

- ✓ **Bradley C.A., S.E. J. Gibbs y S.Altizer. 2008. Urban and land use predicts West Nile virus exposure in song birds. Ecological Applications, 18(5): 1083-1092.**
- ✓ **Greger, M. 2007. The Human/Animal Interface: Emergence and Resurgence of Zoonotic Infectious Diseases. Critical Reviews in Microbiology, 33:243–299.**
- ✓ **McFarlane R., A. Sleigh y T. McMichael. 2012. Synanthropy of wild mammals as a determinant of emerging infectious diseases in the Asian-Australasian region. EcoHealth, DOI: 10.1007/s10393-012-0763-9.**

- ✓ **Rojo-Vázquez, J. 2001. Algunos aspectos sobre zoonosis y salud pública. Medicina Veterinaria, 18(3): 316-326.**
- ✓ **Schondube, J. E., I. MacGregor-Fors, L. Morales-Pérez, E. López y M. E. Mendoza. 2010. Ecología espacial de las aves. Pp. 100-105. En Cram, S., L. Galicia e I. Israde (Eds.), Atlas de la cuenca de Cuitzeo. Análisis de su geografía y entorno socioambiental. Universidad Nacional Autónoma de México y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México DF, México.**
- ✓ **Schondube, J. E., Chávez-Zichinelli, C., Lindig-Cisneros, R., López-Muñoz, E.C., MacGregor-Fors, I., Maya-Elizarrarás, E., Morales-Pérez, L., Salaverria, C., Quesada-Lara, J. y Tapia-Harris, C. 2018. Aves en paisajes modificados por actividades humanas. Ecología y conservación de fauna en ambientes antropizados, cap. 12, p. 207-232.**

CAPÍTULO VIII
IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

ÍNDICE GENERAL

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES. 1
VIII.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN 1
VIII.1.1 CARTOGRAFIA 1
VIII.1.2 FOTOGRAFIAS 1
VIII.1.3 VIDEOS 1
VIII.2 OTROS ANEXOS 1
VIII.2.1 MEMORIAS 2

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

VIII.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Acorde y paras dar cumplimiento a la guía para la elaboración de la manifestación de impacto ambiental modalidad regional, capitulo VIII, el promovente presentará tres ejemplares de la MIA (uno impreso y dos en medio magnético); de los cuales uno será utilizado para consulta pública.

VIII.1.1 CARTOGRAFIA

En el A*nexo 10. Cartografía por capitulo* se encuentran los planos del proyecto **"CONSTRUCCIÓN DE LAS NAVES INDUSTRIALES PARA GUNDERSON-CONCARRIL S DE RL DE CV A GREENBRIER COMPANY.",** se encuentran por capítulo, y cada plano cuenta con el nombre del proyecto, nombre del plano, simbología, nombre de quien lo elaboro y fecha de elaboración. Utilizando cartografía de INEGI serie VI, cada plano contiene la escala a la que fueron realizados.

La descripción de la región de estudio y sus diferentes elementos, la ubicación del área del proyecto y sus características se elaboraron con un análisis de la información geográfica georreferenciada, habiendo en el proyecto usado imágenes de satélite mapas y planos de localización.

VIII.1.2 FOTOGRAFIAS

En el proyecto **"CONSTRUCCIÓN DE LAS NAVES INDUSTRIALES PARA GUNDERSON-CONCARRIL S DE RL DE CV A GREENBRIER COMPANY."** se integra el anexo fotográfico en el *Anexo 11. Anexo fotográfico*, donde se muestran las fotografías georreferenciadas dentro del área de proyecto, cada fotografía cuenta con su descripción, mostrando las condiciones generales del área del proyecto, coordenadas UTM.

VIII.1.3 VIDEOS

En el proyecto siendo opcional no se consideró necesario anexar un video del sitio, asimismo, 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

En cumplimiento con el capítulo VIII se presentan los siguientes Anexos adicionales en la carpeta y en el CD de Anexos, del proyecto como a continuación se presentan:

ANEXO 1. DOCUMENTACION LEGAL DEL PROMOVENTE

ANEXO 2. DOCUMENTACION LEGAL

ANEXO 3. DOCUMENTOS DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

ANEXO 4. COORDENADAS UTM DEL SA-AI-AP

ANEXO 5. METODOLOGIA EROSION Y BALANCE H

ANEXO 6. PROGRAMA DE RESCATE Y DE M.O.

ANEXO 7. PROGRAMA DE PLANTACION Y OBRAS DE CONSERVACION.

ANEXO 8. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACION DE FLORA.

ANEXO 9. PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACION DE FAUNA.

ANEXO 10. CARTOGRÁFIA POR CAPÍTULO

ANEXO 11. ANEXO FOTOGRÁFICO

ANEXO 12. MEMORIAS DE CÁLCULO POR CAPÍTULO

- CAPÍTULO IV
  - ANEXO IV.A. EROSIÓN_SAR
  - ANEXO IV.B. EROSIÓN_AP
  - ANEXO IV.C. BALANCE_H
  - ANEXO IV.D. TAMAÑO_MUESTRA_UA
  - ANEXO IV.E. ÍNDICES_FLORA_UA
  - ANEXO IV.F. CÁLCULO_ VOLUMEN
  - ANEXO IV.G. ÍNDICES DE FAUNA SAR
  - ANEXO IV.H. ÍNDICES DE FAUNA AP
- CAPÍTULO VI
  - ANEXO VI. A. MEMORIA DE CALCULO AGUA
  - ANEXO VI. B. MEMORIA DE CALCULO CARBONO
  - ANEXO VI. C. MEMORIA DE CALCULO SUELO.

ANEXO 13. GLOSARIO DE TERMINOS

VIII.2.1 MEMORIAS

En el A*nexo 12. Memorias de cálculo por capítulo se* encuentran todas las memorias de cálculo generadas y utilizadas en el proyecto **““CONSTRUCCIÓN DE LAS NAVES INDUSTRIALES PARA GUNDERSON-CONCARRIL S DE RL DE CV A GREENBRIER COMPANY.””,** se encuentran organizadas por capítulo.