I. Nombre del área que clasifica.

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

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

(FF-SEMARNAT-117) Manifestación de Impacto Ambiental.

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

La información correspondiente a 1. Domicilio particular, 2. Correo electrónico, 3. Teléfono, 4. RFC y 5. Inversión

IV. Fundamento legal, indicando el nombre del ordenamiento, el o los artículos, fracción(es), párrafo(s) con base en los cuales se sustente la clasificación; así como las razones o circunstancias que motivaron la misma.

La información señalada se clasifica como confidencial con fundamento en los artículos 113, fracción I, de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública y 116 primer párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública. Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

V. Firma del titular del área.

SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE
RECURSOS NATURALES
DELEGACION FEDERAL
ESTADO DE PUEBLA

Mtro. Fernando Silva Triste.
Subdelegado de Administración e Innovación
Con fundamento en lo dispuesto por los artículos 6 fracción XVI, 32, 33, 34, 35 y 81 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 SEMARNAT en el Estado de Puebla, previa designación[1] firma el C. Fernando Silva Triste, Subdelegado de Administración e Innovación.

VI. Fecha, número e hipervínculo al acta de la sesión de Comité donde se aprobó la versión pública.

ACTA_04_2024_SIPOT_4T_2023_ART69, en la sesión celebrada el 19 de enero del 2024

Disponible para su consulta en:
http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2024/SIPOT/ACTA_04_2024_SIPOT_4T_2023_ART69.pdf

1 Realizada por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales mediante oficio Núm. 00129 de fecha 01 de marzo de 2023, como encargado del despacho de los asuntos competencia de la Oficina de Representación de la SEMARNAT en el Estado de Puebla.

CAPÍTULO I

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

ÍNDICE GENERAL

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DE ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 2
I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO 2
I.1.1. NOMBRE DEL PROYECTO 2
I.1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO 2
I.1.3. TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO 7
I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 7
I.2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL 7
I.2.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE 7
I.2.3. NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL 7
I.2.4. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL 7
I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. 8
I.3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL. 8
I.3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES 8
I.3.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO 8
I.3.4. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO 8
I.3.5. NÚMERO DE INSCRIPCIÓN EN REGISTRO FORESTAL NACIONAL (NÚMERO, LIBRO, TIPO Y VOLUMEN) 9
I.3.6. IDENTIFICACIÓN OFICIAL 9
I.4. PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL 9

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro I.1. Coordenadas del polígono del área del proyecto. 4
Cuadro I.2. Cronograma de actividades. 7

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1. Localización del proyecto. 3
Figura I.2. Plano topográfico del área del proyecto. 5

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

“MI BODEGA AURRERA TEHUACÁN LIBRAMIENTO”

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR

I.1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto que se somete a evaluación se ubica en una Fracción del terreno que se desprende del lote número 7 del Rancho Tochapa, Municipio de Tehuacán, estado de Puebla.

A continuación, se presenta el plano de localización del área del proyecto (AP):

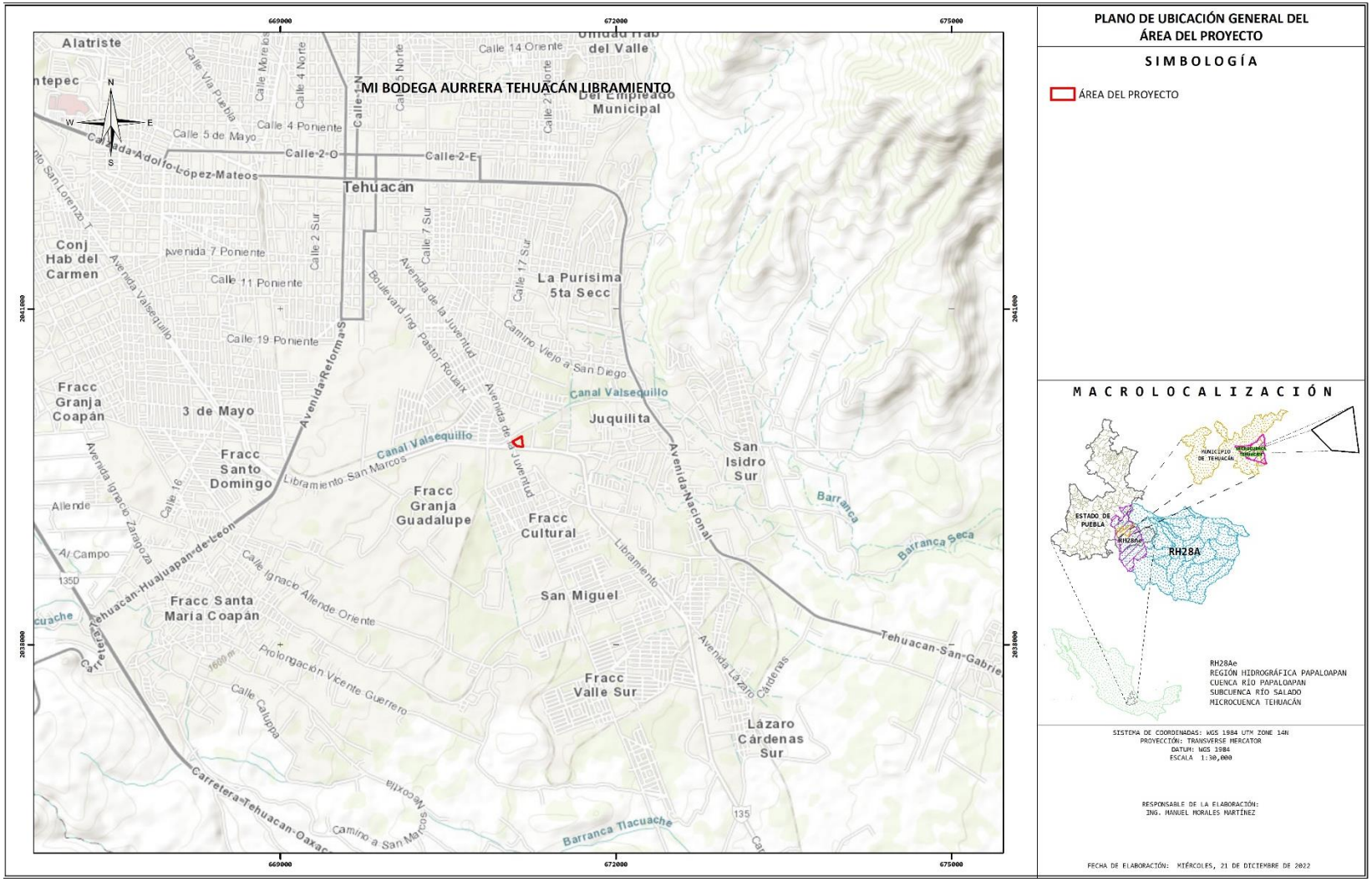


Figura I.1. Localización del proyecto.

Las coordenadas UTM (Zona 14 Q Datum WGS 84) del polígono que corresponde al área del proyecto se presentan en el Cuadro I.1.

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

ÁREA DEL PROYECTO		
SUPERFICIE: 0.5109 HA		
No	**X**	**Y**
1	671115.68	2039772.46
2	671169.98	2039768.14
3	671158.35	2039860.33
4	671075.92	2039813.98
5	671075.99	2039813.89
6	671115.68	2039772.46

En la Figura I.2 se presenta el plano topográfico del área del proyecto:

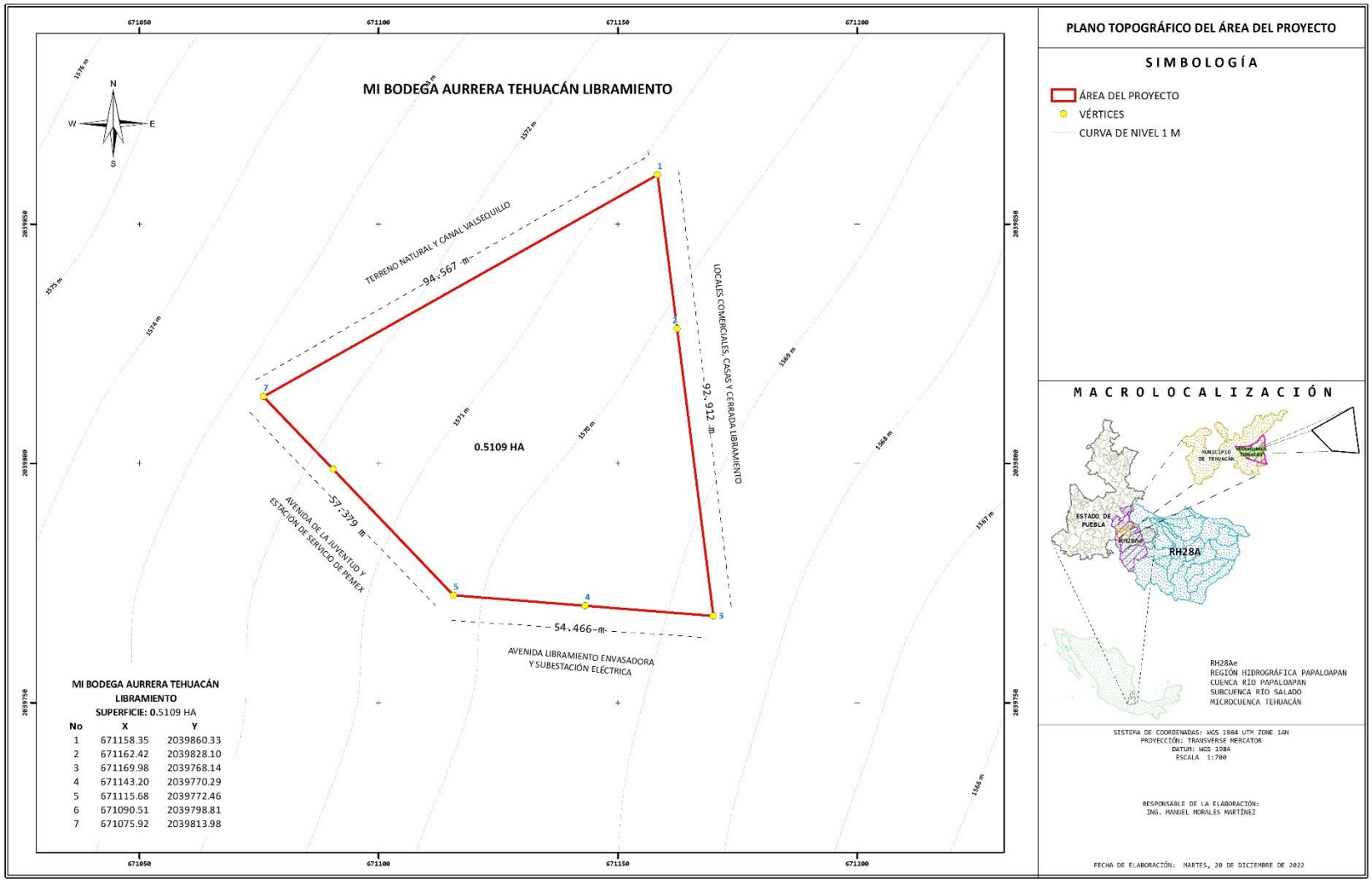


Figura I.2. Plano topográfico del área del proyecto.

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

UBICACIÓN DEL PROYECTO RESPECTO A ZONAS DE RIESGO

El proyecto no se encuentra dentro de zonas de riesgo como cañones, lechos ni cauces de arroyos ni zonas de fallas geológicas, sin embargo, de acuerdo al Atlas de Riesgo Municipal de Tehuacán[1], el proyecto se encuentra inmerso en los siguientes riesgos y vulnerabilidades:

Concepto	Indicadores	Grado
Riesgos	Inundaciones	Valor medio
	Tormenta eléctricas	Valor bajo
	Granizo	Valor bajo
	Temperatura mínimas	Valor alto
	Temperatura máxima	Valor medio
	Sismos	Valor medio
	Inflamables	Valor medio
	Incendios forestales	Valor bajo
	Subsidencia y hundimientos	Valor alto
	Concentraciones masivas	Valor más bajo
	Relleno sanitario	Valor más bajo
Vulnerabilidades	Carencias sociales	Valor más bajo
	índice de vulnerabilidad social	Valor más bajo
	Índice de vulnerabilidad física	Valor más bajo
	Grado de marginación	Valor más bajo
	Discapacidad	Valor más bajo
	Hacinamiento	Sin datos
	Pobreza	Valor más bajo
	Riesgo total	**Valor bajo**

Es decir, el proyecto se ubica en una superficie con un riesgo de inundación, temperatura máxima, sismicidad e inflamable medio, y con un riesgo alto de temperaturas máximas y subsidencia y hundimientos. Pese a los conceptos anteriores, el riesgo total es considerado como bajo.

Por otra parte, área del proyecto *no* se encuentra dentro de ninguna área natural protegida (ANP), de carácter municipal, estatal o federal. Las más cercanas son; Tehuacán-Cuicatlán, el Pico de Orizaba, Cañón del Río Blanco y Los Tuxtlas.

Tampoco se encuentra dentro de algún área de importancia para la conservación de las aves (AICAS).

Además, *no* encuentra dentro de alguna región hidrológica prioritaria, las más cercanas, son; Presa Miguel Alemán cerro de oro y cuenca oriental.

En relación a las regiones terrestres prioritarias (RTP), la superficie del proyecto *no* se encuentra localizada dentro de alguna región, las más cercanas son:" Valle de Tehuacán-Cuicatlán, a 5.15 km, y "Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe" a 33.12km.

Finalmente, con respecto a los sitios RAMSAR los lugares más cercanos son; la Presa Manuel Ávila Camacho (Presa Valsequillo), las Cascadas de Texolo y su entorno, el Sistema Lagunar Alvarado, la Presa de Atlangatepec, el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano y La Mancha y El Llano.

[1] Gobierno de Tehuacán. (2021). Atlas de Riesgo Municipal Tehuacán, Puebla. CENAPRED. SEDATU. Fuente: http://atlasderiesgo.tehuacan.gob.mx/portal-atlas-riesgo/atlas.html

La descripción a detalle de los componentes anteriores, se presenta en el *Capítulo IV: Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto.*

I.1.3. TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

A continuación, se presenta la calendarización de las actividades que comprenden al proyecto, el cual se desarrollará paulatinamente durante 2 meses. La fecha de inicio estará en función de la autorización por parte de la SEMARNAT.

Cuadro I.2. Cronograma de actividades.

ACTIVIDADES		PERIODO						
		MES		AÑO				
		1	2	1	2	3	4	5
Obras temporales (previas al cambio de uso de suelo)	Delimitación del almacén de maquinaria	X						
	Delimitación del almacén de materiales y herramientas	X						
	Delimitación del almacén de residuos (peligrosos y sólidos urbanos)	X						
	Delimitación de la superficie para el resguardo del material proveniente del despalme	X						
	Instalación de las obras temporales (provisionales)	X						
	Instalación de un sanitario portátil	X						
Actividades del cambio de uso de suelo	Desmonte	X	X					
	Despalme	X	X					
Medidas de prevención, mitigación y/o compensación durante el proyecto		X	X					
Mantenimiento y seguimiento de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación				X	X	X	X	X

I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

EL GANSO ABARROTERO S. de R.L. de C.V.

I.2.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE

Clave del RFC: GAB9101189C1

I.2.3. NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL

Gustavo Luna Aguirre

REPRESENTANTE LEGAL

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

[redacted]

Teléfono: [redacted]

Correo: [redacted]

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

I.3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.

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

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

I.3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES

Clave del RFC: [redacted]

I.3.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

Ing. Manuel Morales Martínez.

I.3.4. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

[redacted]

Correos electrónicos: [redacted]
Teléfonos: [redacted]

COLABORADORES:

Nombre:	Francisco Ávila Argüello Técnico Forestal
Nombre:	Nataly Martínez Vázquez Ingeniero Forestal
Nombre:	Diana Laura Torres Ceballos Maestro en Ciencias Forestales
Nombre:	Manuel Hernández Carlos. Ingeniero Forestal
Nombre:	Angelica Trejo Hernández

Ingeniero Forestal

Nombre: José Augusto Martín Hernández
Licenciado en biología

I.3.5. NÚMERO DE INSCRIPCIÓN EN REGISTRO FORESTAL NACIONAL (NÚMERO, LIBRO, TIPO Y VOLUMEN)

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

Se anexa en: ANEXO 5. DATOS DEL ASESOR TÉCNICO

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

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

CAPÍTULO II
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

ÍNDICE GENERAL

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 3
II.1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO 3
II.1.1. NATURALEZA DEL PROYECTO 3
II.1.2. SELECCIÓN DEL SITIO 4
II.1.3. UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN 5
II.1.4. INVERSIÓN REQUERIDA 9
II.1.5. DIMENSIONES DEL PROYECTO 10
II.1.6. USO DE SUELO ACTUAL 13
II.1.7. URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS REQUERIDOS 17
II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO 28
II.2.1. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO 28
II.2.2. ESTUDIOS DE CAMPO Y GABINETE 29
II.2.2.1. METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA TOMA DE DATOS DE FLORA 29
II.2.2.2. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN 37
II.2.2.3. PROGRAMA DE REUBICIÓN Y RESCATE DE FLORA 38
II.2.3. PREPARACIÓN DEL SITIO 39

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro II.1. Coordenadas del polígono del Área del Proyecto (AP). 5
Cuadro II.2. Coordenadas de las obras temporales 5
Cuadro II.3. Inversión económica estimada en la región por la ejecución del proyecto. 9
Cuadro II.4. Denominación del predio y superficie requerida para el CUS. 11
Cuadro II.5. Dimensiones del camino de acceso al área del proyecto. 19
Cuadro II.6. Cronograma de actividades del proyecto. 29
Cuadro II.7. Representatividad estadística del muestreo 34
Cuadro II.8. Unidades muestreales en la población. 35
Cuadro II.9. Intensidad de muestreo. 35
Cuadro II.10. Coordenadas de los vértices del AP del polígono censado del estrato arbóreo y epífitas y/o cactáceas. 35
Cuadro II.11. Especies presentes por sitio de muestreo en el AP. 36
Cuadro II.12. Modelos para el cálculo de volumen. 38
Cuadro II.13. Volumen a remover en el cambio de uso de suelo. 38
Cuadro II.14. Renuevos a remover en el cambio de uso de suelo. 38
Cuadro II.15. Especies propuestas para su rescate y reubicación. 39
Cuadro II.16. Equipo o maquinaria a usar para cada etapa de la preparación del sitio. 42

Cuadro II.17. Combustible a utilizar en cada etapa de la preparación del sitio. 43
Cuadro II.18. Personal a emplear en la preparación del sitio. 43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1. Ubicación general del proyecto. 6
Figura II.2. Plano de conjunto. 8
Figura II.3. Plano topográfico del área del proyecto. 12
Figura II.4. Uso de suelo y vegetación Serie VI en el área del proyecto. 14
Figura II.5. Uso actual determinado en campo del área del proyecto. 16
Figura II.6. Camino de acceso al área del proyecto. Fuente: elaboración propia. 21
Figura II.7. Plano poligonal del predio. Fuente: Imagen satelital del año 2011. 22
Figura II.8. Plano poligonal del predio. Fuente: Imagen satelital del año 2015. 23
Figura II.9. Plano poligonal del predio. Fuente: Imagen satelital del año 2022. 23
Figura II.10. Plano de los sitios de muestreo en el AP. 36

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen II.1. Ejemplo del tipo de tienda de autoservicio a establecer. 3
Imagen II.2. Zonas colindantes al área del proyecto. 17
Imagen II.3. Condiciones del canal “Dren Valsequillo” 18
Imagen II.4. Condiciones del canal “Dren Valsequillo” (2). 18
Imagen II.5. Condiciones actuales del camino de acceso al AP (1). 19
Imagen II.6. Condiciones actuales del camino de acceso al AP (2). 20
Imagen II.7. Condiciones del área del proyecto con la barda construida (fotografía 1) 24
Imagen II.8. Condiciones del área del proyecto con la barda construida (fotografía 2) 25
Imagen II.9. Condiciones del área del proyecto con la barda construida (fotografía 3) 26
Imagen II.10. Condiciones del área del proyecto con la barda construida (fotografía 4) 27
Imagen II.11. Condiciones del área del proyecto con la barda construida (fotografía 5) 28
Imagen II.12. Ejemplo sitio. 30
Imagen II.13. Ubicación del sitio de muestreo 31
Imagen II.14. Ubicación del sitio de muestreo estrato herbáceo. 31
Imagen II.15. Ejemplo de la toma de datos. 32
Imagen II.16. Formato para la toma de datos dasométricos. 33
Imagen II.17. Ejemplo de la delimitación del área del proyecto. 40
Imagen II.18. Ejemplo de las actividades de desmonte. 41
Imagen II.19. Ejemplo del despalme. 42

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO

II.1.1. NATURALEZA DEL PROYECTO

El presente documento que corresponde a una **Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular**, tiene como objetivo la autorización en materia de impacto ambiental ***por el cambio de uso de suelo*** para el desarrollo del proyecto denominado "MI BODEGA AURRERA TEHUACÁN LIBRAMIENTO"; el cual consiste en la construcción de una tienda de autoservicio con estacionamiento, área de circulación, área verde, banqueta, etc.

La construcción de esta tienda de autoservicio se hará con el fin de ofrecer una opción más para adquisición de varios productos a precios competitivos. Se estima que, tomando en cuenta los municipios que se encuentran en sus colindancias, se generaran empleos temporales y permanentes.

Con la construcción del proyecto, se ofertarán productos perecederos y no perecederos para consumo en el hogar. Sus bienes y servicios están dirigidos a la población en general, manejándose principalmente el concepto de menudeo, entre los artículos que se comercializarán están los siguientes:

- Alimentos. Carnes, frutas y verduras, panadería, salchichonería y lácteos, alimentos congelados, abarrotes comestibles, dulces y cigarros, vinos, licores y cervezas.
- Limpieza y consumibles. Jarcería, químicos de limpieza, papeles domésticos, desechables y artículos para fiestas, aromatizantes e insecticidas, velas y veladoras, alimentos y accesorios para mascotas.
- Hogar y Ropa. Artículos para el hogar, blancos y ropa de cama, juguetería, papelería, pinturas, accesorios eléctricos, ferretería, accesorios de jardinería, accesorios para automóviles, electrónica y computación, línea blanca y electrodomésticos, artículos fotográficos, telefonía.
- Cuidado Personal. Artículos de tocador y cosméticos, farmacia, deportes, cuidado del bebé.

Imagen II.1. Ejemplo del tipo de tienda de autoservicio a establecer.

II.1.2. SELECCIÓN DEL SITIO

El área propuesta para la realización del proyecto cuenta con las características necesarias que la vuelven un terreno apropiado para el nuevo uso; con base en los siguientes criterios:

Criterios ambientales

- No se encuentra dentro de ningún Área Natural Protegida (ANP) de carácter municipal, estatal o federal.
- No se encuentra dentro de ningún Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC).
- No se encuentra inmerso sobre sitios Ramsar ni Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).
- No obstaculiza a ninguna Unidad de Manejo para el Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS).
- No se encuentra dentro de ninguna Área de Importancia para la Conservación de Aves (AICA).
- No se encuentra dentro de ninguna Región Hidrológica Prioritaria (AICA).
- De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) el uso de suelo presente en el área del proyecto corresponde a la categoría de urbano construido, sin embargo, con los recorridos de campo se determinó que éste corresponde a Bosque de mezquite, este tipo de vegetación se distribuye ampliamente en la región, así como en el Sistema Ambiental, por lo que considerando que se realizarán actividades de rescate y reubicación de las especies más representativas, el desarrollo del proyecto en el sitio seleccionado no afectará a la diversidad ni riqueza de flora.
- De acuerdo con la distribución potencial de las especies de fauna, información obtenida de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), la fauna potencial del área del proyecto se distribuye ampliamente en la región, así como en el Sistema Ambiental, por lo que, considerando que se realizarán actividades de prevención y mitigación específicos, el desarrollo del proyecto en este sitio no afectará a la diversidad o riqueza fauna.

Criterios técnicos

- Disponibilidad de servicios de energía eléctrica y drenaje.
- Existencia de vías de comunicación terrestre.

Criterios sociales

- Estatus legal en orden del predio.
- Cercanía a poblados con personal calificado para los empleos a ofertar.

II.1.3. UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN

El área del proyecto se ubica en una Fracción del terreno que se desprende del lote número 7 del Rancho Tochapa, Municipio de Tehuacán, estado de Puebla. Las coordenadas **UTM (Datum WGS84 Zona 14 N),** se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro II.1. Coordenadas del polígono del Área del Proyecto (AP).

ÁREA DEL PROYECTO		
SUPERFICIE: 0.5109 ha		
No	X	Y
1	671115.68	2039772.46
2	671169.98	2039768.14
3	671158.35	2039860.33
4	671075.92	2039813.98
5	671075.99	2039813.89
6	671115.68	2039772.46

Además, se llevará a cabo la construcción de "obras temporales" para la correcta ejecución del proyecto, pero dentro de la misma superficie de 0.5109 ha., es decir, se realizarán en una superficie de 250 $m^{2,}$ pero dentro de la misma superficie que se somete a evaluación, por lo que **no habrá áreas adicionales que requieran CUS**.

A continuación, se presentan las coordenadas de las obras temporales y el plano topográfico del área del proyecto en conjunto con las obras temporales:

Cuadro II.2. Coordenadas de las obras temporales

ALMACÉN DE MAQUINARIA		
SUPERFICIE 181 m^2		
NO	X	Y
1	671164.68	2039807.77
2	671166.93	2039792.03
3	671167.79	2039781.71
4	671158.68	2039781.53
5	671154.80	2039806.32

ALMACÉN DE MATERIALES Y HERRAMIENTA		
SUPERFICIE: 9 m^2		
NO	X	Y
1	671167.65	2039781.66
2	671164.89	2039781.63
3	671164.55	2039784.77
4	671167.43	2039784.92

SANITARIO PORTÁTIL		
SUPERFICIE 6 m^2		
NO	X	Y
1	671155.26	2039803.93
2	671154.84	2039806.21
3	671157.36	2039806.58
4	671157.79	2039804.24

ALMACÉN TEMPORAL DEL MATERIAL ORGÁNICO Y DE RESIDUOS DE LA PREPARACIÓN DEL SITIO		
SUPERFICIE 40 m^2		
NO	X	Y
1	671157.42	2039806.62
2	671164.69	2039807.76
3	671165.50	2039802.15
4	671158.53	2039801.29

ALMACÉN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS		
SUPERFICIE: 8 m^2		
NO	X	Y
1	671161.46	2039781.63
2	671158.73	2039781.52
3	671158.31	2039784.32
4	671161.03	2039784.40

ALMACÉN DE RESIDUOS PELIGROSOS		
SUPERFICIE 6 m^2		
NO	X	Y
1	671167.52	2039784.93
2	671164.53	2039784.75
3	671164.49	2039786.75
4	671167.37	2039786.79

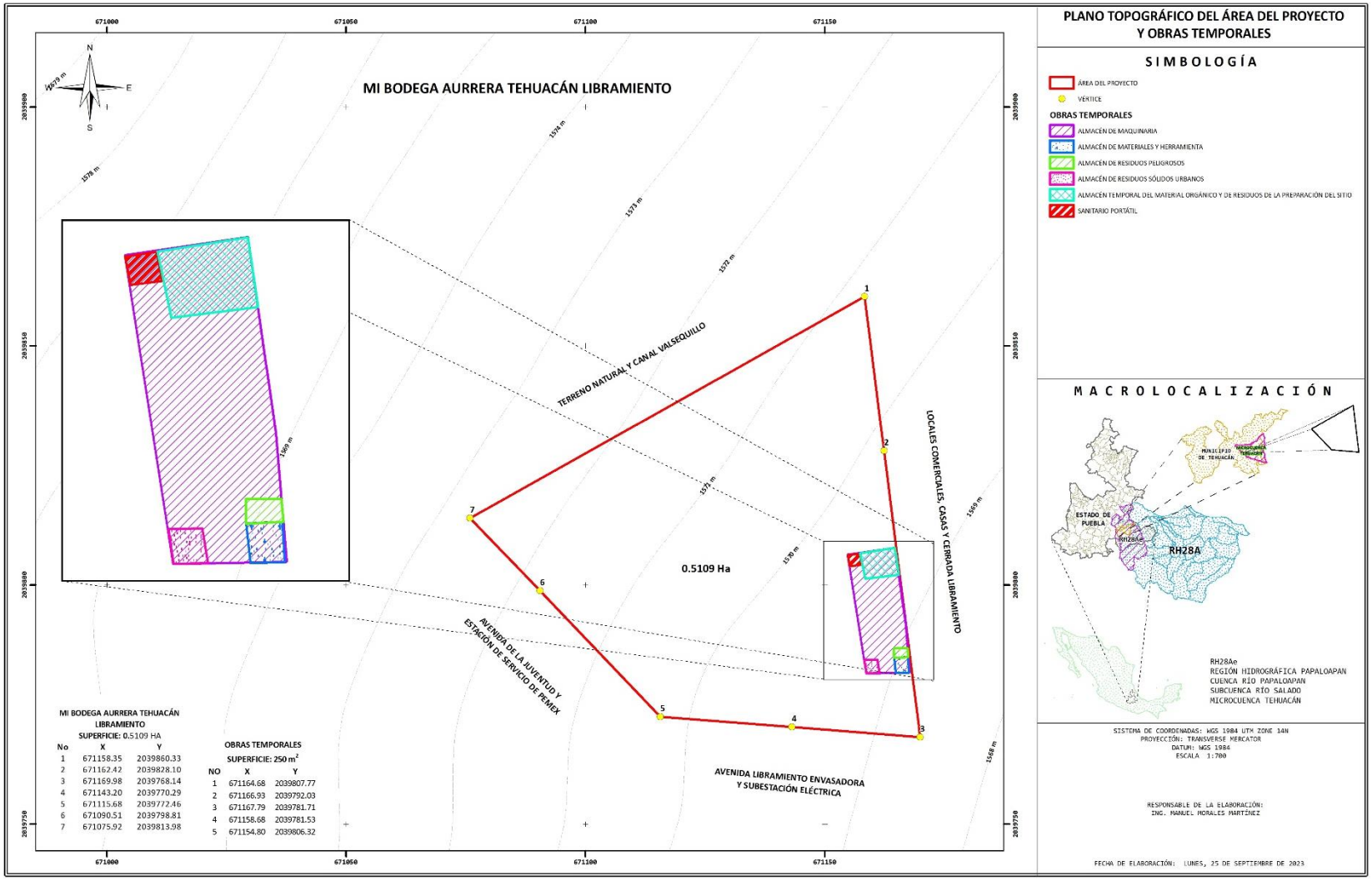


Figura II.1. Ubicación general del proyecto.

Además, se presenta el plano de conjunto del proyecto con la distribución total y la cuantificación de las superficies consideradas para llevar a cabo el cambio de uso de suelo, indicando las superficies consideradas como “áreas verdes”, mismas que, una vez ejecutado el cambio, serán restauradas.

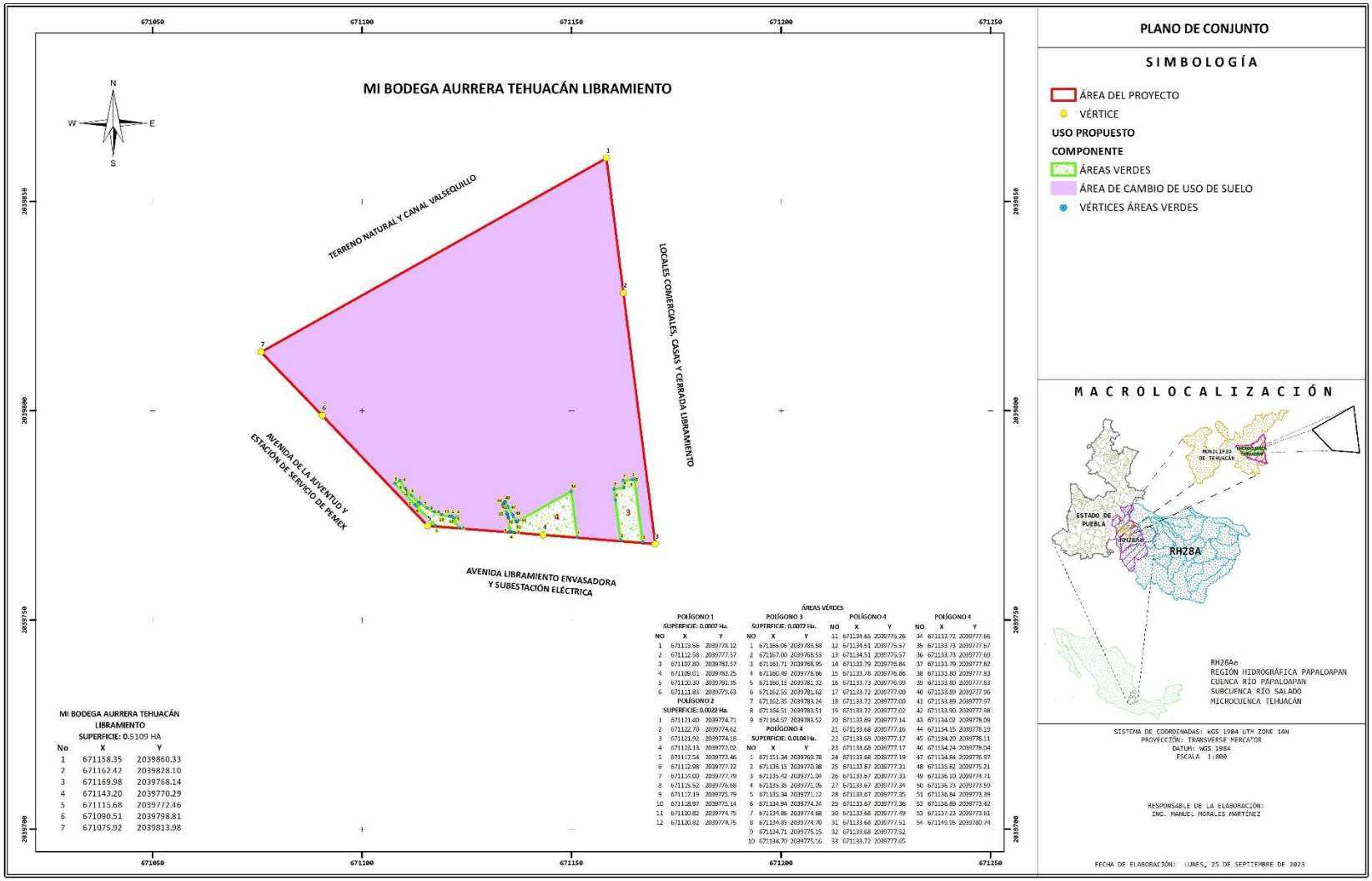


Figura II.2. Plano de conjunto.

II.1.4.INVERSIÓN REQUERIDA

[redacted] e suelo, se estima en [redacted] considerando para la gestión ambiental la cantidad de [redacted] para las actividades del proyecto una cantidad de [redacted] y para las medidas de prevención, mitigación y/o compensación [redacted]

Cuadro II.3. Inversión económica estimada en la región por la ejecución del proyecto.

[redacted]

II.1.5. DIMENSIONES DEL PROYECTO

Superficie total del predio (m^2)	El área del proyecto se encuentra dentro de un predio cuya superficie total es de 13,350 m^2
Superficie a afectar (m^2) con respecto a la cobertura vegetal del área del proyecto, por tipo de comunidad vegetal existente en el predio (selva, manglar, tular, bosque, etc.):	El área del proyecto requiere del cambio de uso de suelo únicamente en una superficie de 5,109 m^2 representada por bosque de mezquite, es decir, lo correspondiente al 37.60% del predio total.
Superficie (en m^2) para obras permanentes. Indicar su relación (en porcentaje), respecto a la superficie total:	Se requerirá de una superficie de 250 m^2 para la ocupación de las obras temporales, ésta se considera a utilizar dentro de los 5,109 m^2 que se solicitan para cambio de uso de suelo. No se requerirán de obras asociadas o permanentes al proyecto.

Superficie(s) del predio(s), de acuerdo con la siguiente clasificación: Conservación y aprovechamiento restringido, producción, restauración y otros usos, además considerar las dimensiones del proyecto, de acuerdo con las siguientes variantes:

- ✓ **Si el proyecto se encuentra dentro de un solo predio se deberá indicar el área del proyecto y área total, en caso de estar inmerso en un predio mayor.**
- ✓ **Si el proyecto se encuentra dentro de un conjunto predial se mencionará las superficies totales del conjunto predial y/o de cada predio, además, especificar el tipo de superficie en hectáreas y el porcentaje de las mismas. En este caso, como se ha mencionado, el proyecto se ubica dentro de un predio de mayor superficie, a continuación, se presentan sus medidas y colindancias y un plano topográfico:**

Cuadro II.4. Denominación del predio y superficie requerida para el CUS.

Nombre del propietario	Denominación del predio	Superficie total de la propiedad (ha)	Superficie de arrendamiento (ha)	Medidas y colindancias	Superficie de CUS (ha)	Régimen de propiedad	Tipo de documento legal	Inscripción	Municipio	Tipos de vegetación
El Ganso Abarrotero S. De R.L. de C.V.	Una fracción de terreno que se desprende del lote número 7 del Rancho de Tochapa, municipio de Tehuacán, Puebla.	1.335	0.5109	**AL NORTE**: 94.567 m con terreno natural y canal Valsequillo. **AL SUR:** 54.466 m con avenida libramiento envasadora y subestación eléctrica. **AL ORIENTE**: 92.912 m Con Locales Comerciales, Casas Y Cerrada Libramiento. **AL PONIENTE:** 57.493 m Con Avenida De La Juventud Y Estación De Servicio De PEMEX.	0.5109	Particular	Contrato De Arrendamiento	N/A	Tehuacán	Bosque de mezquite

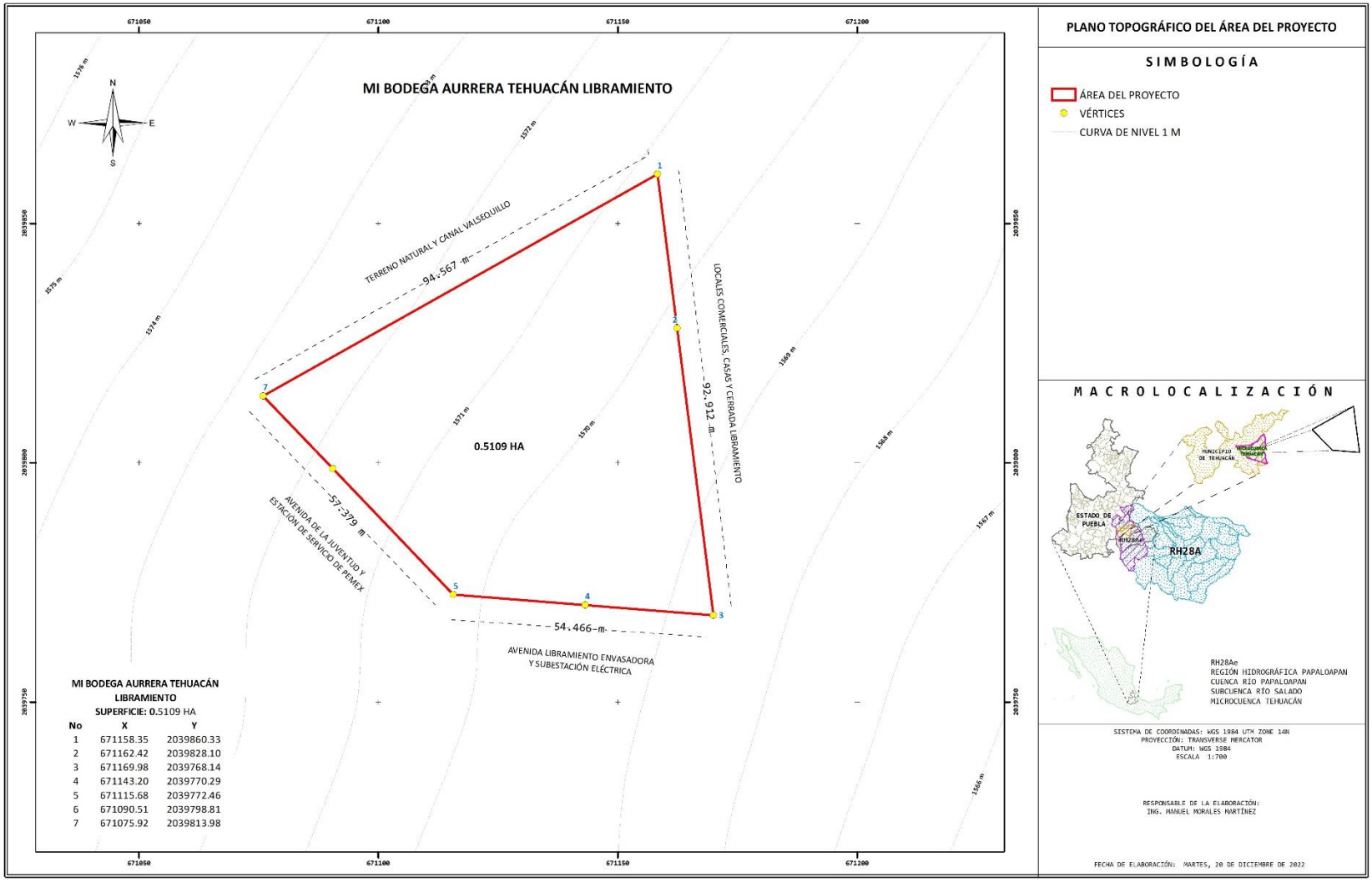


Figura II.3. Plano topográfico del área del proyecto.

II.1.6. USO DE SUELO ACTUAL

De acuerdo a la Carta de uso de suelo y vegetación de INEGI escala 1:250,000 Serie VI, el área del proyecto se encuentra inmerso en la categoría de **Urbano Construido**, esto se puede observar de color verde en la siguiente figura:

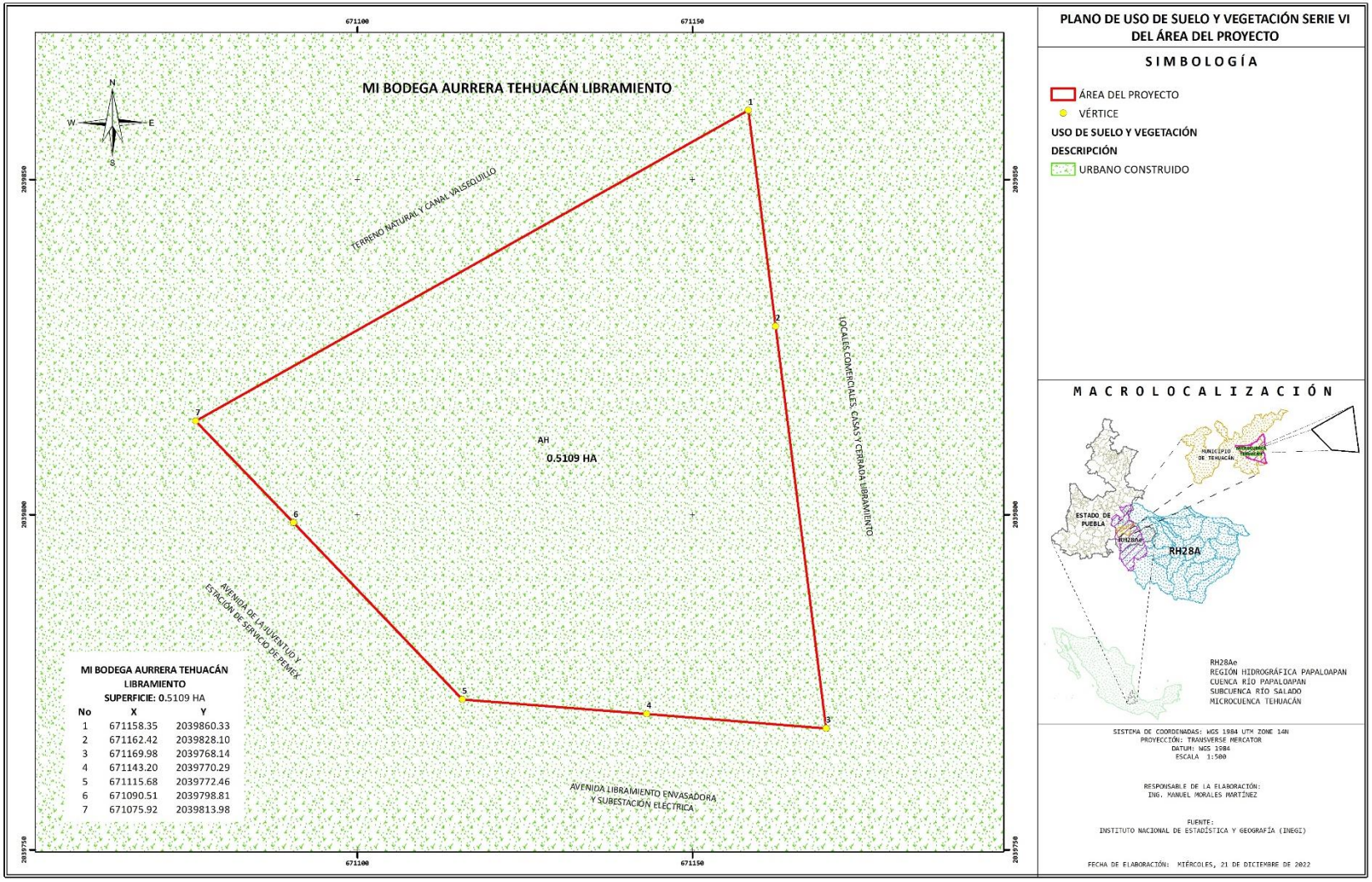


Figura II.4. Uso de suelo y vegetación Serie VI en el área del proyecto.

Sin embargo, de acuerdo a los recorridos en campo, se determinó que el uso de suelo y tipo de vegetación actual corresponde en su totalidad a Bosque de mezquite. Es importante aclarar que dentro del polígono del proyecto no se ubican especies de uso local, de interés comercial o de importancia alguna para las étnicas o grupos locales de manera relevante o significativa, debido a que las especies son comunes en la región, así mismo, no se cuenta con especies enlistadas en la normatividad vigente aplicable. Con lo anterior, se puede señalar que el tipo de vegetación que se ostenta no constituye condiciones ecológicas particulares, ya que, si bien se puede observar una diferencia en la estructura de la misma, pues en los claros el desarrollo del género *Opuntia* es mayor que en las partes en las que los individuos de *Prosopis laevigata* (mezquite) tienen una dominancia en altura y vegetación, no quiere decir que sean "microhábitats" ya que no se generan condiciones particulares (clima, humedad, temperatura) que propicien el desarrollo de especies particulares o peculiares.

A continuación, se presenta el uso de suelo observado en los recorridos en campo del Área del Proyecto:

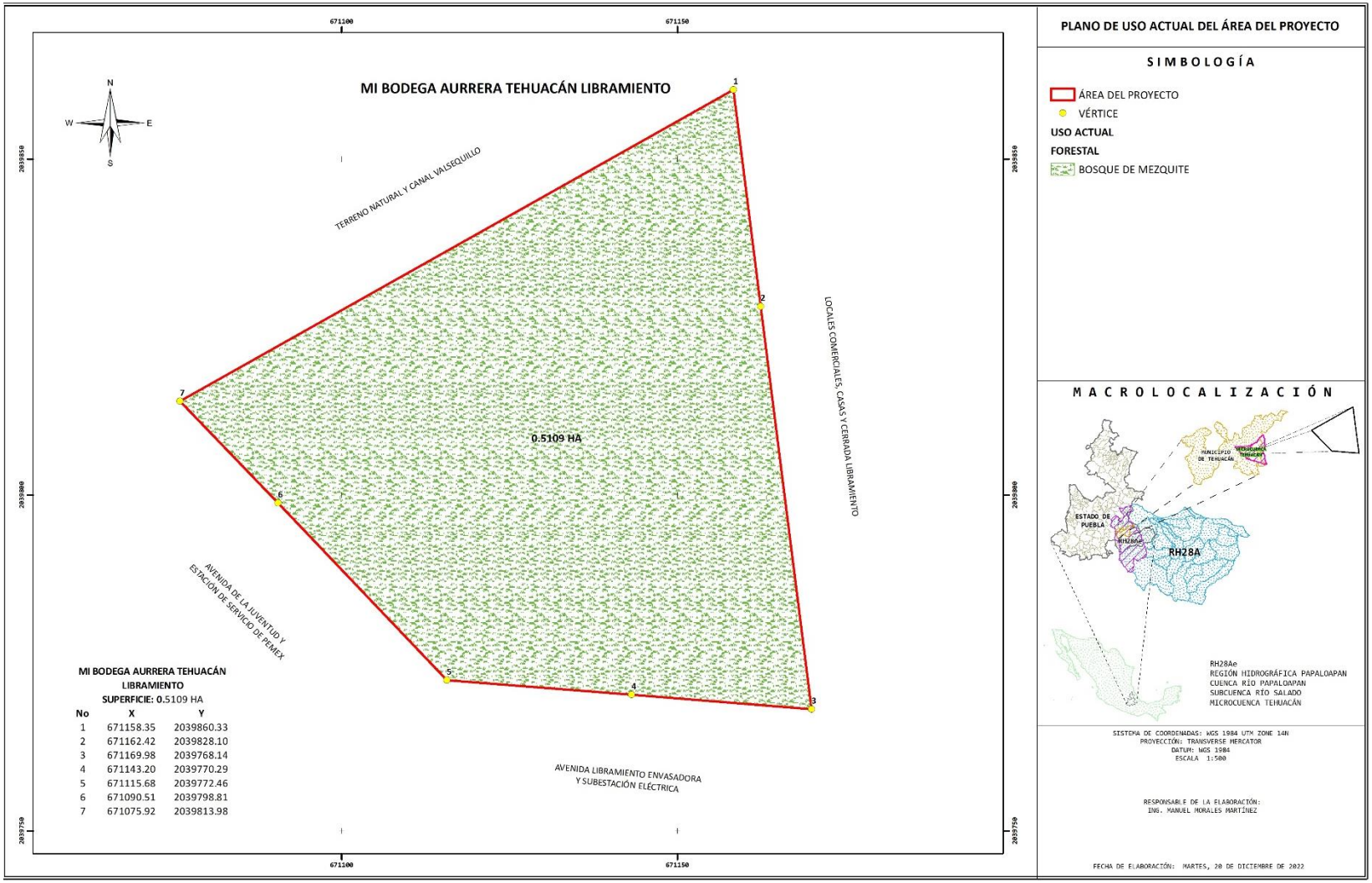


Figura II.5. Uso actual determinado en campo del área del proyecto.

II.1.7. URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS REQUERIDOS

El área del proyecto se ubica dentro de la zona urbana del municipio de Tehuacán, cuenta con la disponibilidad de servicios y obras públicas, como lo son, vías de acceso, servicio de agua potable, energía eléctrica y drenaje.

Imagen II.2. Zonas colindantes al área del proyecto.

Cuerpos de agua. – La superficie que le compete al AP no presenta algún cuerpo de agua dentro de sus límites, sin embargo, en su colindancia Norte, se desarrolla un cuerpo de agua denominado “Dren Valsequillo”.

Imagen II.3. Condiciones del canal “Dren Valsequillo”

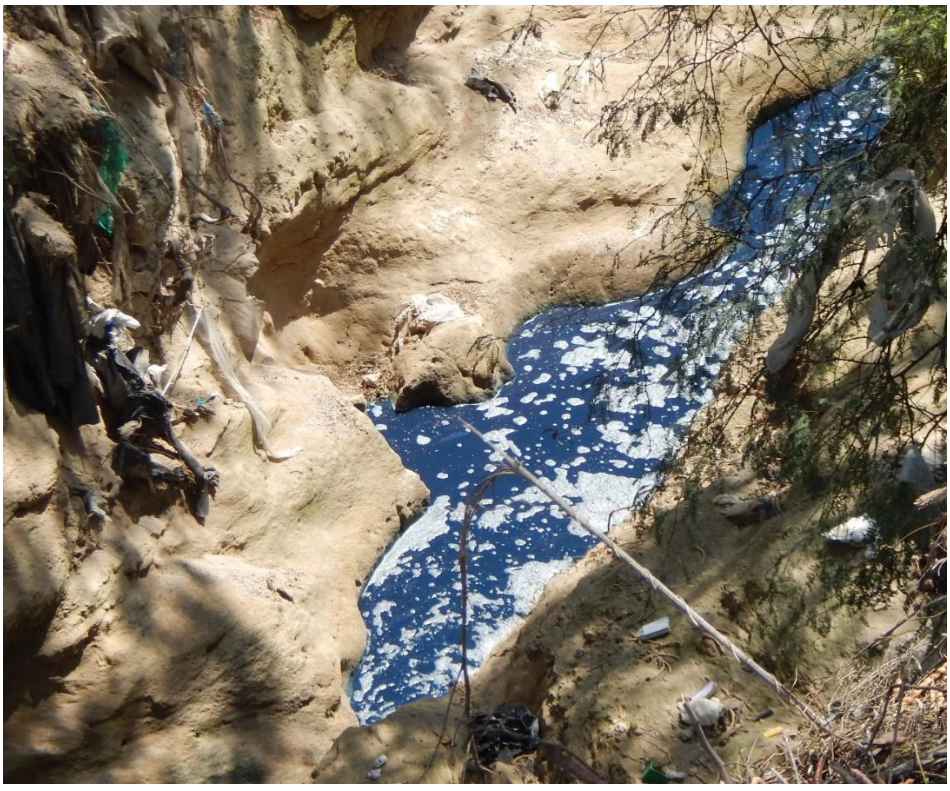


Imagen II.4. Condiciones del canal “Dren Valsequillo” (2).

Caminos. – Como **único acceso al sitio del proyecto**, se encuentra el **Libramiento San Marcos**, vialidad de doble sentido con un carril por cada uno, con cubierta de concreto asfáltico en regulares condiciones, él cual **no se considera obra provisional ni forma parte de este proyecto.**

Se considera que dicho camino existente es suficiente para la ejecución del proyecto, lo que quiere decir que **no se aperturarán nuevos caminos en ninguna otra parte.** A continuación, se presentan las dimensiones con las que cuenta el Libramiento (ancho, largo), tomando en cuenta únicamente la longitud que abarca el área de influencia.

Cuadro II.5. Dimensiones del camino de acceso al área del proyecto.

Longitud (m)		719.23
Ancho (m)		9.00
Vértice	Coordenadas	
N°	X	Y
1	671082.22	2039758.42
2	671131.39	2039755.96
3	671246.94	2039746.13
4	671432.86	2039733.53
5	671541.34	2039720.32
6	671648.28	2039688.97
7	671671.02	2039675.45
8	671696.84	2039645.95
9	671709.13	2039621.98
10	671717.12	2039568.20

También, se presentan imágenes de las condiciones actuales del libramiento:

Imagen II.5. Condiciones actuales del camino de acceso al AP (1).

Imagen II.6. Condiciones actuales del camino de acceso al AP (2).

Es importante mencionar que, al ser un camino de gran afluencia, conecta con otras vialidades importantes como la Carretera Tehuacán – Oaxaca y la Avenida De la Juventud, lo que favorece aún más al proyecto.

En la siguiente Figura, podemos observar de color rosa, el Libramiento San Marcos (camino de acceso al AP) y de color azul las demás vialidades mencionadas.

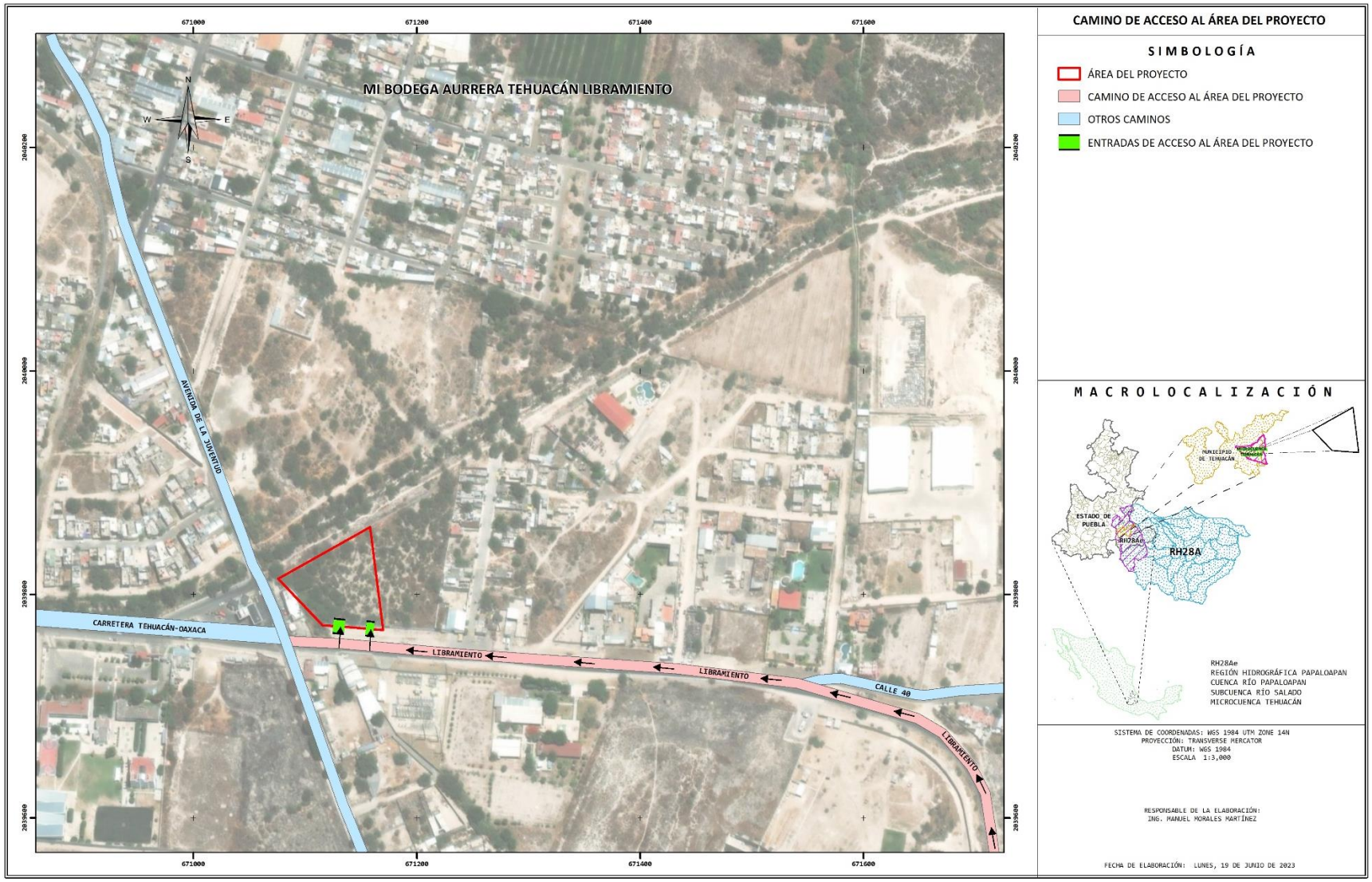


Figura II.6. Camino de acceso al área del proyecto. **Fuente:** elaboración propia.

Construcciones. – Como parte de la construcción del predio total, se encuentra una barda perimetral que no tiene nada que ver con el proyecto en cuestión, en su momento fue construida por el propietario del terreno, ya que, de acuerdo a las imágenes satelitales la barda se observa a partir del año 2011, que se presume fue cuando el propietario la construyo, con el objetivo de delimitar el predio, lo anterior, se muestra en las figuras siguientes:

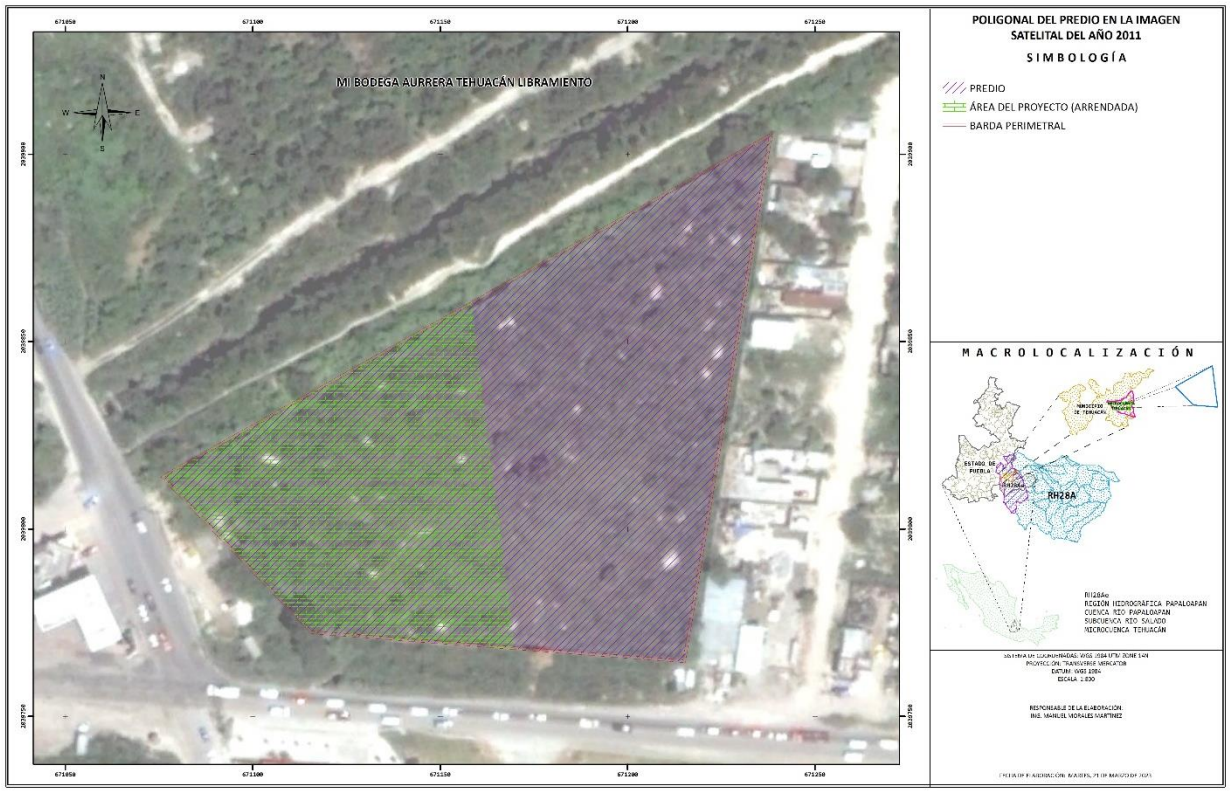


Figura II.7. Plano poligonal del predio. **Fuente:** Imagen satelital del año 2011.

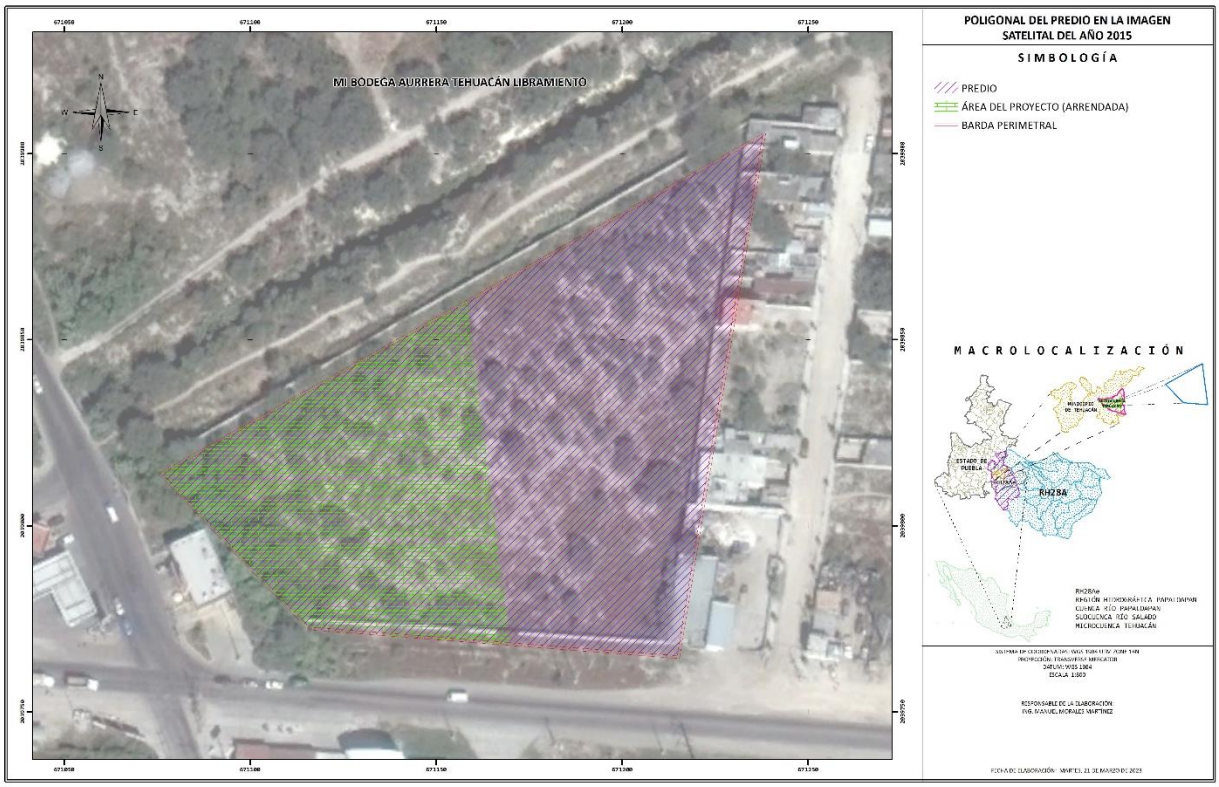


Figura II.8. Plano poligonal del predio. **Fuente:** Imagen satelital del año 2015.

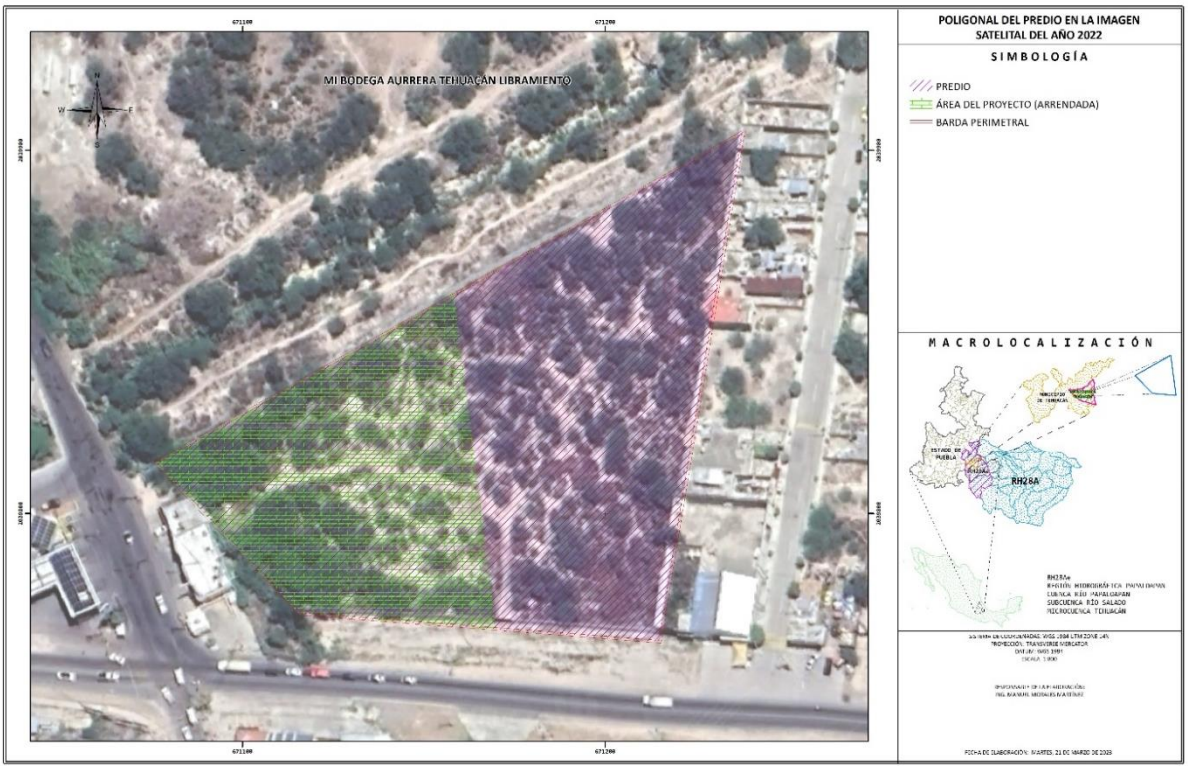


Figura II.9. Plano poligonal del predio. **Fuente:** Imagen satelital del año 2022.

A continuación, se presentan imágenes de las condiciones en las que se encuentra la barda:

Fotografía 1.- Muestra la condición de la vegetación de la barda con el área del proyecto, donde se observa la especie de *Prosopis laevigata,* especie que predomina en toda la superficie.

Condiciones del bardeado del lado Norte:

Imagen II.7. Condiciones del área del proyecto con la barda construida (fotografía 1)

Fotografía 2 y 3.- Muestra la condición de la vegetación de la barda con el área del proyecto, donde se observan las especies de *Prosopis laevigata* y *Enneapogon desvauxii,* especies que predominan en toda la superficie del AP.

Imagen II.8. Condiciones del área del proyecto con la barda construida (fotografía 2)

Imagen II.9. Condiciones del área del proyecto con la barda construida (fotografía 3)

Fotografía 4 y 5.- Muestra la condición de la vegetación de la barda con el área del proyecto, donde se observan las especies de *Prosopis laevigata, Enneapogon desvauxii y Opuntia tomentosa,* especies que predominan en toda la superficie del AP.

Imagen II.10. Condiciones del área del proyecto con la barda construida (fotografía 4)

Imagen II.11. Condiciones del área del proyecto con la barda construida (fotografía 5)

II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

II.2.1. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO

El proyecto que justifica este escrito tendrá como plazo 2 meses que corresponden a las actividades propias de cambio de uso de suelo (delimitación, desmonte, despalme y transporte del material).

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 plantación 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 del proyecto.

ACTIVIDADES		PERIODO						
		MES		AÑO				
		1	2	1	2	3	4	5
Obras temporales (previas al cambio de uso de suelo)	Delimitación del almacén de maquinaria	X						
	Delimitación del almacén de materiales y herramientas	X						
	Delimitación del almacén de residuos (peligrosos y sólidos urbanos)	X						
	Delimitación de la superficie para el resguardo del material proveniente del despalme	X						
	Instalación de las obras temporales (provisionales)	X						
	Instalación de un sanitario portátil	X						
Actividades del cambio de uso de suelo	Desmonte	X	X					
	Despalme	X	X					
Medidas de prevención, mitigación y/o compensación durante el proyecto		X	X					
Mantenimiento y seguimiento de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación				X	X	X	X	X

II.2.2. ESTUDIOS DE CAMPO Y GABINETE

El área del proyecto se desarrolla en un uso de suelo Urbano Construido, sin embargo, se aprecia en el área vegetación de Bosque de Mezquite la cual guarda una condición de baja calidad ambiental, con perturbación antropogénicas en sus colindancias. Algunas de las especies presentes en el área del proyecto son: *Acacia farnesiana, Prosopis laevigata, Viguiera dentata, Enneapogon desvauxii* y *Opuntia streptacantha.*

II.2.2.1. METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA TOMA DE DATOS DE FLORA

Las unidades de muestreo son las unidades de la población para la aplicación de la investigación y contiene a los elementos de la muestra. En la realización de inventarios forestales, con mucha frecuencia se utilizan conglomerados o sitios circulares de un tamaño determinado como unidad para la toma de datos, que deben satisfacer tres requisitos importantes:

- 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.

El diseño del muestreo empleado es un muestreo aleatorio estratificado, que conlleva, en primer lugar, dividir la población en subpoblaciones que no se solapen, denominadas estratos y que, de forma

conjunta, incluyen el conjunto de la población y, a continuación, dibujar una muestra independiente a partir de cada estrato[1], y luego seleccionando una muestra aleatoria simple de cada estrato, 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.

Para la toma de datos se requirió el siguiente material:

- GPS
- Tablet con imagen satelital
- Lápiz y pluma
- Formato de captura
- Clinómetro
- Cinta diamétrica
- Machete
- Cámara fotográfica

Y el procedimiento fue el siguiente:

- Se ubicaron los sitios a través de un GPS (marca GARMIN) con una precisión del ±3 grados de error.
- Se delimito el sitio con una cuerda o cinta y se procedió a medir las variables dasométricas de los árboles (diámetro y altura), para el estrato arbustivo y de epífitas y/o cactáceas, se cuantificaron todos los individuos presentes. Para el estrato herbáceo se realizó la delimitación del sitio para la posterior cuantificación de individuos. Este procedimiento se repitió en cada uno de los puntos que fueron establecidos para tomar información.

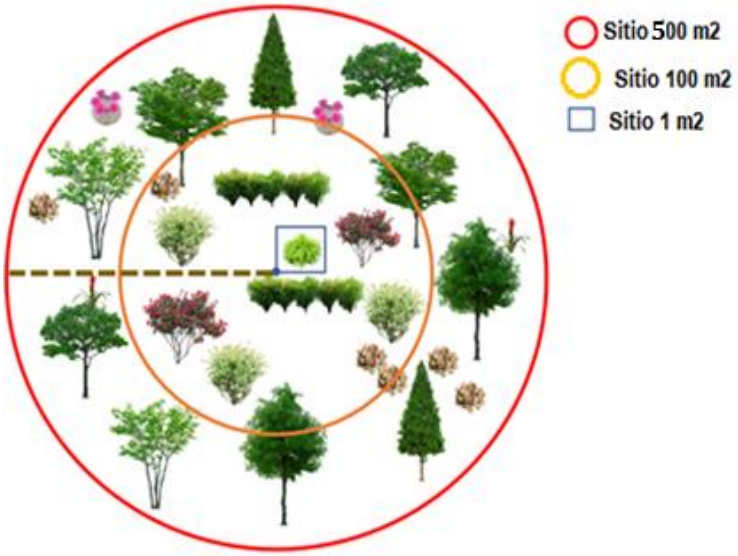


Imagen II.12. Ejemplo sitio.

[1] http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/national_forest_assessment/images/PDFs/Spanish/KR2_ES__4_.pdf

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

Se establecieron los siguientes sitios de muestreo:

- **Estrato arbóreo:**
  3 sitios de 200 m^2 con radio de 7.97 m.
- **Estrato arbustivo:**
  3 sitios de 100 m^2 con un radio de 5.64 m.
- **Estrato herbáceo:**
  3 sitios cuadrangulares de 1 m^2.
- **Estrato epífitas y/o cactáceas:**
  3 sitios de 200 m^2 con un radio de 7.97 m.

Imagen II.13. Ubicación del sitio de muestreo

Imagen II.14. Ubicación del sitio de muestreo estrato herbáceo.

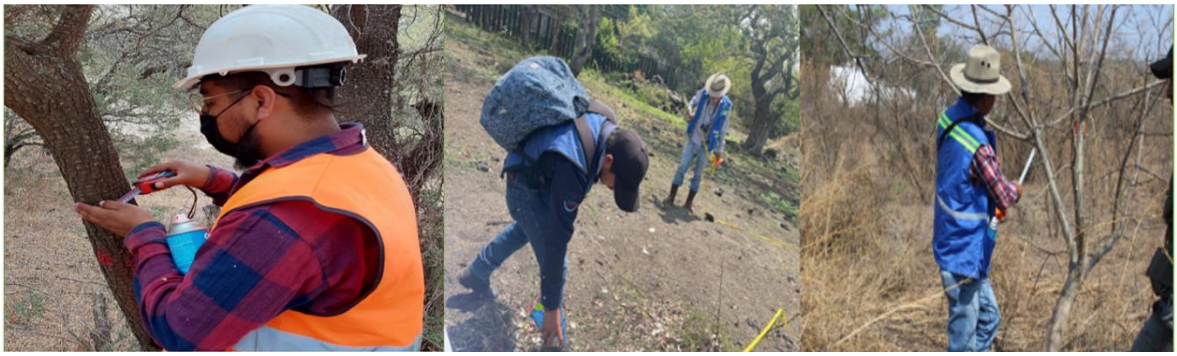


Imagen II.15. Ejemplo de la toma de datos.

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:

- Cámara fotográfica
- Formato para el registro fotográfico
- Lápiz
- Cinta métrica.
- Aerosol

Para el listado florístico del área propuesta para cambio de uso de suelo se consultaron referencias bibliográficas de los elementos florísticos que se encontrarían en la zona y los elementos florísticos dominantes, a continuación, se presenta la bibliografía consultada.

- ✓ Alvarado-Cárdenas L.O. 2008. Fascículo 65. Orobanchaceae. Flora del bajío y regiones adyacentes. Instituto de Biología, UNAM. Coyoacán, México, D.F. 57 p.
- ✓ Martínez-Pérez, Aniceto; López, Pedro Antonio; Gil-Muñoz, Abel; Cuevas-Sánchez, Jesús Axayácatl. 2012. Plantas silvestres útiles y prioritarias identificadas en la mixteca poblana, México. 73-98 pp.
- ✓ Rzedowski de G., Rzedowski, J. y colaboradores. 2005. Flora Fanerogámica del Valle de México. 2ª. Ed. Instituto de Ecología. A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro, Michoacán. 1406 p.
- ✓ Rzedowski J., Calderón de Rzedowski G. 2004. Fascículo 124. Oleaceae. Flora del bajío y regiones adyacentes. Instituto de Ecología, A.C. Pátzcuaro, Michoacán. 42 p.

En este proyecto se conformó 1 brigada de 3 personas, las actividades comenzaron a las 8:00 am y se detuvieron a las 5:00 pm.

TOMA DE DATOS DEL PROYECTO: _____

FECHA: RESPONSABLE DE LA INFORMACIÓN:

DATOS DEL SITIO

SUPERFICIE: _____ PROF. DEL SUELO: _____ HIDROLOGÍA: _____

PENDIENTE: _____ ASMN: _____ GRADO DE EROSIÓN: _____

EXPOSICIÓN: _____ TOPOGRAFÍA: _____ TEXTURA DEL SUELO: _____

ROCOSIDAD: _____ TIPO DE VEGETACIÓN: _____

INDIVIDUOS A REUBICAR PERTURBACIONES: _____

ESPECIES	Nº	COORDENADAS	
		NORTE	OESTE

COORDENADAS DEL CAMBIO DE USO: INICIO _____

FINAL _____

RECURSOS FORESTALES NO MADERABLES:

ESPECIE	CANTIDAD

OBSERVACIONES GENERALES: _____

COORDENADAS DEL SITISO:_____

DATOS DE LOS RECURSOS FORESTALES

ÁRBOLES				ARBUSTOS			HIERBAS	
ESPECIE	Nº DE INDIVIDUOS	DN	ALTURA	ESPECIE	Nº DE INDIVIDUOS	ALTURA	ESPECIE	Nº DE INDIVIDUOS

Imagen II.16. Formato para la toma de datos dasométricos.

Muestreo

Con fundamento en el artículo 37 fracción III, inciso f, del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en la metodología del inventario forestal para cumplir con una confiabilidad mínima del 95% y un error de muestreo máximo del 15%, las áreas de cambio de uso de suelo, se levantaron 3 sitios en una superficie de 0.5109 ha, las cuales presentaron características homogéneas en cuanto a la estructura de la población y número de especies.

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).

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.

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

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 un 95 % de probabilidad y dos colas*
***N* =** *Total de unidades muéstrales en toda la población.*
***CV* =** *Coeficiente de variación, que deriva de:*

Para calcular el Coeficiente de variación se utilizó la siguiente formula:

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

Donde:

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

Para la toma de información en el AP se realizó un pre-muestreo en diciembre de 2022. Se levantaron tres sitios de 200 m^2 cada uno, con una variación de 57, 57 y 62 individuos por sitio, lo cual será determinante para calcular el número de sitios suficientes para obtener una confianza del 95%, tal como se muestra a continuación:

Cuadro II.7. Representatividad estadística del muestreo

Tipo de vegetación	Parcelas muestreadas	Número de individuos registradas
Bosque de mezquite	1	57
Bosque de mezquite	2	57
Bosque de mezquite	3	62
Promedio (ẋ)		59
VARIANZA		8
Muestras (n)		3
Desviación estándar (S)		2.8868
Coeficiente de variación (CV)		4.9206
95% de probabilidad t=		4.3030
E=		15
N=		26
Total de sitios 95% (n=)		**2**

Cuadro II.8. Unidades muestreables en la población.

Tipo de vegetación	Superficie de para muestreo Al		Tamaño de la muestra	Total de unidades muéstrales en toda la población
	Ha	m²	m²	N
Bosque de mezquite	0.5109	5,109.00	200	26

Con los datos anteriores, se aplicó la siguiente fórmula:

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

Sustituyendo los valores obtenidos, se tiene que:

$$n = \frac{4.3030^2 * 7.1429^2}{15^2 + \frac{4.3030^2 * 7.1429^2}{26}} = \mathbf{2}$$

El modelo empleado indica que, con dos unidades muéstrales es suficiente para tener una representatividad estadísticamente del 95%.

Aunado a lo anterior y tomando en cuenta que para la caracterización del AP se levantaron 3 sitios de 200 m^2, tenemos una intensidad de muestreo mayor al 10%.

Cuadro II.9. Intensidad de muestreo.

IM		
HA	M^2	%
0.5109	5,109.000	100
0.0600	600.000	**12**

De acuerdo a lo anterior nos indica que con 2 sitios de muestreo sería suficiente para obtener una representatividad estadística del 95%, aunado a ello y con el objetivo de obtener una intensidad de muestreo mínima del 10%, se levantó información de 3 sitios.

Sitios de muestreo

A continuación, se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo y la época del año en la que fueron realizados con sus respectivos planos por estratos:

Los sitios que se realizaron en la época de secas corresponden a los sitios visitados en la época de lluvias, sin embargo, dentro de los sitios no se encontró variación con la información registrada en la época de secas.

Cuadro II.10. Coordenadas de los vértices del AP del polígono censado del estrato arbóreo y epífitas y/o cactáceas.

Sitio	Estrato	Tamaño del sitio (m²)	Coordenadas UTM	
			X	Y
1	Arbóreo	200	671112	2039818
	Arbustivo	100		
	Cactáceas y/o epífitas	200		

Sitio	Estrato	Tamaño del sitio (m^2)	Coordenadas UTM	
			X	Y
	Herbáceo	1		
		100		
2	Arbóreo	200	671152	2039781
	Arbustivo	100		
	Cactáceas y/o epífitas	200		
	Herbáceo	1		
		100		
3	Arbóreo	200	671148	2039837
	Arbustivo	100		
	Cactáceas y/o epífitas	200		
	Herbáceo	1		
		100		

Figura II.10. Plano de los sitios de muestreo en el AP.

Especies por sitios de muestreo

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

Cuadro II.11. Especies presentes por sitio de muestreo en el AP.

Sitio	Estrato	Género	Especie	Nombre común	No. de individuos
1	Arbóreo	*Celtis*	*Celtis pallida*	Naranjillo	1
					1

Sitio	Estrato	Género	Especie	Nombre común	No. de individuos
		Acacia	*Acacia farnesiana*	Huizache	2
					8
		Parkinsonia	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	1
		Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	1
					6
					11
					26
	Arbustivo				
	Cactáceas y/o epífitas	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	3
		Opuntia	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	4
			Opuntia tomentosa	Nopal	8
	Herbáceo	*Chenopodium*	*Chenopodium fremontii*	S/N	1
		Enneapogon	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	8
		Viguiera	*Viguiera dentata*	Chimalacate	5
2	Arbóreo	*Acacia*	*Acacia farnesiana*	Huizache	1
					1
		Parkinsonia	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	1
					1
					20
		Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	2
					31
	Arbustivo				
	Cactáceas y/o epífitas	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	18
			Opuntia tomentosa	Nopal	3
	Herbáceo	*Euphorbia*	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	6
		Enneapogon	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	15
		Viguiera	*Viguiera dentata*	Chimalacate	33
3	Arbóreo	*Acacia*	*Acacia farnesiana*	Huizache	1
					10
		Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	1
					4
					46
	Arbustivo				
	Cactáceas y/o epífitas	*Opuntia*	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	3
		Opuntia	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	19
			Opuntia tomentosa	Nopal	4
	Herbáceo	*Euphorbia*	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	6
		Viguiera	*Viguiera dentata*	Chimalacate	8

II.2.2.2. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN

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 Puebla, 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.12. Modelos para el cálculo de volumen.

Modelo utilizado zona 2 y 3 (según inventario forestal 1984)	Modelos para el cálculo del volumen zona 2 y 3	Modelo utilizado para la estimación de volumen de las especies involucradas (PROYECTO)	Especies involucradas en el PROYECTO
Para Sambucus mexicana y Arbutus sp.	Vol=Exp (-9.50178450+1.82547723 Log (DN)+0.98416091 Log (HT))	Vol=Exp (-9.50178450+1.82547723 Log (DN)+0.98416091 Log (HT))	*Acacia farnesiana, Celtis pallida, Parkinsonia praecox y Prosopis laevigata.*

RESULTADOS

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

Cuadro II.13. Volumen a remover en el cambio de uso de suelo.

ÁREA DEL PROYECTO (ha)	TIPO DE VEGETACIÓN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. ÁRBOLES / ha	ÁREA BASAL (m^2/ha)	DN (cm)	ALT (m)	VOLUMEN TOTAL/HA (m^3 V.T.A.)	VOLUMEN TOTAL (m^3 V.T.A.)
0.5109	Bosque de mezquite	*Acacia farnesiana*	Huizache	317	0.3122	3	2	0.7292	0.3725
		Celtis pallida	Naranjillo	17	0.0013	1	2	0.0000	0.0000
		Parkinsonia praecox	Palo verde	333	0.6378	4	2	1.5417	0.7876
		Prosopis laevigata	Mezquite	1,833	5.2386	5	3	14.9792	7.6529
Total	**--**	**--**	**--**	**2,500**	**--**	**--**	**--**	**17.2500**	**8.8130**

Cuadro II.14. Renuevos a remover en el cambio de uso de suelo.

ÁREA DEL PROYECTO (ha)	TIPO DE VEGETACIÓN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. ÁRBOLES /HA
0.5109	Bosque de mezquite	*Acacia farnesiana*	Huizache	67
		Celtis pallida	Naranjillo	17
		Parkinsonia praecox	Palo verde	50
		Prosopis laevigata	Mezquite	300
Total	**--**	**--**	**--**	**433**

Se presenta la estimación del volumen a remover en el capítulo VIII, ANEXO 17. MEMORIAS CÁLCULO (DIGITAL) ANEXO II.A. VOLUMEN FORESTAL.

II.2.2.3. PROGRAMA DE REUBICIÓN Y RESCATE DE FLORA

Se pondrá en operación un programa de rescate y reubicación de vegetación que considere las especies susceptibles de ser rescatadas, a partir del conjunto que conforman la vegetación natural del área seleccionada para el proyecto. A continuación, se presenta el listado de las especies que fueron seleccionadas para el programa:

Cuadro II.15. Especies propuestas para su rescate y reubicación.

ESTRATO ARBÓREO							
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N**	**% RESCATE**	**TOTAL DE INDIVIDUOS**
1	Fabaceae	*Parkinsonia*	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	17	**13%**	2
2	Fabaceae	*Prosopis*	*Prosopis laevigata*	Mezquite	153	**12%**	18
ESTRATO CACTÁCEAS Y EPÍFITAS							
3	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	26	**62%**	16
4	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	349	**32%**	112
5	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia tomentosa*	Nopal	128	**32%**	41
TOTAL					**672**		**189**

Por lo tanto, se rescatarán y reubicarán 189 individuos pertenecientes a los estratos arbóreo, y de cactáceas.

El número de individuos anterior corresponde a los extrapolados de acuerdo a los sitios de muestreo, por lo que es probable que exista una variación en los encontrados en campo, sin embargo, se deberán de tomar las **medidas necesarias para cumplir con las metas establecidas.**

Para mayor detalle, se presenta el **Programa de rescate y reubicación de flora en el Anexo 9** del capítulo VIII.

II.2.3. PREPARACIÓN DEL SITIO

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:

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO O CAMBIO DE USO DE SUELO

La etapa de preparación del sitio, consistirá en las siguientes etapas:

- **Medición y delimitación del área del proyecto**

Esta actividad consistirá en la ubicación precisa de las áreas en las que se llevará a cabo el cambio de uso del suelo forestal, auxiliándose para ello de GPS y/o tablet con la cartografía del área, cinta de precaución o pintura, de tal modo que se cuide de **no realizar actividades fuera de la superficie autorizada, en su caso.**

Imagen II.17. Ejemplo de la delimitación del área del proyecto.

- **Instalación de las obras provisionales**

Consistirá en la delimitación una superficie de 250 m^2 **dentro del área delimitada de CUS** para la instalación de:

- **Almacén de materiales y herramientas** (en una superficie de 9 m^2), será empleado para el almacén de materiales y herramientas como motosierras, hachas, machetes, combustibles, etc.
- **Almacén de residuos sólidos urbanos (RSU)** (en una superficie de 8 m^2), se resguardarán los contenedores de residuos sólidos urbanos y demás residuos, conforme al Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral De los Residuos, el artículo 82.
- **Almacén de residuos peligrosos (RP)** (en una superficie de 6 m^2), se resguardarán los RP conforme al Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral De los Residuos, el artículo 82.
- **Resguardo del material proveniente del despalme** (en una superficie de 40 m^2).
- **Sanitario portátil** (en una superficie de 6 m^2).
- **Almacén de maquinaria** (en una superficie de 181 m^2), para el resguardo de la maquinaria que se utilice durante el CUS.

- **Desmonte**

Esta actividad consistirá en realizar el derribo, seccionado y apilado de la vegetación (árboles y arbustos), así como el desenraice y extracción de las raíces y limpieza general del área en donde quedará alojado el proyecto.

Imagen II.18. Ejemplo de las actividades de desmonte.

Despalme

Una vez que sea removida la vegetación que se encuentre dentro del área de CUS, de manera paulatina se llevará a cabo la remoción de la capa superficial del suelo y se llevará al área designada para su almacenamiento temporal. En caso de que el CUS se realice en época de estiaje, se realizarán riegos con agua, para evitar la contaminación por polvos.

Imagen II.19. Ejemplo del despalme.

Equipo a utilizar en cada etapa de preparación del sitio

A continuación, se presenta la información sobre la maquinaria y equipo a utilizar en cada etapa de CUS.

Cuadro II.16. Equipo o maquinaria a usar para cada etapa de la preparación del sitio.

Preparación del sitio o CUS				
Etapa	**Equipo o maquinaria a utilizar**	**Cantidad**	**Cantidad de tiempo empleado (horas)**	**Tiempo que durará el proyecto (CUS)**
Desmonte	Motosierra	2	8 h/día	2 meses
	Machete	2	8 h/día	
	Hacha	2	8 h/día	
Despalme	Pipa de agua*	1	2 h/día	
	Camión de volteo	2	8 h/día	
	Excavadora hidráulica	1	6 h/día	
	Retroexcavadora con martillo	1	6 h/día	

*La pipa de agua se utilizará sólo en caso de que el CUS se realice en época de estiaje

Combustible a utilizar en cada etapa de preparación del sitio

Cuadro II.17. Combustible a utilizar en cada etapa de la preparación del sitio.

Nombre del combustible	Maquinaria o equipo que requiere combustible	Cantidad necesaria (L) por proyecto	Forma de almacenaje y fuente de abastecimiento
Diesel	Motosierra	6,000 L	Solo se acopiarán temporalmente 5 garrafas llenas a un 85% de su capacidad dentro del almacén de materiales y herramientas para las motosierras. El combustible para la maquinaria se cargará en la gasolinera más cercana al proyecto.
Gasolina	Camión de volteo	2,000 L	
	Excavadora hidráulica		
	Retroexcavadora con martillo		

Personal a emplear en cada etapa de preparación del sitio

Cuadro II.18. Personal a emplear en la preparación del sitio.

Puesto	Cantidad	Tiempo a emplear
Operador de maquinaria pesada	2	2 meses
Motosierrista	2	
Chófer	1	
Personal técnico	1	
Personal de vigilancia	1	
Ayudante general	5	

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.

CAPÍTULO III

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

ÍNDICE GENERAL

III VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO. 1

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

III.2 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. 1

III.3 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA). 2

III.4 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS) PUBLICADA EN EL DOF EL 28-04-2022. 3

III.5 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS). 4

III.6 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS 7

III.7 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL. 7

III.8 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE 8

III.9 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE. 8

III.10 NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM'S) 8

III.11 VINCULACIÓN CON ÁREAS NATURALES (ANP´S) Y ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL 10

III.12 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP´S) 10

III.12.1 Áreas Naturales Protegidas a nivel Estatal. 11
III.12.2 ANP's - Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC). 12

III.13 ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL 12

III.13.1 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP). 12
III.13.2 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP). 13

III.14 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs´). 14

III.15 SITIOS RAMSAR. 15

III.16 ESTATUS DE ESPECIES FLORÍSTICAS DE ACUERDO A CITES. 16

III.17 UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA (UICN). 16

III.18 CORREDORES BIOLÓGICOS 17

III.19 VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES. 18

III.19.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT). 18
III.19.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE PUEBLA 23
III.19.3 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 24
III.19.4 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DE PUEBLA 25
III.19.5 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO URBANO SOCIAL SUSTENTABLE DE PUEBLA 26
III.19.6 PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE tehuacán (2019-2024). 31

III.20 BIBLIOGRAFÍA. 58

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro III.1. Vinculación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos con el proyecto. 1
Cuadro III.2. Vinculación del proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. 2
Cuadro III.3. Vinculación del proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 3
Cuadro III.4. Vinculación del proyecto con la LGVS. 5
Cuadro III.5. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 7
Cuadro III.6. Vinculación del proyecto con el reglamento de evaluación de impacto ambiental (REIA). 7
Cuadro III.7. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). 8
Cuadro III.8. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. 8
Cuadro III.9. Vinculación del proyecto con Normas de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Secretaria del Trabajo aplicables al proyecto. 8
Cuadro III.10. Descripción de la Unidad Ambiental 69 19
Cuadro III.11. Descripción de la Unidad Ambiental que comprende el proyecto (UAB 69). 20
Cuadro III.12. Vinculación del Proyecto con las estrategias del Plan a seguir por la administración actual en el Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024. 24
Cuadro III.13. Vinculación del Proyecto con las estrategias del Plan a seguir por la administración en el Plan Estatal de Desarrollo. 26
Cuadro III.14. Vinculación del Proyecto con los ámbitos prioritarios detectados en el Sistema Urbano Ambiental Sustentable Tehuacán 28
Cuadro III.15. Vinculación del Proyecto con las estrategias del Programa Regional de Desarrollo de la Mixteca 30
Cuadro 16. Vinculación de las obras a realizar en el AP con el Plan Municipal de Desarrollo 33
Cuadro 17. Características generales de la zonificación secundaria. 48
Cuadro 18. Índice de Riesgos y vulnerabilidades del polígono Ex Rancho Tochapa. 54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III.1. Áreas naturales protegidas cercanas al área del proyecto. 11
Figura III.2. Ubicación del área del proyecto respecto a las ADVC´S. 12
Figura III.3. Regiones hidrológicas prioritarias cercanas al proyecto. 13
Figura III.4. Regiones Terrestres Prioritarias cercanas al área del proyecto. 14
Figura III.5. Ubicación de AICA´s cercanas al área del proyecto. 15
Figura III.6. Ubicación del área del proyecto respecto de los sitios RAMSAR cercanos. 16
Figura III.7. Plano de corredores biológicos pertenecientes al CBMM con respecto al Área del proyecto… 18
Figura III.8. Ubicación del proyecto en la Región Ecológica 18.19 definida por el POEGT (regional). 19
Figura III.9. Ubicación del área del área del proyecto en las UAB 69 definida en el POEGT 23

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

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

Es importante realizar la vinculación con las diferentes disposiciones ambientales para cumplir técnica y ambientalmente. Asimismo, el presente proyecto debe estar sujeto a los diferentes lineamientos de cada plan u ordenamiento con validez oficial, el cual, este 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.2 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.

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

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

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

Cuadro III.1. Vinculación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos con el proyecto.

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS		
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**	**VINCULACIÓN CON EL PROYECTO**
Artículo 4	El varón y la mujer son iguales ante la ley. Esta protegerá la organización y el desarrollo de la familia. Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.	Las medidas propuestas para la mitigación de los impactos que puede causar el proyecto sobre algunos de los elementos del ambiente, presentadas en la actual manifestación, están encaminadas a garantizar la protección del ambiente y cumplir, en la medida de lo posible, con este precepto constitucional. Tomando lo anterior en cuenta en el Capítulo VI de la presente manifestación se plantea la integración del Programa de Vigilancia Ambiental detallado en el Capítulo VI.
Artículo 25	El Estado velará por la estabilidad de las finanzas públicas y del sistema financiero para coadyuvar a generar condiciones favorables para el crecimiento económico y el empleo. El Plan Nacional de Desarrollo y los planes estatales y municipales deberán observar dicho principio. Bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se	La ejecución del mismo se llevará a cabo a través del uso sustentable de los recursos naturales y se considera la integración social para proporcionar un trabajo digno dentro de las actividades a desarrollar.

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS		
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**	**VINCULACIÓN CON EL PROYECTO**
	apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.	
Articulo 123	Toda persona tiene derecho al trabajo digno y socialmente útil; al efecto, se promoverán la creación de empleos y la organización social de trabajo, conforme a la ley.	Durante la realización del proyecto se crearán empleos de forma directa e indirecta para cubrir las necesidades que presenta el desarrollo del mismo, los empleados serán personas de los lugares cercanos y se ajustarán sus condiciones laborales conforme a la ley.

III.3 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA).

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

Cuadro III.2. Vinculación del proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE		
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**	**VINCULACIÓN**
Artículo 5	Son facultad de la federación X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes;	El proyecto cumple con este artículo al desarrollar los estudios conducentes para la integración de la MIA Particular en un proyecto integral (incorporando en este estudio todas las partes que componen el proyecto) y someter éste a evaluación ante la autoridad ambiental competente para realizar el cambio de uso de suelo en una superficie de 0.5109 ha.
Artículo 28	La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: **VII.** Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.	Dentro del área del proyecto se encuentra vegetación de Bosque de Mezquite que será afectada por la realización del proyecto en una superficie de 0.5109 ha., por ende, se requiere la autorización del cambio de uso de suelo. Debido a que para la realización del proyecto se requiere de la autorización en materia de impacto ambiental para realizar cambio de uso de suelo en terrenos forestales~~,~~ se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular.
Artículo 121	No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los	El proyecto contempla el arrendamiento de sanitarios portátiles durante el cambio de uso de suelo por lo que, el contratista se hará cargo de la disposición de las aguas residuales, cuidando de no realizar las descargas en cuerpos o corrientes de agua o sitios sin autorización para ello.

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE		
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**	**VINCULACIÓN**
	sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.	
Artículo 134	Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios: II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos, III. Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su rehusó y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficiente.	Durante el proyecto se espera la generación de residuos sólidos urbanos, por ello se realizará el depósito y almacenamiento adecuado, disponiéndolos a través del Municipio o empresa concesionada para ese fin.

III.4 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS) PUBLICADA EN EL DOF EL 28-04-2022.

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.3. 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 forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales; **LXXI. Terreno forestal:** Es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales; **LXXI Bis. Terreno forestal arbolado:** Terreno forestal que se extiende por más de 1,500 metros cuadrados dotado de árboles de una altura superior a 5 metros y una cobertura de copa superior al diez por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. Incluye todos los tipos de bosques y selvas de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía que cumplan estas características; **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;	Dentro del área del proyecto se determinó la presencia de vegetación forestal, correspondiente a vegetación de Bosque de Mezquite y para dar cumplimiento a lo anterior se realizaron los estudios correspondientes para realizar el cambio de uso de suelo.

LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE		
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**	**VINCULACIÓN**
Artículo 93.	La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de 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 cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate. Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.	El proyecto requiere el cambio de uso del suelo en una superficie de 0.5109 hectáreas, motivo por lo que se tendrá que contar con 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 con el objetivo de reducir los impactos generados sobre el área del proyecto.
Artículo 155	Son infracciones a lo establecido en esta Ley: I. Realizar en terrenos forestales o preferentemente forestales cualquier tipo de obras o actividades distintas a las actividades forestales inherentes a su uso, en contravención de esta Ley, su Reglamento o de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables; VII. Cambiar el uso de suelo de los terrenos forestales, sin contar con la autorización correspondiente.	El objetivo de este documento es la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental por el cambio de uso del suelo, en una superficie de **0.5109 ha** mediante la Manifestación de impacto ambiental, modalidad particular.

III.5 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.4. 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 es aplicable dado que, se tendrán que realizar actividades que afectan o desplazan especies dentro del área donde se ejecutará el proyecto. Y esto es importante ya que se tiene dentro de la población estas situaciones y por ende se realizó el estudio presente, el cual, considera de antemano que el nivel de afectación del factor flora será total y el factor fauna será el mínimo posible. Por ello, se ejecutará un programa de rescate y reubicación de flora y fauna para algunas de las especies encontradas en el Área del Proyecto, con ello se pretende mitigar 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.	Algunas de las especies de Flora presentes en el AP serán rescatadas y reubicadas en la "Unidad Deportiva Sur", la cual se encuentra dentro del mismo SA solo que en terrenos distintos, cuyas condiciones ambientales son similares a las de procedencia, asegurando la integridad de las especies y restableciendo la dinámica poblacional de las mismas. La Fauna Silvestre será ahuyentada, rescatada y reubicada en el área restante del predio donde se desarrolla el proyecto, la cual cuenta con condiciones similares al AP.
		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. Por lo tanto, la continuidad del ecosistema se podrá restaurar al momento de la reubicación de especies aunado a esto se tiene que al área del proyecto ya tiene perturbación por actividades humanas, como lo es la tira de basura, el pastoreo, entre otras.
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.6 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS

Esta ley se decretó el 8 de Octubre de 2003 y entró en vigor el 6 de enero de 2004, sus disposiciones son de orden público e interés social y su objeto consiste en garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado, así como propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos (RP), de los residuos sólidos urbanos (RSU) y de los de manejo especial (RME); además de prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. Con motivo de lo anteriormente expuesto es que esta ley es reglamentaria de la Carta Magna, en relación a las disposiciones referentes a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos en el territorio nacional (Última Reforma DOF 22-05-2015).

Cuadro III.5. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

ARTÍCULOS	ESPECIFICACIONES	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
Art. 1	La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.	Durante el proyecto se generarán residuos sólidos urbanos, para lo cual, será necesario realizar su separación para su disposición final por medio del servicio recolector municipal o empresa concesionada para ese fin.
Art. 18	Los residuos sólidos urbanos podrán sub clasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.	Como ya se mencionó anteriormente, durante el proyecto se generarán residuos sólidos urbanos, los cuales serán depositados en contenedores clasificados y almacenados para su disposición final.

III.7 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.6. Vinculación del proyecto con el reglamento de evaluación de impacto ambiental (REIA).

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.		
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**	**VINCULACIÓN DEL PROYECTO**
Artículo 5	Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental. O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS: II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más del veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas.	El proyecto requiere el cambio de uso del suelo de áreas forestales en una superficie de 0.5109 hectáreas, por lo que se somete a evaluación la presente manifestación de impacto ambiental. La comunidad vegetal en el sitio corresponde a vegetación de Bosque de mezquite.

III.8 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

Cuadro III.7. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).

ARTÍCULO	ESPECIFICACIONES	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
Artículo 141	Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos 15 fracciones (I - XV). La propuesta de programa a que se refiere la fracción IX del presente artículo deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el Plano georreferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de Cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento.	En cumplimiento al artículo del vigente reglamento y con motivo de autorización, se presenta el contemporáneo documento el cual describe las condiciones actuales y posteriores al proyecto propuesto. Asimismo, es presentado un programa de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre con las peticiones del reglamento.

III.9 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE.

Cuadro III.8. 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.	Las acciones de rescate deberán de generar el menor daño posible a las especies que se encuentran dentro del área del proyecto. Los manejos a realizar se apegarán al trato digno y respetuoso.

III.10 NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM'S)

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

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

Cuadro III.9. Vinculación del proyecto con Normas de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Secretaria 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 de confinamiento temporal, para su posterior trasladado a sitios adecuados para su confinamiento y disposición, a través de una empresa autorizada por la SEMARNAT.
Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	
NOM-002-SEMARNAT-1996 (DOF 03/06/1998)	

CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	Se contará con sanitarios portátiles para el manejo seguro, integral y responsable de las aguas residuales generadas durante el cambio de uso de suelo, el contratista deberá de realizar la disposición final en un sitio autorizado para ese fin.
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 y deberán disponerse con una empresa autorizada por la SEMARNAT. Dentro del sitio del proyecto se contará con un almacén temporal de residuos peligrosos.
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 no se reportan especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, pero en el caso de la fauna, sí, registrando una especie de herpetofauna (*Aspidoscelis parvisocius*, en Protección especial), para ello se proponen acciones para su cuidado y protección. En el caso de flora es propuesto un programa de rescate y reubicación de individuos, así como una plantación. Para fauna durante la ejecución se implementarán las técnicas adecuadas para 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.	
EN MATERIA DE SEGURIDAD	
NOM-080-SEMARNAT-1994 (DOF 13/01/1995)	

CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL 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.	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.
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.	

III.11 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.

III.12 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.

El proyecto ***no se ubica dentro de alguna ANP***, sin embargo, las más cercanas son: Tehuacán-Cuicatlán, Pico de Orizaba, Cañón del Río Blanco y Los Tuxtlas.

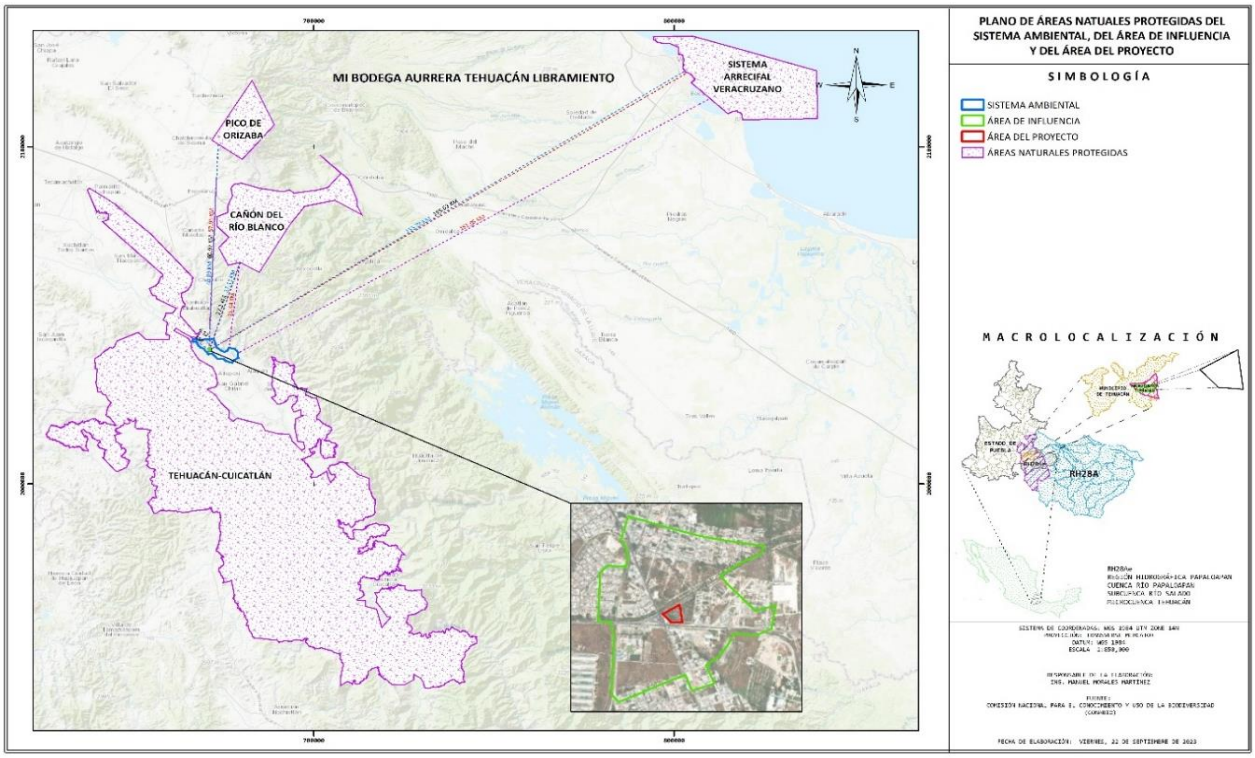


Figura III.1. Áreas naturales protegidas cercanas al área del proyecto.

III.12.1 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS A NIVEL ESTATAL.

El proyecto ***no se encuentra dentro de alguna ANP de carácter Estatal,*** la más cercanas son: Humedal Valsequillo a 92.03 km, Sierra Tentzo a 68.17 km y Metlac-Río Blanco a 50.56 km.

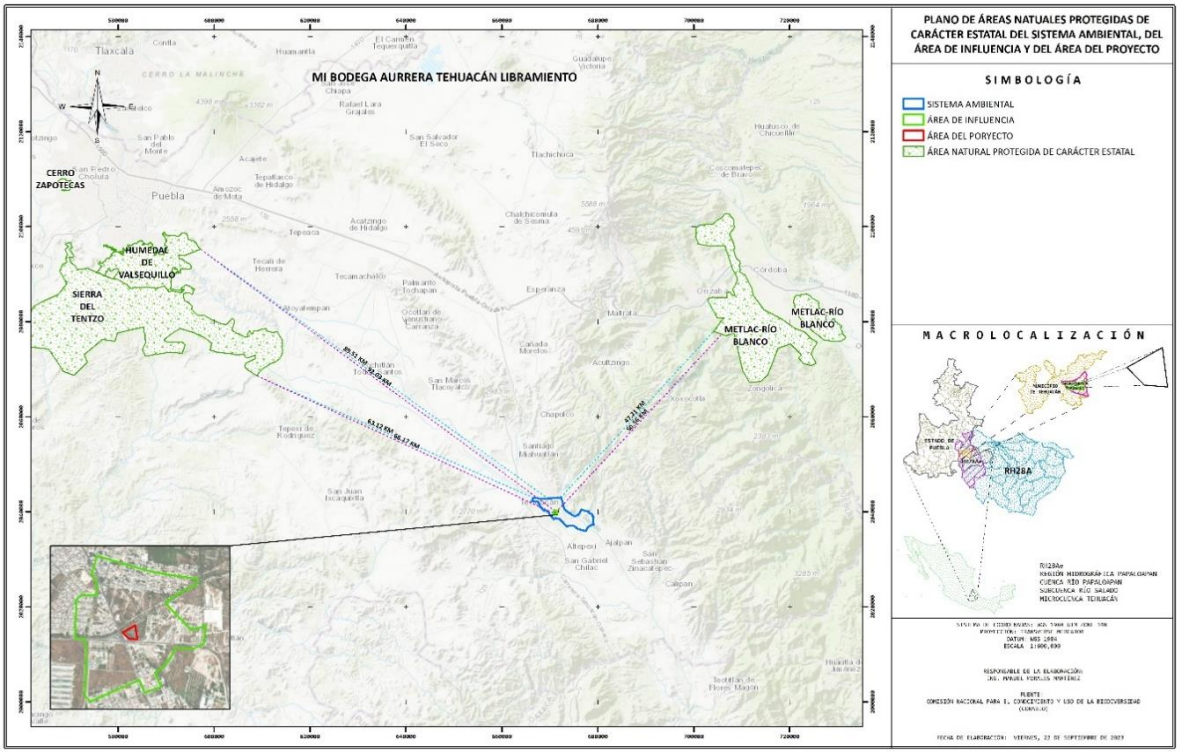


Figura III.2. Áreas naturales protegidas de carácter Estatal cercanas al área del proyecto.

III.12.2 ANP'S - ÁREAS DESTINADAS VOLUNTARIAMENTE A LA CONSERVACIÓN (ADVC).

El proyecto ***no se encuentra dentro de alguna Área Destinada Voluntariamente a la Conservación***, la más cercanas son: Flor del Bosque, Reserva Ecológica Natural en la Cuenca Alta del Río Atoyac 1 Z-1 P1/1, Área Comunitaria de Conservación Buenos Aires, Cerro Agua Platanar, Zona de Reserva Ecológica Comunal de San Juan Teponaxtla, Siete Cumbres Guadalupe Cuautepec, Agua Buena y Las Palmillas de Cerro Verde.

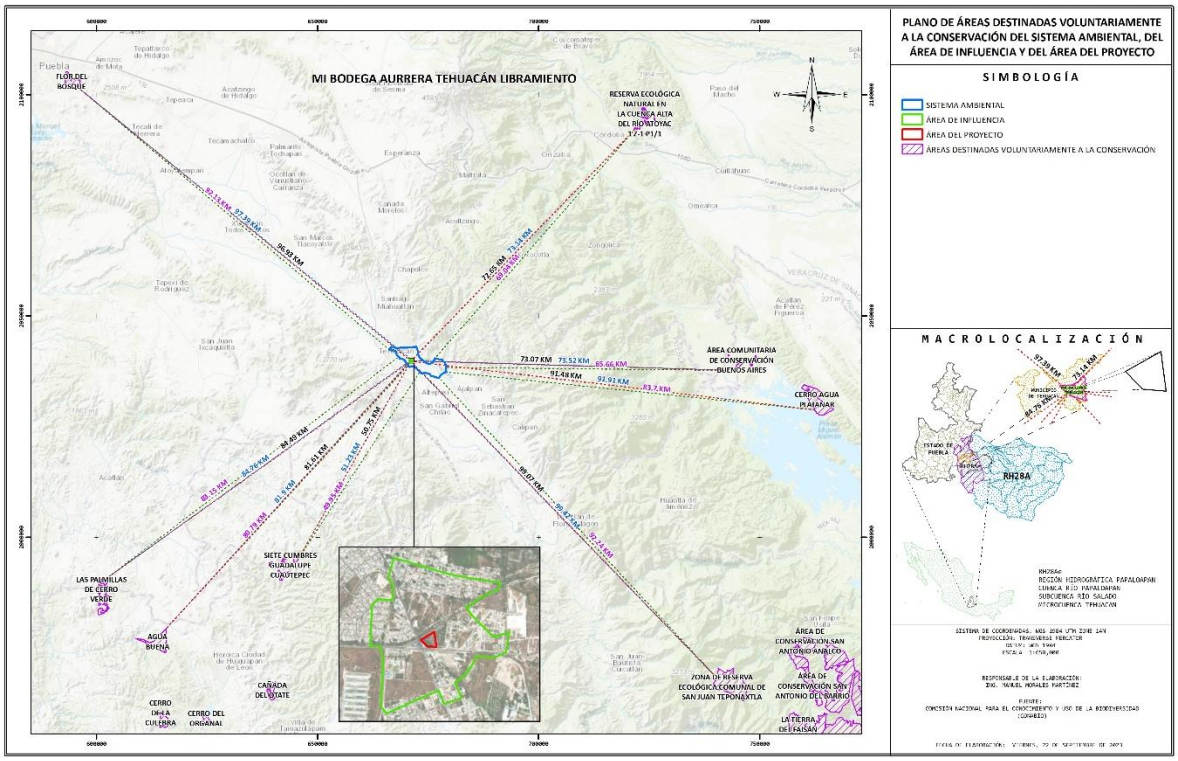


Figura III.3. Ubicación del área del proyecto respecto a las ADVC´S.

III.13 ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL

III.13.1 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***, las más cercanas corresponden a: Presa Miguel Alemán - Cerro de Oro y Cuenca Oriental.

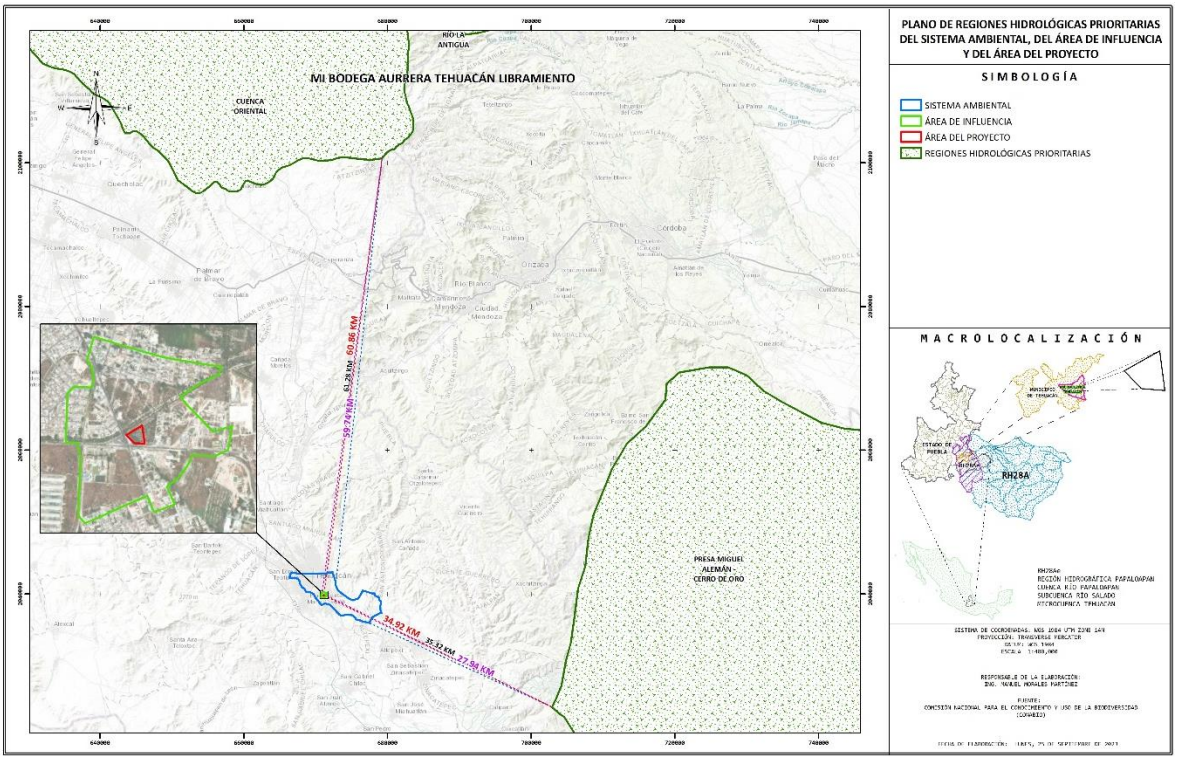


Figura III.4. Regiones hidrológicas prioritarias cercanas al proyecto.

III.13.2 REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP).

De acuerdo a CONABIO las RTP corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica, una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación. Esto último implicó necesariamente considerar las tendencias de apropiación del espacio por parte de las actividades productivas de la sociedad a través del análisis del uso del suelo.

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

El proyecto ***no se encuentra localizada dentro de alguna Región Terrestre Prioritaria***, sin embargo, las más cercanas corresponden a: Valle de Tehuacán-Cuicatlán y Sierras del norte de Oaxaca-Mixe.

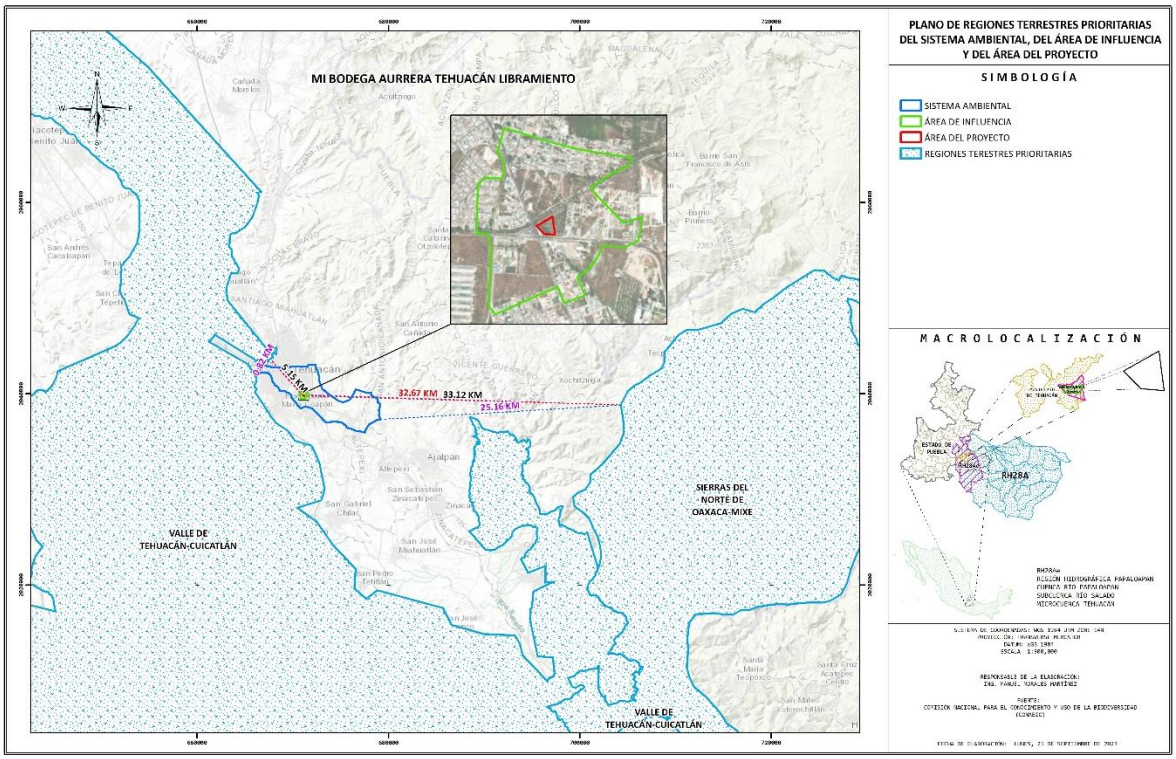


Figura III.5. Regiones Terrestres Prioritarias cercanas al área del proyecto.

III.14 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICAS´).

Las áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAs) son el eje rector de NABCI en México. Existen 229 AICA´s en todos los estados de la República que contemplan todos los tipos de hábitat (vegetación), todas las especies amenazadas y todas las especies endémicas:

El proyecto ***no se encuentra dentro de una Área de Importancia para la Conservación de la Aves (AICA)***, la más cercanas corresponden a: Valle de Tehuacán – Cuicatlán, Rio Metlac y Sierra de Zongolica.

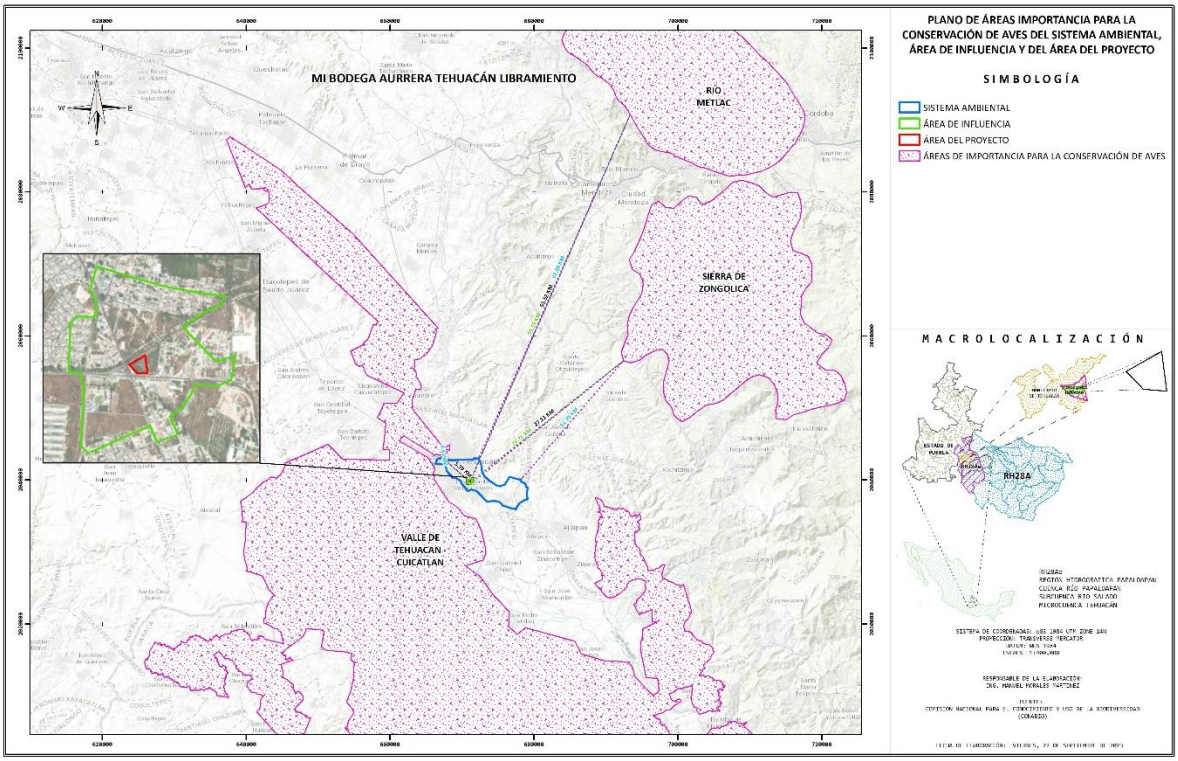


Figura III.6. Ubicación de AICA´s cercanas al área del proyecto.

III.15 SITIOS 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, distribuida en 142 sitios catalogados en la Lista de RAMSAR.

El proyecto, ***no afecta ningún sitio RAMSAR***, los más cercanos corresponden a: Presa Manuel Ávila Camacho (Presa Valsequillo), Cascadas de Texolo y su entorno, Sistema Lagunar Alvarado, Presa de Atlangatepec, Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano y La Mancha y El Llano.

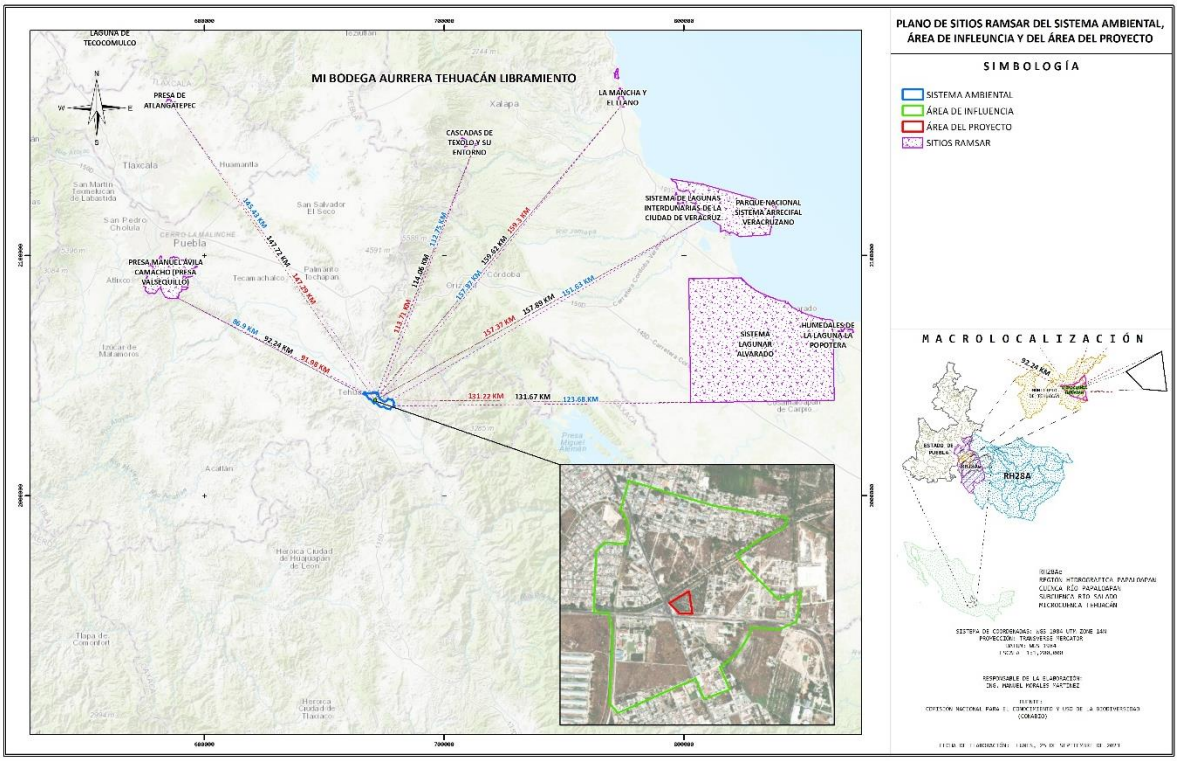


Figura III.7. Ubicación del área del proyecto respecto de los sitios RAMSAR cercanos.

III.16 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.

No se registraron especies de flora silvestre registradas en algún apéndice del CITES.

III.17 UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA (UICN).

Fundada en 1964, la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza ha evolucionado para convertirse en la fuente de información más exhaustiva del mundo al respecto del estado de conservación global de especies de animales, hongos y plantas.

La Lista Roja de UICN es un indicador crítico de la salud de la biodiversidad del mundo. No se trata solamente de una lista de especies y su estado, sino de una poderosa herramienta para informar y catalizar las acciones en pro de la conservación de biodiversidad y cambios de políticas, los cuales son claves para proteger los recursos naturales que necesitamos para sobrevivir. Brinda información sobre distribución, tamaño poblacional, hábitat y ecología, uso y/o tráfico, amenazas, y acciones de conservación que ayudarán a informar decisiones de conservación necesarias.

De acuerdo al UICN el 100% de las especies presentan un estatus favorable, catalogadas en Preocupación menor (LC por sus siglas en inglés).

III.18 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"[1].

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

El proyecto **no *se encuentra dentro de ningún corredor biológico***, el más cercano corresponde al denominado Corredor Biológico de Oaxaca, el cual solo influye a nivel Cuenca y Subcuenca, como se muestra en la siguiente figura.

[1] CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2021. Corredores biológicos. Obtenido de: https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/corredoresbio.html.

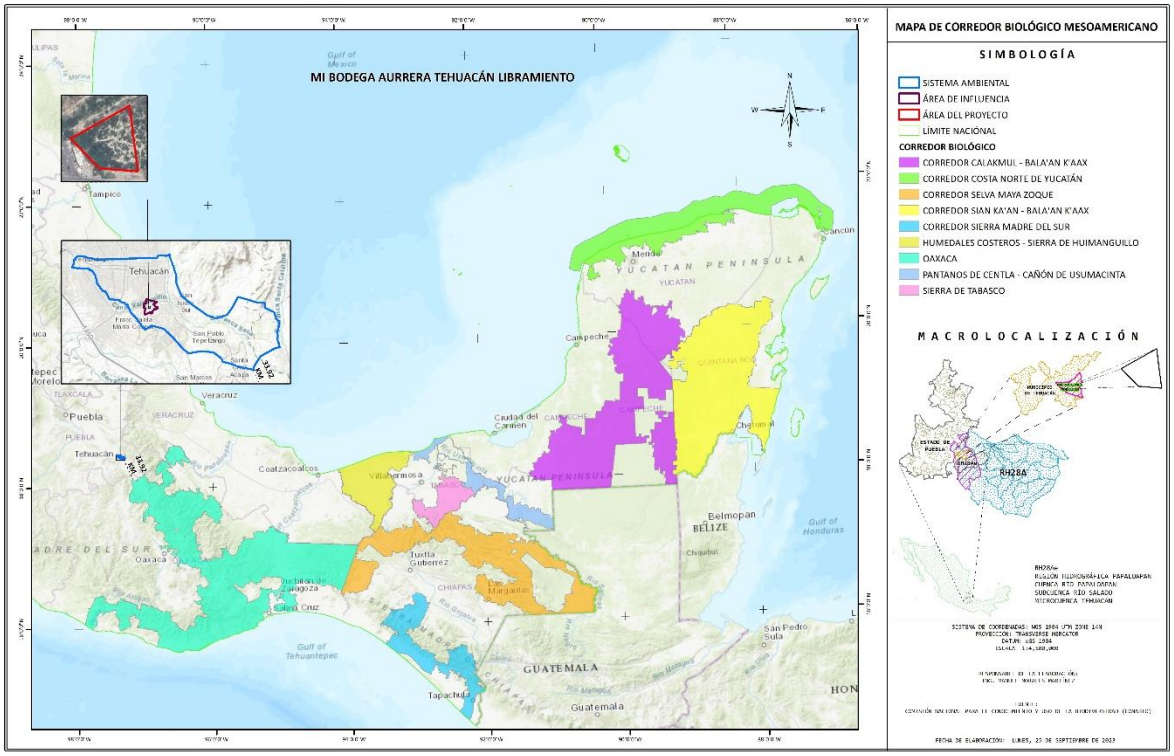


Figura III.8. Plano de corredores biológicos pertenecientes al CBMM con respecto al Área del proyecto.

III.19 VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES.

III.19.1 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.

Tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias principalmente para promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las diversas acciones antropogénicas, tomando en cuenta programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF) para 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 herramienta 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 Tehuacán, en el estado de Puebla y se encuentra establecido en la **Unidad Ambiental Biofísica 61** denominada **"**Sierras del sur de Puebla**"**, **Región ecológica 18.9.**

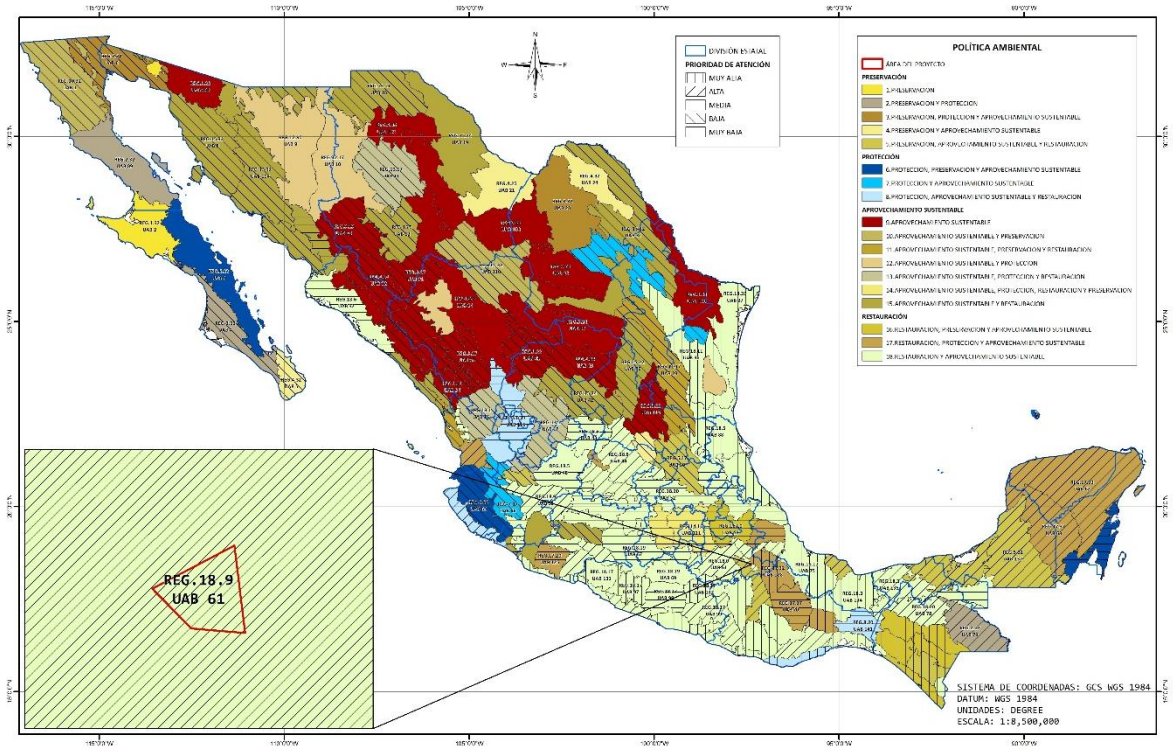


Figura III.9. Ubicación del proyecto en la Región Ecológica 18.19 definida por el POEGT (regional).

UAB 69 "Sierras y Valles Guerrerenses"

Cuadro III.10. Descripción de la Unidad Ambiental 69

CLAVE REGIÓN	18.9
UAB	61
NOMBRE DE LA UAB	" Sierras del sur de Puebla"
RECTORES DEL DESARROLLO	Social
COADYUVANTES DEL DESARROLLO	Forestal.
ASOCIADOS DEL DESARROLLO	Agricultura-ganadería-minería
OTROS SECTORES DE INTERÉS	SCT
POLÍTICA AMBIENTAL	Restauración y Aprovechamiento, Sustentable.
NIVEL DE ATENCIÓN PRIORITARIA	Alta
ESTRATEGIAS	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Estado Actual del Medio Ambiente 2008: 61. Crítico. Conflicto Sectorial Nulo. Muy baja superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de media a baja. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Media. El uso de suelo es Forestal y Agrícola. Déficit de agua superficial. Porcentaje de Zona

Funcional Alta: 34.8. 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. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de subsistencia. Media importancia de la actividad minera. Media 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:

UAB 69 "Sierras y Valles Guerrerenses"

Cuadro III.11. Descripción de la Unidad Ambiental que comprende el proyecto (UAB 69).

UAB 61 "Sierras del sur de Puebla"			
Características del grupo	**No.**	**Estrategia** / **Descripción**	**Vinculación con el proyecto**
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio.			
B) Aprovechamiento sustentable.	4	Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El proyecto no contempla el aprovechamiento de los recursos forestales generados en el cambio de uso de suelo, sin embargo, con el objetivo de llevar a cabo de forma racional el CUS se contempla: 1. Programa de Rescate y Reubicación de Flora 2. Plantación de Flora 3. Programa de Ahuyentamiento de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre 4. Programa de rescate y Reubicación de Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	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 las especies 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.

UAB 61 "Sierras del sur de Puebla"			
Características del grupo	**No.**	**Estrategia** **Descripción**	**Vinculación con el proyecto**
	13	Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	Al ejecutar la reubicación de ejemplares de flora 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.	El proyecto contempla al cambio de uso de suelo en un área de **0.5109 ha**; se impactará a vegetación de bosque de mezquite por lo tanto se contemplan los siguientes programas para la flora: 1. Programa de Rescate y Reubicación de Flora 2. Plantación de Flora Con ello se busca mitigar los impactos generados al recurso flora, agua, suelo y atmosfera, haciendo uso de especies nativas. El proyecto no contempla actividades en suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15	Aplicación de los productos al Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	No aplica
	15 bis	Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	No aplica
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana.			
A) Suelo Urbano y Vivienda	24	Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio	Con el desarrollo del proyecto se generarán empleos temporales, empleando mano de obra local, ello tendrá un efecto positivo en la economía local.
B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias	25	Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.	No aplica
	26	Promover la reducción de la vulnerabilidad física	No aplica
C) Agua y saneamiento	27	Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región	No aplica
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	30	Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región	No aplica
	31	Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	Con el desarrollo del proyecto se generarán empleos temporales, empleando mano de obra local, ello tendrá un efecto positivo en la economía local.

UAB 61 "Sierras del sur de Puebla"			
Características del grupo	**No.**	**Estrategia** **Descripción**	**Vinculación con el proyecto**
	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.	Se gestionará el uso de suelo ante el municipio de Tehuacán, estado de Puebla.
E) Desarrollo Social	35	Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	No aplica
	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 los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	No aplica
	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
	41	Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad	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.	Acuerdo de adquisición y/o renta de tierras que garantice la seguridad y certeza jurídica en la tenencia de la tierra, a fin de reducir la incidencia de conflictos en campo y facilitar el desarrollo de las actividades.
B) Planeación del ordenamiento territorial	44	Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	El presente proyecto respetara en todo momento si es que los hubiera, los ordenamientos que rigen la zona a nivel estatal y municipal.

Considerando las estrategias plasmadas en la unidad ambiental biofísica 69, se realiza a continuación la vinculación con el proyecto.

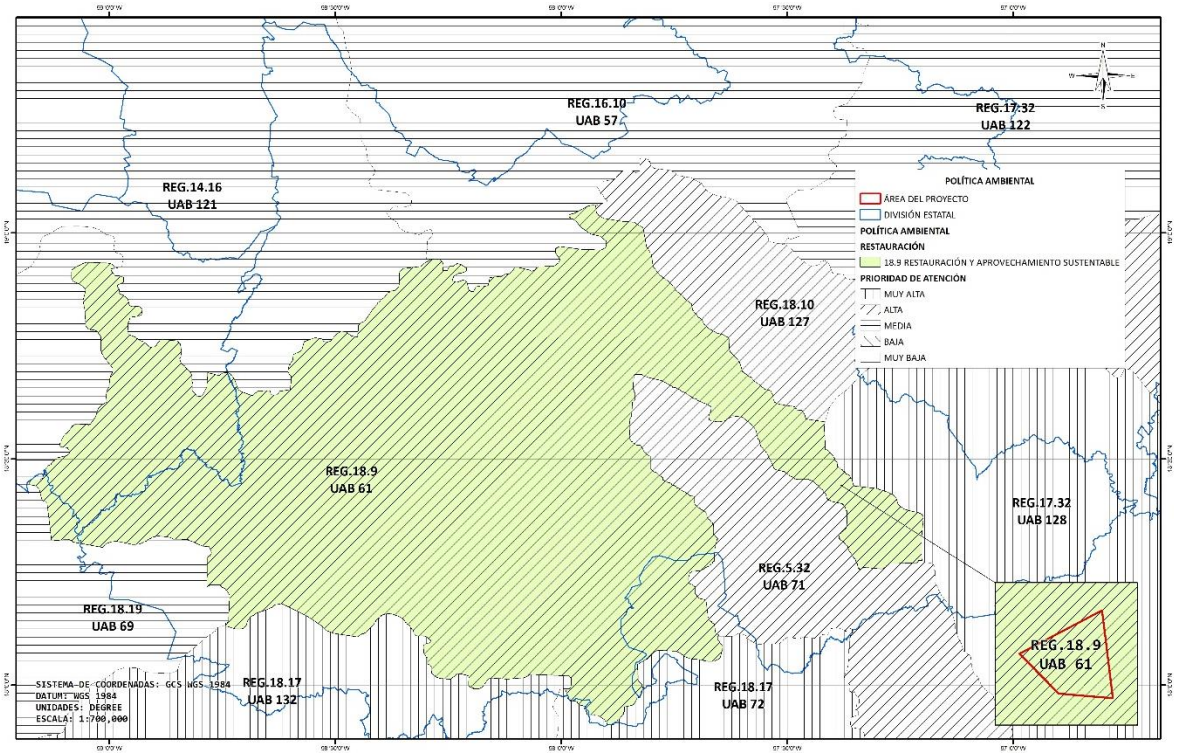


Figura III.10. Ubicación del área del área del proyecto en las UAB 69 definida en el POEGT

III.19.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE PUEBLA

En el estado de Puebla tanto como en la zona en donde se desarrollará el cambio de uso suelo no existe algún programa de ordenamiento ecológico de acuerdo a la página de ordenamientos ecológicos expedidos. Tal y como se muestra en la imagen siguiente.

Ordenamientos Ecológicos Expedidos

Puede realizar una búsqueda escribiendo texto en los espacios en blanco, para hacer una nueva búsqueda presione "Limpiar Filtros"
Limpiar Filtros

(1) Con estrategias y criterios de mitigación o adaptación al Cambio Climático

(2) Bitácoras Ambientales

Estado	Ordenamiento	Fecha de Decreto	Documento (2)	Cambio Climático (1)
puebla				
Puebla	Municipio de Cuetzalan del Progreso	P.O. 03/dic/2010	Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de Cuetzalan del Progreso	
Puebla	Volcán Popocatépetl y su zona de influencia del Estado de Puebla	P.O. 28/Ene/2005	Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región del Volcán Popocatépetl y su Zona de Influencia en el Estado de Puebla: (El decreto completo consta de 567 páginas)	

Imagen III. 1. Captura del Portal oficial SEMARNAT, en la sección de ordenamientos ecológicos expedidos. Fuente: https://www.semarnat.gob.mx/gobmx/ordenamiento.html

III.19.3 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO

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

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

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

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

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

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

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

Cuadro III.12. Vinculación del Proyecto con las estrategias del Plan a seguir por la administración actual en el Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024.

Eje general	Objetivo	Estrategias	Vinculación con el proyecto
Bienestar: Garantizar el ejercicio efectivo de los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales, con énfasis en la reducción de brechas de desigualdad y condiciones de vulnerabilidad y discriminación en poblaciones y territorios.	**2.5.** Garantizar el derecho a un medio ambiente sano con enfoque de sostenibilidad de los ecosistemas, la biodiversidad, el patrimonio y los paisajes bioculturales.	**2.5.1** Conservar y proteger los ecosistemas terrestres y acuáticos, así como la biodiversidad para garantizar la provisión y calidad de sus servicios ambientales.	El proyecto contempla al cambio de uso de suelo en un área de 0.5109 ha; se impactará a vegetación de bosque de mezquite por lo tanto se contemplan los siguientes programas para la flora y fauna: 1. Programa de Rescate y Reubicación de Flora 2. Plantación de Flora 3. Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre. 4. Programa de Rescate y Reubicación de Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Con ello se busca mitigar los impactos generados al recurso flora, fauna, agua, suelo y atmosfera, haciendo uso de especies nativas.
		2.5.2 Aprovechar sosteniblemente los recursos naturales y la biodiversidad con base en una planeación y gestión económica comunitaria con enfoque territorial, de paisajes bioculturales y cuencas.	
		2.5.3 Restaurar ecosistemas y recuperar especies prioritarias con base en el mejor conocimiento científico y tradicional disponible.	

Eje general	Objetivo	Estrategias	Vinculación con el proyecto
			El proyecto no contempla actividades en suelos agrícolas.

III.19.4 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DE PUEBLA

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

El Plan Estatal de Desarrollo es presentado y aprobado dentro de los 120 días del actual periodo Constitucional, en cumplimiento a lo dispuesto por la Ley de Planeación para el Desarrollo del Estado de Puebla. Se trata de un documento responsable que tiene un diagnóstico profundo de las necesidades del Estado, el cual está enriquecido con la iniciativa de la población y que, a su vez, lo hace plural e incluyente, mediante la intervención en los Foros de Participación Ciudadana que para tal efecto se implementaron en las 32 regiones de la entidad: 1) Xicotepec, 2) Huauchinango, 3) Zacatlán, 4) Huehuetla, 5) Zacapoaxtla, 6) Teziutlán, 7) Chignahuapan, 8) Libres, 9) Quimixtlán, 10) Acatzingo, 11) Ciudad Serdán, 12) Tecamachalco, 13) Tehuacán, 14) Sierra Norte, 15) Izúcar de Matamoros, 16) Chiautla, 17) Acatlán, 18) Tepexi de Rodríguez, 19) Atlixco, 20) San Martín Texmelucan, 21-31) Área Metropolitana de la Ciudad de Puebla y 32) Tepeaca. Los Foros de Participación Ciudadana y la consulta realizada a todos los sectores de la población, recogieron sus aspiraciones y demandas con el único objetivo de priorizar el mejoramiento de las condiciones de vida de todas y todos, a través de acciones claras, plasmadas en los objetivos proyectados en este importante ejercicio de planeación. En su elaboración, también se dio cumplimiento al mandato constitucional en beneficio de la ciudadanía, al otorgar mayores instrumentos de inclusión y participación en la vida política de nuestro Estado. Este es un Plan emitido en estricto cumplimiento a todos los ordenamientos jurídicos aplicables, desde la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Puebla, la Ley de Planeación para el Desarrollo del Estado de Puebla; así como las diversas leyes en materia de presupuesto, contabilidad gubernamental y financiera.

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

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

Eje 1. Seguridad Pública, Justicia y Estado de Derecho.

Eje 2. Recuperación del Campo Poblano.

Eje 3. Desarrollo Económico para Todos y Todas.

Eje 4. Disminución de las Desigualdades.

Eje especial. Gobierno Democrático, Innovador y Transparente.

Asimismo, contiene cuatro Enfoques Transversales:

1. Infraestructura

2. Igualdad Sustantiva
3. Pueblos Originarios
4. Cuidado Ambiental y Cambio Climático

Cuadro III.13. Vinculación del Proyecto con las estrategias del Plan a seguir por la administración en el Plan Estatal de Desarrollo.

Eje general	Programa	Estrategia	Vinculación con el proyecto
4. Desarrollo Económico para Todas y Todos	Cuidado Ambiental y Cambio Climático **Objetivo:** Busca asegurar que el desarrollo del estado recaiga en un ambiente sostenible en donde se encuentre un equilibrio en la interacción entre la sociedad y el medio natural, propiciando la conservación de espacios y la resiliencia del estado.	**Cuidado Ambiental y Cambio Climático:** Impulsar esquemas ambientalmente sostenibles en las actividades económicas para reducir el impacto al cambio climático: 1. Promover el uso de estándares y normas oficiales mexicanas para el aprovechamiento sostenible y la seguridad hídrica. 2. Establecer criterios de control, prevención y mejores prácticas en los procesos para reducir los contaminantes al medio ambiente. 3. Promover el uso de tecnologías limpias e innovadoras para eficientar el desarrollo económico y la transición energética. 4. Fomentar prácticas sostenibles, de prevención de riesgos y adaptación al cambio climático en las actividades económicas. 5. Proteger los ecosistemas para el desarrollo sostenible con identidad. **6.** Desarrollar mecanismos de planeación territorial que propicien el desarrollo económico sostenible.	Durante la implementación del proyecto se generarán: **Residuos Sólidos Urbanos**, se realizará una clasificación de los residuos para su depósito y almacenamiento, para su posterior recolección por parte del servicio de recolección de basura municipal o empresa concesionada para ese fin. **Residuos de Manejo Especial**, los residuos que se pueden considerar de manejo especial como escombro serán enviados a sitios de disposición final autorizados por la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial del Estado de Puebla (SMADSOT). **Residuos Peligrosos,** el mantenimiento de la maquinaria equipos se realizarán fuera del área de proyecto y área de influencia. Se contará con un área de confinamiento temporal de residuos peligrosos para su posterior disposición a través de una empresa autorizada por la SEMARNAT. **Aguas Residuales**: Durante el proyecto se pretende colocar sanitarios portátiles y así evitar la infiltración de aguas residuales al subsuelo. **Flora silvestre,** se contempla la ejecución de un Programa de Plantación en la **Unidad Deportiva Sur de Tehuacán**, así mismo, se llevará a cabo un Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre. **Fauna Silvestre**, dada la presencia de fauna silvestre se pretende llevar a cabo un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, así mismo se contempla un Programa de Rescate para Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Durante el desarrollo del proyecto se contratará mano de obra de la región.

III.19.5 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO URBANO SOCIAL SUSTENTABLE DE PUEBLA

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

El PEDUSS más reciente y publicado es validado el 12 de enero del 2018, el cual plantea las condiciones necesarias para mejorar la calidad de vida de la población urbana y rural de los centros de población, en un marco deseable de integración regional equilibrado, mediante la planeación del Desarrollo Urbano

Sustentable, el ordenamiento territorial, el impulso al desarrollo económico y la disminución de las desigualdades sociales. Como resultado del análisis las de zonas homogéneas, se identificaron 22 Subsistemas Urbanos Sustentables, agrupados en 9 Sistemas Urbanos Ambientales Sustentables, que para efectos del desarrollo urbano serán el territorio que permitirá la determinación de la nueva estructura territorial a partir de centros de población estratégicos y centros de población de apoyo mismos que, articularan a los 217 municipios del Estado.

El presente proyecto ubicado en el municipio de Tehuacán, en el estado de Puebla, se encuentra en el Sistema Urbano Ambiental Sustentable (SUAS) 8. Tehuacán.

Sistema Urbano Ambiental Sustentable Tehuacán

Formado por los 38 municipios de Altepexi, Caltepec, Chapulco, Nicolás Bravo, San Antonio Cañada, San Gabriel Chilac, San José Miahuatlán, Santiago Miahuatlán, Tehuacán, Tepanco de López, Vicente Guerrero, Zapotitlán y Zinacatepec, Acatzingo, Atoyatempan, Cuapiaxtla de Madero, General Felipe Ángeles, Huitziltepec, Mixtla, Palmar de Bravo, Quecholac, Los Reyes de Juárez, San Salvador Huixcolotla, Santo Tomás Hueyotlipan, Tecali de Herrera, Tecamachalco, Tepeaca, Tepeyahualco de Cuauhtémoc, Tlacotepec de Benito Juárez, Tlanepantla, Tochtepec, Xochitlán Todos Santos y Yehualtepec, Ajalpan, Coxcatlán, Coyomeapan, Eloxochitlán, San Sebastián Tlacotepec, y Zoquitlán. Agrupados dan lugar a tres Subsistemas Urbano Sustentable Ajalpan, Tecamachalco y Tehuacán. El SUAS Tehuacán ocupa el 18.38% del territorio estatal con una superficie de 6,304 Km2.

De Tepeaca a Tehuacán se conforma un corredor de Desarrollo Urbano donde están los principales centros de población del SUAS, es ahí donde también se concentran la mayoría de las actividades económicas del SUAS. La infraestructura carretera es en general, de un adecuado nivel de servicio en casi todo el SUAS, faltando solo algunas poblaciones dispersas de ser integradas por carreteras pavimentadas. La carretera federal No. 150 Puebla Tehuacán es una de las más importantes del Estado, ya que a su largo se concentra gran actividad económica. La tendencia de crecimiento poblacional tradicionalmente era de media a alta, sin embargo, en la última década ésta ha disminuido su ritmo de crecimiento por los efectos de la migración; sin embargo, es la más alta del Estado, con 2.07%.

El SUAS cuenta con amplias superficies con vocación natural de matorral o vegetación arbustiva de presencia relevante en la zona de protección natural de la Biosfera Cuicatlán-Coxcatlán, que predominan sobre las de uso agrícola de temporal. Sobre la cuenca del Canal de Valsequillo, en el Distrito de Riego No. 30, se tiene una vocación natural de aprovechamiento agrícola; sin embargo, debido a la contaminación del acuífero, se deberán implantar programas orientados a la conservación y al uso más eficiente del recurso agua, acompañadas con acciones de reducción gradual de extracciones de agua subterránea, con saneamiento de aguas residuales, para que una vez tratadas puedan utilizarse para riego agrícola, lo anterior se logrará como parte de las acciones emprendidas para el Rescate del Lago de Valsequillo. En zonas de la Sierra Negra, la vocación natural del suelo es de bosques y selvas arbustivas; siendo necesario el restablecimiento de las zonas y así, aminorar el deterioro causado por la deforestación, agricultura nómada y pastoreo.

Cuadro III.14. Vinculación del Proyecto con los ámbitos prioritarios detectados en el Sistema Urbano Ambiental Sustentable Tehuacán

SUAS: Tehuacán	
Ámbito: Urbano	
Ámbitos	**Vinculación**
1. Impulso a los centros de población de apoyo del SUAS.	Con el desarrollo del proyecto se generarán empleos temporales, empleando mano de obra local, ello tendrá un efecto positivo en la economía local.
2. Generar los empleos necesarios para aprovechar la mano de obra especializada, con el objetivo de equilibrar los requerimientos del SUAS.	Con el desarrollo del proyecto se generarán empleos temporales, empleando mano de obra local, ello tendrá un efecto positivo en la economía local.
3. Promover la capacitación técnica, para lograr calidad y competitividad en los servicios.	El promovente no cuenta con las facultades para promover la capacitación técnica y lograr calidad y competitividad en los servicios.
4. Capacitación del personal que trabaja en la actividad turística, para incrementar su presencia a través de recorridos planeados.	El promovente no cuenta con las facultades para capacitar personal que trabaja en la actividad turística
5. Consolidar la actividad industrial en zonas y parques industriales. Ya que cuenta con desarrollo económico soportado en la producción avícola.	El proyecto no contempla actividades industriales en zonas y parques industriales.
6. Generar las condiciones necesarias para consolidar al SUAS como un potencial de comercio y abasto.	Con el desarrollo del proyecto se generarán empleos temporales, empleando mano de obra local, ello tendrá un efecto positivo en la economía local.
7. El comercio es otra actividad de importancia que aprovecha la infraestructura en comunicaciones que tiene el SUAS, principalmente a través de la autopista Puebla – Tehuacán – Orizaba. Por lo que deberá mejorarse esta vialidad, además de continuarse con la ampliación, con carácter de vialidad urbana, de la carretera federal a Tehuacán.	El proyecto no contempla actividades para mejorar vías de comunicación.
8. Se deberá disminuir la disparidad entre los servicios e infraestructura básica entre el ámbito urbano y rural, así como, reducir los rezagos en materia de drenaje y a su vez, establecer políticas y programas de desarrollo urbano para un crecimiento ordenado y sustentable.	El promovente no cuenta con las facultades para disminuir la disparidad entre los servicios e infraestructura básica entre el ámbito urbano y rural, así como, reducir los rezagos en materia de drenaje.
9. Modernizar la estructura vial, para lograr la incorporación con las comunidades dispersas y alejadas de los servicios básicos.	El proyecto no contempla la modernización de vías de comunicación.
10. Fomentar proyectos productivos indígenas y el aprovechamiento sustentable de sus recursos naturales, mediante programas diseñados para explotar las capacidades productivas de estas comunidades, e implementación de programas de educación bilingüe e intercultural.	El proyecto no contempla el fomento de proyectos productivos indígenas y el aprovechamiento sustentable de sus recursos naturales, mediante programas diseñados para explotar las capacidades productivas de estas comunidades, e implementación de programas de educación bilingüe e intercultural.
11. Dada la imposibilidad de desarrollar la industria y comercio a gran escala en las localidades de la Sierra Negra, el impulso al empleo se debe de dar por medio del fomento a programas de capacitación y asesoramiento técnico en labores agropecuarias, las cuales representan la mayor fuente de empleo, para así mejorar la productividad y disminuir el flujo migratorio de la fuerza productiva.	El proyecto no contempla el fomento para desarrollar la industria y comercio a gran escala en las localidades de la Sierra Negra.
12. Así el ordenamiento ecológico, que incide sobre la planeación ambiental, constituye el eslabón entre la planeación socioeconómica y la de desarrollo urbano donde se instrumentan usos, destinos y reservas del territorio. Paralelamente, se debe fomentar la cultura ecológica tanto en las organizaciones como en los habitantes del SUAS, pues todos los individuos deben contribuir al cuidado y preservación del medio ambiente.	El proyecto contempla medidas de mitigación para la reducción de los impactos que se van a generar con el desarrollo del proyecto. Residuos Sólidos Urbanos, se realizará una clasificación de los residuos para su depósito y almacenamiento, para su posterior recolección por parte del servicio de recolección de basura municipal o empresa concesionada para ese fin. Residuos de Manejo Especial, los residuos que se pueden considerar de manejo especial como escombro serán enviados a sitios de disposición final autorizados por la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial del Estado de Puebla (SMADSOT). Residuos Peligrosos, el mantenimiento de la maquinaria equipos se realizarán fuera del área de proyecto y área de influencia. Se contará con un área de confinamiento temporal de residuos peligrosos para su posterior disposición a través de una empresa autorizada por la SEMARNAT.

SUAS: Tehuacán	
Ámbito: Urbano	
Ámbitos	**Vinculación**
1. Impulso a los centros de población de apoyo del SUAS.	Con el desarrollo del proyecto se generarán empleos temporales, empleando mano de obra local, ello tendrá un efecto positivo en la economía local.
	Aguas Residuales: Durante el proyecto se pretende colocar sanitarios portátiles y así evitar la infiltración de aguas residuales al subsuelo. Flora silvestre, se contempla la ejecución de un Programa de Plantación en la Unidad Deportiva Sur de Tehuacán, así mismo, se llevará a cabo un Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre. Fauna Silvestre, dada la presencia de fauna silvestre se pretende llevar a cabo un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, así mismo se contempla un Programa de Rescate para Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
13. Consolidación del Parque Industrial Tehuacán, que pretende fomentar el crecimiento ordenado de la industria, regularizar el uso de suelo y disminuir los problemas viales que se presentan en la Ciudad de Tehuacán debido a esta actividad.	El proyecto no contempla la consolidación del Parque Industrial Tehuacán, que pretende fomentar el crecimiento ordenado de la industria, regularizar el uso de suelo y disminuir los problemas viales que se presentan en la Ciudad de Tehuacán debido a esta actividad.
14. El comercio regional y al por mayor, se encuentra concentrado en San Salvador Huixcolotla, donde se ha constituido una central de abasto para desarrollar esta actividad, aprovechando el flujo comercial de productos agrícolas, a partir de las hortalizas producidas en su entorno, combinado con la infraestructura carretera de la autopista México-Puebla–Orizaba y la federal Puebla Tehuacán, cuyos beneficios deberán ampliarse a los productores del SUAS.	El proyecto no contempla el fomento al comercio regional.
15. Dentro del SUAS Tehuacán, el corredor Tehuacán-Tecamachalco-Amozoc es donde se prevé el crecimiento para el uso urbano, principalmente entre los centros de población de Tecamachalco, Acatzingo y Tepeaca, en donde existe una gran concentración de actividades comerciales, abasto, agroindustriales y turísticas, por lo que se deberá promover la realización de sus instrumentos de planeación de desarrollo urbano sustentable.	El proyecto no contempla promover la realización instrumentos de planeación de desarrollo urbano sustentable de los centros de población los centros de población de Tecamachalco, Acatzingo y Tepeaca.
16. Intensificar la explotación de yacimientos de minerales no metálicos, constituidos principalmente por rocas calizas, ónix, yesos y arena.	El proyecto no contempla la explotación de yacimientos de minerales no metálicos, constituidos principalmente por rocas calizas, ónix, yesos y arena.
17. Dada las características y potencialidades del SUAS, para explotar cantera, esta actividad no es estratégica actualmente, para el desarrollo económico. Sin embargo, en la medida de lo posible se deberán diseñar mecanismos para su explotación racional y sustentable, buscando beneficiar directamente a las personas involucradas en la actividad.	El proyecto no contempla la explotación cantera, esta actividad no es estratégica actualmente, para el desarrollo económico.
Ámbito: Urbano	
1. Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, especialmente los recursos forestales.	Dentro del área del proyecto se encuentra vegetación de Bosque de Mezquite que será afectada por la realización del proyecto en una superficie de 0.5109 ha., por ende, se requiere la autorización del cambio de uso de suelo. Debido a que para la realización del proyecto se requiere de la autorización en materia de impacto ambiental para realizar cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular. Se plantean medidas de mitigación para los impactos que se van a generar durante el desarrollo del proyecto.
2. Promoción y desarrollo de cultivos alternativos.	El proyecto no contempla la promoción y desarrollo de cultivos alternativos.
3. Promover nuevas tecnologías y la comercialización del campo; así como la capacitación de los productores.	El proyecto no contempla promover nuevas tecnologías y la comercialización del campo; así como la capacitación de los productores.

SUAS: Tehuacán	
Ámbito: Urbano	
Ámbitos	**Vinculación**
1. Impulso a los centros de población de apoyo del SUAS.	Con el desarrollo del proyecto se generarán empleos temporales, empleando mano de obra local, ello tendrá un efecto positivo en la economía local.
4. Apoyar que el campo se integre a las cadenas productivas.	El proyecto no contempla apoyar la integración del campo a las cadenas productivas.
5. Se impulsará la actividad ecoturística.	El proyecto no contempla impulsar la actividad ecoturística.

PROGRAMA REGIONAL DE DESARROLLO DE LA REGIÓN 13 TEHUACÁN 2019-2024 (ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN).

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

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

Cuadro III.15. Vinculación del Proyecto con las estrategias del Programa Regional de Desarrollo de la Mixteca

Eje general	Objetivo	Estrategia	Vinculación con el proyecto
Seguridad pública, justicia y estado de derecho en la Región de Tehuacán	Mejorar las condiciones de seguridad pública, gobernabilidad, legalidad, justicia y cereza jurídica en la región Tehuacán	**Estrategia transversal de cuidado del ambiente y atención al cambio climático:** Implementar mecanismos coordinados donde se procure el acceso a un ambiente sano para el presente y las poblaciones futuras. **Líneas de acción** **1**. Establecer estrategias de contingencia ambiental, correctivas y preventivas para la protección de la población. **2**. Promover la participación social respecto al cuidado y preservación del medio ambiente. **3**. Regular los asentamientos humanos a través de instrumentos de ordenamiento territorial en la región	Tehuacán es uno de los municipios con mayor crecimiento y una de las principales ciudades de Puebla, por lo que la expansión urbana es inevitable, en razón de esto se hace más susceptible a la carencia de empleo, recursos y servicios es por ello que uno de los principales objetivos del proyecto es generar empleo, fomentando el trabajo en la región y satisfacer una necesidad básica de adquisición de diversos productos abarroteros y otros. Durante la implementación del proyecto se generarán: **Residuos Sólidos Urbanos**, se realizará una clasificación de los residuos para su depósito y almacenamiento, para su posterior recolección por parte del servicio de recolección de basura municipal o empresa concesionada. **Residuos de Manejo Especial**, los residuos que se pueden considerar de manejo especial como escombro serán depositados en sitios autorizados por la SMADSOT. **Residuos Peligrosos,** el mantenimiento de la maquinaria equipos se realizarán
Desarrollo económico de las región de Tehuacán para todas y todos	Impulsar el desarrollo económico sostenible en la región de Tehuacán	**Estrategia transversal de cuidado del ambiente y atención al cambio climático:** Impulsar esquemas ambientalmente sostenibles en las actividades económicas para reducir el impacto al cambio climático. **Líneas de acción:** 1. Promover el uso y aprovechamiento sostenible de recursos y la seguridad hídrica. 2. Establecer criterios de control, prevención y mejores prácticas en los procesos para reducir los contaminantes al medio ambiente.	

Eje general	Objetivo	Estrategia	Vinculación con el proyecto
		3. Promover el uso de tecnologías limpias e innovadoras para eficientar el desarrollo económico y la transición energética. 4. Fomentar prácticas sostenibles, de prevención de riesgos y adaptación al cambio climático en las actividades económicas. 5. Proteger los ecosistemas para el desarrollo sostenible con identidad. 6. Desarrollar mecanismos de planeación territorial que propicien el desarrollo económico sostenible.	fuera del área de proyecto y área de influencia. En caso de requerirse se contará con un área de confinamiento temporal de residuos peligrosos para su posterior destino final con una empresa autorizada por la SEMARNAT. **Aguas Residuales**: Durante el proyecto se pretende colocar sanitarios portátiles y así evitar la infiltración de aguas residuales al subsuelo. **Flora silvestre,** se contempla la ejecución de un Programa de Plantación en la Unidad Deportiva Sur de Tehuacán, así mismo, se llevará a cabo un Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre. **Fauna Silvestre**, dada la presencia de fauna silvestre se pretende llevar a cabo un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, así mismo se contempla un Programa de Rescate para Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Durante el desarrollo del proyecto se implementará mano de obra de la región.

III.19.6 PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE TEHUACÁN (2019-2024).

El instrumento de planeación rector que rige el actuar gubernamental desde el diseño de las políticas públicas es el Plan Municipal de Desarrollo, con el que se busca dar solución a los principales problemas detectados en el diagnóstico municipal que se compone de tres visiones: institucional, ciudadano y estadístico, que despende una visión integral sobre las necesidades del municipio y la visión estratégica de las y los que integran el H. Ayuntamiento.

Los objetivos, estrategias y líneas de acción están orientados a mejorar la calidad de vida e incrementar el crecimiento económico de todos los sectores estratégicos. Por tanto, el presente Plan permite sentar las bases para resolver los asuntos sociales, económicos, ambientales y culturales, teniendo un impacto en las generaciones futuras.

Ejes estratégicos que conforman el Plan:

- Eje 1. Crecimiento Económico
- Eje 2. Seguridad y Prevención del delito
- Eje 3. Medio Ambiente y recursos naturales
- Eje 4. Bienestar Social
- Eje 5. Gobierno Innovador

Vertientes transversales:

- 1A Equidad de género

- 1B Combate a la corrupción
- 1C Agenda 2030.

Cuadro 16. Vinculación de las obras a realizar en el AP con el Plan Municipal de Desarrollo

Estrategia	Característica	Vinculación
Eje 1. Crecimiento Económico		
Objetivo 1. Impulsar de acciones de mejora regulatoria para la reactivación económica frente a la recesión económica por COVID-19.		
Estrategias 1.1. Fomentar la actividad económica dentro de municipio a través de la mejora regulatoria	**LA1.1.1. (ODS 17.7)** Actualizar instrumentos normativos internos para los módulos del Sistema de Apertura Rápida de Empresas.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para actualizar instrumentos normativos internos para los módulos del Sistema de Apertura Rápida de Empresas.
	LA1.1.2. (ODS 17.7) Efectuar convenios de colaboración para los módulos del Sistema de Apertura Rápida de Empresas.	
	LA1.1.3. (ODS 8.2) Eficientizar los procesos de la gestión de trámites y servicios que brinda el Ayuntamiento de Tehuacán con la finalidad de comunicación proactiva entre las dependencias municipales y la ciudadanía.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para eficientizar los procesos de la gestión de trámites y servicios que brinda el Ayuntamiento de Tehuacán.
	LA1.1.4. (ODS 17.7) Celebrar sesiones ordinarias de Consejo Municipal en materia de Mejora Regulatoria.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para celebrar sesiones ordinarias de Consejo Municipal en materia de Mejora Regulatoria.
	LA1.1.5. (ODS 8.2) Realizar asesorías empresariales y/o atenciones respecto a los módulos del Sistema de Apertura Rápida de Empresas.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para realizar asesorías empresariales y/o atenciones respecto a los módulos del Sistema de Apertura Rápida de Empresas.
Estrategia 1.2. Promover la creación e impulso de agronegocios en el Municipio	**LA1.2.1. (ODS 2.4, 8.4, 9.2, 17.7)** Impulsar el campo tehuacanero desde esquemas de sostenibilidad y vinculación	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para impulsar el campo tehuacanero desde esquemas de sostenibilidad y vinculación
	LA1.2.2. (ODS 2.4, 8.4, 9.2, 17.7) Capacitar en temas de paquetes tecnológicos, huertos urbanos, desarrollos sostenibles y técnicas agrícolas que promuevan la eficiencia del sector primario	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para capacitar en temas de paquetes tecnológicos, huertos urbanos, desarrollos sostenibles y técnicas agrícolas que promuevan la eficiencia del sector primario
	LA1.2.3. (ODS 2.4, 8.4, 9.2, 11.3, 17.7) Promover la creación de huertos familiares de traspatio que incentiven la sostenibilidad y autoconsumo para personas de escasos recursos	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para promover la creación de huertos familiares de traspatio que incentiven la sostenibilidad y autoconsumo para personas de escasos recursos.
	LA1.2.4. (ODS 2.4, 8.4, 9.2, 17.7) Impulsar el diálogo participativo a través de mesas de trabajo, foros y asesorías sobre prácticas de agricultura sostenible, incluyente y eficiente.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para impulsar el diálogo participativo a través de mesas de trabajo, foros y asesorías sobre prácticas de agricultura sostenible, incluyente y eficiente.
	LA1.2.5. (ODS 2.4, 8.4, 9.2, 11.3, 17.7) Impulsar las actividades productivas de nuestros pueblos indígenas y comunidades originarias	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para impulsar las actividades productivas de nuestros pueblos indígenas y comunidades originarias.
Objetivo 2. Promover acciones en materia de competitividad entre las empresas y creación de nuevas empresas para contribuir a la reactivación de la economía.		
Estrategias 2.1.	**LA2.1.1. (ODS 8.1 y 8.2)** Diseñar e impartir talleres y/o capacitaciones que fortalezcan las habilidades empresariales y administrativas de los ciudadanos emprendedores.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para diseñar e impartir talleres y/o

Estrategia	Característica	Vinculación
Elaborar programas para la formación de recursos humanos y una nueva cultura empresarial.		capacitaciones que fortalezcan las habilidades empresariales y administrativas de los ciudadanos emprendedores.
	LA2.1.2 (ODS 8.2, 8.4 y 8.9) Promover acciones relacionadas sobre el fomento a los sectores económico, educativo y social.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para promover acciones relacionadas sobre el fomento a los sectores económico, educativo y social.
	LA2.1.3. (ODS 8.3, 8.5, 8.9 y 12.3) Generar espacios destinados a la formación y capacitación en temas de productividad basados en temas de creatividad, innovación y desarrollo tecnológico para los emprendedores.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para generar espacios destinados a la formación y capacitación en temas de productividad basados en temas de creatividad, innovación y desarrollo tecnológico para los emprendedores.
	LA2.1.4 (ODS 8.2, 8.4 y 8.9). Fortalecer la atención que brinda el módulo de buscadores de empleo con la finalidad de que la población se incorpore a un primer empleo.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para fortalecer la atención que brinda el módulo de buscadores de empleo con la finalidad de que la población se incorpore a un primer empleo.
	LA2.1.5. (ODS 8.2, 8.4 y 8.9) Impulsar eventos que fomenten la economía local dentro del Municipio de Tehuacán.	Con el desarrollo del proyecto se generarán empleos temporales, empleando mano de obra local, ello tendrá un efecto positivo en la economía local.
Estrategia 2.2. Contribuir a la consolidación del fomento comercial y los mercados municipales	**LA2.2.1. (ODS 8.2, 8.4 y 8.9)** Mantener en óptimas condiciones los mercados del Municipio	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para mantener en óptimas condiciones los mercados del Municipio
Objetivo 3. Impulsar la atracción de turismo local, nacional e internacional desde un abordaje intersectorial y participativo para el Municipio de Tehuacán.		
Estrategias 3.1. Generar acciones en materia turística para lograr impulsar este sector como parte de la reactivación económica.	**LA3.1.1. (ODS 8.9)** Realizar campañas y acciones de promoción turística.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para realizar campañas y acciones de promoción turística.
	LA3.1.2. (ODS 12.8, 12.b) Fomentar recorridos en la zona turística del municipio de Tehuacán que permitan al visitante potenciar e identificar actividades, eventos y celebraciones.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para fomentar recorridos en la zona turística del municipio de Tehuacán.
	LA3.1.3. (ODS 8.9) Capacitar continuamente a las y los servidores públicos en materia turística para brindar atención adecuada y oportuna	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para capacitar continuamente a las y los servidores públicos en materia turística.
	LA3.1.4. (ODS 8.9, 12.b) Impulsar programas de promoción turística en coordinación con el gobierno Estatal y Federal para fortalecer a nivel regional, la Reserva de la Biosfera Tehuacán y el patrimonio cultural del municipio de Tehuacán.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para impulsar programas de promoción turística en coordinación con el gobierno Estatal y Federal para fortalecer a nivel regional, la Reserva de la Biosfera Tehuacán y el patrimonio cultural del municipio de Tehuacán
Estrategias 3.2.	**LA3.2.1. (ODS 8.9, 12b)** Brindar información al turista, antes y después de su visita a Tehuacán, con herramientas digitales y otros medios.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para brindar información al turista,

Estrategia	Característica	Vinculación
Instalar espacios de información y de estancia adecuados para prolongar la estadía de los turistas.		antes y después de su visita a Tehuacán, con herramientas digitales y otros medios.
	LA3.2.2. (ODS 8.9, 12b). Implementar acciones para dar a conocer la oferta turística como mapas, planos, guías de eventos y actividades, información sobre rutas de viaje, sobre alojamientos, medios de transporte y precios.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para implementar acciones para dar a conocer la oferta turística como mapas, planos, guías de eventos y actividades, información sobre rutas de viaje, sobre alojamientos, medios de transporte y precios.
	LA3.2.3. (ODS 8.9, 12b) Ampliar la oferta turística durante los periodos estratégicos, a fin de incentivar el uso y disfrute de los espacios públicos con atractivos turísticos y culturales.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para ampliar la oferta turística durante los periodos estratégicos, a fin de incentivar el uso y disfrute de los espacios públicos con atractivos turísticos y culturales.
	LA3.2.4. (ODS 8.4, 8.5, 8.9, 12b). Implementar módulos de información turística permanentes en puntos estratégicos dentro del municipio de Tehuacán.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para implementar módulos de información turística permanentes en puntos estratégicos dentro del municipio de Tehuacán.
	LA3.2.5. (ODS 8.4, 8.5, 8.9, 12b) Fomentar corredores, productos y rutas turísticos de la región desde un enfoque estatal denominado "Qué revisa Puebla".	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para fomentar corredores, productos y rutas turísticos de la región desde un enfoque estatal denominado "Qué revisa Puebla".
	LA3.2.6. (ODS 12.8 y 12.b). Brindar atención turística a través de módulos de información turística que ayuden al público proporcionándole información, libros, folletos y revistas relacionados con la zona en la que se encuentran u otras actividades.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para brindar atención turística a través de módulos de información turística que ayuden al público proporcionándole información, libros, folletos y revistas relacionados con la zona en la que se encuentran u otras actividades.
Políticas Transversales		
Estrategia 1A.1 Disminuir los actos de corrupción en las prácticas institucionales que se brinda el Municipio de Tehuacán. El combate a la corrupción es un compromiso de Estado que ha implicado un reto en los tres órdenes de gobierno para romper prácticas al interior de la administración pública y sociabilizar que los servidores públicos son ciudadanos que tienen una función en específico, servir a la ciudadanía.	**LA1A.1.1 (ODS 16.6)** Prevenir actos de corrupción en programas productivo • Publicación de requisitos sobre trámites y servicios • Actualización del Catálogo de trámites y servicios • Publicación y seguimiento sobre convocatorias para proyectos productivos	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para prevenir actos de corrupción en programas productivo.
Estrategia 1B.1 Fomentar la Equidad, Igualdad y No discriminación en la economía.	**LA1B.1.1. (ODS 5.1, 5.2, 5.5.)** Fomentar la equidad de género para el crecimiento económico igualitario en el Municipio de Tehuacán.	Para llevar a cabo el cambio de uso de suelo contempla la ocupación de hombres y mujeres para las actividades a desarrollar. Con ello se fomenta la equidad de género y el crecimiento económico igualitario.

Estrategia	Característica	Vinculación
Transversalizar la equidad de género en las políticas públicas significa que las personas pueden gozar de la libertad de desarrollar sus capacidades y tomar sus decisiones sin las limitaciones impuestas por los estereotipos, roles tradicionales o discriminación fundados en el género o sexo.	**LA1B.1.2. (ODS 5.1, 5.2, 5.5**.) Impulsar la Participación de las mujeres en el desarrollo económico.	El proyecto guarda una política de equidad de género para el desarrollo igualitario.
	LA1B.1.3. (ODS 5.4) Reconocer el trabajo doméstico y de cuidado en la economía.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para reconocer el trabajo doméstico y de cuidado en la economía.
	LA1B.1.4. (ODS 5.4) Generar instrumentos adecuados para impulsar el empoderamiento económico de la mujer: • Realizar acciones de capacitación para el trabajo. • Realizar jornadas de servicios para el empleo. • Realizar exposiciones en la cual las usuarias distribuyan (venta) los productos que aprendan a elaborar en las capacitaciones impartidas por el IMMUJER. • Vincular usuarias a dependencias y empresas que cuenten con bolsa de trabajo.	El promovente no cuenta con las facultades para llevar a cabo exposiciones en la cual las usuarias distribuyan productos que aprender a elaborar en IMMUJER. El promovente no cuenta con las facultades para llevar a cabo capacitaciones impartidas por el IMMUJER,
Estrategia 3C.1. Incluir el desarrollo sostenible en los esquemas de reactivación económica. El desarrollo sostenible se basa en tres resultados: crecimiento económico, cuidado del medio ambiente y desarrollo social, que equivale a decir prosperidad, planeta y personas.	**LA3C.1.1. (ODS 10.2)** Incidir en las capacidades de las generaciones futuras para el cuidado del medio ambiente a través de capacitaciones.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para incidir en las capacidades de las generaciones futuras para el cuidado del medio ambiente a través de capacitaciones.
	LA3C.1.2. (ODS 12.5) Fomentar la recolección, separación y reciclaje de residuos sólidos urbanos en los mercados municipales	Durante el desarrollo del proyecto y durante su vida útil se considera la instalación de contenedores para la separación de residuos sólidos urbanos para la gestión integral y segura de los residuos generados y su disposición final con el Municipio o empresa concesionada.
Eje 2. Seguridad y Prevención del Delito		
Objetivo 1. Fortalecer los mecanismos de impartición de justicia		
Estrategia 1.1. Justicia a víctimas con apoyo policial	**LA 1.1.1. (ODS 16.6 y 16a)** Impulsar la profesionalización del cuerpo policial. Orden Jurídico Poblano 42 • Elaborar un diagnóstico de necesidades de capacitación especializada. • Profesionalización para el cuerpo policiaco, que incluya capacitaciones especializadas. • Implementar controles internos y normatividad para detenciones en el marco de la ley.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para impulsar la profesionalización del cuerpo policial. Orden Jurídico Poblano
	LA. 1.1.2. (ODS 16.6 y 16a) Fortalecer la capacidad operativa • Implantar un programa de atención de respuesta inmediata. • Implantar un programa de atención a casos específicos de cualquier tipo de violencia hacia las mujeres de cualquier edad. • Actualizar y ampliar el sistema de video vigilancia con cámaras de alta tecnología que estarán en coordinación con el C5. • Sectorizar la policía con base operativa, en atención a la incidencia delictiva. • Mantenimiento e instalación de luminarias del alumbrado público. Estrategia 1.2. Instituciones dignas y confiables	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para fortalecer la capacidad operativa, implantando programas de atención de respuesta inmediata.
	LA1.2.1. (ODS 16.6 y 16a) Dignificar a la institución para mejorar la percepción ciudadana sobre seguridad • Equipamiento y capacitación especializada al cuerpo policial. • Incremento del personal que integre el cuerpo policiaco. • Implementación del Sistema Profesional de Carrera Policial. • Procedimientos de asuntos internos para fomentar las buenas prácticas.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para dignificar a la institución para mejorar la percepción ciudadana sobre seguridad.
Objetivo 1. Fortalecer los mecanismos de impartición de justicia		

Estrategia	Característica	Vinculación
Estrategia 2.1. Redes de colaboración entre todos(as) las y los actores de la sociedad.	**LA2.1.1. (ODS 16.6 y 16a)** Atención ciudadana con pleno respeto al debido proceso y a los derechos humanos • Fortalecer las redes de colaboración entre las instituciones de seguridad estatal y federal. • Coparticipación de la sociedad. • Trabajo en equipo interinstitucional para evitar la revictimización. • Implementación del Modelo de Justicia Cívica. Plan Municipal de Desarrollo de Tehuacán, Puebla. 2021-2024 43 • Política de Puertas Abiertas. • Realizar recorridos de proximidad. • Promover el Programa de Redes Vecinales.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para la atención ciudadana con pleno respeto al debido proceso y a los derechos humanos.
	LA2.1.2. (ODS 16.6 y 16a) Atender las llamadas de emergencia y auxilio de las personas.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para atender las llamadas de emergencia y auxilio de las personas.
	LA2.1.3. (ODS 16.6 y 16a) Realizar inspecciones en materia de protección civil.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para realizar inspecciones en materia de protección civil.
	LA2.1.4. (ODS 16.6 y 16a) Asegurar los derechos de las personas privadas de su libertad promoviendo esquemas económicos, sociales y educativos.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para asegurar los derechos de las personas privadas de su libertad promoviendo esquemas económicos, sociales y educativos
	LA2.1.5. (ODS 16.6 y 16a) Crear esquemas de capacitación sobre la prevención al delito al interior del Municipio. Específicamente para los pueblos indígenas crear esquemas de accesibilidad a la justicia y prevención del delito.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para crear esquemas de capacitación sobre la prevención al delito al interior del Municipio.
Políticas Transversales		
Estrategia 1A.2 Combate a la corrupción de los cuerpos policiacos	**LA1A.2.1. (ODS 16.5)** Disminuir la corrupción dentro del cuerpo policial: • Campaña de sensibilización para evitar que tanto ciudadanos(as) como agentes policiacos participen en actos de corrupción. • Eficientizar la transparencia y rendición de cuentas de manera interna.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para disminuir la corrupción dentro del cuerpo policial.
Estrategia 1B.2. Equidad de género desde la seguridad ciudadana	**LA1B.2.1. (ODS 5.1, 5.2 y 16.1)** Establecer mecanismos de atención prioritaria para mujeres y niñas víctimas de violencia • Instalación de botones de pánico en el transporte público. • Fortalecimiento de la Unidad de Atención Prioritaria de Género. • Instalación de puertas violeta para el Municipio Orden Jurídico Poblano 44 • Crear mecanismos de atención específicas para niñas y adolescentes (SIPINNA)	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para establecer mecanismos de atención prioritaria para mujeres y niñas víctimas de violencia
Eje 3. Medio Ambiente y Recursos Naturales		
Estrategia 1.1. Eficientizar el sistema de recolección de basura logrando una cobertura de recolección de residuos sólidos	**LA1.1.1. (ODS 11.1, 11.6)** Establecer un sistema de manejo de residuos sólidos eficiente que cubra al 100% de la población abarcando la recolección, transferencia y disposición final de residuos • Establecer rutas de recolección de basura • Capacitación para el personal de limpia pública sobre el manejo de residuos	El desarrollo del proyecto y durante su vida útil se contempla la instalación de contendores para la separación de los residuos sólidos urbanos para su manejo seguro y responsable.

Estrategia	Característica	Vinculación
	• Gestionar las acciones correspondientes para tener un Nuevo Relleno Sanitario que opere de manera integral	El promovente no tiene injerencia en las estrategias de establecimiento de rutas de recolección de basura, capacitación para el personal que limpia la vía pública y para la gestión de acciones para tener un nuevo relleno sanitario.
	LA.1.1.2. (ODS 11.6, 12.4, 12.5) Impulsar la cultura del reciclaje, reutilización y separación de residuos • Dotar de infraestructura urbana para facilitar el reciclaje, reutilización y separación de residuos • Campañas permanentes de cultura de reciclaje y separación de residuos	Durante el proyecto se espera la generación de residuos sólidos urbanos, por ello se realizará el depósito y almacenamiento adecuado, disponiéndolos a través del Municipio o empresa concesionada para ese fin, sin embargo, el promovente no cuenta con los mecanismos para dotar de infraestructura al municipio de Tehuacán para facilitar el reciclaje, reutilización y separación de residuos, así como, para fomentar campañas permanentes de cultura de reciclaje y separación de residuos.
	LA.1.1.3. (ODS 11.1, 11.6,) Modernización de la plantilla de recolección de basura de acuerdo a las necesidades geográficas del municipio para llegar a todos los lugares • Adquirir distintos tipos de medios de recolección para garantizar el acceso a puntos de difícil acceso	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para modernización de la plantilla de recolección de basura de acuerdo a las necesidades geográficas del municipio para llegar a todos los lugares
	LA.1.1.4. (ODS 9.4, 11.6) Establecer las condiciones necesarias para una planta procesadora de basura • Coordinación con otros municipios para la posible creación en conjunto de una planta recicladora Estrategia	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para establecer las condiciones necesarias para una planta procesadora de basura.
Estrategia 1.2 Impulsar estrategias sobre el manejo y cuidado del agua	**LA1.2.1. (ODS 6.2, 6.3, 11.1)** Garantizar que la red de drenaje cubra al 100% de la población • Establecer distintos tipos de drenaje con el fin de garantizar el abasto a distintos lugares del Municipio	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para garantizar que la red de drenaje cubra al 100% de la población
	LA1.2.2. (ODS 6.4,6.5, 6.a,6) Impulsar proyectos de corrección, manteamiento y modernización del sistema de alcantarillado • Sistema de atención a anomalías reportadas en la red de drenaje del municipio • Recorridos mensuales por el municipio para identificar problemas con el drenaje no reportados	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para impulsar proyectos de corrección, manteamiento y modernización del sistema de alcantarillado
	LA1.2.3. (ODS 6.2) Impulsar la cultura de cuidado y manejo de agua • Campañas entre la ciudadanía para dar a conocer las consecuencias de no cuidar los recursos hídricos	Se contará con sanitarios portátiles para el manejo seguro, integral y responsable de las aguas residuales generadas durante el cambio de uso de suelo, el contratista deberá de realizar la disposición final en un sitio autorizado para ese fin.
	LA1.2.4 (ODS 15.2) Desarrollar programas encaminados a disminuir los cambios de la cubierta vegetal con el fin de recuperar los mantos acuíferos • Establecer como una prioridad los proyectos que tengan bajo impacto es la destrucción de la cubierta vegetal del municipio	Con el objetivo de mitigar los impactos generados al recurso agua, suelo y flora se contempla la ejecución de un programa de contempla la ejecución de un Programa de Rescate y Reubicación, y un Programa de Plantación en la Unidad Deportiva Sur de Tehuacán; el área propuesta

Estrategia	Característica	Vinculación
		corresponde a 0.7150 ha, contemplando un total de 794 individuos, de especies nativas.
	LA1.2.5. (ODS 6.3) Establecer las condiciones necesarias para crear acciones de tratamiento de aguas residuales. • Establecer los posibles fines del agua tratada (cartera de clientes o destino para distintas actividades en el municipio)	Se contará con sanitarios portátiles para el manejo seguro, integral y responsable de las aguas residuales generadas durante el cambio de uso de suelo, el contratista deberá de realizar la disposición final en un sitio autorizado para ese fin.
Estrategia 1.3. Impulsar proyectos para que las áreas verdes urbanas del municipio se encuentren en condiciones óptimas para garantizar el libre esparcimiento de sus habitantes.	**LA1.3.1. (ODS 11.6)** Establecer acciones de mantenimiento y cuidado de las áreas verdes urbanas. • Establecer brigadas de limpieza de las áreas después de eventos en las distintas sedes	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para establecer acciones de mantenimiento y cuidado de las áreas verdes urbanas.
	LA1.3.2. (ODS 15.2) Impulsar programas de reforestación de las áreas urbanas acorde a las características locales de los ecosistemas (SIPINNA) • Programa de Reforestación en escuelas • Programa de recuperación del Parque el Riego, con políticas de limpieza y reforestación	El proyecto contempla la ejecución de un Programa de Plantación en la Unidad Deportiva Sur de Tehuacán; el área propuesta corresponde a 0.7150 ha.
	LA1.3.3. (ODS 11.3) Fomentar la cultura ambiental al interior del ayuntamiento, en escuelas, espacios públicos, centros de salud y juntas auxiliares (SIPPINA) Estrategia 1.4. Promover una planificación urbana y ordenamiento territorial	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para fomentar la cultura ambiental al interior del ayuntamiento, en escuelas, espacios públicos, centros de salud y juntas auxiliares.
	LA1.4.1. (ODS 11.3) Actualización del Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para realizar actualizaciones del Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable
Políticas Transversales		
Estrategia 1A.3. Combate a la corrupción para bienes y servicios	**LA1A.3.1. (ODS 16.5)** Transparencia y rendición de cuentas sobre el manejo de residuos para programas ambientales, sostenibles e incluyentes.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para trasparentar y rendir cuentas sobre el manejo de residuos para programas ambientales, sostenibles e incluyentes.
	LA1A.3.2. (ODS 10.5) Evaluación de los reglamentos institucionales y fortalecimiento de los mecanismos de vigilancia que custodien su cumplimiento.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para la evaluación de los reglamentos institucionales y fortalecimiento de los mecanismos de vigilancia que custodien su cumplimiento.
	LA1A.3.3. (ODS 11.1, 11, a, 16.5) Establecer canales anónimos de denuncia ciudadana que reporten irregularidades en la dotación de servicios públicos municipales.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para establecer canales anónimos de denuncia ciudadana que reporten irregularidades en la dotación de servicios públicos municipales.
Estrategia 1B.3. Equidad de género desde el medio ambiente	**LA1B.3.1. (ODS 5.1, 5.2 y 16.1)** Crear esquemas de inclusión e igualdad en todas sus formas que trasladen a generaciones futuras.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para crear esquemas de inclusión e igualdad en todas sus formas que trasladen a generaciones futuras.
	LA1B.3.2. (ODS 5.4) Generar estrategias de aprovechamiento sustentable de recursos naturales enfocadas en las trabajadoras del hogar no remuneradas.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para generar estrategias de

Estrategia	Característica	Vinculación
		aprovechamiento sustentable de recursos naturales enfocadas en las trabajadoras del hogar no remuneradas
	LA1B.3.3. (ODS 15.1) Estímulos para fortalecer las prácticas de las mujeres asentadas entornos rurales que favorecen la conservación ambiental.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para estímulos para fortalecer las prácticas de las mujeres asentadas entornos rurales que favorecen la conservación ambiental.
Estrategia 1C.3. Transversalizar el desarrollo sostenible	**LA1C.3.1. (ODS 17.19)** Aplicar programas de reducir-reciclar-reutilizar en las acciones gubernamentales.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para aplicar programas de reducir-reciclar-reutilizar en las acciones gubernamentales.
Eje 4. Bienestar social		
Objetivo 1. Implementar, de manera eficiente, políticas públicas que atiendan el bienestar social del Municipio.		
Estrategia 1.1. Dignificar la infraestructura social.	**LA1.1.1. (ODS 1.2, 1.4, 4a, 6.2, 7b, 9.1, 9a)** Impulsar espacios e infraestructura pública para la recreación, cultura, educación y salud. • Vigilar la atención de las casas de salud para la atención primaria a las y los pobladores del Municipio. • Rehabilitar los espacios públicos destinados al deporte, cultura, el esparcimiento y desarrollo de capacidades. • Realizar gestiones que fortalezcan la buena alimentación y nutrición de la población en el Municipio. • Implementar un programa de mejoramiento y recuperación de espacios públicos. • Realizar un programa de mantenimiento de las instalaciones de los centros de salud municipales. • Dignificar las instalaciones educativas públicas dentro del Municipio. • Promover el patrimonio cultural tangible e intangible del municipio a nivel estatal, nacional e internacional. • Rehabilitación de espacios públicos destinados al deporte, cultura y esparcimiento, donde se promueva el patrimonio tangible e intangible del Municipio.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para impulsar espacios e infraestructura pública para la recreación, cultura, educación y salud.
	LA1.1.2. (ODS 1.2, 1.4, 4a, 6.2, 7b, 9.1, 9a) Dignificar las calles de la ciudad a través de un Programa de Pavimentación y Bacheo Periódico. • Implementar un Programa de Obra Pública destinado a pavimentación • Implementar un Programa de Bacheo Aislado	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para dignificar las calles de la ciudad a través de un Programa de Pavimentación y Bacheo Periódico.
	LA1.1.3. (ODS 1.2, 1.4, 4a, 6.2, 7b, 9.1, 9a) Aplicar los Fondos Federales y Estatales para el Desarrollo de Programas de Infraestructura Social a las Zonas de Atención Prioritaria del Municipio. • Coordinar las acciones intergubernamentales para el otorgamiento de fondos federales y estatales que promuevan el bienestar social (FISM y FORTAMUN). • Evaluar y dar seguimiento a los programas federales a través del Programa Anual de Evaluación (PAE).	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para aplicar los Fondos Federales y Estatales para el Desarrollo de Programas de Infraestructura Social a las Zonas de Atención Prioritaria del Municipio.
Estrategia 1. 2.	**LA1.2.1. (ODS 1.2, 1.4, 3.4, 3.1., 4a, 6.2, 7b, 9.1, 9a)** Crear estrategias de detección y control de enfermedades transmisibles en el municipio (SIPINNA). • Realizar consultas médicas generales, urgencias, hospitalizaciones, especialidades, odontología y psicología, atenciones en trabajo social. • Realizar campañas permanentes	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para crear estrategias de detección y control de enfermedades transmisibles en el municipio.

Estrategia	Característica	Vinculación
Acercar servicios de salud para mejorar la calidad de vida de las y los tehuacaneros.	y estacionales para dar atención la población que lo requiera. campañas: nutrición, odontología, detección del cáncer temprano en mama, cervicouterino, próstata, detección de diabetes y dislipidemias, hipertensión arterial, COVID19, dengue e influenza. • Suministrar equipamiento médico, rehabilitación, e insumos (textiles, instrumental, uniformes quirúrgicos y servicio) al hospital municipal para dar atención en el quirófano, urgencias y hospitalización a derecho habiente y particular.	
	LA1.2.2. (ODS 1.2, 1.4, 3.4, 3.1., 4a, 6.2, 7b, 9.1, 9a) Implementar acciones de control de infecciones de transmisión sexual y educación sexual (SIPINNA). • Realizar consultas de control y detección de enfermedades de transmisión sexual enfermedades de transmisión sexual (bajo demanda). • Llevar a cabo pláticas de control e información para tramitar la tarjeta de control de infecciones de transmisión sexual.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para implementar acciones de control de infecciones de transmisión sexual y educación sexual.
	LA1.2.3. (ODS 1.2, 1.4, 3.4, 3.1., 4a, 6.2, 7b, 9.1, 9a) Verificaciones de medidas para la salud y control sanitario en Tehuacán y sus juntas auxiliares (SIPINNA). • Supervisar medidas de higiene en los establecimientos de alimentos en vía pública. • Llevar a cabo monitoreos de la cloración del agua en juntas auxiliares e inspectorías. • Realizar jornadas de descacharrización en Tehuacán y sus juntas auxiliares. • Ejecutar mantenimientos preventivos de bombas dosificadoras de agua.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para verificar las medidas para la salud y control sanitario en Tehuacán y sus juntas auxiliares.
	LA1. 2.4. (ODS 1.2, 1.4, 3.4, 3.1., 4a, 6.2, 7b, 9.1, 9a) Acciones para la atención en materia de salud y prevención en áreas clínicas de nutrición, medicina, dental y salud mental (SIPINNA). • Llevar a cabo consultas de nutrición abiertas en instalaciones de medicina preventiva. • Brindar consultas de psicoterapia en instalaciones de medicina preventiva. • Otorgar pláticas y talleres enfocados a la prevención de enfermedades en instituciones públicas y privadas. • Realizar traslados en ambulancia a pacientes derechohabientes y particulares que necesiten el servicio, además de brindar primeros auxilios a la ciudadanía de Tehuacán. • Implementar jornadas de planificación familiar en las juntas auxiliares y colonias de Tehuacán.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para llevar a cabo acciones para la atención en materia de salud y prevención en áreas clínicas de nutrición, medicina, dental y salud mental.
	LA1.2.5. (ODS 1.2, 1.4, 3.4, 3.1., 4a, 6.2, 7b, 9.1, 9a) Acercamiento de servicios y herramientas adecuadas para la mejora de la salud en Tehuacán y sus juntas auxiliares (SIPINNA). • Ejecutar jornadas de salud y servicios ampliados en Tehuacán y sus juntas auxiliares. • Implementar filtros sanitarios en puntos estratégicos de la ciudad, con vigilancia de sana distancia, uso correcto de cubrebocas y aplicación de gel antibacterial. • Llevar a cabo medidas intensivas en materia de prevención ante cualquier contingencia sanitaria.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para acercamiento de servicios y herramientas adecuadas para la mejora de la salud en Tehuacán y sus juntas auxiliares.
	LA1.2.6. (ODS 1.2, 1.4, 3.4, 3.1., 4a, 6.2, 7b, 9.1, 9a) Crear un Programa Específico para hacer frente a las enfermedades de nuevo resurgimiento o reaparición.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para hacer frente a las enfermedades de nuevo resurgimiento o reaparición.
	LA1.2.7. (ODS 1.2, 1.4, 3.4, 3.1., 4a, 6.2, 7b, 9.1, 9a) Crear un Programa Específico de Atención Prioritaria a la Salud.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para crear un Programa Específico de atención prioritaria a la Salud.
Objetivo 2. Impulsar programas sociales que atiendan las necesidades básicas de las personas.		

Estrategia	Característica	Vinculación
Estrategia 2.1 Impulsar mecanismos para una educación cultural, incluyente y de calidad.	**LA2.1.1. (ODS 1.2, 1.4, 3.4, 3.1., 4a, 6.2, 7b, 9.1, 9ª, 10.2)** Ampliar oportunidades con los distintos niveles educativos desde la inclusión (SIPINNA). • Realizar ferias y/o foros referentes a educación y capacitación profesional. • Realizar sesiones de consejo municipal de educación. • Realizar acciones de impulso para el uso de bibliotecas en coordinación con la Red General de Bibliotecas de Tehuacán y sus juntas auxiliares. • Impartir talleres, tutorías, acciones y/o cursos para el fortalecimiento a la educación.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para ampliar oportunidades con los distintos niveles educativos desde la inclusión.
	LA2.1.2. (ODS 1.2, 1.4, 3.4, 3.1, 4a, 6.2, 7b, 9.1, 9ª, 10.2) Implementar acciones de capacitación para fortalecer a las y los tehuacaneros en el ámbito escolar, laboral y personal (SIPINNA). • Implementar cursos de capacitación para el desarrollo económico, personal y social. • Gestionar e instalar lugares para venta en cualquier jornada o evento programado por parte del municipio y/o en espacios públicos en donde se impulse el comercio local para emprendedores surgidos de los cursos de capacitación. • Apoyar a adultos con programas de alfabetización para que puedan aprender a leer y escribir. • Implementar junto con IEEA, programas de estudio para que jóvenes y/o adultos puedan concluir sus estudios a nivel primario y secundario de manera programada (bajo demanda). • Implementar actividades y/o talleres formativos, recreativos, deportivos y educativos en las colonias, juntas auxiliares, inspectorías y los centros integrales de prevención y participación ciudadana.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para Implementar acciones de capacitación para fortalecer a las y los tehuacaneros en el ámbito escolar, laboral y personal.
	LA2.1.3. (ODS 1.2, 1.4, 3.4, 3.1, 4a, 6.2, 7b, 9.1, 9a, 10.2) Desarrollar actividades para fomentar el interés sobre componentes culturales (SIPINNA). Orden Jurídico Poblano 54 • Organización y difusión de ponencias y/o conferencias culturales. • Fomentar la educación cultural mediante cursos y talleres. • Generar un consejo de gestión y difusión cultural. • Investigación y publicación de dos temas históricos y culturales. • Gestión y realización de exposiciones culturales.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para desarrollar actividades para fomentar el interés sobre componentes culturales.
	LA2.1.4. (ODS 10.2, 11.4) Fomentar el reconocimiento de la identidad histórica cultural. • Organización y realización del Festival Internacional de Tehuacán, 1660 FITH. • Organización y realización del Festival del Maíz. • Organización y realización del Festival Étnico de la Matanza (Mole de Caderas). • Gestionar espacios para proyecciones culturales. • Realizar presentaciones públicas de la Banda Municipal.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para fomentar el reconocimiento de la identidad histórica cultural.
	LA2.1.5. (ODS 1.2, 1.4, 3.4, 3.1., 4a, 6.2, 7b, 9.1, 9a. 10.2) Impulsar la identidad cívica y valores en la ciudadanía (SIPINNA). • Realizar desfiles conmemorativos. • Realizar ceremonias cívicas. • Impulsar talleres de habilidades digitales. • Realizar actividades de recepción - entrega de libros de texto gratuito.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para impulsar la identidad cívica y valores en la ciudadanía.
	LA2.1.6. (ODS 10.2, 11.4) Generar apego y conciencia sobre el patrimonio histórico y arquitectónico del municipio de Tehuacán para fortalecer la identidad ciudadana mediante su difusión y promoción.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para generar apego y conciencia sobre el patrimonio histórico y arquitectónico del municipio

Estrategia	Característica	Vinculación
	• Imprimir volantes para la difusión de restauraciones y mecanismos de conservación de los bienes inmuebles catalogados como patrimonio histórico por el INAH • Realizar visitas e inspecciones a bienes inmuebles catalogados por el INAH. • Realizar asesorías, de cuidado y conservación de los bienes inmuebles. • Realizar conferencias, ruedas de prensa y pláticas. • Realizar gestiones con el INAH en relación con los inmuebles, catalogados como patrimonio histórico. Plan Municipal de Desarrollo de Tehuacán, Puebla. 2021-2024 55 • Promover una ruta del patrimonio histórico del Municipio.	de Tehuacán para fortalecer la identidad ciudadana mediante su difusión y promoción.
Estrategia 2.2. Impulsar el desarrollo y la calidad de vida, desde la vinculación entre gobierno y ciudadanía del Municipio de Tehuacán	**LA2.2.1. (ODS 1.2, 1.4, 3.4, 3.1., 4a, 6.2, 7b, 9.1, 9a. 10.2)** Acciones de apoyo, concientización y prevención en las personas vulnerables (SIPINNA). • Generar planes de acción, asistencia, asesoría y seguimiento a personas vulnerables. • Implementar programas de asistencia social. • Realizar eventos de carácter social. • Realizar capacitaciones en beneficio de la población. • Implementar servicios de salud mental para prevenir enfermedades psicológicas.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para acciones de apoyo, concientización y prevención en las personas vulnerables.
	LA2.2.2. (ODS 1.2, 1.4, 3.4, 3.1., 4a, 6.2, 7b, 9.1, 9a. 10.2) Generar vínculos con la ciudadanía sobre seguimiento de acciones gubernamentales. • Realizar labores de mantenimiento a centros de desarrollo comunitarios. • Generar espacios techados en juntas auxiliares para la instalación de maquinaria moderna de limpieza y embolsamiento de frijol, en beneficio de los campesinos de la zona. • Creación y atención de comités vecinales en diferentes colonias, juntas auxiliares e inspectorías de Tehuacán, para generar vínculos y propiciar la participación ciudadana. • Realizar acercamientos informativos y de prevención con comités vecinales, escuelas y para la población en general, con la finalidad de informarlos y generar vínculos de confianza y cercanía con su gobierno. • Vincular y orientar a la ciudadanía para solicitar apoyos de los programas sociales con Secretaría de Bienestar Federal y Estatal.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para generar vínculos con la ciudadanía sobre seguimiento de acciones gubernamentales.
	LA2.2.3. (ODS 1.2, 1.4, 3.4, 3.1., 4a, 6.2, 7b, 9.1, 9a. 10.2) Acciones para combatir la segregación en Tehuacán. • Otorgar apoyos en especie para grupos vulnerables. • Realizar capacitaciones, asesorías y acompañamientos psicológicos. • Hacer actividades de concientización. Orden Jurídico Poblano 56 • Realizar actividades de dignificación de los grupos vulnerables. • Realizar actividades de acondicionamiento de espacios públicos. LA2.2.4. (ODS 11.3, 16.7) Fomentar el deporte a través de estrategias que contribuyan a un desarrollo de las personas (SIPINNA). • Reconocimiento al Deporte • Mantenimiento de las Unidades Deportivas • Seguimiento a escuelas municipales de iniciación al deporte	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para acciones para combatir la segregación en Tehuacán.
	LA2.2.5. (ODS 11.3, 16.7) Impulsar el desarrollo integral juvenil (SIPINNA). • Asesorías psicológicas a adolescentes • Jornadas juveniles • Campañas digitales • Becas a estudiantes	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para impulsar el desarrollo integral juvenil.

Estrategia	Característica	Vinculación
	• Realizar capacitaciones en coordinación con otras áreas en temas de interés para los y las jóvenes del Municipio	
	LA2.2.6. (ODS 5.1, 11.3, 16.1, 16.7) Fomentar el desarrollo integral de la familia a través de acciones que impulsan la calidad de vida (SIPINNA). • Programas de Asistencia Social • Servicios de salud mental para ´revenir enfermedades psicológicas • Eventos de carácter social	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para fomentar el desarrollo integral de la familia a través de acciones que impulsan la calidad de vida.
	LA2.2.7. (ODS 1.2, 1.4, 3.4, 3.1., 4a, 6.2, 7b, 9.1, 9a. 10.2) Servicios públicos de calidad a la ciudadanía.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para generar servicios públicos de calidad a la ciudadanía.
Políticas Transversales		
Estrategia 1A.4. Implementar acciones y herramientas que fomenten la igualdad y equidad de género en pro de la erradicación de la violencia.	**LA1A.4.1. (ODS 1.2, 1.4, 9.1, 9a. 10.2**) Establecer herramientas eficientes para erradicar la violencia contra mujeres y niñas (SIPINNA). • Impartir pláticas a escuelas, instituciones y empresas sobre las consecuencias de la violencia contra la mujer y la niña. • Realizar asesorías jurídicas, gestiones de convenios y procedimientos jurídicos. • Realizar jornadas jurídicas para asesoría legal. • Realizar cruceros informativos sobre la salud integral de la mujer y erradicación de la violencia. • Realizar campañas para fomentar la denuncia por violencia de mujeres y hombres.	Dentro del equipo de trabajo se fomenta la no violencia entre géneros, origen étnico, preferencias sexuales, discapacidades, etc., se fomenta el trabajo en equipo la buena convivencia para la erradicación del clasismo, racismo y violencia de género.
	LA1A.4.2. (ODS 1.2, 1.4, 4a, 6.2, 7b, 9.1, 9a. 10.2) Impulsar acciones eficientes para promover y fomentar la igualdad y la equidad de género. • Impartir terapias psicológicas. • Generar acciones en pro de la igualdad, equidad y perspectiva de género. • Gestionar y fomentar foros conversatorios sobre perspectiva de género. • Conmemorar el día naranja con acciones de concientización y apoyo. • Realizar campañas de igualdad entre mujeres y hombres.	Con el desarrollo del proyecto se fomentará el crecimiento económico igualitario, pues se pretende fomentar la equidad de género entre la población que laborará.
Estrategia 1B.4. Combatir la corrupción a través de mecanismos de seguimiento y control institucional.	**LA1B.4.1. (ODS 5.1, 5.2 y 16.1)** Fortalecer los mecanismos institucionales y generar herramientas políticas/sociales para el combate a la corrupción en todas sus formas. • Coordinación institucional para elaborar las acciones de bienestar social. • Coordinación entre órdenes de gobierno para la optimización de recursos. • Elaboración, publicación y seguimiento de las reglas de operación de los programas realizados. • Proporcionar certeza jurídica de los inmuebles para la infraestructura social.	La empresa cuenta con un código anticorrupción, es por ello que se fomenta dentro de esta empresa políticas anticorrupción.
Estrategia 1C.4. Fomentar esquemas de corresponsabilidad social en materia de sostenibilidad y sustentabilidad en las personas.	**LA1C.4.1. (ODS 5.4 16.1)** Crear esquemas de corresponsabilidad en la ciudadanía. • Realizar esquemas de participación y actuación a través de los Consejos Ciudadanos en las localidades. • Orientación municipal y empresarial hacia una economía basada en la sostenibilidad.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para crear esquemas de corresponsabilidad en la ciudadanía.
Eje 5. Gobierno innovador		

Estrategia	Característica	Vinculación
Estrategia 1.1 Atención de calidad para las personas	**LA1.1.1. (ODS 16.3, 16.5, 17.19)** Adecuadas asesorías jurídicas por parte de las áreas normativas del Ayuntamiento. - Realizar asesorías jurídicas. - Llevar a cabo la regularización de asentamiento humanos del Municipio	El desarrollo del proyecto se apegará a la normativa vigente para el desarrollo de los asentamientos humanos en el Municipio.
	LA1.1.2. (ODS 16.3, 16.5, 17.19) Eficiente apoyo a las áreas del ayuntamiento en gestión de eventos y/o contingencias. - Coadyuvar con las unidades administrativas en la realización de eventos. - Atender las contingencias de las Unidades Administrativas. Estrategia 1.2 Implementar buenas prácticas para un gobierno abierto	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para generar apoyo a las áreas del ayuntamiento en gestión de eventos y/o contingencias.
	LA1.2.1. (ODS 16.3, 16.5, 17.19) Mantener la información actualizada en la Plataforma Nacional de Transparencia. - Verificación permanente de la información pública de los sujetos obligados.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para mantener la información actualizada en la Plataforma Nacional de Transparencia.
	LA1.2.2. (ODS 16.3, 16.5, 17.19) Proporcionar conocimientos y herramientas adecuadas para el buen desempeño de las unidades administrativas. - Programa de capacidades en materia de transparencia al personal del H. Ayuntamiento de Tehuacán. - Brindar apoyo técnico para realizar la correcta clasificación de la información. - Capacitar en materia de clasificación de información a las unidades administrativas. - Asesorar técnicamente la clasificación de información del Ayuntamiento de Tehuacán.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para proporcionar conocimientos y herramientas adecuadas para el buen desempeño de las unidades administrativas.
	LA1.2.3. (ODS 16.3, 16.5, 17.19) Atender las solicitudes elaboradas por la o el ciudadano en materia de transparencia. - Gestionar las Solicitudes de transparencia. - Dar respuesta a las Solicitudes de transparencia.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para atender las solicitudes elaboradas por la o el ciudadano en materia de transparencia.
	LA1.2.4. (ODS 16.3, 16.5, 17.19) Fomentar la Transparencia y el Acceso a la Información. - Atender las sesiones del Comité de Transparencia Municipal. - Difundir información con relación a la Transparencia y rendición de cuentas del Municipio.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para Fomentar la Transparencia y el Acceso a la Información.
	LA1.2.5. (ODS 16.3, 16.5, 17.19) Estipular los esquemas de Contraloría Social al interior del Municipio.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para estipular los esquemas de Contraloría Social al interior del Municipio.
Estrategia 1.3. Eficiencia Administrativa y Mejora Regulatoria	**LA1.3.1. (ODS 16.3, 16.5, 17.19)** Mejora regulatoria en trámites y servicios del Municipio - Realizar un diagnóstico sobre los actuales procedimientos de trámites y servicios - Identificar aquellos tramites susceptibles a ser tramitados a distancia - Realizar los cambios a los procedimientos administrados a fin de eficiente los trámites - Unificar los servicios que el H. Ayuntamiento brinda	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para mejora regulatoria en trámites y servicios del Municipio.
	LA1.3.2. (ODS 16.3, 16.5, 17.19) Atención Ciudadana, servicios y tramites cerca de ti - Realizar jornadas de aproximación de trámites en plazas y lugares públicos - Gestionar la implementación de una plataforma para realizar los trámites y servicios - Actualizar los requisitos en el portal web de los trámites y servicios - Gestionar un canal de contacto permanente a través de las redes sociales y el portal web del Ayuntamiento.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para atención Ciudadana, servicios y trámites cerca de ti.
	LA1.3.3. (ODS 16.3, 16.5, 17.19) Incentivar la generación de recursos propios del Municipio. • Campañas de pago de predial • Campañas de descuentos para trámites y servicios estipulados	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para incentivar la generación de recursos propios del Municipio.

Estrategia	Característica	Vinculación
	• Aprobación de la Ley de Ingresos cada ejercicio fiscal • Inspecciones y/o verificaciones en materia de normatividad comercial	
	LA1.3.4. (ODS 16.3, 16.5, 17.19) Entrega y Aprobación oportuna del recurso público • Generación de Estados Financieros Aprobación de la Cuenta Pública • Apego a la normatividad en materia de licitaciones y adjudicaciones • Control de los bienes muebles e Inmuebles del Municipio • Administración efectiva del recurso humano del Municipio • Administración y Gestión eficiente del recurso material del Municipio • Verificar el cumplimiento de los Programas Presupuestarios	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para entregar y aprobar oportunamente el recurso público.
	LA2.3.5. (ODS 8.2, 8.4 y 8.9) Impulsar la recaudación por medio del pago correcto de los comerciantes adscritos al Municipio.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para impulsar la recaudación por medio del pago correcto de los comerciantes adscritos al Municipio.
Políticas Transversales		
Estrategia 1A.5 Esquemas de equidad, Igualdad y No discriminación.	**LA1A.5.1. (ODS 5.2, 10.2)** Actualización del Programa Municipal para la Igualdad y No Discriminación en el Municipio.	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para actualización del Programa Municipal para la Igualdad y No Discriminación en el Municipio.
	Estrategia 1B.5. Disminuir los actos de corrupción en las prácticas institucionales. La corrupción se considera un problema sistémico por ello su combate se traduce en construir gobiernos honestos, justos y confiables que consoliden sociedades corresponsables con el ejercicio gubernamental	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para disminuir los actos de corrupción en las prácticas institucionales.
	LA1B.5.1. (ODS 16.3, 16.5, 17.19) Establecer mecanismos institucionales para el combate a la corrupción en todas sus formas. • Programa de Auditorías del Municipio • Buzones de Quejas y Denuncias por Actos de Corrupción	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para establecer mecanismos institucionales para el combate a la corrupción en todas sus formas.
	LA1B.5.2. (ODS 16.3, 16.5, 17.19) Establecer el Sistema de Control de Interno dentro del Municipio	No se vincula, el promovente no cuenta con la facultad ni con los mecanismos para establecer el Sistema de Control de Interno dentro del Municipio.

1. PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO SUSTENTABLE DE TEHUACÁN (2014)

El Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Tehuacán más actual corresponde al año 2014, es por ello que de acuerdo a este se realizará la vinculación.

El presente instrumento tiene la finalidad de relacionar el centro de población o en términos coloquiales la Ciudad de Tehuacán, no solo con las Juntas Auxiliares que se encuentran inmediatas a este, y que conforman un área conurbada físicamente sino además, con aquellas Juntas Auxiliares y localidades externas a la mancha urbana, pero parte fundamental también del municipio, evitando la consideración concéntrica, y buscando una nueva forma de pensar y planificar el territorio, resaltando como tema principal una planeación urbana estratégica.

Zonificación primaria

Se define previamente que la zonificación primaria, es en la que se determina los aprovechamientos genéricos o la utilización general del suelo, en las distintas zonas del área objeto de ordenamiento y regulación, busca como objetivo: permitir el desarrollo ordenado y equilibrado bajo criterios de sustentabilidad, así como, calidad de vida urbana de sus habitantes.

Para el ordenamiento de los elementos y actividades urbanas y del territorio, el suelo sujeto a regulación del municipio, atiende a la siguiente zonificación primaria.

1. **Zonas urbanizadas o Área Urbana Actual:** son aquellas acondicionadas en proceso o autorizadas para que en el plazo inmediato sean adaptadas para aprovechamiento urbano, cuya utilización, mayor densidad de población y de construcción, implique fraccionamiento y equipamiento, para servicios diferentes a los del medio rural.
2. **Zona de reserva para la Expansión Urbana o Reservas Territoriales:** son las áreas reservadas por determinación legal, con base en el Plan o Programa, para la expansión futura del centro de población y cuyo aprovechamiento atiende usos o fines urbanos determinados.
3. **Zonas sujetas a Conservación Ecológica:** son las áreas caracterizadas por el conjunto de elementos naturales susceptibles de ser explotados o no, que rodean un centro de población, o que constituye sitios naturales o ecosistemas modificados, cuya interacción directa con el centro de población es importante para preservar, conservar, mejorar o restaurar las condiciones ecológicas del asentamiento humano en su entorno, para el caso del municipio de Tehuacán incluyen: Agricultura de Riego. Agricultura de Temporal, B. de Coníferas Sec., Bosque de Coníferas, Bosque Templado, Bosque Templado Fragmentado, Matorrales, Pastizal Inducido, Selvas Secas, Veg. de Matorral, Veg. M. Desértico Sec., Veg. Matorral Sec., Veg. Matorral Desértico.
4. **Área Natural Protegida:** es la porción de la Reserva de La Biosfera Tehuacán – Cuicatlán que se encuentra dentro del territorio municipal.

De acuerdo a la zonificación primaría el AP se encuentra dentro de la zonificación **I. Zonas urbanizadas o Área Urbana Actual,** la cual presenta las siguientes características, condicionantes y limitaciones generales de los aprovechamientos del suelo de cada componente de la Zonificación Primaria:

I. Para Zonas Urbanizadas o Área Urbana Actual.

a. **Tipo de aprovechamiento**: los convencionalmente urbanos, caracterizados por una utilización intensiva del suelo, de actividades comerciales, industriales, de servicios y de uso habitacional.
b. **Densidad habitacional:** la densidad mínima será de 25 viv/ha (H0)
c. **Redes de infraestructura:** traza vial jerarquizada para la intercomunicación de actividades, con pavimento o factibilidad de su dotación, con alojamiento o posibilidad de alojamiento de las redes de distribución de agua, energía, comunicación y conductos de saneamiento
d. **Equipamiento:** todo el conjunto jerarquizado de espacios adaptados, instituciones e instalaciones especiales, públicas y privadas, con funciones de prestar servicios gratitos u onerosos a la población en general.

Zonificación secundaria

Esta zonificación tiene por objeto clasificar los diversos tipos de aprovechamientos permisibles de la zonificación primaria y que se aplican en el territorio del municipio, determinando los distintos usos y destinos de áreas y predios, las normas técnicas de planeación y los grados de utilización del suelo y del espacio, significados en los Coeficientes de Ocupación y de Utilización del Suelo. (COS y CUS).

El ordenamiento y regulación de los aprovechamientos del suelo y del espacio que generen sus construcciones, se deriva de la ubicación permisible de los usos y destinos del suelo que determinan según las siguientes tablas:

Cuadro 17. Características generales de la zonificación secundaria.

Características generales de la Zonificación Secundaria					
Zona Secundaria		Características Generales		Has.	%
Aprovechamiento	Tipología	Caracterización	Agrupamiento		
II. Mixto	Centro Urbano (CU)	Concentración preferente de actividades económicas terciarias, públicas y privadas, para proporcionar satisfactores a nivel municipal y subregional.	Salvo condicionamientos específicos usos intensivos del suelo para el comercio y los servicios de mezcla de usos habitacional.	140.81	0.26
	Sub centros urbanos (SCU)	Concentración alternativa de actividades económicas terciarias, públicas y privadas, predominantes de comercio y servicios especializados y sociales para proporcionar satisfactores a nivel urbano de demanda periódica y / o cotidiana.	Uso intensivo del suelo con mezcla de uso habitacional.	26.82	0.05
	Corredor urbano (Cu)	Concentración local de actividades económicas teniendo como eje una vía primaria o secundaria y conformados por los lotes con frente a ella. Podrán ser comercio y servicios de cierta especialización.	Los aprovechamientos predominantes son comercio y servicios, privados y públicos con mezcla de uso habitacional.	391.74	0.71

Perfiles urbanos en corredores urbanos y centro urbano (área central)

El AP se ubica en un **Corredor urbano**, el cual de acuerdo al PMDUS (2014) agrupa las categorías del suelo asignadas a la **franja de predios con frente a las vialidades primarias, secundarias y circuitos**, así definidos en los planos del Programa que por sus características **cumple o cumplirá funciones comerciales** y de prestación de servicios, **sin detrimento de que en el mismo coexistan usos del suelo habitacionales.**

Éstos presentan una tipología basada en sus usos predominantes: Comerciales, de Negocios, Micro industriales, de Servicios Públicos, Turísticos, Recreativos, Deportivo-Culturales y Ecológicos.

Las viabilidades entre las que se ubica el AP son las siguientes (*subrayadas y en negrita*):

- Carretera Federal Puebla Orizaba, entre la Avenida Valsequillo y el Aeropuerto.
- Avenida Valsequillo
- Avenida Reforma Norte
- Avenida Reforma Sur
- Avenida Independencia Oriente
- Avenida Independencia Poniente
- Calle Agustín A. Cacho
- Boulevard Héroe de Nacozari
- Avenida José Garci Crespo
- Calzado Adolfo López Mateos Av. Baja California
- Av. de las Américas
- ***Av. de la Juventud***
- Av. Héroes de la Independencia
- Av. Enrique S. Mont
- Boulevard José María Morelos (Acceso Sur)
- Boulevard Socorro Romero, en toda su longitud.
- Camino Viejo a San Diego
- Av. Nacional
- Av. de las Palmas
- Av. Peñafiel
- Av. Ejército Mexicano
- Calle Chihuahua Norte
- Calle Chihuahua Sur
- Calle Vicente Guerrero
- Av. Cuauhtémoc
- Av. Vía Puebla
- Libramiento San Lorenzo - Tecnológico o Av. Libramiento Huajuapan
- ***Libramiento a San Marcos Necoxtla***
- Ex vía Ferrocarril a Esperanza.

Cuadro. Tabla de compatibilidad de usos de suelo

O COMPATIBLE C CONDICIONADO X INCOMPATIBLE		Habitacional					Mixto			Industrial		Equipamiento
		Habitacional H0	Habitacional H1	Habitacional H2	Habitacional H3	Habitacional H4	Centro Urbano	Sub centros urbanos	Corredor Urbano	Industria	Granjas	
		H0	H1	H2	H3	H4	CU	SCU	Cu	I	G	Eq
COMERCIO (mayor a 61 m²)	Centro comercial	X	X	X	C	C	X	X	O	X	X	X
	Plaza comercial	X	X	X	C	C	X	X	O	X	X	X
	Tienda departamental	X	X	C	C	C	X	X	O	X	X	X
	Tiendas de autoservicio 100-200m²	X	X	C	C	C	X	X	O	X	X	X
	Tiendas de autoservicio 201-1000m²	X	X	C	C	C	X	X	O	X	X	X
	Tiendas de autoservicio 1001-a Más m²	X	X	X	C	C	X	X	O	X	X	X
	Cerrajería	X	O	O	C	C	O	O	X	X	X	X
	Venta de pollo carne y pescado	X	O	O	C	C	O	O	X	X	X	X
	Dulcerías	X	O	O	C	C	O	O	C	X	X	X
	Papelería, mercerías y bonetería	X	O	O	C	C	O	O	C	X	X	X
	Tlapalería, ferretería y venta de pinturas	X	O	O	C	C	O	O	C	X	X	X
	Farmacia y botica	X	O	O	C	C	O	O	C	X	X	X
	Florerías	X	O	O	C	C	O	O	C	X	X	X
	Jugueterías	X	O	O	C	C	O	O	O	X	X	X
	Joyerías	X	O	O	C	C	O	O	O	X	X	X
	Librerías	X	O	O	C	C	O	O	O	X	X	X
	Perfumerías	X	O	O	C	C	O	O	C	X	X	X
	Refaccionarias y venta de autopartes	X	O	O	C	C	O	O	C	X	X	X
	Relojerías	X	O	O	C	C	O	O	O	X	X	X
	Mueblerías	X	O	O	C	C	O	O	O	X	X	X
	Venta de aparatos electrónicos	X	O	O	C	C	O	O	C	X	X	X
	Artículos deportivos	X	O	O	C	C	O	O	O	X	X	X
	Boutiques de ropa y calzado	X	O	O	C	C	O	O	C	X	X	X

De acuerdo a la zonificación secundaria del PMDUS (2014) no se contrapone al uso de suelo propuesto en el AP; pues el Uso Mixto: Corredor urbano es **Compatible** con Tiendas de autoservicio 1001 m^2 - a más m^2.

FENÓMENOS NATURALES DE ACUERDO AL PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO SUSTENTABLE (2014)

La colonia donde se ubica el AP corresponde a San José Tochapa, la cual presenta una superficie construida de 107, 951.00 m^2, conformado por 259 predios, y un total de 51 predios baldíos que corresponden a 17, 353.00 m^2, que en hectáreas representa 1.7353 ha. Estado situación se deberá de aprovechar para consolidar áreas urbanas en el municipio evitando el crecimiento innecesario e incontrolado del tejido urbano hacia las afueras.

La vinculación de Fenómenos Naturales presente en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable (2014) se basa en la información del Atlas de Riesgo del Municipio de Tehuacán Estado de Puebla, sin embargo se trata de una versión anterior a la vigente, dado que la actual corresponde al año 2021 y el PMDUS corresponde al 2014, sin embargo, se realizó la vinculación con la información presente en el documento.

Fallas y fracturas

Como se observa en la siguiente imagen extraída del PMDUS (2014), dentro de las localidades consideradas como vulnerables a fallas y fracturas, ***no se considera a la Colonia San José Tochapa.***

Cuadro 84. Población vulnerable a fallas y fracturas	
Localidad	Habitantes
Rancho Cabras (San Salvador Otzolotepec)	480
El Encinal	208
Agua León	53
Cucharilla	9
Rancho Florindo	9
Cañada Guajillo	31
Tierra Prieta	2
Melista	22
Cruz Blanca	2
Agua Tule	13
Rancho Cuchanije	27
Mogote de Piedra	7
Portezuelo Tongo	18
El Zorrillo	2
El Portezuelo	5
Joya Nopal	8
Loma el Sapo	5
Agua el Palmón	4
Fuente: Atlas de Riesgos del Municipio de Tehuacán	

Figura III.11. Población vulnerable a fallas y fracturas de acuerdo al PMDUS (2014).

Sismicidad

De acuerdo al PMDUS (2014) el municipio de Tehuacán presenta un riesgo que va de medio a alto, siendo las zonas; sur, suroriente, y nororiente las que presentan un alto riesgo, ***mientras que, en el AP se contempla un riesgo medio por sismicidad.***

Deslizamiento

Se contemplan las siguientes zonas susceptibles a deslizamientos:

1. Las inmediaciones de los Cerros Sombrerito y Mojonera Gorda, así como en la meseta de San Lorenzo, ubicados al poniente de la ciudad de Tehuacán. Estos cerros pertenecen a la formación de la Sierra de Zapotitlán.
2. Al oriente y norte de la Ciudad, en los Cerros: Colorado, Plaza las Armas, y Yolotepec, cerros pertenecientes a la formación de la Sierra Zongolica.
3. Al sur poniente; los cerros El Calvario, Mogote Alto, Tambor, Bancos, Tecoyusco y Mogote Grande.

Sin embargo, ***ninguna de las formaciones mencionadas afecta a la Colonia San José Tochapa.***

Hundimientos

De acuerdo a la sectorización generada de acuerdo al Atlas de Riesgo del Municipio de Tehuacán, que ***contemplan 4 sectores, dos de ellos con colonias con afectabilidad, entre las cuales figura San José Tochapa*** sin embargo, el PMDUS (2014) no menciona un rango que indica el grado de afectabilidad, solo se menciona que es una colonia con afectabilidad.

Incendios y explosiones

De acuerdo al PMDUS (2014) las estaciones de carga de combustible (figura 11) son un riesgo latente de explosión con un radio de acción de un kilómetro.

Una de las estaciones listadas corresponde a la Gasolinera ELE S.A. de C.V. ubicada en la Av. De la Juventud N° 2906, Col. El Humilladero., la cual se encuentra a 34 m +/- del AP.

Cuadro 85. Estaciones de servicio

Nombre	Domicilio	No de Estación	Tanque Magna (lts)	Tanque Premium (lts)	Tanque Diesel (lts)	Gasolina (USB)	Diesel (USB)
Servicio Cuayucatepec	Carretera Federal Tehuacán-Puebla, Entronque a Cuayucatepec.	5586	80,000	60,000	80,000	12	4
Gasolinera Catalina	Avenida José Garci Crespo entre 12 y 14 Poniente.	922		80,000	40,000		18
Gasolinera Alas de Oro	Calle 5 Oriente N° 207 entre 5 y 7 Sur Col. 10 de Marzo.	E.S. J01029	80,000			4	
Estación de Consumo de Diesel.	Prol. 3 Sur No 1701 Col. Hidalgo.	E.S. J01177	80,000			4	
Gasolinera ELE S.A de C.V.	Av. de la Juventud No 2906, Col. El Humilladero.	6039	80,000	40,000	100,000	12	4
Servicio Tec. Reforma	Prol. Av. Reforma Sur Esq. Libramiento Tec. Al Pte de la Vía.	6175	80,000	60,000	60,000	12	2
Combustibles el Crucero	Av. 20 de Nov. Esq,. 16 de Sep. s/n San Pablo Tepetzingo.		80,000	60,000	80,000	16	4

Figura III.12. Estaciones de Servicio con riesgo latente de explosión de acuerdo al PMDUS (2014).

Riesgo Sanitario

El principal riesgo sanitario en el Municipio de Tehuacán corresponde a los tiraderos clandestinos por la industria avícola. En el predio colindante en la región norte del AP a 35 m de distancia se localiza un tiradero clandestino de partes y derivados de la industria avícola, estos desechos también son vertidos en la Zona Federal y/o Ribera y al cauce del cuerpo de agua denominada Dren Valsequillo, *sin embargo,* ***durante el cambio de uso de suelo no se tendrá contacto directo con estas áreas dado que, se encuentran alejadas del AP.***

Figura III.13. Áreas dentro del AI contiguas al AP usados como tiraderos clandestinos de partes y derivados de la industria avícola. PMDUS (2014).

ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TEHUACÁN ESTADO DE PUEBLA (2021).

El Atlas de Riesgos del Municipio de Tehuacán Estado de Puebla (2021); permite identificar los procesos físicos y sociales que genera el riesgo para conocer la frecuencia e intensidad de los peligros en el territorio municipal y, con base en ello, implementar medidas preventivas en la infraestructura expuesta a un riesgo y, por otro lado, estimar el costo del impacto de un fenómeno, así como las necesidades de las áreas declaradas en emergencia o desastre para orientar de forma correcta las políticas públicas para disminuir el riesgo, sensibilizando a la población sobre los riesgos a los que está expuesta y proyectando escenarios futuros del impacto de los fenómenos de riesgo.

De acuerdo al Atlas de riesgo (2021); el predio donde se ubica el AP, se encuentra en la zonificación denominada Ex Rancho Tochapa, como se muestra en la siguiente imagen.

Figura 14. Zonificación del área donde se localiza el AP de acuerdo con el Portal del Atlas de Riesgo Municipal de Tehuacán (2021[2]). El polígono en color rojo corresponde a la zonificación asignada por el portal el cual corresponde a Ex Rancho Tochapa, y en color amarillo se observa el AP.

Índice de riesgo más vulnerabilidad total

Cuadro 18. Índice de Riesgos y vulnerabilidades del polígono Ex Rancho Tochapa.

	Indicadores	Grado
Riesgos	Inundaciones	Valor medio
	Tormenta eléctricas	Valor bajo
	Granizo	Valor bajo
	Temperatura mínimas	Valor alto
	Temperatura máxima	Valor medio
	Sismos	Valor medio
	Inflamables	Valor medio
	Incendios forestales	Valor bajo
	Subsidencia y hundimientos	Valor alto
	Concentraciones masivas	Valor más bajo
	Relleno sanitario	Valor más bajo
Vulnerabilidades	Carencias sociales	Valor más bajo
	índice de vulnerabilidad social	Valor más bajo
	Índice de vulnerabilidad física	Valor más bajo
	Grado de marginación	Valor más bajo
	Discapacidad	Valor más bajo
	Hacinamiento	Sin datos
	Pobreza	Valor más bajo
	Riesgo total	**Valor bajo**

[2] Gobierno de Tehuacán. (2021). Portal. Atlas de Riesgo Municipal Tehuacán, Puebla. CENAPRED. SEDATU. Fuente: http://atlasderiesgo.tehuacan.gob.mx/portal-atlas-riesgo/atlas.html

La zonificación del polígono donde se ubica el AP presenta valores medios para inundaciones, temperatura máxima, sismos, inflamables y valores altos para temperatura mínima, subsidencia y hundimientos.

Los riesgos con mayor relevancia corresponden a inundaciones, sismos y subsidencia y hundimientos:

INUNDACIONES:

De acuerdo al mapa presenta en el Atlas de Riesgo (2021); en la página 144, se puede observar que la periferia del predio en donde se ubica el AP presenta valores muy altos (colores naranjas) de inundaciones sin embargo en lo que respecta al AP se mantiene con valores bajos (colores verdes), por lo tanto, el riesgo por inundación es bajo dentro del AP.

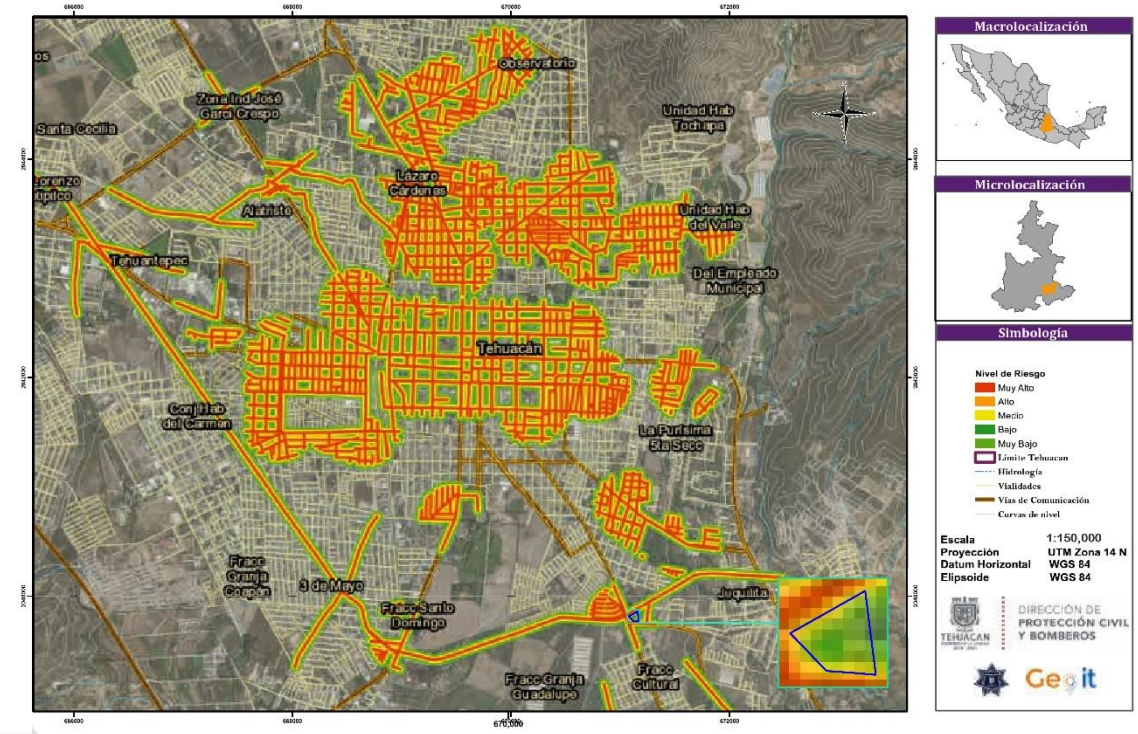


Figura 15. Zonificación de inundaciones. Mapa realizado de acuerdo al Atlas de Riesgo Municipal de Tehuacán (2021[3]).

Retomando al título 2.3.8.1 Fenómenos naturales del PMDUS (2014) en donde se dividió en cuatro sectores al municipio de Tehuacán; identificando a dos sectores con afectabilidad; y agrupándose en el Sector uno a la Colonia San José Tochapa.

Con base en el apartado Inundaciones en la página 163, del PMDUS (2014) se tiene un listado de cinco precipitaciones pluviales históricas que han afectado a diversas colonias del Municipio de Tehuacán entre las que ***no destaca la Colonia San José Tochapa***, esto indica que a pesar de ser una zona propensa a inundaciones históricamente no se ha registrado afectación, aunado a ello, ***se ha propuesto la construcción de un barrera de costales de arena en la colindancia con el Dren Valsequillo, y así evitar***

[3] Gobierno de Tehuacán. (2021). Atlas de Riesgo Municipal Tehuacán, Puebla. CENAPRED. SEDATU. Fuente: http://atlasderiesgo.tehuacan.gob.mx/portal-atlas-riesgo/download/ATLAS_RIESGOS_DIGITAL_2021.pdf

<u>una posible contingencia por inundación, durante el cambio de uso de suelo; aunado a lo anterior el CUS se realizara en época de secas para que exista un riesgo menor de contingencia.</u>

A continuación se muestra la zona destinada para la colocación de costales de arena.

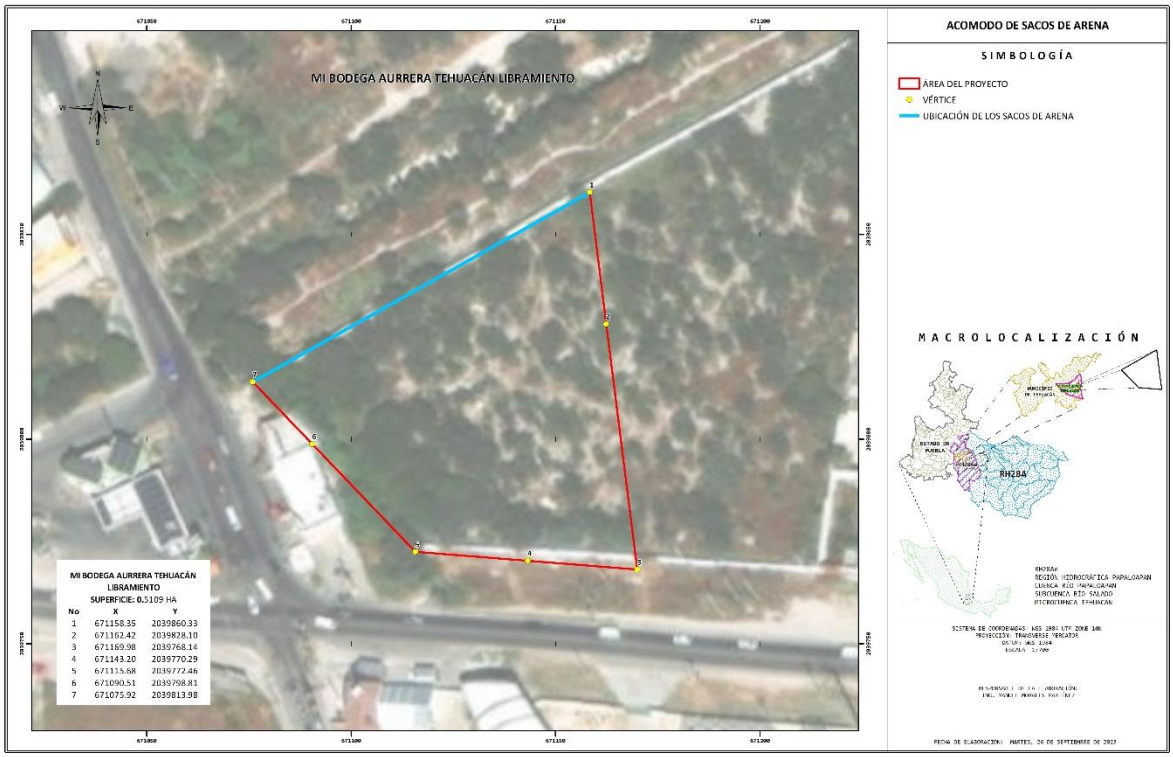


Figura 16. Acomodo de costales de arena en la colindancia con el Dren Valsequillo.

SUBSIDENCIA (HUNDIMIENTOS):

De acuerdo al mapa presente en el Atlas de Riesgo (2021); en la página 140 y al Portal Atlas de Riesgo (2021[4]) el polígono donde se ubica el AP presenta un valor de hundimiento de 1.62 a 1.82 cm.

[4] Gobierno de Tehuacán. (2021). Atlas de Riesgo Municipal Tehuacán, Puebla. CENAPRED. SEDATU. Fuente: http://atlasderiesgo.tehuacan.gob.mx/portal-atlas-riesgo/atlas.html

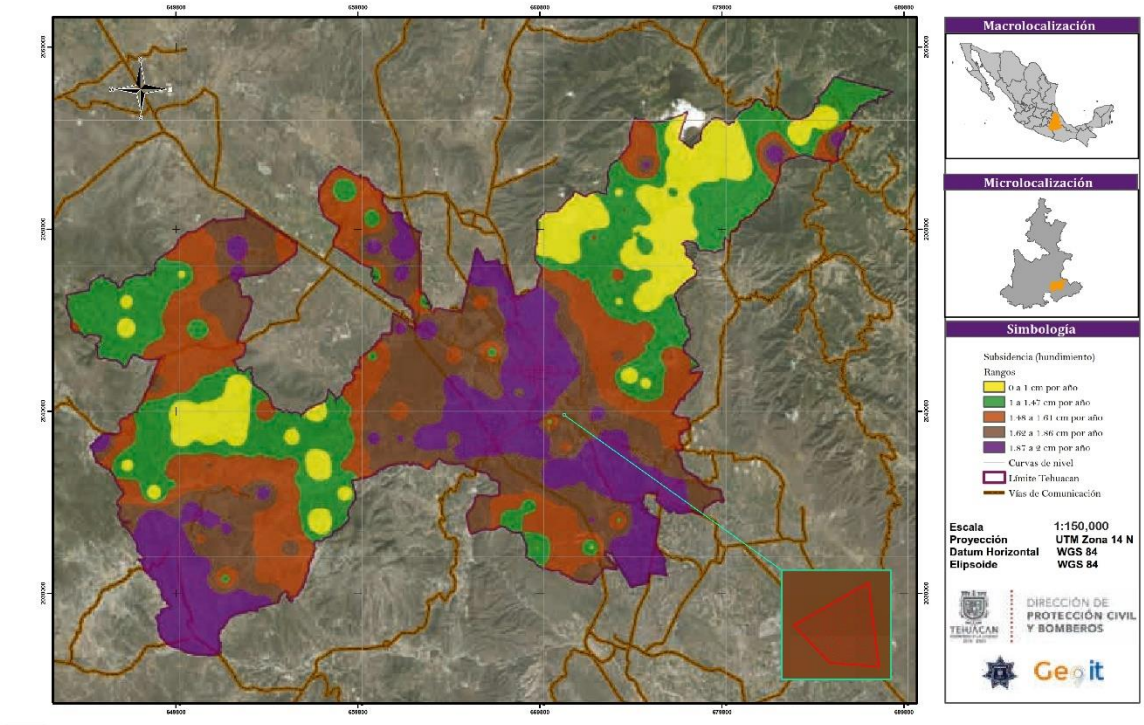


Figura 17. Mapa de subsidencia (hundimiento) elaborado con base en el mapa presente en el Atlas de Riesgo (2021); en la página 140.

EL cambio de uso de suelo se realizará en una temporalidad de dos meses; de acuerdo al mapa de subsidencia (hundimiento) la zona donde se desarrollará el proyecto presenta una tasa de hundimiento de 1.62 a 1.82 cm por año, de acuerdo a un cálculo sencillo obtenemos lo siguiente:

La zona presenta en promedio un hundimiento anual de 1.72 cm; al ser dividida entre los 12 meses tenemos que por mes existe un hundimiento de 0.1433 cm; al extrapolar esta cifra a los dos meses de cambio de uso de suelo, obtenemos que el hundimiento promedio corresponde a 0.2866 cm. ***En razón de lo anterior, podemos argumentar que el cambio de uso de suelo no será un factor determinante que acelere o incremente la tasa de hundimiento.***

III.20 BIBLIOGRAFÍA.

1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Última reforma Última Reforma DOF 11-04-2022. Fuente: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf
2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Última Reforma DOF 31-10-2014. Fuente: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf
3. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Última reforma Última Reforma DOF 28-04-2022. Fuente: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf
4. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Última Reforma Nuevo Reglamento DOF 09-12-2020. Fuente: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGDFS_091220.pdf
5. Ley General de Vida Silvestre. Última Reforma DOF 20-05-2021. Fuente: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_200521.pdf
6. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre Última Reforma DOF 09-05-2014. Fuente: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGVS.pdf
7. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. Última Reforma DOF 18-01-2021. Fuente: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_180121.pdf
8. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. Última Reforma DOF 31-10-2014. Fuente: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf
9. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Última reforma DOF de 18-11-2022. Fuente: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf
10. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (por sus siglas en inglés CITES); 2022. CITES. Fuente: https://cites.org/esp/disc/what.php
11. IUCN. 2022. The IUCN red list of threatened species. ISSN-2307-8235. Fuente: https://www.iucnredlist.org
12. SEMARNAT. 2022. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POETG). Fuente: https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poetg
13. SEGOB. 2022. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. DOF 12-07-2019. Fuente: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019#gsc.tab=0
14. Gobierno de Puebla. 2019. Programas Regionales: Desarrollo Regional Estratégico. Región 13-Tehuacán 2019-2024. Fuente: https://planeader.puebla.gob.mx/pdf/ProgramasRegionales2020/0_ProRegionales%2013%20Tehuac%C3%A1n.pdf
15. Gobierno de Tehuacán. 2021. Plan Municipal de Desarrollo. H Ayuntamiento del Municipio de Tehuacán, Puebla, 2021-2024. Fuente: http://transparencia.tehuacan.gob.mx/media/files/Administracion%202021-2024/Tehuac%C3%A1n%20PMD%202021-2024%20Versi%C3%B3n%20Final%2020_01_2022.pdf

16. Gobierno de Puebla. 2022. Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024. Fuente: https://planeader.puebla.gob.mx/pagina/HistoricoPlanesEstatales.html

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 DEL PROYECTO. 11

IV.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA). 11
IV.2 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA (AI). 16
IV.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL 25
IV.3.1 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL S.A. 25
IV.3.1.1 MEDIO ABIÓTICO 27
IV.3.1.1.1 CLIMA 27
IV.3.1.1.2 FENÓMENOS CLIMATOLÓGICOS 31
IV.3.1.1.3 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA 36
IV.3.1.1.4 EDAFOLOGÍA 53
IV.3.1.1.5 HIDROLOGÍA 56
IV.3.1.1.5.1 SUPERFICIAL 56
IV.3.1.1.5.2 SUBTERRÁNEA. 58
IV.3.1.2 MEDIO BIÓTICO 60
IV.3.1.2.1 FLORA 60
IV.3.1.2.2 FAUNA 158
IV.3.1.2.1 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FAUNA SILVESTRE PRESENTE EN LAS TRES UNIDADES DE ANÁLISIS (ÁREA DEL PROYECTO, ÁREA DE INFLUENCIA Y SISTEMA AMBIENTAL). 249
IV.3.1.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO 263
IV.3.1.4 PAISAJE 267
IV.3.1.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 275
IV.4 BIBLIOGRAFÍA 285

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro IV.1. Coordenadas del sistema ambiental. 15
Cuadro IV.2. Análisis de los impactos que se producirán en las actividades en el cambio de uso de suelo. 17
Cuadro IV.3. Maquinaria a utilizar en las actividades de cambio de uso de suelo. 18
Cuadro IV.4. Relación entre el ruido que se producirá en el AP y la distancia. 18
Cuadro IV.5. Fauna presente en el AP susceptible a rescate y ahuyentamiento 20
Cuadro IV.6. Coordenadas del área de influencia. 23
Cuadro IV.7. Características bióticas y abióticas sistema ambiental. 25
Cuadro IV.8. Características bióticas y abióticas área de influencia y área del proyecto. 26
Cuadro IV.9. Grupos y climas. 27
Cuadro IV.10. Climas B (secos). 27
Cuadro IV.11. Datos climáticos de la estación meteorológica 21083 Tehuacán. 29

Cuadro IV.12. Grado de riesgo de ciclones tropicales dentro del SA. 31
Cuadro IV.13. Grado de riesgo de ciclones tropicales dentro del AI y AP. 31
Cuadro IV.14. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del SA. 32
Cuadro IV.15. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del AI y AP. 32
Cuadro IV.16. Grado de riesgo de granizo dentro del SA. 33
Cuadro IV.17. Grado de riesgo de granizo dentro del AI y AP. 33
Cuadro IV.18. Grado de riesgo por sequía dentro del SA. 34
Cuadro IV.19. Grado de riesgo por sequía dentro del AI y AP. 34
Cuadro IV.20. Información del viento en CENAPRED para el SA. 35
Cuadro IV.21. Información del viento en CENAPRED para el AI y AP. 35
Cuadro IV.22. Fisiografía del sistema ambiental. 36
Cuadro IV.23. Fisiografía del área de influencia y área del proyecto. 36
Cuadro IV.24. Provincias fisiográficas de México. 38
Cuadro IV.25. Pendientes en el sistema ambiental. 41
Cuadro IV.26. Pendiente en el AI y AP. 42
Cuadro IV.27. Fallas y fracturas del SA. 42
Cuadro IV.28. Fallas y fracturas del AI y AP. 43
Cuadro IV.29. Exposiciones presentes en SA. 44
Cuadro IV.30. Exposiciones en el AI. 44
Cuadro IV.31. Exposiciones en el AP. 44
Cuadro IV.32. Elevaciones cercanas al SA. 46
Cuadro IV.33. Elevaciones cercanas al AI. 47
Cuadro IV.34. Elevaciones cercanas al AP. 47
Cuadro IV.35. Sismicidad del SA. 49
Cuadro IV.36. Sismicidad del AI y AP. 49
Cuadro IV.37. Riesgos por inundaciones del SA. 50
Cuadro IV.38. Riesgos por inundaciones del AI. 50
Cuadro IV.39. Riesgos por inundaciones del AP. 50
Cuadro IV.40. Volcanes cercanos al sistema ambiental. 51
Cuadro IV.41. Volcanes cercanos al AI y AP 52
Cuadro IV.42. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del sistema ambiental. 55
Cuadro IV.43. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del área de influencia. 55
Cuadro IV.44. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del área del proyecto sin remoción. 56
Cuadro IV.45. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del área del proyecto con remoción. 56
Cuadro IV.46. Balance hídrico en el sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto. 60
Cuadro IV.47. Usos de suelo de acuerdo a la Serie VI de INEGI. 61
Cuadro IV.48. Precipitación y temperatura anual dentro del SA 65
Cuadro IV.49. Muestreos en cada época del año 65
Cuadro IV.50. Representatividad estadística del muestreo. 71
Cuadro IV.51. Unidades muéstrales en toda la población. 71
Cuadro IV.52. Intensidad de muestreo 71
Cuadro IV.53. Representatividad estadística del muestreo. 72
Cuadro IV.54. Unidades muéstrales en toda la población. 72
Cuadro IV.55. Intensidad de muestreo 73
Cuadro IV.56. Representatividad estadística del muestreo. 73
Cuadro IV.57. Unidades muéstrales en toda la población. 73
Cuadro IV.58. Intensidad de muestreo 74

Cuadro IV.59. Coordenadas de muestreo Sistema ambiental. 74
Cuadro IV.60. Coordenadas centrales de los sitios de muestreo Área de influencia. 75
Cuadro IV.61. Coordenadas de los vértices del AP del polígono censado del estrato arbóreo y epífitas y/o cactáceas. 76
Cuadro IV.62. Muestreo Sistema ambiental. 78
Cuadro IV.63. Especies presentes por sitio de muestreo en el Área de influencia. 80
Cuadro IV.64. Especies presentes por sitio de muestreo en el AP. 81
Cuadro IV.65. Comparativo de las dos épocas muestreadas (1=presencia, 0= ausencia, 2= similitud). 83
Cuadro IV.66. Índice de Jaccard. 84
Cuadro IV.67. Comparativo de las dos épocas muestreadas (1=presencia, 0= ausencia, 2= similitud). 84
Cuadro IV.68. Índice de Jaccard. 85
Cuadro IV.69. Matriz de presencia y ausencia para la generación de las especies nuevas por sitio de muestreo. 88
Cuadro IV.70. Relación de la superficie acumulada (muestreada) las especies nuevas y acumuladas. 89
Cuadro IV.71. Aplicación de le ecuación del modelo potencial. 90
Cuadro IV.72. Matriz de presencia y ausencia para la generación de las especies nuevas por sitio de muestreo. 90
Cuadro IV.73. Relación de la superficie acumulada (muestreada) y las especies nuevas y acumuladas. 91
Cuadro IV.74. Aplicación de le ecuación del modelo potencial. 91
Cuadro IV.75. Matriz de presencia y ausencia para la generación de las especies nuevas por sitio de muestreo. 92
Cuadro IV.76. Relación de la superficie acumulada (muestreada) y las especies nuevas y acumuladas. 92
Cuadro IV.77. Aplicación de le ecuación del modelo potencial. 93
Cuadro IV.78. Listado de flora en cuanto a NOM-059 y CITES del SA. 94
Cuadro IV.79. Listado de flora en cuanto a NOM-059 y CITES del AI. 95
Cuadro IV.80. Listado de flora en cuanto a NOM-059 y CITES del AP. 95
Cuadro IV.81. Distribución de las especies presentes en el SA. 96
Cuadro IV.82. Distribución de las especies presentes en el AI. 97
Cuadro IV.83. Distribución de las especies presentes en el AP. 97
Cuadro IV.84. Riqueza específica de flora en el área del AP. 104
Cuadro IV.85. Riqueza específica de flora en el área del AI 104
Cuadro IV.86. Riqueza específica de flora en el área del AP. 105
Cuadro IV.87. Individuos por hectárea y totales en el SA. 106
Cuadro IV.88. Individuos por hectárea y totales en el AI. 107
Cuadro IV.89. Individuos por hectárea y totales en el AP 108
Cuadro IV.90. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson SA. 110
Cuadro IV.91. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson AI. 111
Cuadro IV.92. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson AP. 112
Cuadro IV.93. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener SA. 114
Cuadro IV.94. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener AI. 116
Cuadro IV.95. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener AP. 117
Cuadro IV.96. Índice de Valor de Importancia SA. 121
Cuadro IV.97. Índice de Valor de Importancia AI. 123
Cuadro IV.98. Índice de Valor de Importancia AP. 124
Cuadro IV.99. Representatividad estadística del muestreo. 130
Cuadro IV.100. Unidades muéstrales en toda la población. 131

Cuadro IV.101. Matriz de presencia y ausencia para la generación de las especies nuevas por sitio de muestreo. 132
Cuadro IV.102. Relación de la superficie acumulada (muestreada) y las especies nuevas y acumuladas. 133
Cuadro IV.103. Aplicación de le ecuación del modelo potencial. 133
Cuadro IV.104. Coordenadas de muestreo Sistema ambiental. 134
Cuadro IV.105. Muestreo en la Zona Federal. 135
Cuadro IV.106. Listado de flora en cuanto a NOM-059 y CITES de la Zona Federal y/o Ribera 136
Cuadro IV.107. Distribución y rasgo sinantrópico de las especies presentes en el Zona Federal y/o Ribera 137
Cuadro IV.108. Riqueza específica de flora. 139
Cuadro IV.109. Individuos por hectárea y totales. 140
Cuadro IV.110. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson. 142
Cuadro IV.111. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener. 144
Cuadro IV.112. Índice de Valor de Importancia. 147
Cuadro IV.113. Listado potencial de avifauna en el Sistema ambiental. 161
Cuadro IV.114. Listado potencial de mastofauna en el Sistema ambiental. 163
Cuadro IV.115. Listado potencial de herpetofauna en el Sistema ambiental. 164
Cuadro IV.116. Estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 para la fauna silvestre. 166
Cuadro IV.117. Estatus de acuerdo a las categorías de riesgo de la IUCN para la fauna silvestre. 166
Cuadro IV.118 Listados de especies de acuerdo a las categorías de riesgo de la CITES para la fauna silvestre. 167
Cuadro IV.119 Categorías referentes a la tendencia poblacional para la fauna silvestre. 167
Cuadro IV.120. Categorías de endemismo empleadas para la fauna silvestre. 167
Cuadro IV.121 Categorías de residencia empleadas para la avifauna silvestre. 168
Cuadro IV.122. Especificaciones del muestreo avifaunístico: 177
Cuadro IV.123. Especificaciones del muestreo mastofaunístico y herpetofaunístico 177
Cuadro IV.124. Puntos de conteo en el SA para la caracterización de la avifauna 178
Cuadro IV.125. Transectos en el SA para la caracterización de la mastofauna y herpetofauna 178
Cuadro IV.126. Coeficiente de Jaccard entre época de secas y lluvias. 180
Cuadro IV.127 Especies de aves presentes en los puntos de conteo establecidos en el Sistema ambiental. 181
Cuadro IV.128 Matriz de abundancia y riqueza específica de la avifauna registrada en el Sistema ambiental. 184
Cuadro IV.129 Riqueza específica de la avifauna en el Sistema ambiental 185
Cuadro IV.130. Índice de Margalef de la avifauna registrada 185
Cuadro IV.131 Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna registrada en el Sistema ambiental. 185
Cuadro IV.132. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de avifauna registradas en el SA. 186
Cuadro IV.133 Índice de diversidad verdadera de la avifauna presente en el Sistema ambiental. 187
Cuadro IV.134. Aplicación de le ecuación del modelo potencial. 189
Cuadro IV.135. Coeficiente de Jaccard entre época de secas y lluvias. 190
Cuadro IV.136 Especies de mamíferos presentes en los transectos establecidos en el Sistema ambiental 191
Cuadro IV.137 Matriz de abundancia y riqueza específica de la mastofauna registrada en el Sistema ambiental. 193
Cuadro IV.138 Riqueza específica de la mastofauna registrada en el Sistema ambiental. 193

Cuadro IV.139 Índice de Margalef de la mastofauna registrada. 193
Cuadro IV.140 Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de mastofauna registradas en el Sistema ambiental..... 194
Cuadro IV.141 Índice de Shannon-Wiener de las especies de mastofauna registradas en el Sistema ambiental. 194
Cuadro IV.142.Índice de diversidad verdadera de la mastofauna presente en el Sistema ambiental. 194
Cuadro IV.143. Aplicación de le ecuación del modelo potencial. 195
Cuadro IV.144. Coeficiente de Jaccard entre época de secas y lluvias. 197
Cuadro IV.145 Listado de especies de herpetofauna registradas en el Sistema ambiental. 198
Cuadro IV.146 Matriz de abundancia y riqueza específica de la herpetofauna registrada en el Sistema ambiental. 200
Cuadro IV.147 Riqueza específica de herpetofauna en el Sistema ambiental. 200
Cuadro IV.148 Índice de Margalef de la Herpetofauna registrada. 200
Cuadro IV.149 Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de herpetofauna presentes en el Sistema ambiental..... 201
Cuadro IV.150 Índice de Shannon-Wiener de las especies de herpetofauna registradas en el Sistema ambiental. 201
Cuadro IV.151 Índice de diversidad verdadera de la herpetofauna presente en el Sistema ambiental. ... 202
Cuadro IV.152. Aplicación de le ecuación del modelo potencial. 203
Cuadro IV.153. Especificaciones del muestreo avifaunístico. 211
Cuadro IV.154. Especificaciones del muestreo mastofaunístico y herpetofaunístico: 211
Cuadro IV.155 Puntos de conteo en el SA para la caracterización de la avifauna. 212
Cuadro IV.156. Transectos en el SA para la caracterización de la mastofauna y herpetofauna 212
Cuadro IV.157. Especificaciones del muestreo avifaunístico: 213
Cuadro IV.158. Especificaciones del muestreo avifaunístico: 213
Cuadro IV.159. Puntos de conteo en el AP para la caracterización de la avifauna. 214
Cuadro IV.160. Transectos en el AP para la caracterización de la mastofauna y herpetofauna 214
Cuadro IV.161. Coeficiente de Jaccard entre época de secas y lluvias. 216
Cuadro IV.162 Listado de especies de avifauna registradas en los puntos de conteo establecidos en el AI. 217
Cuadro IV.163 Matriz de abundancia y riqueza específica de avifauna registrada en el AI. 218
Cuadro IV.164 Riqueza específica de la mastofauna registrada en el Sistema ambiental. 218
Cuadro IV.165 Índice de Margalef de la avifauna registrada 219
Cuadro IV.166 Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de mastofauna registradas en el AI. 219
Cuadro IV.167 Índice de Shannon-Wiener de las especies de mastofauna registradas en el AI. 219
Cuadro IV.168 Índice de diversidad verdadera de la mastofauna presente en el AI. 220
Cuadro IV.169. . Aplicación de le ecuación del modelo potencial. 221
Cuadro IV.170. Coeficiente de Jaccard entre época de secas y lluvias. 222
Cuadro IV.171 Listado de especies de herpetofauna registradas en los transectos establecidos en el AI. 223
Cuadro IV.172 Matriz de abundancia y riqueza específica de la mastofauna registrada en el Área de Influencia..... 224
Cuadro IV.173 Riqueza específica de la mastofauna registrada en el Área de Influencia. 224
Cuadro IV.174 Índice de Margalef de la mastofauna registrada. 225
Cuadro IV.175 Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de mastofauna registradas en el Área de Influencia. 225
Cuadro IV.176 Índice de Shannon-Wiener de las especies de mastofauna registradas en el Influencia... 225

Cuadro IV.177. Índice de diversidad verdadera de la mastofauna presente en el Área de Influencia. 225
Cuadro IV. 178. Coeficiente de Jaccard entre época de secas y lluvias. 227
Cuadro IV.179 Listado de especies de herpetofauna registradas en el AI. 228
Cuadro IV.180 Matriz de abundancia y riqueza específica de la herpetofauna registrada en el Sistema ambiental. 229
Cuadro IV.181 Riqueza específica de herpetofauna en el Sistema ambiental. 229
Cuadro IV.182. Índice de Margalef de la Herpetofauna registrada. 229
Cuadro IV.183 Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de herpetofauna presentes en el Sistema ambiental 230
Cuadro IV.184 Índice de Shannon-Wiener de las especies de herpetofauna registradas en el Sistema ambiental. 230
Cuadro IV.185. Índice de diversidad verdadera de la herpetofauna presente en el Sistema ambiental. ... 230
Cuadro IV.186. Coeficiente de Jaccard entre época de secas y lluvias. 232
Cuadro IV.187 Listado de especies de avifauna registradas en los puntos de conteo establecidos en el AP. 233
Cuadro IV.188 Matriz de abundancia y riqueza específica de avifauna registrada en el AP. 235
Cuadro IV.189 Riqueza específica de la avifauna registrada en el AP. 235
Cuadro IV.190 Índice de Margalef de la avifauna registrada 236
Cuadro IV.191 Cálculo Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna presente en el AP. 236
Cuadro IV.192 Índice de Shannon-Wiener para la avifauna presente en el AP. 236
Cuadro IV.193 Índice de diversidad verdadera de la avifauna presente en el AP. 237
Cuadro IV.194.. Aplicación de le ecuación del modelo potencial. 238
Cuadro IV.195. Coeficiente de Jaccard entre época de secas y lluvias. 239
Cuadro IV.196 Listado de especies de mastofauna registradas en los transectos establecidos en el AP. 240
Cuadro IV.197 Matriz de abundancia y riqueza específica de la mastofauna registrada en el AP 242
.Cuadro IV.198 Riqueza específica de mastofauna en el AP 242
Cuadro IV.199 Índice de Margalef de la mastofauna registrada. 242
Cuadro IV.200 Índice de Simpson modificado por Pielou para la mastofauna presente en el AP. 243
Cuadro IV.201. Índice de Shannon-Wiener para la mastofauna presente en el AP. 243
Cuadro IV.202. Índice de diversidad verdadera de la mastofauna presente en el AP. 243
Cuadro IV.203. Coeficiente de Jaccard entre época de secas y lluvias. 245
Cuadro IV.204 Listado de especies de herpetofauna registradas en los transectos establecidos en el AP. 246
Cuadro IV.205 Matriz de abundancia y riqueza específica de la herpetofauna registrada en el Sistema ambiental. 247
Cuadro IV.206 Riqueza específica de herpetofauna en el Sistema ambiental. 247
Cuadro IV.207 Índice de Margalef de la Herpetofauna registrada. 247
Cuadro IV.208 Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de herpetofauna presentes en el Sistema ambiental 248
Cuadro IV.209 Índice de Shannon-Wiener de las especies de herpetofauna registradas en el Sistema ambiental. 248
Cuadro IV.210. Índice de diversidad verdadera de la herpetofauna presente en el Sistema ambiental. ... 248
Cuadro IV.211. Especies de fauna silvestre enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 249
Cuadro IV.212 Especies de fauna silvestre enlistadas en algún apéndice perteneciente a la CITES. 252
Cuadro IV.213 Comparativo del número de individuos de avifauna en las dos unidades de análisis. 253
Cuadro IV.214 Comparativo del número de individuos de mastofauna en las dos unidades de análisis. .. 256
Cuadro IV.215 Comparativo del número de individuos de herpetofauna en las dos unidades de análisis. 258

Cuadro IV.216. Población para el 2020 fuente INEGI 263
Cuadro IV.217. Situación de pobreza para el 2020 fuente INEGI 265
Cuadro IV.218. Carencias sociales a nivel municipal y estatal INEGI 2020 265
Cuadro IV.219. Factor de visibilidad y valor de los criterios. 270
Cuadro IV.220. Criterios de categorización del paisaje. 271
Cuadro IV.221. Criterios de valoración. 271
Cuadro IV.222. Calidad intrínseca del paisaje. 274
Cuadro IV.223. Factor de visibilidad 274
Cuadro IV.224. Índice de calidad del paisaje. 275
Cuadro IV.225. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental factor aire. 275
Cuadro IV.226. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental del suelo. 275
Cuadro IV.227. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental del agua. 276
Cuadro IV.228. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental de la flora y fauna. 276
Cuadro IV.229. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental socioeconómica. 277
Cuadro IV.230. Categorización de la calidad ambiental obtenida. 277
Cuadro IV.231. Determinación del índice de calidad ambiental del factor suelo. 277
Cuadro IV.232. Determinación del índice de calidad ambiental del factor agua. 279
Cuadro IV.233. Determinación del índice de calidad ambiental factor aire. 280
Cuadro IV.234. Determinación del índice de calidad ambiental del factor flora y fauna. 281
Cuadro IV.235. Determinación del índice de calidad ambiental del factor socioeconómico. 283
Cuadro IV.236. Resumen del índice de calidad ambiental. 284

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV.1. Ubicación del proyecto respecto a la Microcuenca Hidrográfica 11
Figura IV.2. Ubicación del proyecto respecto a las Unidades Climáticas. 12
Figura IV.3. Ubicación del proyecto respecto a las Unidades Geológicas. 13
Figura IV.4. Ubicación del proyecto respecto a las Unidades Geológicas. 13
Figura IV.5. Delimitación del Sistema Ambiental (SA). 14
Figura IV.6. Uso de suelo en el que se encuentra inmerso el AP. 17
Figura IV.7. Relación de los decibeles (dB) y la distancia (m). 19
Figura IV.8. Generación del área de influencia de acuerdo al ruido. 20
Figura IV.9. Identificación de las áreas arboladas y generación de área de influencia de fauna. 21
Figura IV.10. Sobreposición de las áreas de influencia generadas para el impacto de ruido y fauna sobre la carta de Uso de Suelo Serie VI de INEGI (INEGI, 2017). 22
Figura IV.11. Inclusión de las manzanas al área de influencia. 23
Figura IV.12. Área de influencia del proyecto. 23
Figura IV.13. Polígonos de Thiessen del SA, AI, AP. 28
Figura IV.14. Estaciones que influyen en el SA, AI, AP. 29
Figura IV.15. Diagrama Ombrotérmico de la estación meteorológica 21083 Tehuacán. 30
Figura IV.16. Clima del SA, AI, AP. 30
Figura IV.17. Grado de riesgo de ciclones tropicales dentro del SA, AI, AP. 32
Figura IV.18. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del SA, AI, AP. 33
Figura IV.19. Grado de riesgo de granizo dentro del SA, AI, AP. 34
Figura IV.20. Grado de riesgo por sequía en el SA, AI, AP. 35
Figura IV.21. Mapa de vientos presentes en SA, AI, AP. 36
Figura IV.22. Mapa de topoformas del SA, AI, AP. 37

Figura IV.23. Provincias fisiográficas de la República Mexicana. 38
Figura IV.24. Provincia en el SA, AI AP. 40
Figura IV.25. Subprovincia fisiográfica del SA, AI, AP. 41
Figura IV.26. Pendientes en el SA, AI, AP. 42
Figura IV.27. Fallas y Fracturas del SA, AI, AP. 43
Figura IV.28. Exposiciones del SA, AI, AP. 45
Figura IV.29. Características geológicas del SA, AI, AP. 46
Figura IV.30. Elevaciones en el SA, AI, AP. 48
Figura IV.31. Región potencial de deslizamientos de laderas del SA, AI, AP. 49
Figura IV.32. Sismicidad del SA, AI, AP. 50
Figura IV.33. Riesgo por inundación dentro del SA, AI, AP. 51
Figura IV.34. Volcanes activo cercanos al SA, AI, AP. 52
Figura IV.35. Tipo de suelo en el SA, AI, AP. 54
Figura IV.36. Hidrología superficial del SA, AI y AP. 57
Figura IV.37. Hidrología subterránea del SA, AI y AP. 59
Figura IV.38. Uso de suelo en el SA, AI, AP, de acuerdo a INEGI serie VI 62
Figura IV.39. Plano de sitios de muestreo, SA. 76
Figura IV.40. Plano de sitios de muestreo AI. 77
Figura IV.41. Plano de sitios de muestreo AP. 77
Figura IV.42. Curva de acumulación de Especies-Área 89
Figura IV.43. Curva de acumulación de Especies-Área 91
Figura IV.44. Curva de acumulación de Especies-Área 93
Figura IV.45. Riqueza especifica por estrato 104
Figura IV.46. Riqueza especifica por estrato 105
Figura IV.47. Riqueza especifica por estrato. 105
Figura IV.48. Curva de acumulación de Especies-Área 133
Figura IV.49. Plano de sitios de muestreo en la Zona Federal o Ribera. 135
Figura IV.50. Riqueza especifica por estrato 140
Figura IV.51. AICA'S cercanas en el SA, AI, AP. 150
Figura IV.52. ANP'S cercanas en el SA, AI, AP. 151
Figura IV.53. ANP'S cercanas en el SA, AI, AP. 152
Figura IV.54. ADVC cercanas en el SA, AI, AP. 153
Figura IV.55. RHP en el SA, AI, AP. 154
Figura IV.56. RTP en el SA, AI, AP. 155
Figura IV.57. Sitios Ramsar en el SA, AI, AP. 156
Figura IV.58. Ecorregiones Marinas en el SA, AI, AP. 157
Figura IV.59. Ecorregiones Terrestres en el SA, AI, AP. 158
Figura IV.60. Plano de Rutas Migratorias de Aves respecto al AP y al SA. 159
Figura IV.61. Plano de Áreas de conservación con respecto al SA, AI y AP. 160
Figura IV.62. Plano de corredores biológicos pertenecientes al CBMM respecto al AP y al SA. 161
Figura IV.63. Ejemplo del establecimiento de un punto de conteo para la avifauna. Fuente: Ruiz Gutiérrez et al (2020). 170
Figura IV.64. Ejemplo del establecimiento de un transecto para la mastofauna y herpetofauna. Fuente: Ruiz Gutiérrez et al (2020). 171
Figura IV.65. Curva de acumulación de especies. 174

Figura IV.66. 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). 174
Figura IV.67. Puntos de muestreo de fauna en el Sistema ambiental 179
Figura IV.68. Riqueza específica por cada época (Secas y lluvias) 181
Figura IV.69. Curva de acumulación de Especies-Área 187
Figura IV.70. Riqueza específica por cada época (Secas y lluvias) 191
Figura IV.71. Riqueza específica por cada época (Secas y lluvias) 198
Figura IV.72. Curva de acumulación de Especies-Área 202
Figura IV.73. Ejemplo del establecimiento de un punto de conteo para la avifauna. Fuente: Ruiz Gutiérrez et al (2020). 204
Figura IV.74. Ejemplo del establecimiento de un transecto para la mastofauna y herpetofauna. Fuente: Ruiz Gutiérrez et al (2020). 205
Figura IV.75. Curva de acumulación de especies. 208
Figura IV.76. 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). 209
Figura IV.77. Sitios de muestreo de fauna en el AI. 213
Figura IV.78. Sitios de muestreo de fauna en el AP 215
Figura IV.79. Riqueza específica por cada época (Secas y lluvias) 217
Figura IV.80. Curva de acumulación de Especies-Área 220
Figura IV.81. Riqueza específica por cada época (Secas y lluvias) 223
Figura IV.82. Riqueza específica por cada época (Secas y lluvias) 228
Figura IV.83. Riqueza específica por cada época (Secas y lluvias) 233
Figura IV.84. Curva de acumulación de Especies-Área 238
Figura IV.85. Riqueza específica por cada época (Secas y lluvias) 240
Figura IV.86. Riqueza específica por cada época (Secas y lluvias) 245
Figura IV.87. Avistamiento u observaciones de *Aspidoscelis parvisocius*. Fuente: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/ 250
Figura IV.88. Distribución potencial permanente de *Phrynosoma orbiculare.* Fuente: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/ 250
Figura IV.89. Avistamiento u observaciones de *Phrynosoma taurus*. Fuente: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/. 251
Figura IV.90. Distribución potencial permanente de *Sceloporus grammicus*. Fuente: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/ 251
Figura IV.91. Distribución potencial permanente de *Pituophis deppei*. Fuente: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/ 252
Figura IV.92. Distribución del número de individuos de avifauna en las tres unidades de análisis. 254
Figura IV.93. Comparativo de los individuos totales de avifauna en las dos unidades de análisis. 254
Figura IV.94. Comparativo de la riqueza específica de avifauna en las dos unidades de análisis 255
Figura IV.95. Comparativo de la diversidad de avifauna en las dos unidades de análisis 255
Figura IV.96. Distribución del número de individuos de mastofauna en las dos unidades de análisis 256
Figura IV.97. Comparativo de los individuos totales de mastofauna en las dos unidades de análisis 257
Figura IV.98. Comparativo de la riqueza específica de mastofauna en las dos unidades de análisis. 257
Figura IV.99. Comparativo de la diversidad de mastofauna en las tres unidades de análisis. 258
Figura IV.100. Distribución del número de individuos de herpetofauna en las dos unidades de análisis 259
Figura IV.101. Comparativo de los individuos totales de herpetofauna en las dos unidades de análisis. 259

Figura IV.102. Comparativo de la riqueza específica de herpetofauna en las dos unidades de análisis. .. 260
Figura IV.103. Comparativo de la diversidad de herpetofauna en las dos unidades de análisis. 260
Figura IV.104. Población masculina para el 2020 INEGI. 264
Figura IV.105. Población femenina para el 2020 INEGI. 264
Figura IV.106. Carencias sociales 2010-2020 INEGI. 265
Figura IV.107. Distribución de porcentajes de afiliadas a diversos servicios de salud 2020. 266

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

IV.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA).

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

En primera instancia, como ya se mencionó, se delimito el área de estudio sobre la base de una serie de criterios técnicos, tomando como base los siguientes atributos:

1) Ubicación del proyecto
2) Microcuenca Hidrográfica
3) Unidad clima
4) Unidad edafológica
5) Unidad geológica

Una vez analizados todos los atributos se procedió a definir el SA, para ello se observó que el AP quedará anidado en los atributos abióticos y bióticos.

Se sobrepuso la MCH correspondiente al AP, continuación se visualiza la imagen.

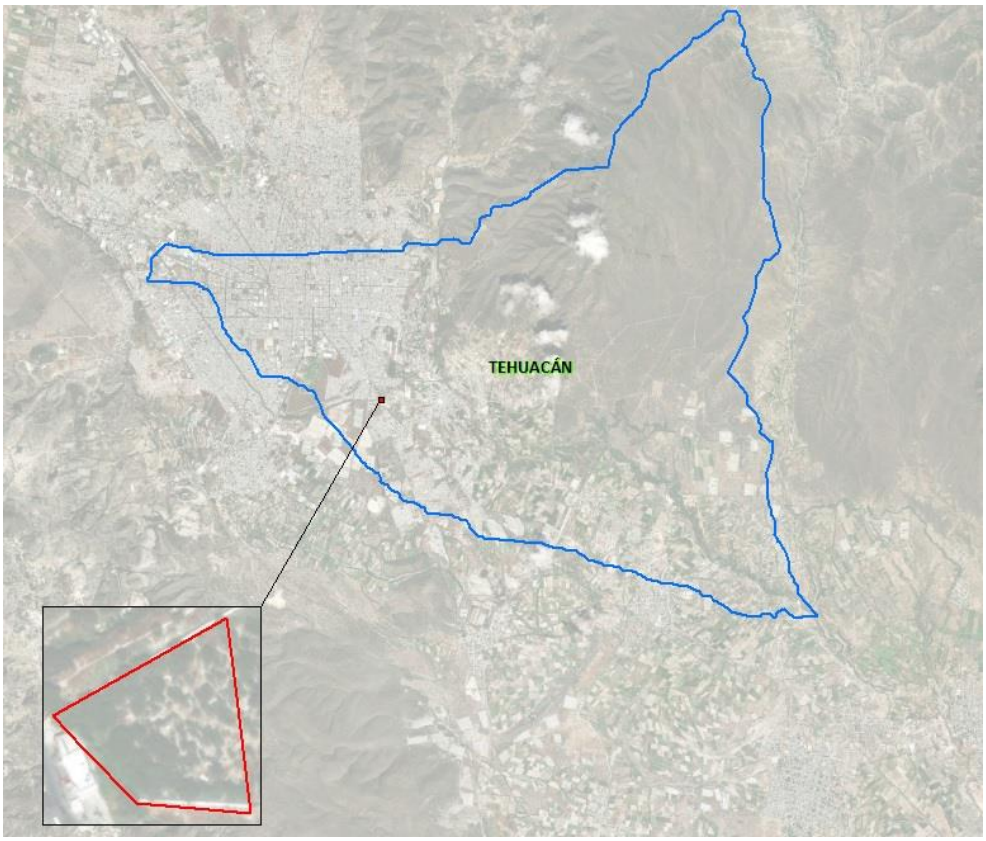


Figura IV.1. Ubicación del proyecto respecto a la Microcuenca Hidrográfica

De acuerdo a la figura anterior, se contempló la regionalización ambiental de la Microcuenca Hidrográfica Tehuacán; sin embargo, considerar la totalidad de la MCH no es adecuado para definir el SA, dado que su extensión es considerablemente mayor a la superficie que ocupa el desplante del proyecto y por lo tanto, es necesario realizar un corte en la superficie, para ello se realizó la superposición de la capa de unidades climáticas, tipos de suelos y geología.

A continuación, se observa la delimitación de las Unidades Climáticas respecto al AP:

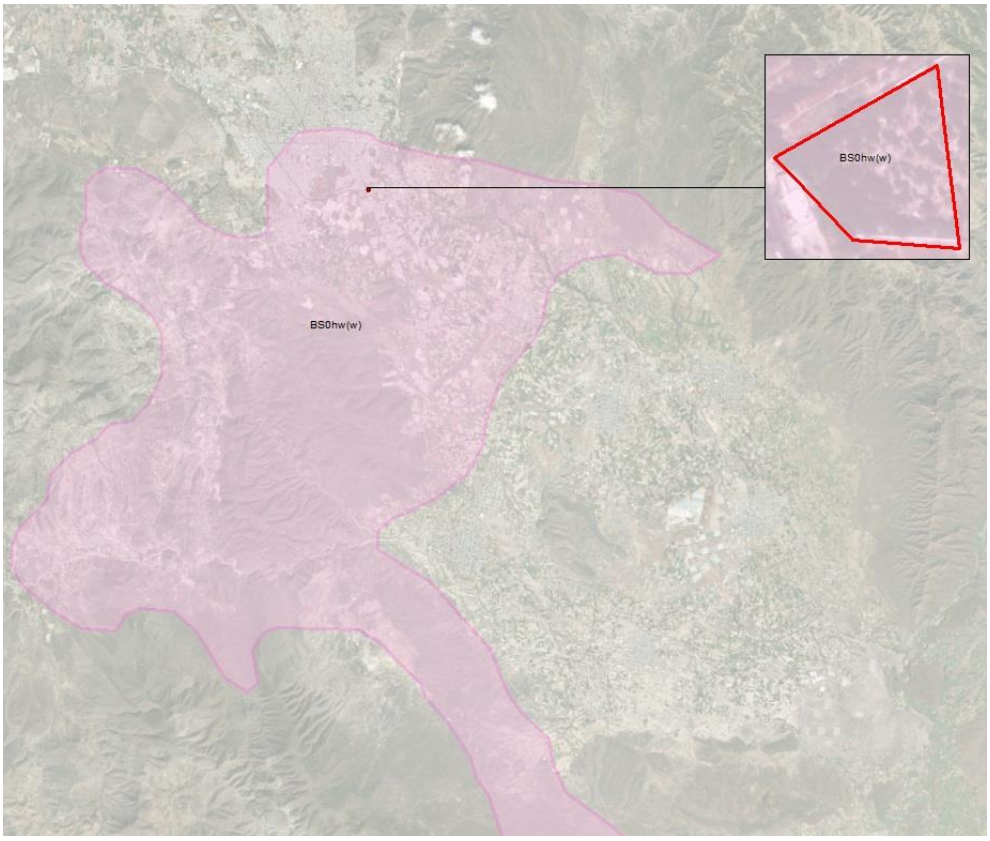


Figura IV.2. Ubicación del proyecto respecto a las Unidad Clima.

El clima (Seco semicalido (BS0hw (w)) es un factor que no será afectado por el desarrollo del proyecto, sin embargo, su sobreposición nos permite generar una delimitación que se acote a condiciones más homogéneas.

A continuación, se observa la sobreposición de las unidades geológicas respecto al AP.

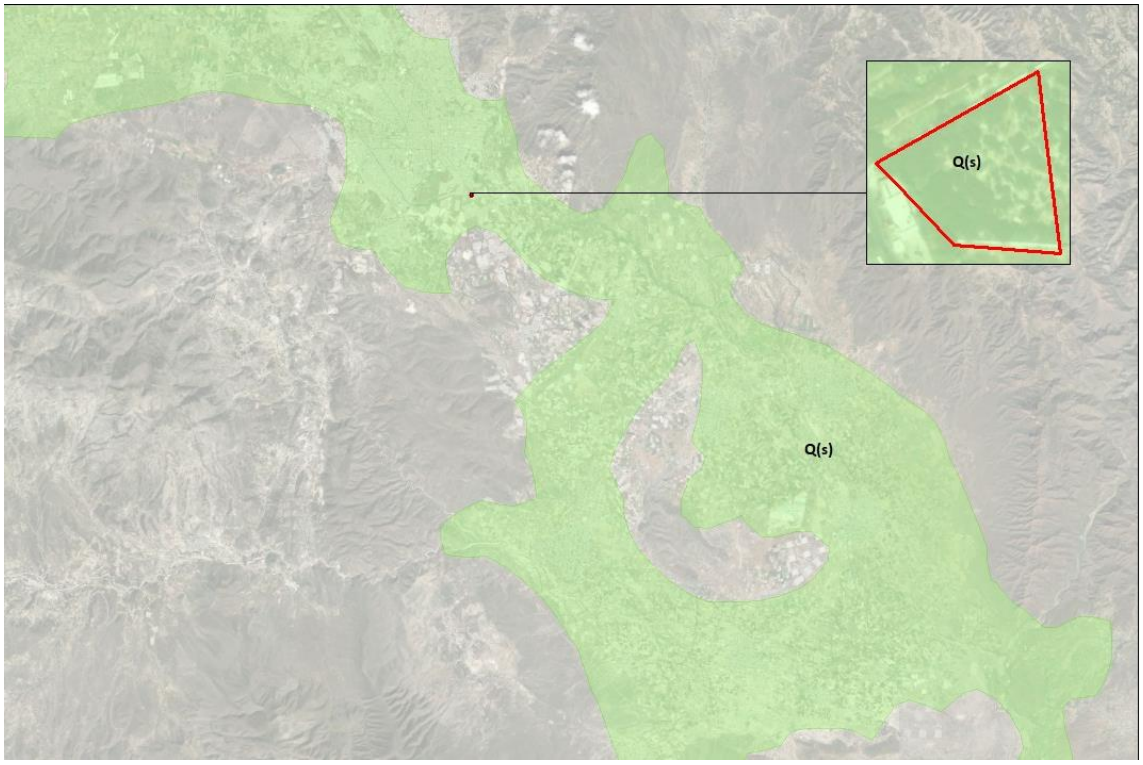


Figura IV.3. Ubicación del proyecto respecto a las Unidad Geológica.

Por último, se sobrepuso la capa de unidades edafológicas para acotar la superficie a condiciones más homogéneas.

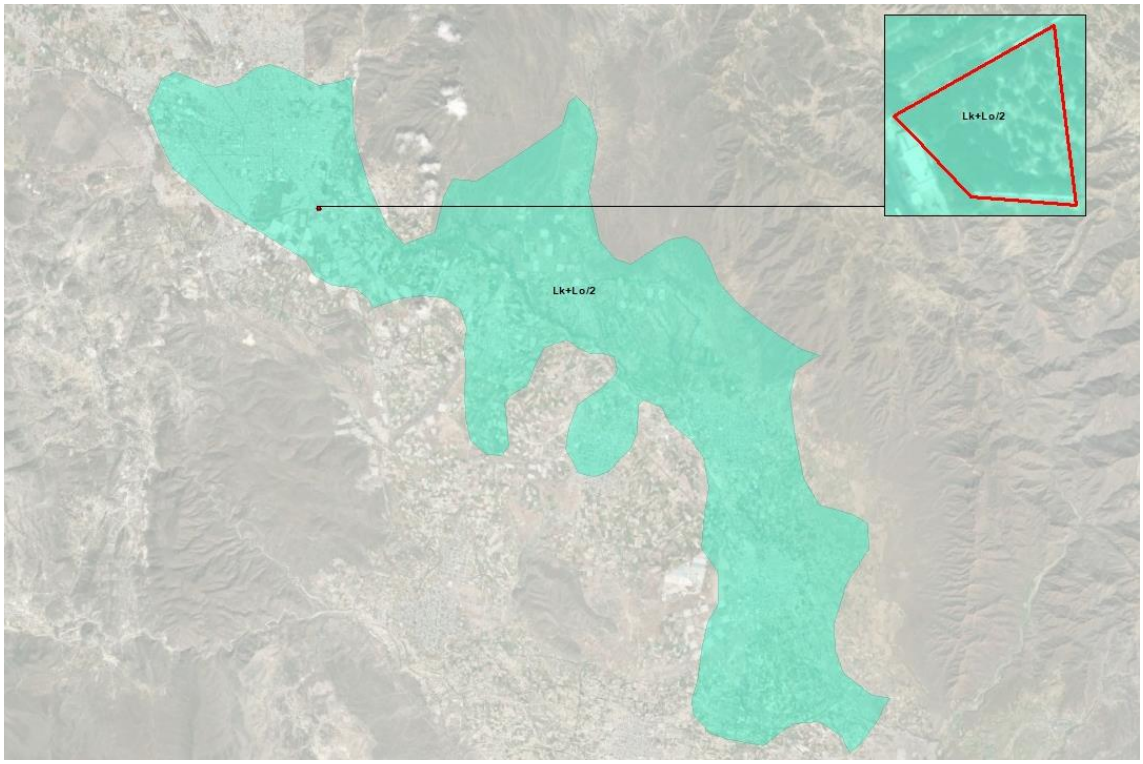


Figura IV.4. Ubicación del proyecto respecto a la Unidad Edafológica.

El Municipio de Tehuacán no tiene un Programa de Ordenamiento Territorial vigente que nos permita integrar a la delimitación alguna Unidad de Gestión Ambiental, lo mismo ocurre a nivel Estado, no se cuenta con un Ordenamiento Territorial de carácter Estatal.

Una vez determinado técnicamente los atributos para la delimitación del SA se sobrepusieron todas las capas temáticas para su mejor acotamiento en el programa ArcGIS (Versión 10.3) y utilizando la información de las capas o shapes obtenidas del portal del INEGI, CONABIO y del Estado de Puebla, esto se realizó con el objetivo de poder determinar con base a los criterios anteriormente enlistados y los recorridos de campo, las áreas y temas que deben de quedar incluidas y excluidas para la delimitación del SA.

Para la modelación del SA se consideran los siguientes límites.

Límite en el norte del SA: Microcuenca Hidrográfica (Tehuacán), Unidad Geológica.
Límite en el Noreste del SA: Unidad Geológica, Unidad climática.
Limite en el Este del SA: Microcuenca Hidrográfica (Tehuacán).
Límite en el Sureste del SA: Unidad climática.
Límite en el Sur del SA: Microcuenca Hidrográfica (Tehuacán), Unidad edafológica, Unidad Geológica.
Límite en el Suroeste del SA: Microcuenca Hidrográfica (Tehuacán).
Límite en el Oeste del SA: Microcuenca Hidrográfica (Tehuacán).

De acuerdo con lo anterior se visualiza la delimitación final del SA

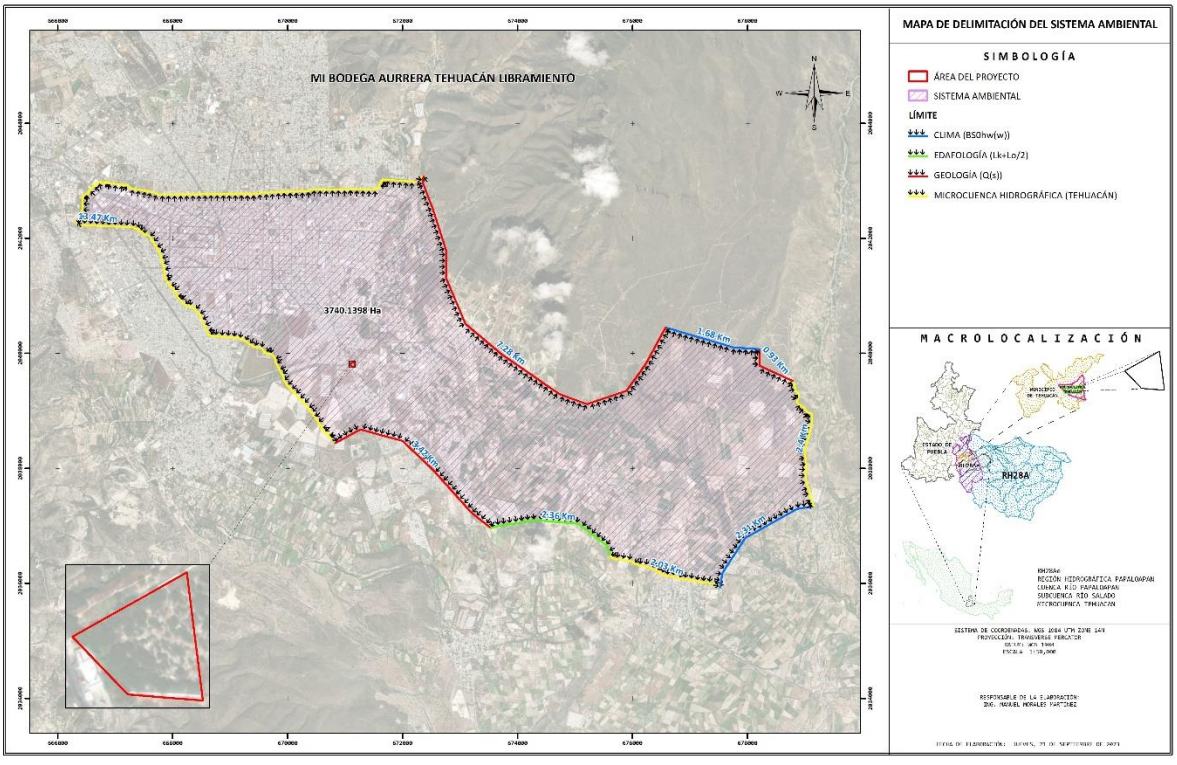


Figura IV.5. Delimitación del Sistema Ambiental (SA).

Cuadro IV.1. Coordenadas del sistema ambiental.

SISTEMA AMBIENTAL											
SUPERFICIE: 3740.1398 Ha											
NO	X	Y	NO	X	Y	NO	X	Y	NO	X	Y
1	672796.47	2041216.73	61	676023.67	2036355.29	121	669770.74	2039932.11	181	667566.17	2042062.07
2	673092.25	2040514.55	62	675999.22	2036380.91	122	669746.29	2039957.72	182	667491.08	2042063.81
3	673729.74	2039980.96	63	675849.62	2036409.44	123	669721.84	2039983.34	183	667492.24	2042113.88
4	674723.83	2039295.10	64	675649.96	2036439.15	124	669646.75	2039985.08	184	667417.14	2042115.62
5	674791.95	2039270.13	65	675625.51	2036464.77	125	669622.30	2040010.70	185	667418.30	2042165.69
6	675207.83	2039117.71	66	675610.36	2036470.21	126	669597.85	2040036.31	186	667343.21	2042167.43
7	675894.94	2039347.99	67	675548.20	2036662.62	127	669573.40	2040061.92	187	667318.76	2042193.04
8	676225.23	2039806.88	68	675058.55	2037036.87	128	669548.95	2040087.54	188	666552.18	2042230.51
9	676578.18	2040449.01	69	674320.51	2037102.10	129	669399.35	2040116.06	189	666343.10	2042240.72
10	677755.96	2040103.74	70	673610.88	2036989.61	130	669374.90	2040141.67	190	666319.23	2042291.37
11	678210.93	2040074.64	71	673537.96	2036964.02	131	669325.42	2040167.87	191	666369.87	2042315.24
12	678211.35	2039784.61	72	673199.51	2037230.23	132	669300.97	2040193.48	192	666396.65	2042389.75
13	678788.80	2039519.29	73	672536.24	2037967.51	133	669251.48	2040219.68	193	666416.12	2042460.62
14	678811.19	2039475.09	74	672000.85	2038475.79	134	669227.04	2040245.29	194	666424.00	2042489.30
15	678838.30	2039349.23	75	671261.99	2038678.25	135	669102.46	2040273.23	195	666429.23	2042714.59
16	678898.05	2039290.73	76	670828.84	2038438.99	136	668652.48	2040308.73	196	666454.84	2042739.04
17	678898.65	2039252.43	77	670813.30	2038455.27	137	668628.03	2040334.34	197	666480.45	2042763.49
18	678894.09	2039243.13	78	670814.47	2038505.33	138	668603.58	2040359.96	198	666530.51	2042762.33
19	678869.99	2039194.00	79	670764.41	2038506.50	139	668604.74	2040410.02	199	666531.68	2042812.39
20	678868.82	2039143.93	80	670739.96	2038532.11	140	668580.29	2040435.63	200	666557.29	2042836.85
21	678893.26	2039118.31	81	670715.51	2038557.72	141	668556.42	2040486.28	201	666582.90	2042861.30
22	678942.74	2039092.11	82	670716.68	2038607.78	142	668532.56	2040536.92	202	666608.51	2042885.75
23	678967.19	2039066.49	83	670666.61	2038608.95	143	668508.69	2040587.57	203	666634.13	2042910.20
24	678991.64	2039040.88	84	670642.17	2038634.56	144	668484.82	2040638.21	204	666659.74	2042934.65
25	679016.08	2039015.26	85	670617.72	2038660.18	145	668460.95	2040688.86	205	666685.35	2042959.10
26	679040.53	2038989.64	86	670593.27	2038685.79	146	668436.50	2040714.47	206	666761.03	2042982.39
27	679064.98	2038964.03	87	670594.43	2038735.85	147	668412.05	2040740.08	207	666810.51	2042956.20
28	679115.04	2038962.85	88	670569.99	2038761.46	148	668387.60	2040765.69	208	666836.13	2042980.65
29	679124.25	2038826.21	89	670545.54	2038787.08	149	668363.15	2040791.31	209	666935.67	2042953.29
30	679068.52	2038569.44	90	670521.09	2038812.69	150	668338.70	2040816.92	210	667210.44	2042921.87
31	679003.11	2038342.56	91	670497.22	2038863.34	151	668238.57	2040819.25	211	667234.90	2042896.26
32	678996.60	2038235.51	92	670472.77	2038888.95	152	668214.12	2040844.86	212	667259.35	2042870.65
33	679026.80	2038070.51	93	670448.32	2038914.56	153	668189.67	2040870.47	213	667433.99	2042841.55
34	679010.39	2037797.40	94	670424.46	2038965.21	154	668165.22	2040896.08	214	667608.63	2042812.45
35	679052.68	2037672.60	95	670400.01	2038990.82	155	668140.77	2040921.70	215	667683.15	2042785.67
36	679057.50	2037660.35	96	670375.56	2039016.43	156	668116.32	2040947.31	216	667757.66	2042758.90
37	679077.02	2037610.76	97	670351.69	2039067.08	157	668091.87	2040972.92	217	668509.21	2042766.49
38	679101.89	2037463.57	98	670327.25	2039092.69	158	668067.42	2040998.54	218	669101.10	2042769.03
39	679110.58	2037454.46	99	670302.80	2039118.31	159	668068.59	2041048.60	219	669410.95	2042770.59
40	679120.78	2037431.01	100	670278.35	2039143.92	160	668044.14	2041074.21	220	669611.79	2042790.97
41	679159.21	2037342.66	101	670253.90	2039169.53	161	668019.69	2041099.82	221	669862.69	2042810.19
42	678867.45	2037296.78	102	670229.45	2039195.15	162	667995.24	2041125.44	222	670363.92	2042823.58
43	677967.06	2036792.89	103	670205.00	2039220.76	163	667991.12	2041129.74	223	670414.57	2042847.45
44	677567.25	2036189.16	104	670180.55	2039246.37	164	667970.79	2041151.05	224	671116.06	2042856.18
45	677520.96	2035929.83	105	670156.10	2039271.99	165	667946.92	2041201.69	225	671541.61	2042846.28
46	677491.70	2035945.33	106	670131.66	2039297.60	166	667922.47	2041227.31	226	671567.23	2042870.73
47	677442.23	2035971.53	107	670107.21	2039323.21	167	667898.02	2041252.92	227	671592.84	2042895.18
48	677392.75	2035997.73	108	670082.76	2039348.83	168	667873.57	2041278.53	228	671594.01	2042945.25
49	677193.09	2036027.44	109	670058.31	2039374.44	169	667852.02	2041429.30	229	671619.62	2042969.70
50	677068.52	2036055.39	110	670033.86	2039400.05	170	667829.90	2041555.04	230	671645.24	2042994.15
51	676818.80	2036086.27	111	670009.41	2039425.67	171	667806.03	2041605.69	231	671670.85	2043018.60
52	676769.32	2036112.47	112	669984.96	2039451.28	172	667783.90	2041731.43	232	672182.68	2042983.39
53	676544.63	2036142.77	113	669961.10	2039501.92	173	667760.03	2041782.07	233	672363.50	2043079.12
54	676520.19	2036168.38	114	669936.65	2039527.54	174	667735.58	2041807.69	234	672349.54	2042983.10
55	676445.68	2036195.17	115	669913.94	2039628.24	175	667711.71	2041858.33	235	672528.64	2042499.62

SISTEMA AMBIENTAL											
SUPERFICIE: 3740.1398 Ha											
NO	X	Y	NO	X	Y	NO	X	Y	NO	X	Y
56	676421.23	2036220.78	116	669889.49	2039653.86	176	667687.26	2041883.94	236	672759.00	2041787.09
57	676346.73	2036247.57	117	669865.63	2039704.50	177	667663.39	2041934.59	237	672759.99	2041303.32
58	676322.28	2036273.18	118	669841.76	2039755.15	178	667638.94	2041960.20			
59	676247.77	2036299.97	119	669817.89	2039805.79	179	667615.07	2042010.85			
60	676048.11	2036329.68	120	669793.44	2039831.40	180	667590.62	2042036.46			

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

Delimitación del Área de Influencia

El Área de Influencia (AI) es aquella en la que se manifiestan de forma indirecta los impactos ambientales derivados del desarrollo del proyecto, obra o actividad en cualquiera de sus fases sobre los componentes del medio abiótico, biótico y socioeconómico.

Debido a esto se delimitó el área de influencia del proyecto el cual se ubica en las colindancias inmediatas del AP, cabe señalar que las afectaciones directas del proyecto al ambiente son principalmente sobre el AP.

Dado que las delimitaciones de geología, edafología y clima presentan áreas muy extensas comparables con la superficie del SA, se puntualiza que no son determinantes para la delimitación del AI. Por otro lado, se contemplaron los límites del tipo de usos de suelo que existe en el área contigua al área de proyecto, mismo que corresponde a ***Urbano construido*** (en color rosa), esto de acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VI de INEGI (INEGI, 2017[1]).

Se obtuvo el siguiente polígono de acuerdo con la delimitación por el tipo de uso de suelo:

[1] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2017). Uso de Suelo y Vegetación. Conjunto de datos vectoriales de la carta de Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI. Conjunto Nacional. En: https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463598459

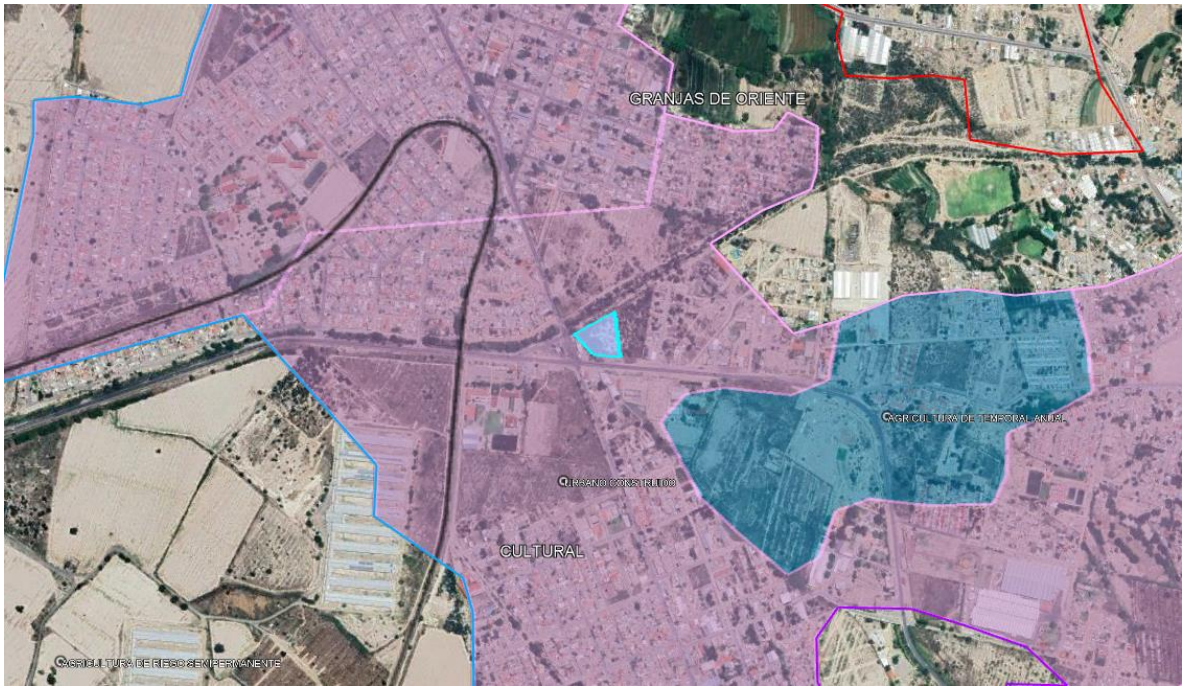


Figura IV.6. Uso de suelo en el que se encuentra inmerso el AP.

Aunado a lo anterior, y con el objetivo de considerar los impactos que se producirán con el cambio de uso de suelo, se generó un cuadro comparativo con los factores que integran al medio abiótico y biótico en relación con los impactos que se generan con las actividades a desarrollar, obteniendo lo siguiente:

Cuadro IV.2. Análisis de los impactos que se producirán en las actividades en el cambio de uso de suelo.

Componente abiótico	Característica	Establecimiento de área de influencia
Componentes abióticos		
Emisiones a la atmosfera	**Gases de efecto invernadero (COx, SOx, NOx):** la calidad de aire no se verá afectada salvo el caso de no cumplir con los LMP de la maquinaria a utilizar. Por lo antes mencionado no se establece un área de influencia directa por el tema de emisiones a la atmósfera.	NO
	Partículas de polvo suspendidas: Durante el CUS se humedecerá la superficie del AP para evitar la propagación de partículas suspendidas de polvo a la atmósfera.	NO
Ruido	**Contaminación auditiva:** el ruido promedio que se producirá en el AP corresponde a 99 dB +/-, tomando como base este dato y considerando lo mencionado por Campos-Pardo *et al.* (2017[2]), el ruido disminuye en relación al aumento en la distancia entre la fuente y el observador. Es por ello que, es necesario el conocer el alcance de este impacto.	**Sí**
Suelo	**Cambio de uso de suelo, erosión:** la afectación al recurso suelo se limita al AP, fuera de este polígono no se producirán alteraciones.	NO
Agua	**Aguas residuales:** se usarán sanitarios portátiles para evitar contaminación al recurso agua, no se infiltrarán o depositaran aguas residuales en ningún cuerpo de agua. **Déficit en la infiltración y evotranspiración:** los impactos producidos a la infiltración y la evotranspiración afecta directamente al polígono de AP. **Alteraciones a cuerpos de agua: e**n la colindancia norte existe un cuerpo de agua denominado Dren Valsequillo, sin embargo, no se contemplan actividades en el área Federal de dicho cuerpo de agua ni en su cauce, aunado a ello, el cuerpo de agua se	NO

[2] Campos Pardo, M., Flores Mejía, M. E., González Sánchez, Liz Geraldine y Jibaja Sánchez, C. A. (2017). Contaminación acústica durante la construcción de centrales hidroeléctricas. Universidad Nacional de Piura.

Componente abiótico	Característica	Establecimiento de área de influencia
	encuentra antropizado, en él no se observa la presencia de flora y fauna acuática. A la vista el agua presenta una coloración que va del azul rey al negro con la presencia de espuma en su superficie; se detectaron partes y derivados de animales de granja y domésticos en estado de putrefacción y sólidos urbanos.	
Competentes bióticos		
Flora	La eliminación de la cubierta vegetal se limitará al polígono señalado como AP, por lo tanto el impacto directo recae en esta superficie.	NO
Fauna	La fauna se verá a afectada con el proyecto, provocando su ahuyentamiento a áreas arboladas contiguas. Las especies de avifauna serán las más susceptibles al ahuyentamiento sin embargo, las especies registradas son sinantrópicas ello responde a que su desplazamiento será a las áreas arboladas más cercanas en un radio no mayor a los 300 m. Las especies de mastofauna y herpetofauna serán rescatadas y reubicadas por lo tanto, no serán ahuyentadas, así se evitara su desplazamiento.	**Sí**

Una vez analizados los impactos que se producirán por las actividades en el cambio de uso de suelo, que podrían tener un alcance fuera del AP, se generaron las áreas de influencia correspondientes a los impactos: **1)** Ruido y **2)** Fauna (avifauna).

1) Ruido

Para conocer el área de influencia correspondiente al ***impacto del ruido*** se consideró toda la maquinaria que será usada en las actividades, así como los decibeles que genera cada una, lo cual se observan a continuación

Cuadro IV.3. Maquinaria a utilizar en las actividades de cambio de uso de suelo.

Maquinaria por utilizar	Nivel de ruido (dB)	Promedio (dB)
Motosierra	119	**99**
Camión de volteo	99	
Vehículos Pick Up	86	
Retroexcavadora	92	

El promedio de decibeles que se producirá con el cambio de uso de suelo corresponde a 99 dB. De acuerdo con Campos-Pardo *et al.* (2017[3]); el ruido disminuye en relación al aumento de la distancia entre la fuente y el observador, y toma en consideración que si una fuente emite 94 dB, a los tres metros no existirá variación pero a los 21 m el ruido será de 82 dB; hay que tomar en cuenta que esta relación considera un escenario en donde no existen barreras físicas entre la fuente y el observador.

Retomando los decibeles promedio y las proporciones que menciona Campos-Pardo *et al.* (2017), se elaboró un cuadro y una gráfica para la estimación del nivel de ruido y su relación al aumento de la distancia.

Cuadro IV.4. Relación entre el ruido que se producirá en el AP y la distancia.

Distancia (m)	Disminución de los decibeles (dB) de acuerdo con la distancia	Distancia (m)	Disminución de los decibeles (dB) de acuerdo con la distancia
0	99	**39**	75
3	99	**42**	73
6	97	**45**	71
9	95	**48**	69

[3] Campos Pardo, M., Flores Mejía, M. E., González Sánchez, Liz Geraldine y Jibaja Sánchez, C. A. (2017). Contaminación acústica durante la construcción de centrales hidroeléctricas. Universidad Nacional de Piura.

12	93	**51**	67
15	91	**54**	65
18	89	**57**	63
21	87	**60**	61
24	85	**63**	59
27	83	**66**	57
30	81	**69**	55
33	79	**72**	53
36	77	**75**	51

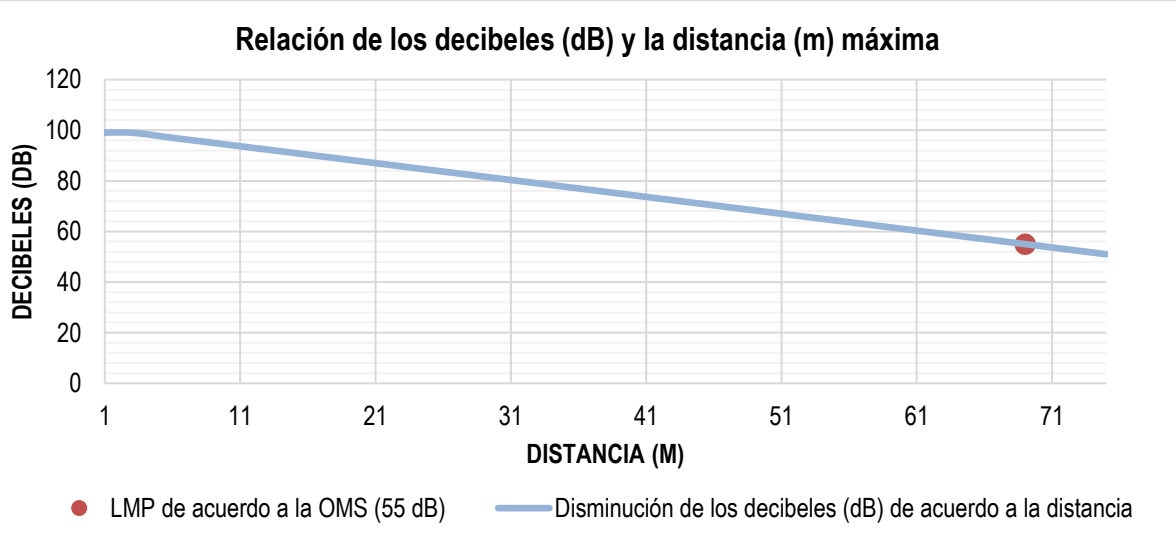


Figura IV.7. Relación de los decibeles (dB) y la distancia (m).

La OMS considera que el nivel permisible o adecuado es de 55 dB el cual se cataloga como un ambiente poco ruidoso (Alfie & Salinas, 2017[4]); este nivel se alcanza a una distancia de 69 m desde la fuente emisora (Figura IV. 7).

En razón de esto, se generaron tres áreas de influencia partiendo de cada vértice como punto de emisión con un radio de 69 m (representados en color verde), y posterior a esto se generó un área general partiendo de las tres anteriores (representada en color amarillo), como se observa a continuación:

[4] Alfie Cohen, M. & Salinas Castillo, O. 2017. Noise in the city. Acustic pollution and the walkable city. Studios demographics. Urbans. 32(1). Ciudad de México.

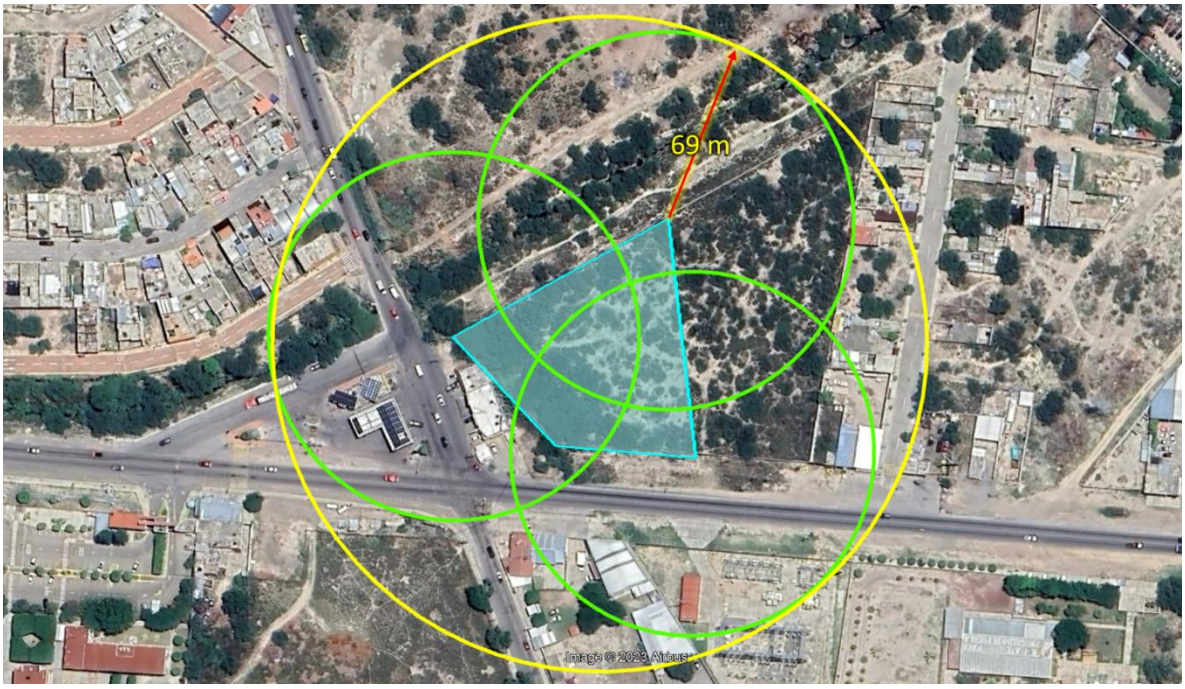


Figura IV.8. Generación del área de influencia de acuerdo al ruido.

2) Fauna

Para la determinación del área de influencia de la fauna se tomó en consideración los listados levantados en el AP, y con base en ello se consideró la fauna que es susceptible a ahuyentamiento, que corresponde principalmente a la avifauna.

Cuadro IV.5. Fauna presente en el AP susceptible a rescate y ahuyentamiento

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Distribución	Técnica de rescate
AVIFAUNA						
1	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	SC	Nativa	**Ahuyentamiento**
2	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	SC	Exótica-invasora	**Ahuyentamiento**
3	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	SC	Nativa	**Ahuyentamiento**
4	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	SC	Nativa	**Ahuyentamiento**
5	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	SC	Nativa	**Ahuyentamiento**
6	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	SC	Nativa	**Ahuyentamiento**
7	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	SC	Nativa	**Ahuyentamiento**
8	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	SC	Exótica-invasora	**Ahuyentamiento**
9	Picidae	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del Balsas	SC	Nativa	**Ahuyentamiento**
10	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	SC	Nativa	**Ahuyentamiento**
11	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	SC	Nativa	**Ahuyentamiento**
12	Troglodytidae	*Campylorhynchus jocosus*	Matraca del Balsas	SC	Nativa	**Ahuyentamiento**
MASTOFAUNA						
1	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	SC	**CE**	Rescate directo
2	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo serrano	SC	Nativa	**Ahuyentamiento**
3	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	SC	Nativa	**Ahuyentamiento**
HERPETOFAUNA						
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa	SC	Nativa	Rescate directo
2	Teiidae	*Aspidoscelis parvisocius*	Huico pigmeo de Tehuacán	Pr	EN	Rescate directo

Se registraron 17 especies de fauna de acuerdo con los dos muestreos (secas-lluvias) de las cuales 14 son susceptibles a ahuyentamiento, la mayoría corresponden al grupo de avifauna. Tres especies corresponden a mamíferos, pero de acuerdo con los pocos registros de rastros visuales es probable que antes de comenzar el CUS estos no se encuentren en el AP, debido a su hábito de desplazamiento en busca de alimento.

Debido a lo anterior, se conoce que las especies que son consideradas sinantrópicas están adaptadas a las zonas antropizadas ello responde, a que las especies se dispersarán a las áreas arboladas y campos abiertos más cercanos.

Se identificaron las áreas arboladas más cercanas al proyecto y de acuerdo a ello se generó una circunferencia que anide dichas áreas, obteniendo el siguiente polígono con un radio de 300 m.

Figura IV.9. Identificación de las áreas arboladas y generación de área de influencia de fauna.

Existen diversos arboles aislados dentro del área de influencia de desplazamiento de la avifauna, permitiendo su desplazamiento dentro del área, cabe señalar que este grupo biológico tienen rangos de dispersión amplios para la búsqueda de alimento, por lo que las construcciones no serán impedimento para su dispersión.

Al sobreponer la carta de uso de suelo, el área de influencia del ruido y el área de influencia de la fauna obtenemos la siguiente poligonal.

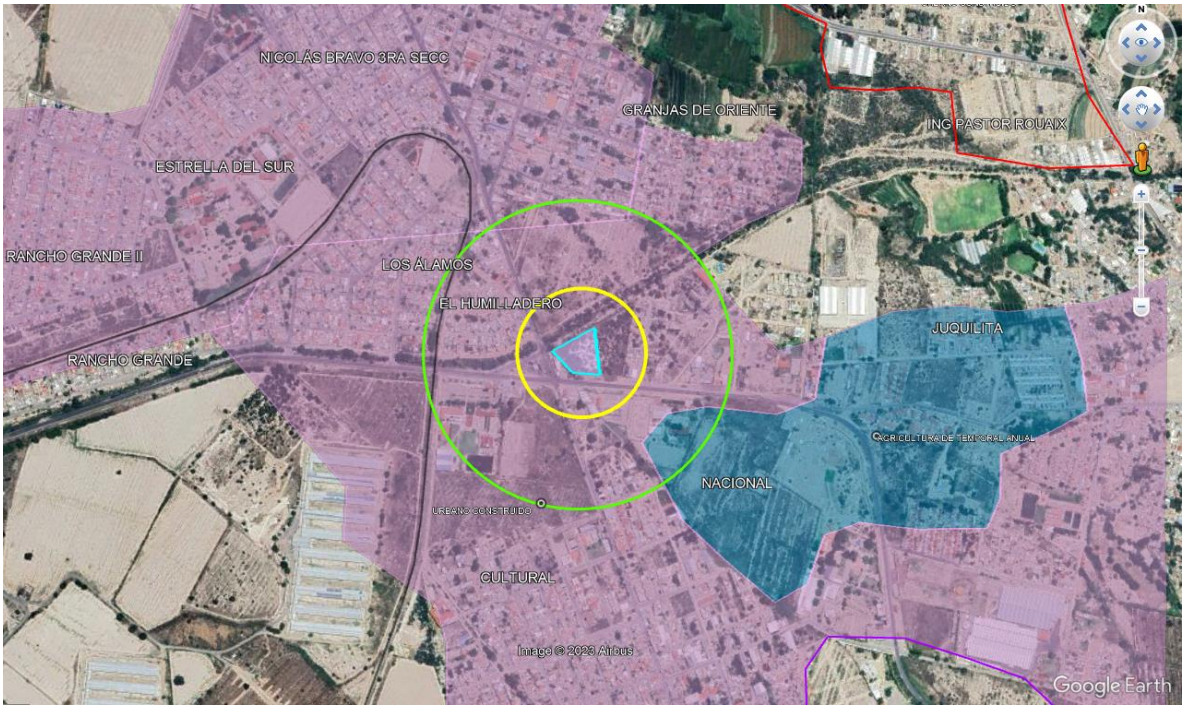


Figura IV.10. Sobreposición de las áreas de influencia generadas para el impacto de ruido y fauna sobre la carta de Uso de Suelo Serie VI de INEGI (INEGI, 2017[5]).

Como se observa, los impactos producidos quedan anidados dentro del uso de suelo Urbano construido y en una fracción de Agricultura temporal anual, en razón de ello, y con el objetivo de tener una mejor delimitación del área de influencia se incluyen a las manzanas con las que el área de influencia de impactos cruza, cabe señalar que *"una manzana corresponde a conjunto de construcciones o espacios urbanos, delimitado por calles en todos sus lados, esto bajo la suposición de que los impactos influyen sobre dicha superficie*". A continuación, podemos observar las manzanas consideradas para la delimitación iluminadas en color azul.

[5] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2017). Uso de Suelo y Vegetación. Conjunto de datos vectoriales de la carta de Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI. Conjunto Nacional. En: https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463598459

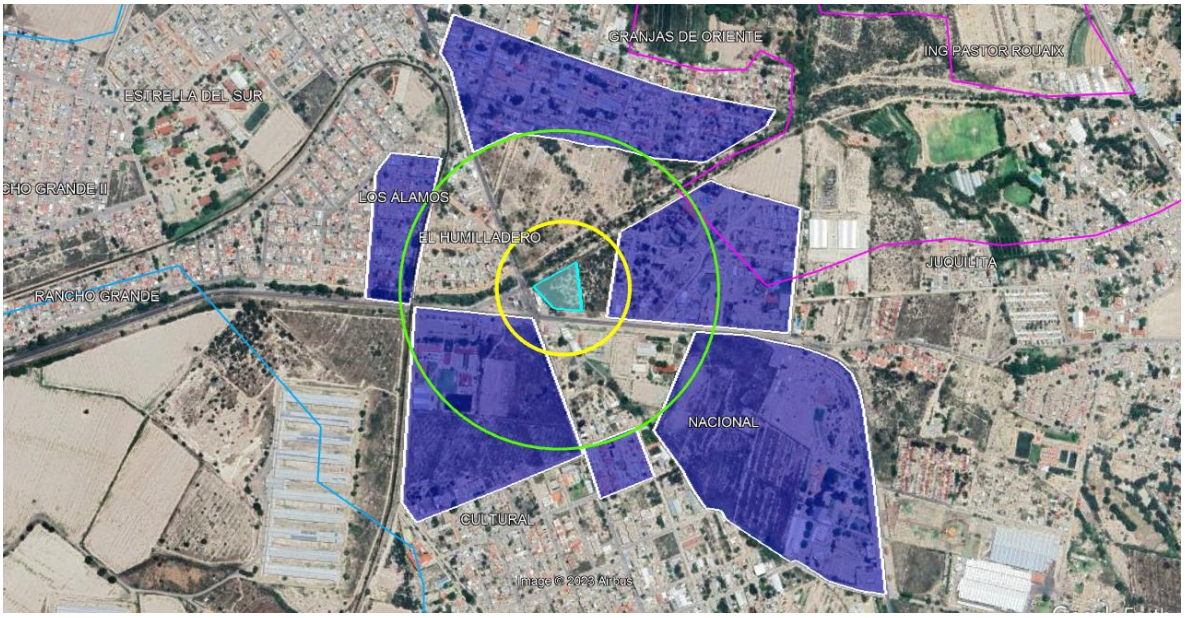


Figura IV.11. Inclusión de las manzanas al área de influencia.

Conjugación y sobreposición de las áreas de impacto generadas.

De acuerdo con lo anterior y con ayuda del Software ArcGIS (Versión 10.3) se sobrepuso la carta de uso de suelo, las áreas de influencia generadas y las manzanas consideradas, obteniendo el siguiente polígono del Área de Influencia:

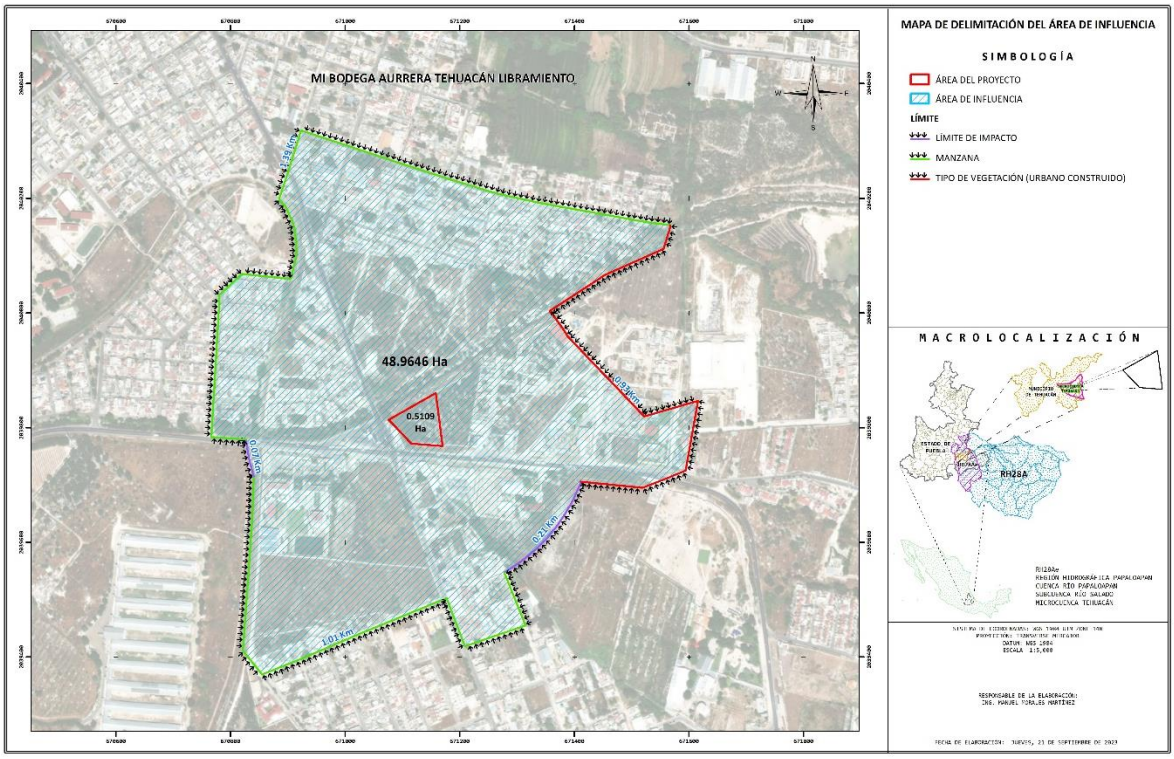


Figura IV.12. Área de influencia del proyecto.

Cuadro IV.6. Coordenadas del área de influencia.

ÁREA DE INFLUENCIA											
SUPERFICIE: 48.9646 Ha.											
NO	X	Y	NO	X	Y	NO	X	Y	NO	X	Y
1	671521.99	2039819.81	18	671315.01	2039455.11	35	670828.68	2039766.21	52	671180.01	2040234.24
2	671571.87	2039834.13	19	671208.94	2039418.97	36	670827.38	2039779.41	53	671265.39	2040208.32
3	671616.05	2039846.81	20	671177.30	2039502.60	37	670766.51	2039783.76	54	671338.16	2040192.31
4	671606.68	2039794.14	21	671153.04	2039492.70	38	670780.63	2040019.42	55	671526.61	2040158.29
5	671594.41	2039725.14	22	671152.60	2039492.52	39	670779.68	2040030.28	56	671567.26	2040153.14
6	671561.27	2039711.84	23	671126.28	2039481.78	40	670820.08	2040068.13	57	671567.16	2040148.81
7	671519.49	2039695.08	24	671081.90	2039463.68	41	670905.35	2040059.22	58	671563.44	2040136.84
8	671411.26	2039705.94	25	671029.11	2039442.14	42	670915.37	2040102.50	59	671555.70	2040111.97
9	671407.82	2039696.24	26	670967.78	2039415.97	43	670914.43	2040126.08	60	671453.92	2040066.63
10	671396.93	2039672.39	27	670924.14	2039397.33	44	670911.26	2040148.96	61	671356.91	2040003.22
11	671383.99	2039649.57	28	670855.07	2039369.87	45	670908.17	2040159.49	62	671365.32	2039993.46
12	671369.09	2039627.97	29	670832.17	2039397.94	46	670896.23	2040185.95	63	671380.66	2039972.17
13	671352.36	2039607.73	30	670825.97	2039405.59	47	670884.63	2040198.21	64	671387.91	2039959.99
14	671333.91	2039589.03	31	670821.86	2039410.66	48	670901.67	2040249.24	65	671445.03	2039900.27
15	671313.90	2039571.99	32	670838.30	2039642.44	49	670923.08	2040318.32	66	671462.29	2039882.22
16	671292.47	2039556.75	33	670840.57	2039715.23	50	671009.48	2040290.05			
17	671277.54	2039547.98	34	670833.51	2039740.46	51	671094.82	2040261.62			

IV.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

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

En los puntos siguientes se describirá el análisis realizado a los aspectos bióticos, abióticos y sociales del sistema ambiental en su estado original, con el propósito de obtener una línea base que permita evidenciar las condiciones actuales. Cabe mencionar, que el análisis se hace con la superficie total del sistema ambiental, el cual incluye el área de influencia y el área del proyecto, esto con el propósito de que el análisis contemple todos los aspectos.

El sistema ambiental presenta las siguientes características bióticas y abióticas.

Cuadro IV.7. Características bióticas y abióticas sistema ambiental.

ÁREA	FACTOR Y CARACTERÍSTICAS							
	SUPERFICIE (HECTÁREAS)	TIPO DE CLIMA	VIENTO	FISIOGRAFÍA	GEOLOGÍA	EDAFOLOGÍA	HIDROGRAFÍA	TIPOS DE VEGETACIÓN
SISTEMA AMBIENTAL	3740.1398	**BS1hw(w)** **BS0hw(w)**	Velocidad del viento: **Zona B**, clase moderado, velocidad de 130 a 160 km/hr.	Forma parte de la Provincia Eje Neovolcánico y la Sierra Madre Del Sur. Subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac y Sierras Centrales de Oaxaca	Q(s): Cenozoico cuaternario Q(tr) Sedimentaria cenozoico	I+E+Hh/2: litosol Lk+Lo/2: luvisol	RH28 – Papaloapan	**1. Agricultura:** a) Agricultura de Riego Anual b) Agricultura de Riego Anual y Semipermanente c) Agricultura de Riego Semipermanente d) Agricultura de Temporal Anual **2. Bosque de Mezquite (BM)** a) Bosque de Mezquite b) Vegetación Secundaria Arbustiva de BM c) Vegetación Secundaria Arbórea de BM **3. Matorral Desértico Rosetófilo (MDR)** a) Matorral Desértico Rosetófilo MDR b) Vegetación Secundaria Arbustiva de MDR **4. Selva Baja Caducifolia** a) Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia **5. Urbano construido** a) Urbano construido

Cuadro IV.8. Características bióticas y abióticas área de influencia y área del proyecto.

ÁREA	FACTOR Y CARACTERÍSTICAS							
	SUPERFICIE (HECTÁREAS)	**TIPO DE CLIMA**	**VIENTO**	**FISIOGRAFÍA**	**GEOLOGÍA**	**EDAFOLOGÍA**	**HIDROGRAFÍA**	**TIPOS DE VEGETACIÓN**
ÁREA DE INFLUENCIA	48.9646	**BS0hw(w**	Velocidad del viento: **Zona B**, clase moderado, velocidad de 130 a 160 km/hr.	Forma parte de la Provincia Sierra Madre del Sur. Subprovincia Sierras Centrales de Oaxaca	Q(s): suelo cenozoico cuaternario	Lk+Lo/2: luvisol	RH28 – Papaloapan	**1. Urbano construido:** a) Urbano construido **2. Agricultura:** a) Agricultura de Riego Anual b) Agricultura de Temporal Anual
ÁREA DEL PROYECTO	0.5109 Correspondiente a la superficie forestal	**BS0hw(w**	Velocidad del viento: **Zona B**, clase moderado, velocidad de 130 a 160 km/hr.	Forma parte de la Provincia Sierra Madre del Sur. Subprovincia Sierras Centrales de Oaxaca	Q(s): suelo cenozoico cuaternario	Lk+Lo/2: luvisol	RH28 – Papaloapan	**1. Urbano construido:** b) Urbano construido

* Cabe mencionar que en el área del proyecto se desarrolla en un uso de suelo Urbano Construido, sin embargo, se aprecia en el área vegetación de Bosque de Mezquite.

IV.3.1.1 MEDIO ABIÓTICO

IV.3.1.1.1 CLIMA

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

Esta clasificación está estructurada alrededor de los datos de temperatura y precipitación total mensual y anual. Considera la existencia de 5 grupos climáticos fundamentales 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.9. Grupos y climas.

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

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

Cuadro IV.10. Climas B (secos).

Grupo	Características	Clave	Clave (componentes)	Condiciones temperatura		Regímenes de lluvias.
				Nombre	Temperatura media anual	
B	Climas secos	BS0h w(w)	BS0 + hw(w)	Seco semicálido	Temperaturas medias, anual 18° a 22 °C y del mes más frío < 18 °C	De verano
		BS1h w(w)	BS1 + h + w(w)	Semiseco semicálido	Temperaturas medias, anual > 22 °C y del mes más frío < 18 °C.	De verano

Sistema ambiental

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

Cálidos secos;

BS1hw (w): Semiseco semicálido

BS0hw (w): Seco semicálido

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 Servicio Meteorológico Nacionali, se tomaron en cuenta los datos de precipitación y ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas de influencia de la unidad de análisis (SA, AI, AP).

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 si 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”.

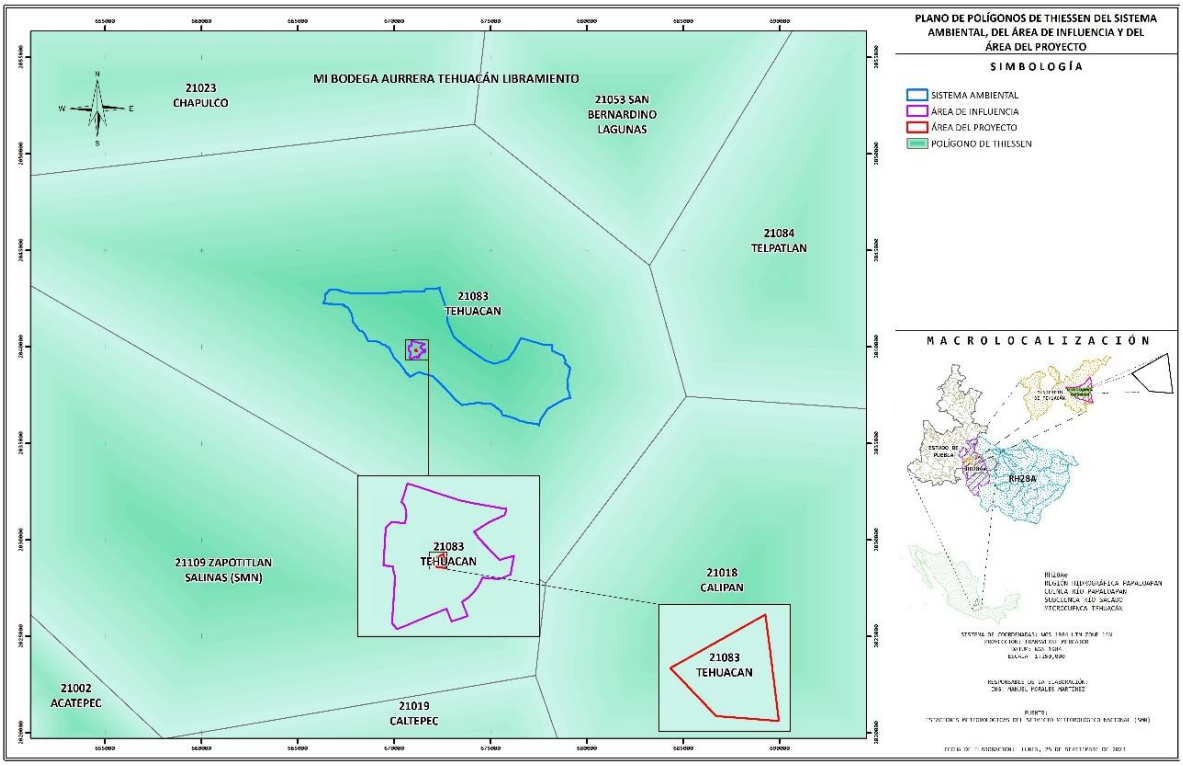


Figura IV.13. Polígonos de Thiessen del SA, AI, AP.

A continuación, se presentan los datos de temperatura y precipitación reportados en la estación climatológica N° 21083 correspondiente a “Tehuacán” ya que es la que influye en el SA, AI y el AP, esto de acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional, en el cual se puede consultar la información climatológica nacional.

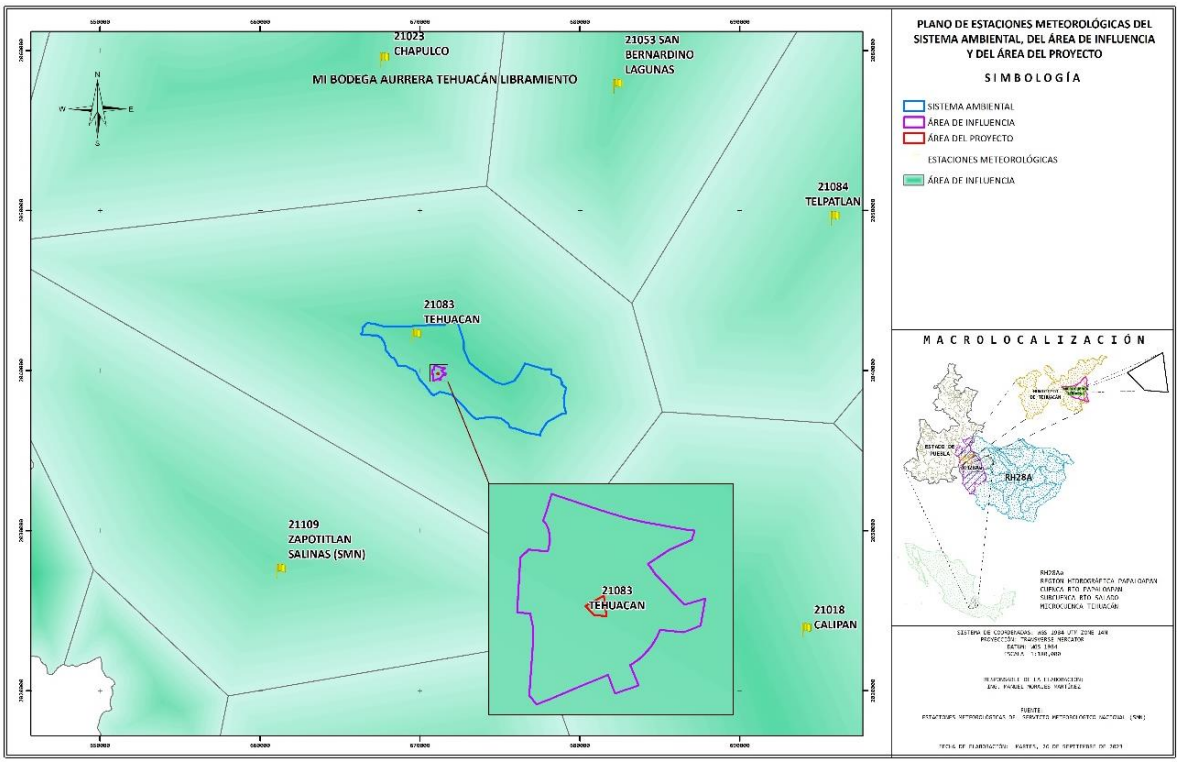


Figura IV.14. Estaciones que influyen en el SA, AI, AP.

Temperatura – Precipitación

En el siguiente cuadro se muestran los datos obtenidos de la estación meteorológica "Progreso", que van desde el año 1981 hasta el año 2010, esto de acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional.

ESTACIÓN METEOROLÓGICA 21083 TEHUACÁN

Cuadro IV.11. Datos climáticos de la estación meteorológica 21083 Tehuacán.

MES	PRECIPITACIÓN (mm)	TEMPERATURA (°C)
Enero	8.2	14.4
Febrero	7.5	15.9
Marzo	7.7	18.2
Abril	20.3	20.6
Mayo	63.6	21.2
Junio	109.2	20.5
Julio	71.6	18.9
Agosto	70.8	19.4
Septiembre	77.4	19.2
Octubre	37	17.7
Noviembre	9.3	16
Diciembre	2.5	15.1
TOTAL /PROMEDIO	**485**	**18.1**

De la información proporcionada por el cuadro anterior se puede determinar que se trata de una temperatura promedio anual de **18.1 °C.** Y la precipitación con **485 mm** anual.

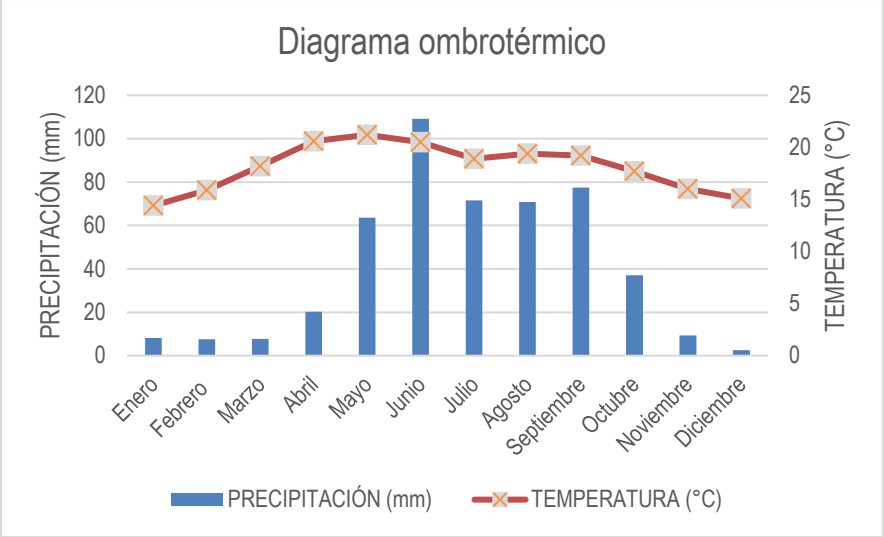


Figura IV.15. Diagrama Ombrotérmico de la estación meteorológica 21083 Tehuacán.

Área de influencia y área del proyecto

Debido a que el área de influencia y el área del proyecto se encuentran dentro del sistema ambiental, estos corresponden al mismo tipo de clima tal y como se muestra en la figura siguiente.

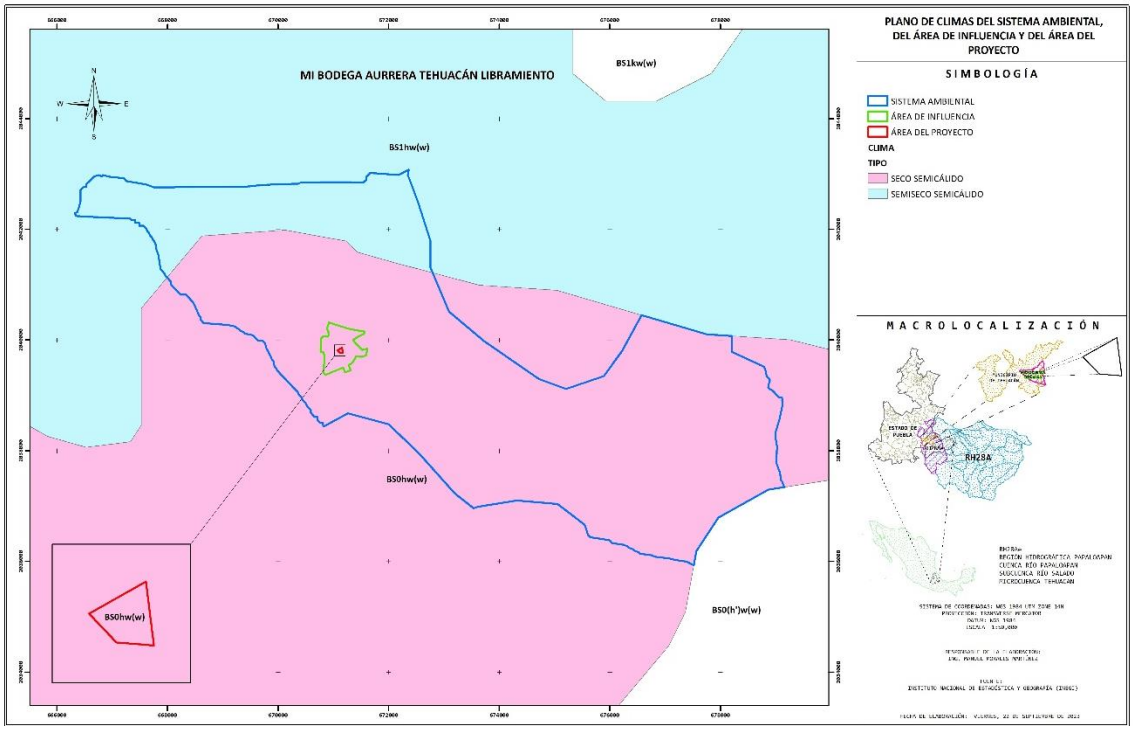


Figura IV.16. Clima del SA, AI, AP.

IV.3.1.1.2 FENÓMENOS CLIMATOLÓGICOS.

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

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

Ciclones tropicales

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

Sistema ambiental

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

Cuadro IV.12. Grado de riesgo de ciclones tropicales dentro del SA.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	SUPERFICIE (HA)
Tehuacán	Puebla	Muy bajo	3,740.1398
TOTAL			**3,740.1398**

Área de influencia y área del proyecto

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

Cuadro IV.13. Grado de riesgo de ciclones tropicales dentro del AI y AP.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	UNIDAD DE ANÁLISIS	SUPERFICIE (HA)
Tehuacan	Puebla	Muy bajo	AI	48.9646
			AP	0.5109

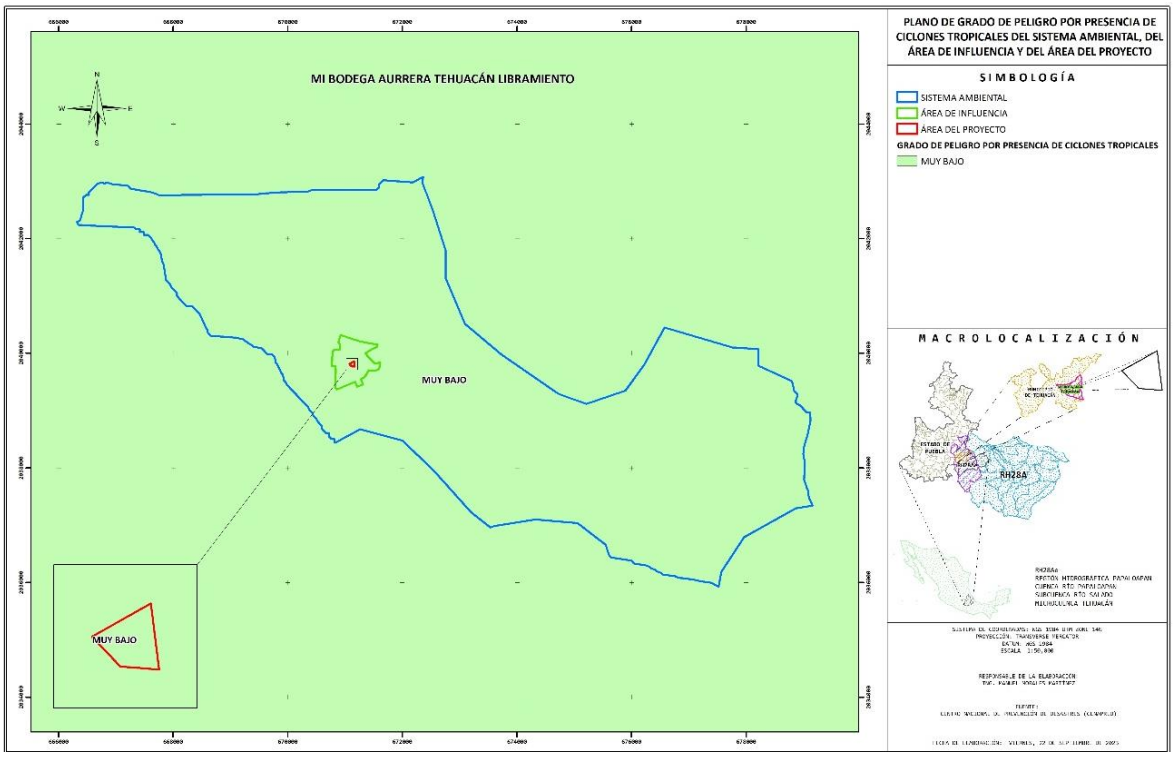


Figura IV.17. Grado de riesgo de ciclones tropicales dentro del SA, AI, AP.

Tormentas Eléctricas

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

Sistema ambiental

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

Cuadro IV.14. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del SA.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	SUPERFICIE (HA)
TEHUACÁN	Puebla	Alto	69.0040
		Medio	3304.8667
		Muy alto	366.2691
TOTAL			**3,740.1398**

Área de influencia y área del proyecto

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

Cuadro IV.15. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del AI y AP.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	UNIDAD DE ANÁLISIS	SUPERFICIE (HA
Tehuacán	Puebla	Medio	AI	48.9646
			AP	0.5109

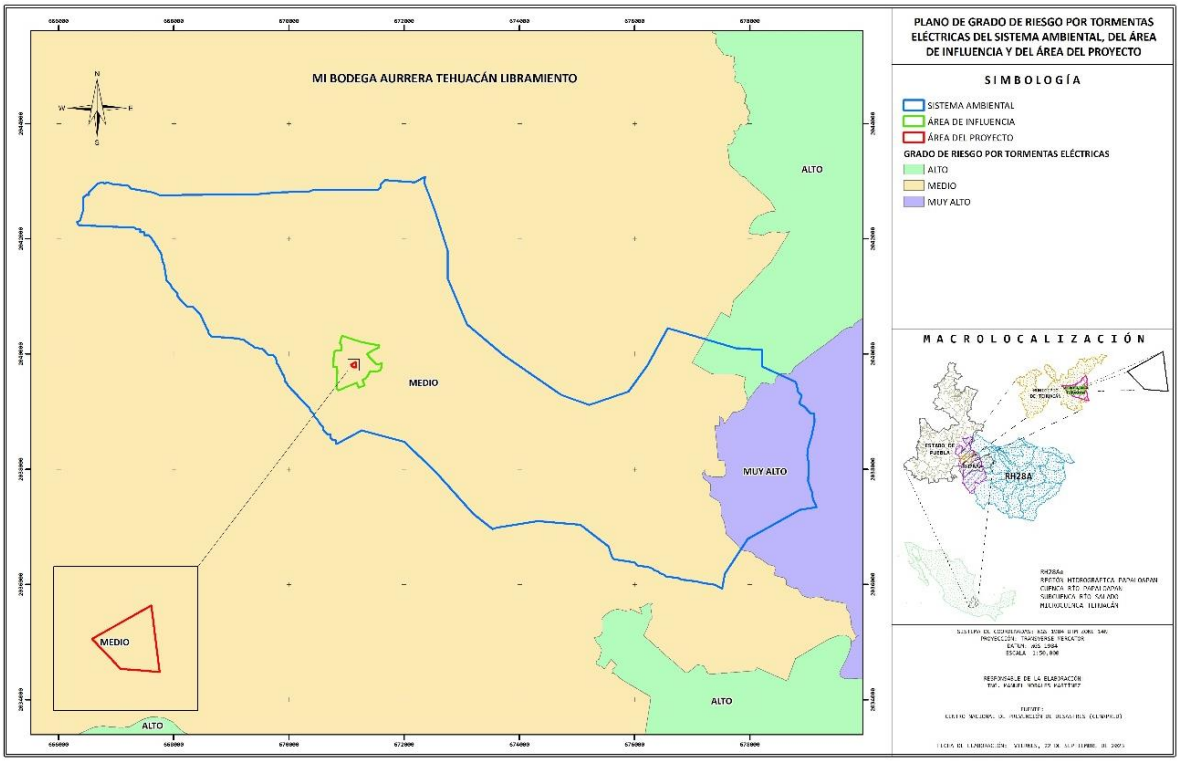


Figura IV.18. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del SA, AI, AP.

Granizo

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

Sistema ambiental

Dentro del SA encontramos un grado bajo y medio de riesgo por granizo.

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

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	SUPERFICIE (HA)
Ajalpan	Puebla	Bajo	366.2691
San Antonio Cañada		Bajo	69.004
Tehuacán		Medio	3304.8667
TOTAL			**3,740.1398**

Área de influencia y área del proyecto

En el área de influencia y área del proyecto presentan el riesgo por granizo es medio, como se muestra a continuación.

Cuadro IV.17. Grado de riesgo de granizo dentro del AI y AP.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	UNIDAD DE ANÁLISIS	SUPERFICIE (HA)
Tehuacán	Puebla	Medio	AI	48.9646
			AP	0.5109

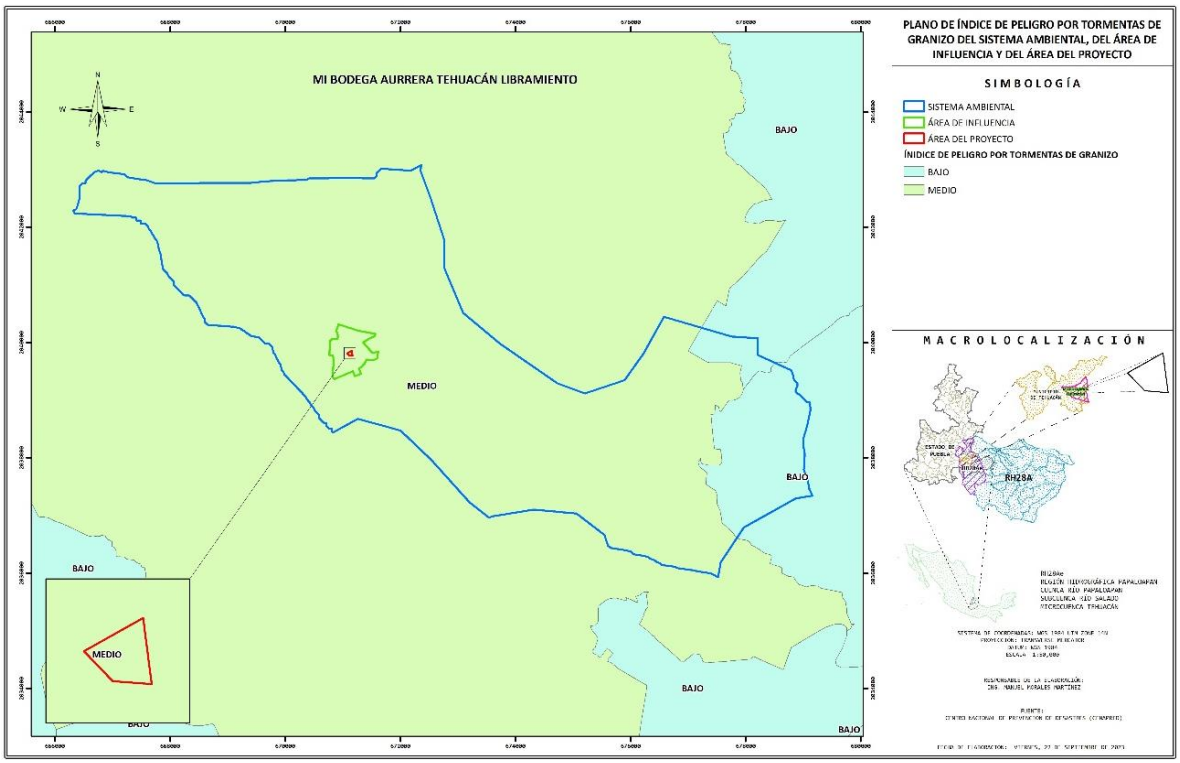


Figura IV.19. Grado de riesgo de granizo dentro del SA, AI, AP.

Sequía

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

Sistema ambiental

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

Cuadro IV.18. Grado de riesgo por sequía dentro del SA.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	SUPERFICIE (HA)
Tehuacán	Puebla	Alto	3373.8707
		Medio	366.2691
TOTAL			**3,740.1398**

Área de Influencia y Área del Proyecto

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

Cuadro IV.19. Grado de riesgo por sequía dentro del AI y AP.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	UNIDAD DE ANÁLISIS	SUPERFICIE (HA)
Tehuacán	Puebla	Alto	AI	48.9646
			AP	0.5109

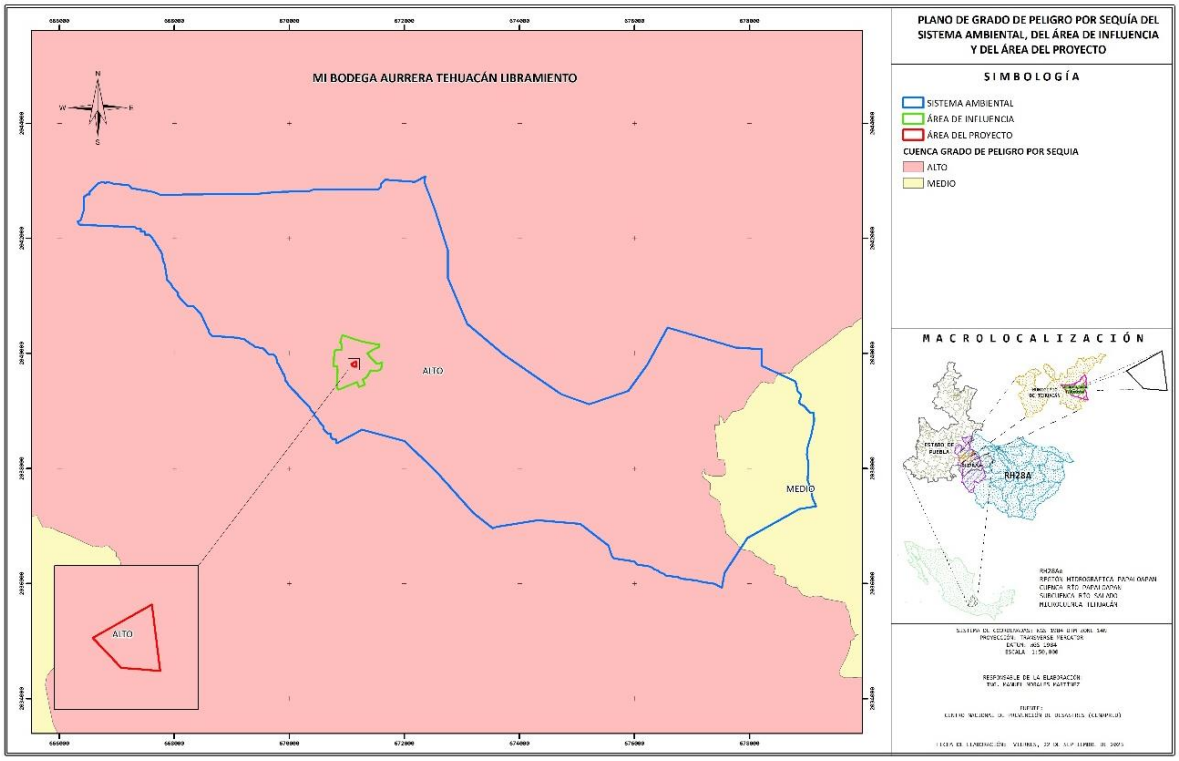


Figura IV.20. Grado de riesgo por sequía en el SA, AI, AP.

Viento

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

Sistema ambiental

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

Cuadro IV.20. Información del viento en CENAPRED para el SA.

ZONA	CLASE DE PELIGRO	VEL_KM_HR
B	Moderado	130 a 160

Área de Influencia y Área del Proyecto

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

Cuadro IV.21. Información del viento en CENAPRED para el AI y AP.

ZONA	CLASE DE PELIGRO	VEL_KM_HR
B	Moderado	130 a 160

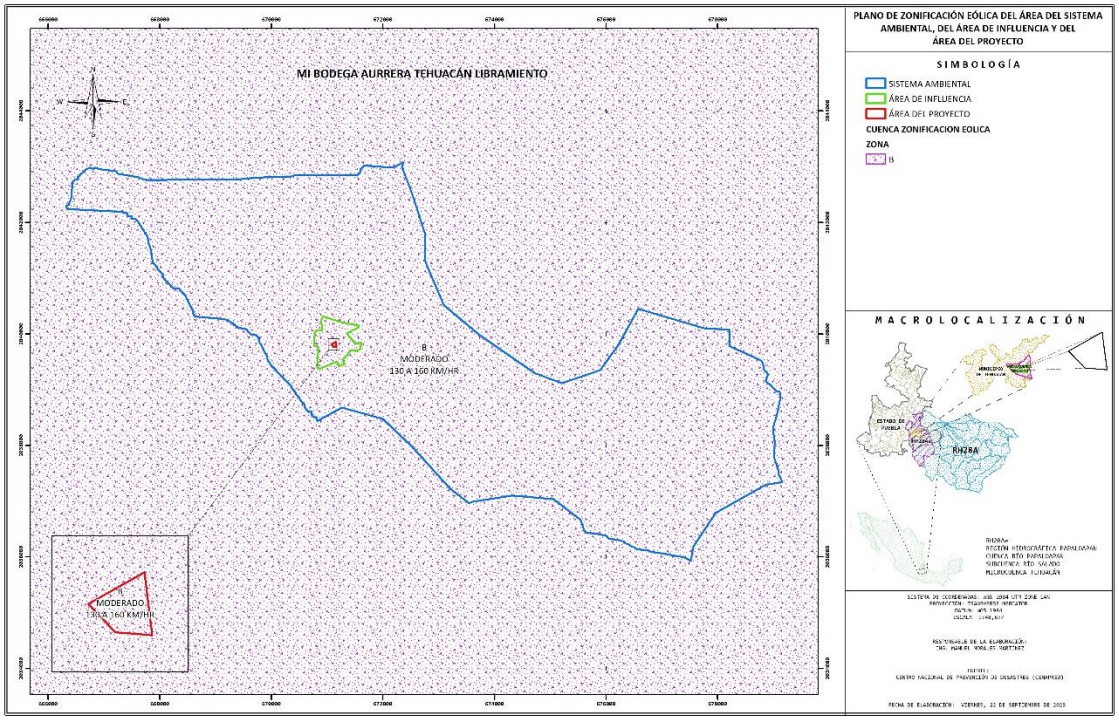


Figura IV.21. Mapa de vientos presentes en SA, AI, AP.

IV.3.1.1.3 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Fisiografía y relieve

Sistema ambiental

Dentro del sistema ambiental se presentan las siguientes topoformas:

Cuadro IV.22. Fisiografía del sistema ambiental.

CLAVE	ENTIDAD	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (HA)
600-0/02	Sistema de topoformas	Valle	Valle de Laderas Tendidas	303.1046
600-0/02		Valle	Valle de Laderas Tendidas	3437.0352
TOTAL				3,740.1398

Área de influencia y Área de Proyecto.

Cuadro IV.23. Fisiografía del área de influencia y área del proyecto.

CLAVE	UNIDAD AMBIENTAL	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (HA)
100-0/02	AI	Valle	Valle de Laderas Tendidas	48.9646
100-0/02	AP	Valle	Valle de Laderas Tendidas	0.5109

Valle de laderas tendidas: se encuentran suelos regosoles, suelos poco desarrollados, con **características** predominantes a la roca que les da origen, suelos pegajosos por el alto contenido de carbonatos y materiales de textura fina.

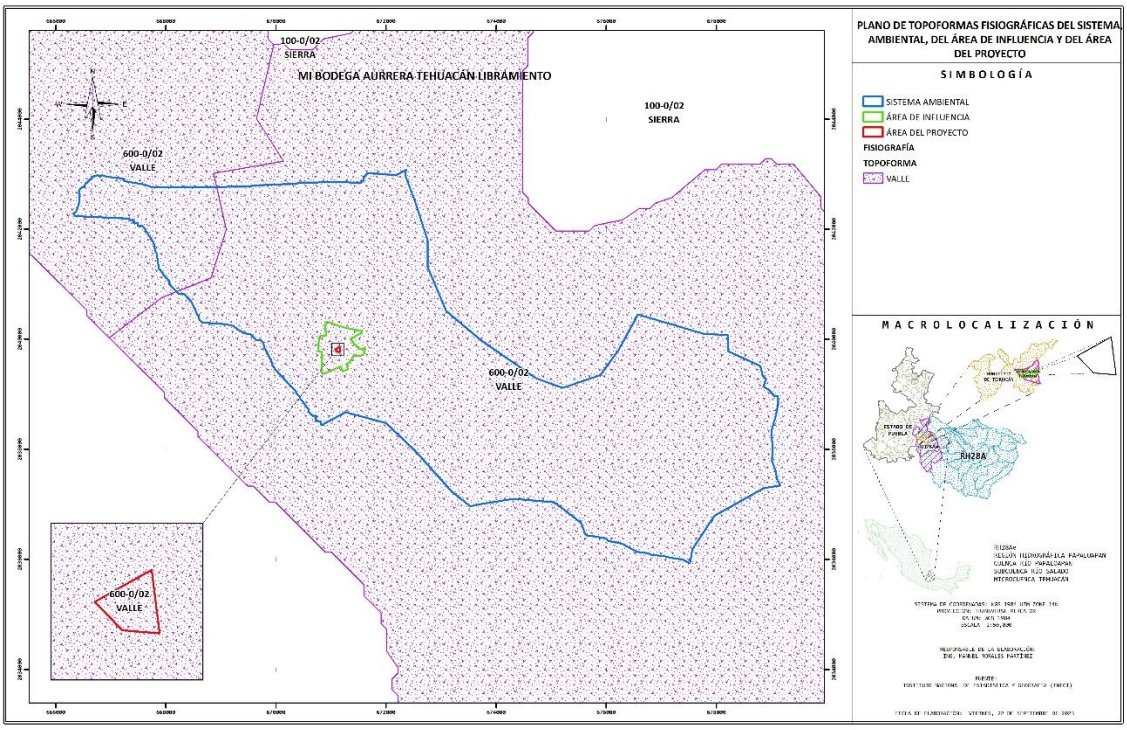


Figura IV.22. Mapa de topoformas del SA, AI, AP.

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.23. Provincias fisiográficas de la República Mexicana.

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

Cuadro IV.24. Provincias fisiográficas de México.

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

A continuación, se describe la provincia fisiográfica de:

Sistema ambiental.

- **PROVINCIA**

El SA se encuentra dentro de las provincias Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur.

Sierra Volcánica Transversal o Eje Neovolcánico

Es una provincia que se encuentra ubicada en el centro del territorio mexicano; Se extiende desde el Océano Pacífico hasta el Golfo de México, constituyendo una ancha faja de 130 km. Inicia en la Costa Occidental en la desembocadura del río Grande Santiago a la Bahía de Banderas, continua hacia el sureste hasta encontrar el volcán de Colima para después continuar aproximadamente sobre el paralelo 19° latitud Norte, hasta llegar al pico de Orizaba y al Cofre de Perote, alcanzando 880 km de longitud.

Políticamente abarca territorios de los estados de Aguascalientes, Colima, Distrito Federal, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas.

Delimitación: Está delimitada al Norte, por las provincias (Llanura Costera del Pacífico, Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental, Mesa del Centro, y Llanura Costera del Golfo Norte); al Oeste, por el Océano Pacífico y la provincia de Sierra Madre del Sur; Al Sur, por las provincias de (Sierra Madre del Sur y Llanura Costera del Golfo Sur); y por el Este, por el Golfo de México.

Características Fisiográficas: La **Sierra Volcánica Transversal** es la provincia más alta del país, así como una de las de mayor variación de relieve y de tipos de rocas. Se considera como una enorme masa de rocas volcánicas, derrames de lava y otras manifestaciones ígneas de la era Cenozoica. En esta provincia se encuentran los grandes volcanes de México, como el Pico de Orizaba (5,610 msnm), Popocatépetl (5,465 msnm), Iztaccíhuatl (5,230 msnm), Nevado de Toluca (4,680 msnm), Nevado de Colima (4,240 msnm) y volcán de Colima o de Fuego (3,838 msnm).

Resultan características de esta provincia las amplias cuencas cerradas ocupadas por lagos como los de Pátzcuaro y Zirahuén, o los depósitos de lagos antiguos, como los de la cuenca endorreica del mal llamado Valle de México, o bien la presencia de cuencas hundidas como la de Chapala convertida en la actualidad en un lago.

En el **Eje Neovolcánico** nacen dos de los ríos más importantes de México: el Río Lerma y el Balsas, conocido también como Mezcala. Su flora es característica de los bosques templados, además de contar con bosques de coníferas y vegetación propia de los glaciares de alta montaña.

Esta importante estructura determina el límite físico entre el Norte América y Centroamérica, así como el límite Altimétrico, orográfico y climatológico.

Sierra Madre Del Sur:

Esta provincia limita al norte con la del Eje Neovolcánico, al este con la Llanura Costera del Golfo Sur, las Sierras de Chiapas y la Llanura Costera Centroamericana del Pacífico, y al sur con el Océano Pacífico. Abarca parte de los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, México, Morelos, Puebla, Oaxaca, Veracruz y todo el estado de Guerrero.

La Sierra Madre del Sur está compuesta por sistemas montañosos orientados norte-sur, contrario a la tendencia general de la provincia que es esteo-este, formando lomeríos surcados por cañadas y sierras escarpadas (Secretaría de Programación y Presupuesto, 1981).

La provincia de la Sierra Madre del Sur se divide en varias sub-provincias y dentro del estado de Morelos, queda comprendida parte de la sub-provincia de Sierras y Valles Guerrerenses. Esta sub-provincia cubre la porción central y suroeste del estado y limita al norte y oriente con el Eje Neovolcánico. Es en esta provincia donde afloran las rocas más antiguas de Morelos, que son las del Cretácico Inferior; litológicamente están clasificadas como calizas de ambiente marino.

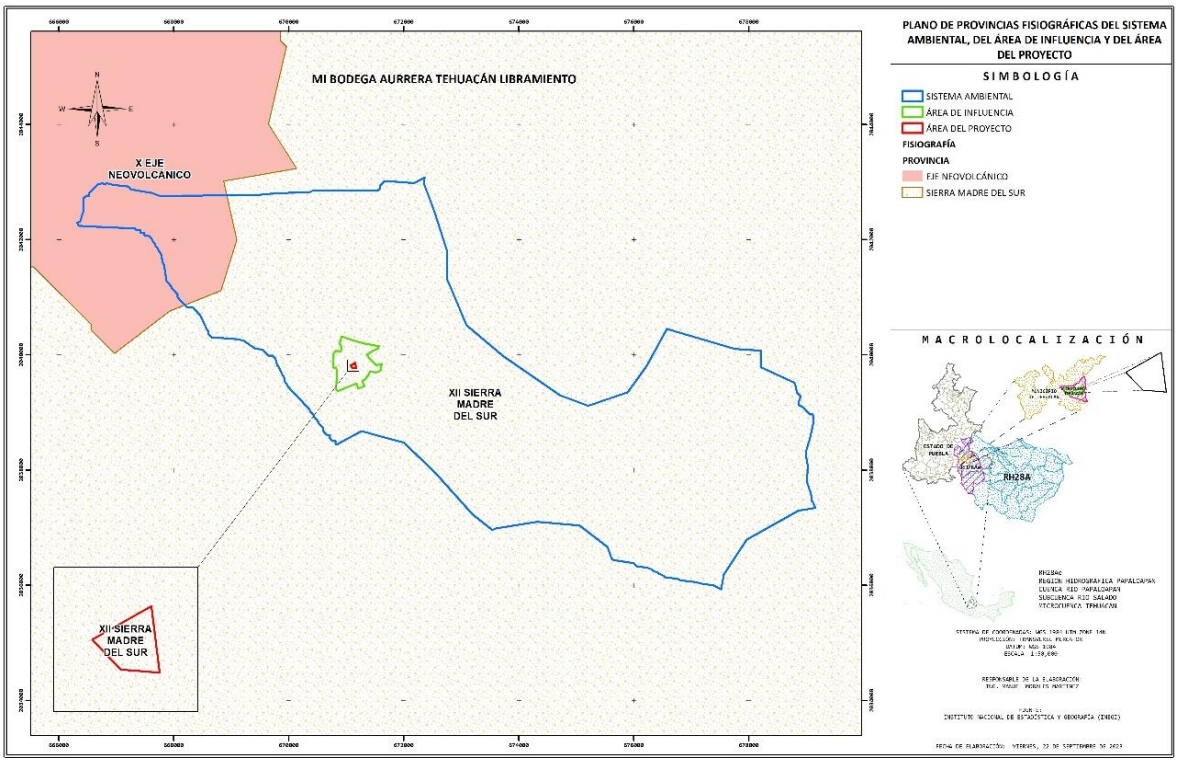


Figura IV.24. Provincia en el SA, AI AP.

Subprovincias

La subprovincia Lagos y Volcánes de Anáhuac:

Se caracteriza por grandes sierras volcánicas o aparatos volcánicos individuales, como el volcán de Jocotitlán, que se alternan con grandes vasos lacustres como se pueden ver en Ixtlahuaca y San Felipe del Progreso, formados al ser bloqueado el drenaje original, por derrames de lava y otros productos volcánicos. Colinda al norte con la subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo, al oriente se extiende hasta los estados de Tlaxcala y Puebla; al sur se interna en el Distrito Federal y el Estado de Morelos y limita con la subprovincia Sierras y Valles Guerrerenses. Al suroeste colinda con la Subprovincia Depresión del Balsas y al oeste con la de Mil Cumbres.

La subprovincia Sierras centrales de Oaxaca:

Se caracteriza por presentar un sistema de topoformas de tipo sierra baja compleja con cañadas.

Área de Influencia y Área del Proyecto

Provincias y subprovincias

De la misma manera dentro de las provincias y subprovincias anteriormente descritos, se determina que tanto el área de influencia como el área del proyecto se encuentran dentro de la provincia Sierra Madre del Sur la subprovincia Sierras Centrales de Oaxaca como se muestra en las siguientes figuras.

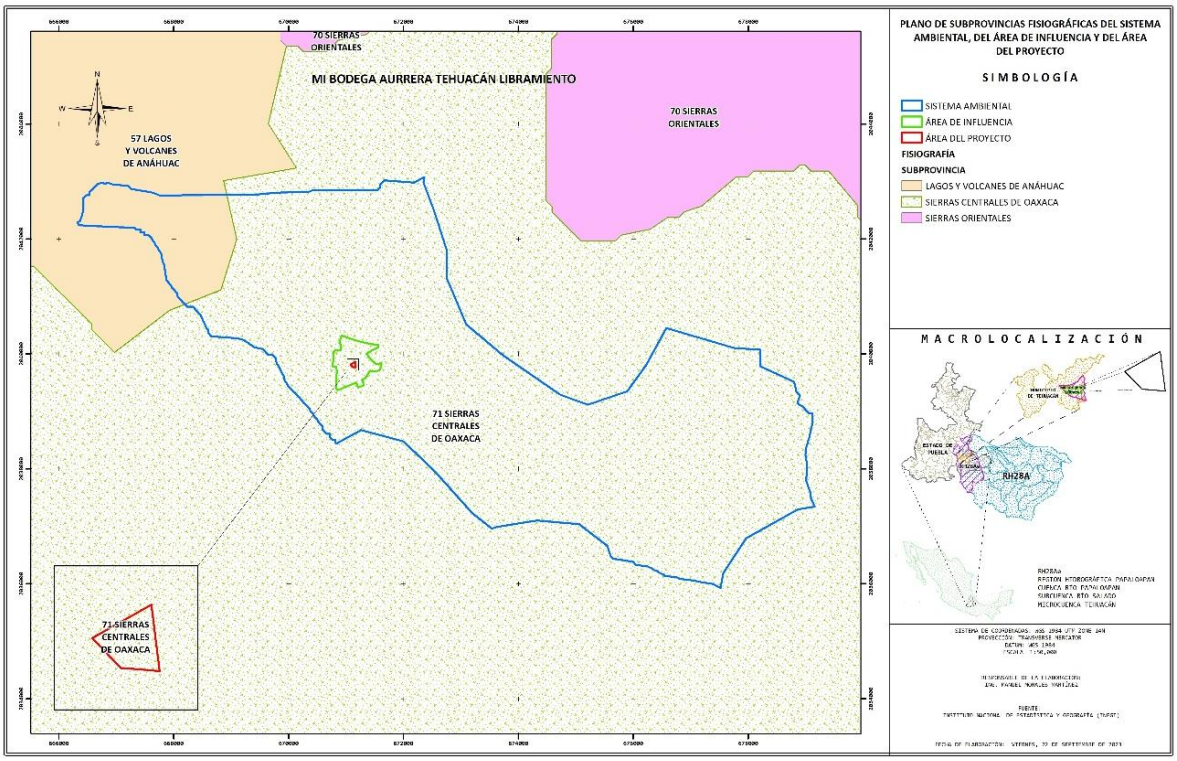


Figura IV.25. Subprovincia fisiográfica del SA, AI, AP.

Sistema ambiental

Con base en la cartografía INEGI se determinó el mapa de pendiente existente en el sistema ambiental, en la cual predomina el rango de pendientes de 0-8%, considerándose ésta como la pendiente media del área.

Cuadro IV.25. Pendientes en el sistema ambiental.

Rango (%)	Superficie (Ha)
0 - 8	**3442.1061**
8 - 30	284.0792
> 30	13.9545
Total general	**3,740.1398**

Área de Influencia y Área del Proyecto

De igual manera que en el SA, con base en la cartografía INEGI se determinó el mapa de pendiente existente en el área de influencia y área del proyecto, en las cuales predomina el rango de pendientes de 0 a 8% y en un menor porcentaje pendientes de 8 a 30% para el caso del área de influencia, considerándose éstas como las pendientes medias del área, como se muestra en la siguiente figura.

Cuadro IV.26. Pendiente en el AI y AP.

Rango	Unidad de análisis (HA)	
	AI	AP
0 – 8%	48.7982	0.5109
8 – 30%	0.1664	0.0000
Total	48.9646	0.5109

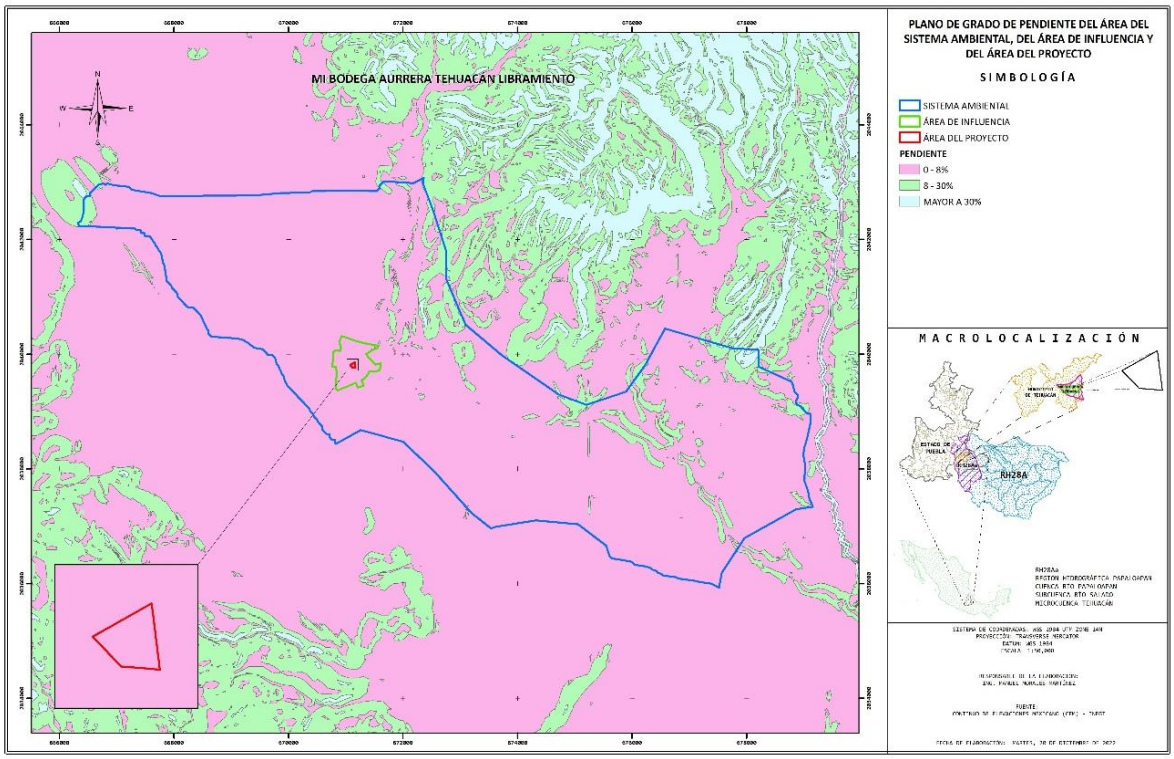


Figura IV.26. Pendientes en el SA, AI, AP.

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

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

Cuadro IV.27. Fallas y fracturas del SA.

ENTIDAD	DIRECCIÓN	LONG (KM)
FRACTURA	Noroeste-Sureste	4.84
FALLA	Noroeste-Sureste	19.58
FALLA	Noroeste-Sureste	11.53
FALLA	Noroeste-Sureste	10.83

ENTIDAD	DIRECCIÓN	LONG (KM)
FALLA	Noroeste-Sureste	16.36
FALLA	Noroeste-Sureste	22.78
FALLA	Noroeste-Sureste	25.77

Área de Influencia y Área del Proyecto

En el área de influencia y área del proyecto no se encuentra inmersa ninguna falla o fractura, las más cercanas son en dirección: Norte Sur, la distancia de la ubicación se presenta a continuación en el cuadro y figuras siguientes.

Cuadro IV.28. Fallas y fracturas del AI y AP.

ENTIDAD	DIRECCIÓN	UNIDAD DE ANÁLISIS	
		AI (LONG KM)	AP (LONG KM)
FRACTURA	Noroeste-Sureste	7.63	7.94
FALLA	Noroeste-Sureste	22.92	18.5
FALLA	Noroeste-Sureste	19.5	18.57
FALLA	Noroeste-Sureste	18.12	19.74
FALLA	Noroeste-Sureste	17.99	23.24
FALLA	Noroeste-Sureste	25.75	26.09
FALLA	Noroeste-Sureste	28.82	29.33

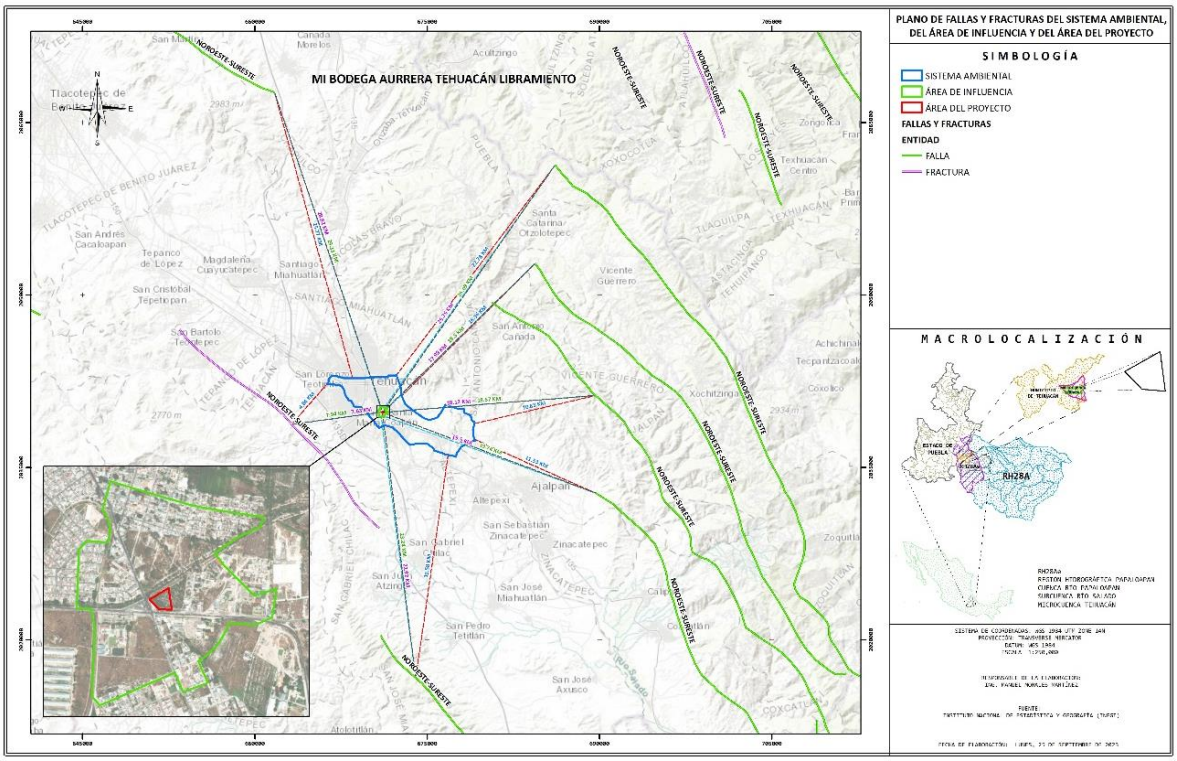


Figura IV.27. Fallas y Fracturas del SA, AI, AP.

Exposición.

Sistema ambiental

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

Cuadro IV.29. Exposiciones presentes en SA.

EXPOSICIÓN	SUPERFICIE
ESTE	1220.5839
NORESTE	164.0929
NOROESTE	17.0338
NORTE	17.8911
OESTE	103.1179
PLANO	4.6577
SUR	544.928
SURESTE	1371.7985
SUROESTE	296.036
TOTAL	**3,740.1398**

Área de Influencia y Área del Proyecto

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

Cuadro IV.30. Exposiciones en el AI.

EXPOSICIÓN	SUPERFICIE
ESTE	16.8703
SURESTE	32.0943
TOTAL	**48.9646**

Cuadro IV.31. Exposiciones en el AP.

EXPOSICIÓN	SUPERFICIE
ESTE	0.2514
SURESTE	0.2595
TOTAL	**0.5109**

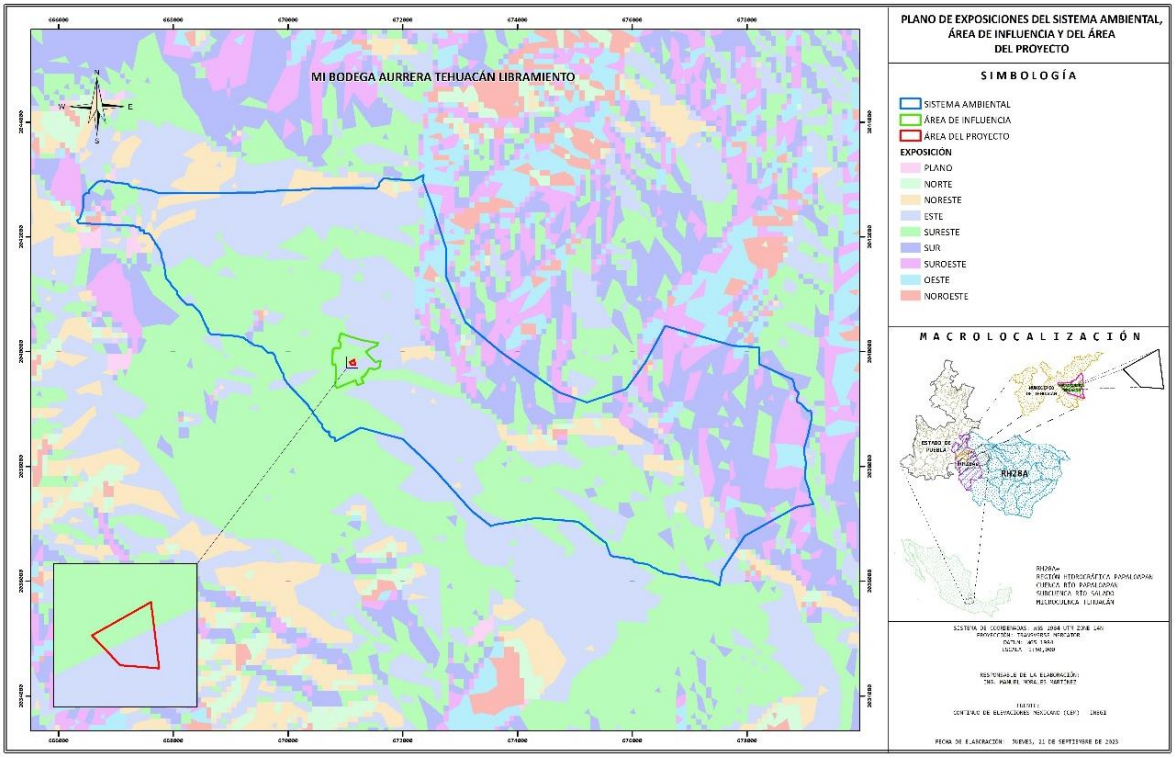


Figura IV.28. Exposiciones del SA, AI, AP.

Geología

Para entender la geología del estado de Puebla es necesario dividirlo en cuatro provincias fisiográficas, según la síntesis geográfica generada por INEGI. Una de ellas, la de la Sierra Madre del Sur, es una de las regiones más complejas del país en cuanto a su origen geológico. En dicha provincia, al sur de Puebla, afloran granitos y rocas metamórficas de la era del Precámbrico con más de 900 millones de años de antigüedad. También cuentan con miles de años las rocas del Paleozoico de tipo metamórfica de la Provincia Sierra Madre Oriental, al norte del estado; según el Anuario estadístico estatal 2011 de INEGI, las rocas del Paleozoico abarcan 12.13% de la superficie de la entidad, y en particular las metamórficas de esa edad, 11.38%. En la misma provincia, pero hacia el sureste, existen estratos plegados constituidos por rocas sedimentarias de edad Mesozoica de origen marino, que cubren 34.83% de la superficie de Puebla; en este caso destacan especialmente las calizas de Tepexi de Rodríguez, las cuales contienen una gran diversidad de fósiles de peces, con edades de hasta 225 millones de años. En la Provincia Llanura Costera del Golfo Norte predominan los suelos sedimentarios del Cuaternario y del Cretácico, los que sumados, representan 23.38% del territorio poblano; tales sedimentos son producto de la erosión de los terrenos. Finalmente, en la Provincia Eje Neovolcánico abundan las rocas ígneas compuestas por lavas, tobas, brechas y cenizas volcánicas, producto de erupciones acontecidas sobre todo durante el Cenozoico (Cuaternario y Terciario); en este caso las más antiguas tienen hasta 65 millones de años, cubriendo el 32.14% del área estatal. Una vez comprendido lo anterior y para las unidades de análisis se muestra lo siguiente:

Sistema ambiental

En el sistema ambiental se encuentra este tipo de geología:

- **Q(s):** Suelo cenozoico cuaternario.
- **Q (tr):** Unidad cronoestratigráfica sedimentaria travertino cenozoico cuaternario.

Área de Influencia y Área del Proyecto

La geología presente en el área del proyecto y área de influencia pertenece a la Q (s) como se menciona anteriormente y se muestran en las siguientes figuras.

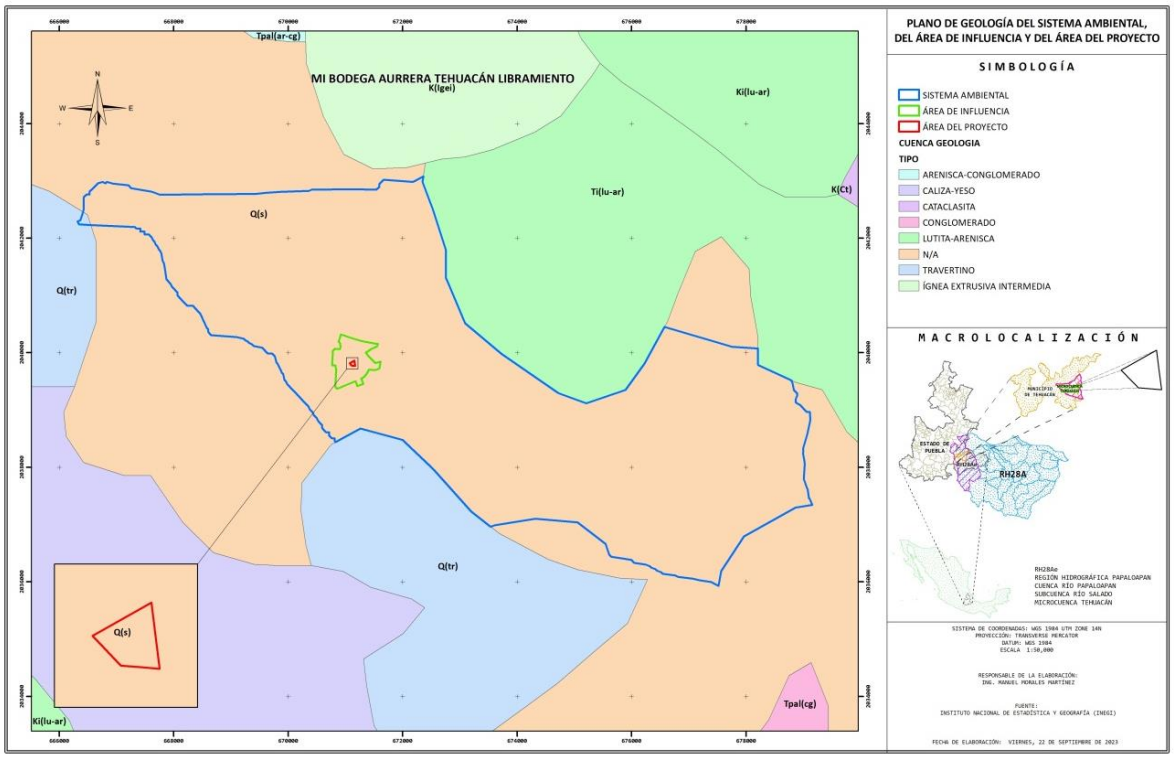


Figura IV.29. Características geológicas del SA, AI, AP.

Principales elevaciones

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

Sistema ambiental

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

Cuadro IV.32. Elevaciones cercanas al SA.

ID	Tipo	Nombre	Distancia al SA (km)
1	Cerro	Colorado	18.81
2	Cerro	Cerro Verde	37.35

ID	Tipo	Nombre	Distancia al SA (km)
3	Volcán	Pico de Orizaba	62.89
4	Cerro	Cofre de Perote	116.69
5	Volcán	La Malinche	105.74
6	Cerro	Derrumbadas	92.63

Área de Influencia y Área del Proyecto

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

Cuadro IV.33. Elevaciones cercanas al AI.

ID	Tipo	Nombre	Distancia al AI (km)
1	Cerro	Colorado	22.42
2	Cerro	Cerro Verde	41.53
3	Volcán	Pico de Orizaba	65.9
4	Cerro	Cofre de Perote	117.83
5	Volcán	La Malinche	110.57
6	Cerro	Derrumbadas	95.22

Cuadro IV.34. Elevaciones cercanas al AP.

ID	Tipo	Nombre	Distancia al SA (km)
1	Cerro	Colorado	22.73
2	Cerro	Cerro Verde	41.89
3	Volcán	Pico de Orizaba	66.29
4	Cerro	Cofre de Perote	95.7
5	Volcán	La Malinche	110.93
6	Cerro	Derrumbadas	118.28

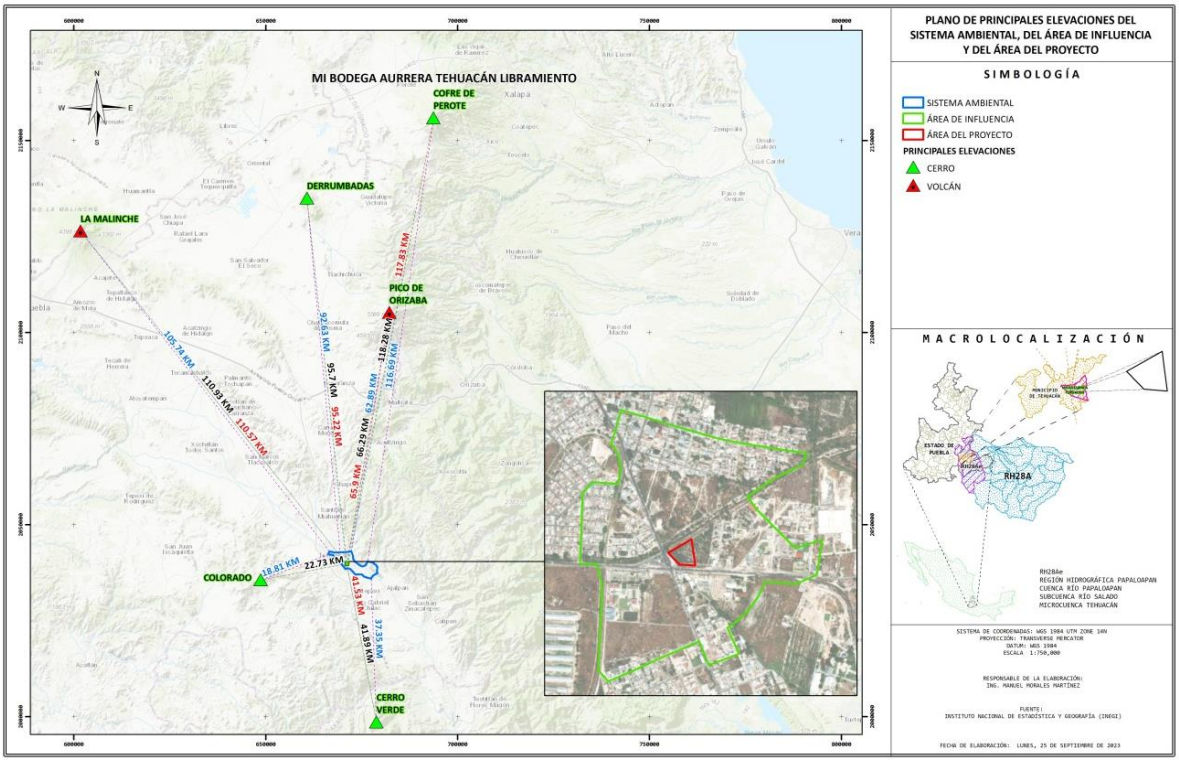


Figura IV.30. Elevaciones en el SA, AI, AP.

Regiones potenciales de deslizamiento de laderas

Sistema ambiental

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

Área de Influencia y Área del Proyecto

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

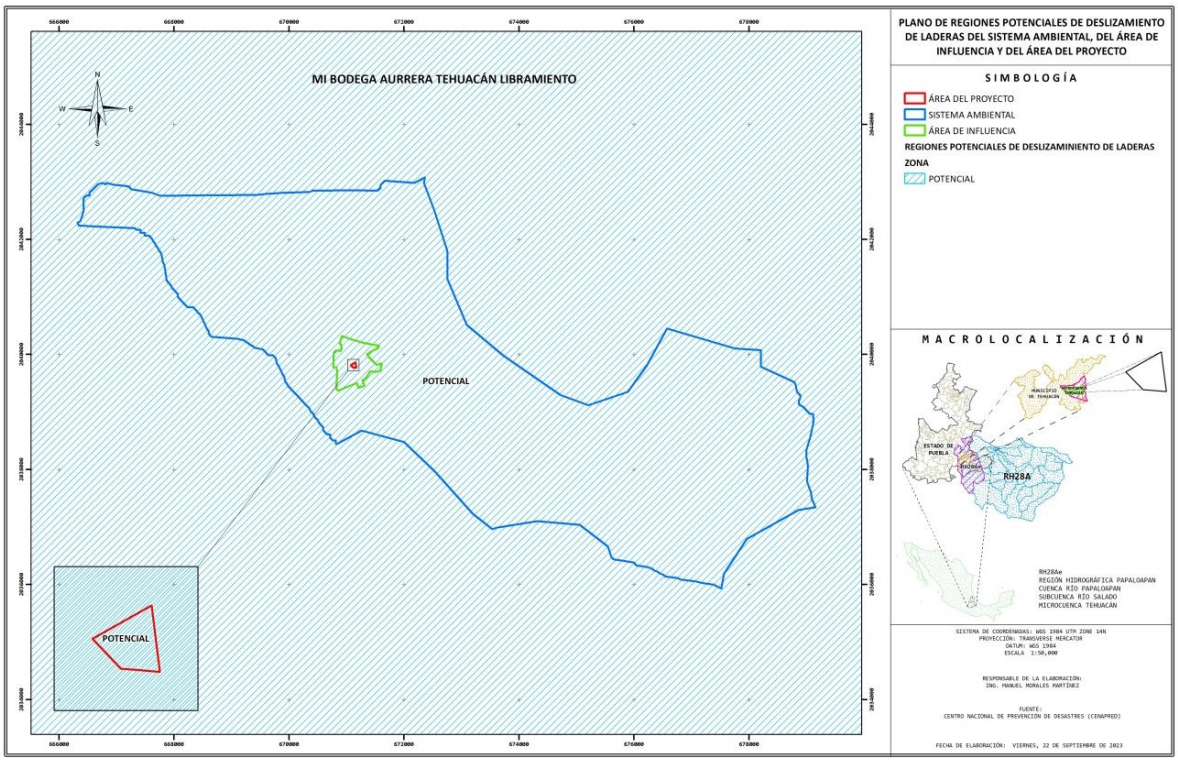


Figura IV.31. Región potencial de deslizamientos de laderas del SA, AI, AP.

Regionalización sísmica

Sistema ambiental

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

Cuadro IV.35. Sismicidad del SA.

ZONA	CLASE_PELI	PELIGROS	PELIGRO	SUPERFICIE
C	Sismos de menor frecuencia, aceleración del terreno <70% de gravedad	Mediano	Alto	3,740.1398
TOTAL				**3,740.1398**

Área de Influencia y Área del Proyecto

Tanto el área de influencia como el área del proyecto corresponden a la zona C con peligro medio de sismicidad como se puede observar en la siguiente figura.

Cuadro IV.36. Sismicidad del AI y AP.

ZONA	CLASE_PELI	PELIGROS	PELIGRO	SUPERFICIE AI (HA)	SUPERFICIE AP (HA)
C	Sismos de menor frecuencia, aceleración del terreno <70% de gravedad	Mediano	Alto	48.9646	0.5109

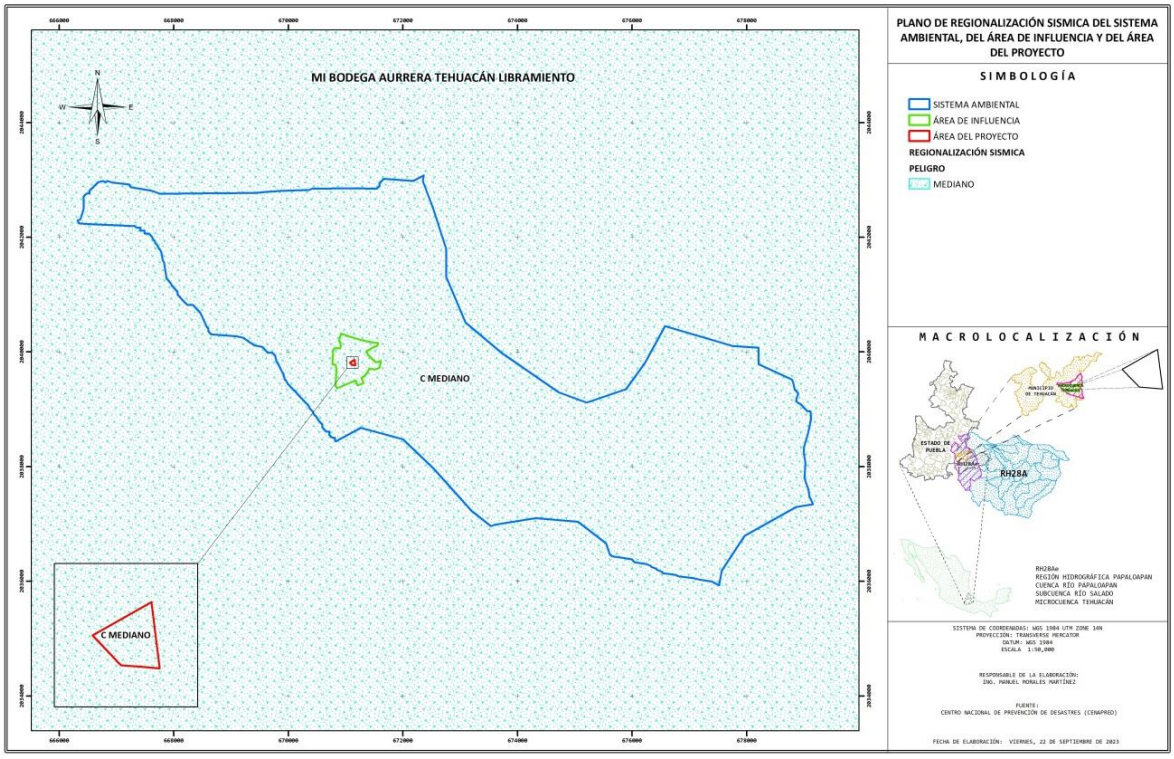


Figura IV.32. Sismicidad del SA, AI, AP.

Riesgo por inundación

Sistema ambiental

El sistema ambiental presenta un riesgo bajo por inundación como se muestra.

Cuadro IV.37. Riesgos por inundaciones del SA.

Riesgo	Superficie
Bajo	3,740.1398

Área de Influencia y Área del Proyecto

De igual manera el área de influencia y el área del proyecto no se encuentran dentro de ningún riesgo por inundación, como se muestra en las siguientes figuras.

Cuadro IV.38. Riesgos por inundaciones del AI.

Riesgo	Superficie
Bajo	48.9646

Cuadro IV.39. Riesgos por inundaciones del AP.

Riesgo	Superficie
Bajo	0.5109

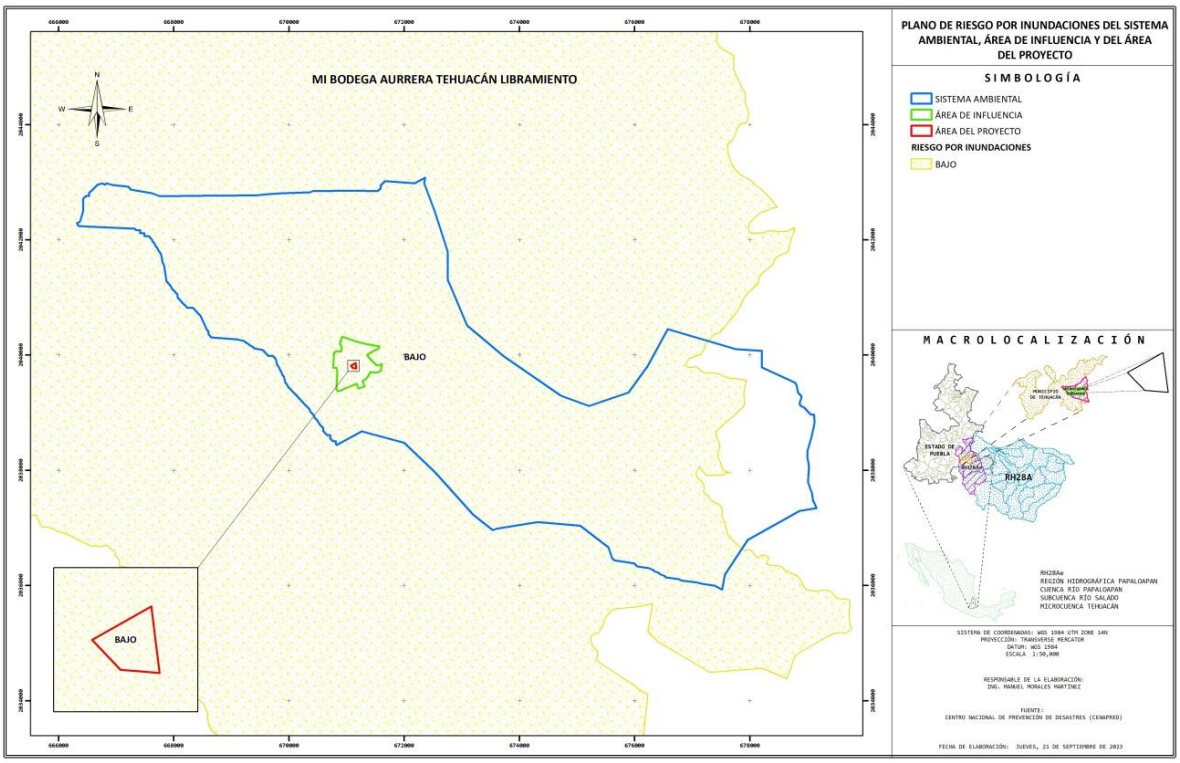


Figura IV.33. Riesgo por inundación dentro del SA, AI, AP.

Vulcanismo

Sistema ambiental

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

Cuadro IV.40. Volcanes cercanos al sistema ambiental.

TIPO	VOLCANES	LONG (KM)
Volcán escudo	Cofre de Perote	118.92
Campo volcánico	La Gloria	96.03
Estratovolcán, domos y conos de tobas	Las Cumbres	78.79
Estratovolcán, domos y conos de tobas	Serdán-Oriental	90.19
Estratovolcán	La Malinche	106.25
Estratovolcán	Citlaltepetl (Pico de Orizaba)	65.43

Área de influencia y Área de Proyecto.

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

Cuadro IV.41. Volcanes cercanos al AI y AP

TIPO	VOLCANES	AI	AP
		DISTANCIA (KM)	DISTANCIA (KM
Estratovolcán	Citlaltepetl (Pico de Orizaba)	65.8	66.19
Estratovolcán, domos y conos de tobas	Las Cumbres	80.13	80.5
Estratovolcán, domos y conos de tobas	Serdán-Oriental	93.77	93.28
Campo volcánico	La Gloria	98.82	99.25
Estratovolcán	La Malinche	110.87	111.13
Volcán escudo	Cofre de Perote	118.01	118.46

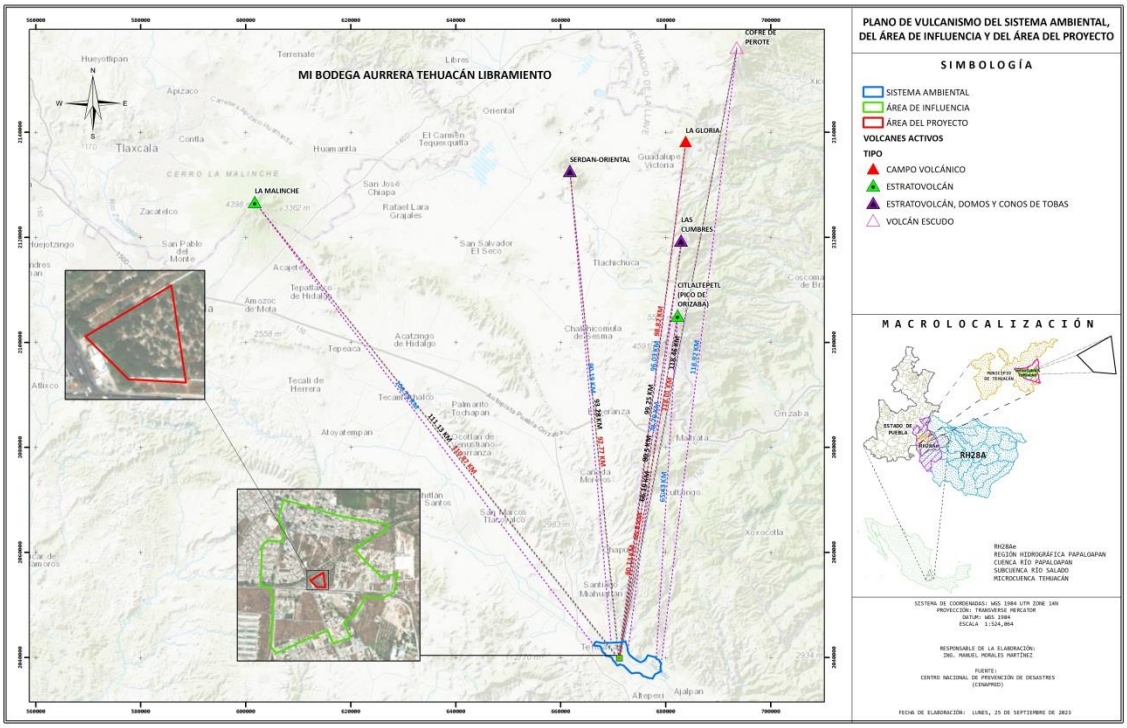


Figura IV.34. Volcanes activo cercanos al SA, AI, AP.

IV.3.1.1.4 EDAFOLOGÍA.

Sistema ambiental

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

Específicamente, los tipos de suelo que se encuentran en la superficie del SA son litosol y luvisol, y se describen a continuación:

- **I+E+Hh/2:** Suelo principal litosol con suelo secundario rendzina.
- **Lk+Lo/2:** Suelo primario luvisol cálcico y suelo secundario luvisol órtico.

Las características de los suelos principales son:

Unidad de suelo.

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 variables 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 o el nopal, condicionado a la presencia de suficiente agua. No tiene subunidades y su símbolo es (I).

Luvisol

Del latín *luvi, luo:* lavar. Literalmente, suelo con acumulación de arcilla. Son suelos que se encuentran en zonas templadas o tropicales lluviosas como los Altos de Chiapas y el extremo sur de la Sierra Madre Occidental, en los estados de Durango y Nayarit, aunque en algunas ocasiones también puede encontrarse en climas más secos como los Altos de Jalisco o los Valles Centrales de Oaxaca. La vegetación es generalmente de bosque o selva y se caracterizan por tener un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo. Son frecuentemente rojos o amarillentos, aunque también presentan tonos pardos, que no llegan a ser obscuros. Se destinan principalmente a la agricultura con rendimientos moderados. En algunos cultivos de café y frutales en zonas tropicales, de aguacate en zonas templadas, donde registran rendimientos muy favorables. Con pastizales cultivados o inducidos pueden dar buenas utilidades en la ganadería. Los aserraderos más importantes del país se encuentran en zonas de Luvisoles, sin embargo, debe tenerse en cuenta que son suelos con alta susceptibilidad a la erosión. En México 4 de cada 100 hectáreas está ocupada por Luvisoles. El símbolo para su representación cartográfica es (L).

Área de influencia y área del proyecto

El área de influencia y el área del proyecto presentan el tipo de suelo **Lk+Lo/2:** Suelo primario luvisol cálcico y suelo secundario luvisol órtico, y a continuación se presentan los mapas correspondientes:

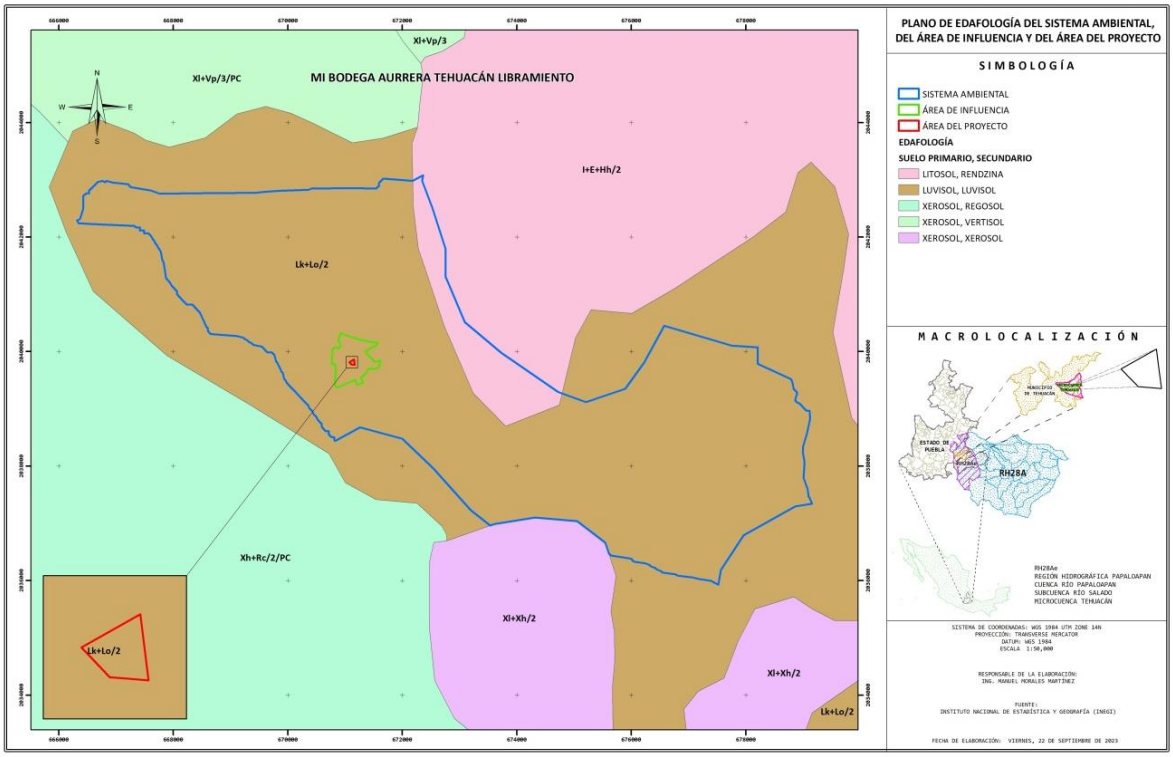


Figura IV.35. Tipo de suelo en el SA, AI, AP.

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 7. METODOLOGÍA EROSIÓN Y BALANCE H.** y las memorias de cálculo las podemos encontrar en el **ANEXO 17. MEMORIAS DE CÁLCULO; ANEXO IV. A. CÁLCULO DE EROSIÓN UA,** donde se determinó la perdida de suelo existente en las superficies de interés (sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto) así como la erosión que existirá en el área del proyecto después de haber llevado a cabo las actividades contempladas en el mismo. A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la metodología desarrollada por la SEDUE (1988).

Cuadro IV.42. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del sistema ambiental.

SISTEMA AMBIENTAL	PECRE	IAVIE	IALLU	CAERO	CATEX	CATOP	CAUSO	Erosión laminar (Ton/Ha/año)	Grado de erosión
Erosión Hídrica.	74.96		69.49	1.07	0.30	0.35	0.49	**3.82**	Ligera
Erosión Eólica.		103.41			1.72		0.49	**86.96**	Moderada

Como puede observarse en el cuadro anterior, la erosión hídrica y eólica del sistema ambiental se encuentran en una categoría ligera y moderada esto se debe a las condiciones actuales del sistema ambiental como lo es el tipo de uso de suelo, las pendientes y el tipo de suelo que se encuentra en el área de sistema ambiental.

Cuadro IV.43. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del área de influencia.

ÁREA DE INFLUENCIA	PECRE	IAVIE	IALLU	CAERO	CATEX	CATOP	CAUSO	EROSIÓN LAMINAR (ton/ha/año)	GRADO DE EROSIÓN
Erosión Hídrica.	74.96		69.49	1.0	0.30	0.35	0.68	**4.98**	Ligera
Erosión Eólica.		103.41			1.75		0.68	**123.45**	Alta

Considerando el cuadro anterior la erosión hídrica y eólica del área de influencia se encuentra de igual manera en una categoría ligera y alta respectivamente debido al tipo de suelo ya que son tierras fragiles.

Área del proyecto:

Para el caso del área del proyecto (sin remoción y con remoción), la erosión hídrica es ligera y se mantiene, mientras que la erosión eólica se encuentra en un grado considerado como sin erosión y posteriormente ligero. Como se puede observar con la implementación del proyecto habrá una

pérdida de suelo por lo que para mitigar esta pérdida se proponen obras de conservación, las cuales se describen en el capítulo VI del presente documento.

Cuadro IV.44. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del área del proyecto sin remoción.

EROSIÓN ACTUAL										
EROSIÓN	**PECRE**	**IAVIE**	**IALLU**	**CAERO**	**CATEX**	**CATOP**	**CAUSO**	**EROSIÓN LAMINAR (Ton/Ha/año)**	**CLASE DE DEGRADACIÓN**	**EROSIÓN POLÍGONO TON/AÑO**
Erosión hídrica	74.96		69.49	1.00	0.30	0.35	0.10	**0.73**	Ligera	0.37
Erosión eólica		103.41		1.00	1.75	0.35	0.10	**18.10**	Ligera	9.25

Cuadro IV.45. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del área del proyecto con remoción.

EROSIÓN CON REMOCIÓN										
EROSIÓN	**PECRE**	**IAVIE**	**IALLU**	**CAERO**	**CATEX**	**CATOP**	**CAUSO**	**EROSIÓN LAMINAR (Ton/Ha/año)**	**CLASE DE DEGRADACIÓN**	**EROSIÓN POLÍGONO TON/AÑO**
Erosión hídrica	74.96		69.49	1.00	0.30	0.35	0.40	**2.92**	Ligera	1.49
Erosión eólica		103.41		1.00	1.75	0.35	0.40	**72.39**	Moderada	36.98

IV.3.1.1.5 HIDROLOGÍA

IV.3.1.1.5.1 SUPERFICIAL

Sistema ambiental

De acuerdo con INEGI, el sistema ambiental se encuentra en la región hidrológica: RH28**,** Río Papaloapan teniendo los siguientes atributos:

El acuífero Cuenca Río Papaloapan, clave 3019, se localiza en la zona sur del Estado de Veracruz, colinda con el Estado de Oaxaca, y cubre una superficie de 7,279.60 kilómetros cuadrados. El acuífero colinda al norte, con los acuíferos Costera del Papaloapan, Sierra de San Andrés Tuxtla y Soteapan-Hueyapan; al este, con el acuífero Costera de Coatzacoalcos y al sur, con los acuíferos Coatzacoalcos y Tuxtepec. El acuífero Cuenca Río Papaloapan, clave 3019, abarca 18 municipios, comprende totalmente a los municipios de Playa Vicente, José Azueta, Cosamaloapan de Carpio, Santiago Sochiapan, Chacaltianguis, Carlos A. Carrillo, Tlacojalpan, Otatitlán y Tuxtilla; y parcialmente a los municipios de Juan Rodríguez Clara, Jesús Carranza, Oluta, Acayucan, Isla, Hueyapan de Ocampo, Sayula de Alemán, San Juan Evangelista y Texistepec. Administrativamente corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa Golfo Centro.

La red hidrográfica del acuífero Cuenca Río Papaloapan, clave 3019, está constituida por un cauce principal, el Río Tesechoacán y por los ríos secundarios La Lana, Trinidad, San Juan y Obispo.

El Río Tesechoacán entra a la zona de estudio, 11 kilómetros aproximadamente en una zona pantanosa, de la región suroeste y va con dirección al noroeste 52 kilómetros hasta alcanzar los límites de la zona de estudio.

El Río San Juan recorre aproximadamente 13 kilómetros desde el sureste hasta la bifurcación con los ríos Trinidad y La Lana, recorre 12 kilómetros desde la entrada en la zona de

estudio al sureste del acuífero con dirección norte hasta la bifurcación, donde se convierte en el Río San Juan y sale de la zona de estudio 29 kilómetros adelante.

El Río Obispo entra en la porción oeste-suroeste con rumbo nornoroeste durante 21.3 kilómetros aproximadamente, hasta su unión con el Río Tonto, que posteriormente desembocará en el Río Papaloapan.

Área de Influencia y Área del Proyecto

Considerando que el área de influencia y área del proyecto se encuentran dentro del sistema ambiental, se determina que estas áreas también se encuentran en la región hidrológica RH28.

De acuerdo a la información proporcionada por INEGI, en el área del proyecto no cruza ningún tipo de escurrimiento, sin embargo dentro del AI y de manera contigua al AP se desarrolla un cuerpo de agua denominado Dren Valsequillo, es por ello que se describe a continuación.

En seguida se presentan los planos de ubicación de las tres zonas de análisis SA, AI y AP.

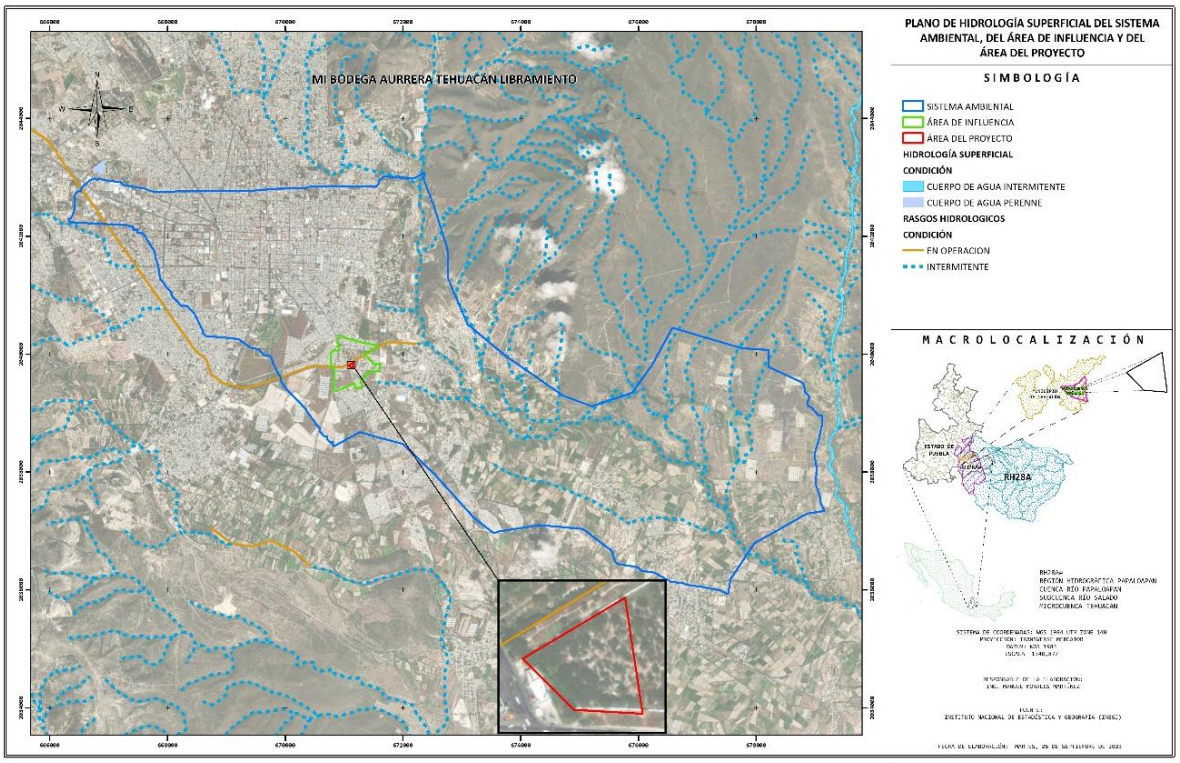


Figura IV.36. Hidrología superficial del SA, AI y AP.

El Dren de Valsequillo es un canal proveniente de la ciudad de Puebla, México que atraviesa la ciudad de Tehuacán. En tiempos anteriores al gran apogeo de la Industria maquiladora y textil se utilizaba principalmente para el riego de los campos de cultivo al sur de la ciudad de Tehuacán. A partir de la década de los 90s el dren de Valsequillo se convirtió en desagüe de desechos industriales y drenajes.

El Dren Valsequillo es una obra hidráulica pluvial de desagüe de la Unidad III del Distrito de Riego de la Presa Valsequillo construida en el año 1946, ubicado en el borde superior de la localidad de Tehuacán, este conducto protege la zona céntrica donde los escurrimientos cruzaban en forma natural.

La industria del vestido abrió un nuevo sendero industrial con la industria del lavado de mezclilla, las lavadoras de mezclilla iniciaron su aparición surgiendo por todas partes para atender la creciente demanda de “mezclilla deslavada” que apareció como moda temporal. El lavado de la mezclilla se realizaba exclusivamente utilizando solventes químicos, cuyos desechos eran vaciados por las industrias a la red de drenaje y alcantarillado público sin ningún tipo de tratamiento, logrando con ello contaminar fuertemente el Dren de Valsequillo, principal vía de conducción de agua de riego del Valle de Tehuacán y que transporta el vital líquido desde la presa del mismo nombre en zonas cercanas a la ciudad de Puebla (CENAPRED, SEDATU. 2021[6]).

IV.3.1.1.5.2 SUBTERRÁNEA.

Sistema ambiental

El sistema ambiental se encuentra situado sobre la hidrología subterránea la cual corresponde al acuífero Valle de Tehuacán.

- **Acuífero Valle de Tehuacán, clave 2105**

Se localiza en la porción sureste del Estado de Puebla, en los límites de los Estados de Oaxaca y Veracruz, abarca una extensión de 3,750 kilómetros cuadrados y comprende totalmente a los Municipios de Coxcatlán, Tehuacán, Zinacatepec, San José Miahuatlán, Santiago Miahuatlán, San Antonio Cañada, Altepexi, y San Gabriel Chilac y parcialmente a los Municipios de Nicolás Bravo, Ajalpan, Caltepec, Zapotitlán, Tepanco de López, Chapulco, Cañada Morelos, Zoquitlán, Coyomeapan, Atexcal, Juan N. Méndez, Vicente Guerrero y Tlacotepec de Benito Juárez, todos ellos del Estado de Puebla. Administrativamente, el acuífero pertenece a la Región Hidrológico-Administrativa X "Golfo Centro".

El medio granular poroso y el medio fracturado integran un acuífero heterogéneo y libre en donde el movimiento del agua subterránea está en función de la geología estructural. El medio granular incluye sedimentos de diferente granulometría, los más finos de ambiente fluvial y lacustre que son de permeabilidad media a baja, se ubican en el centro del valle y los sedimentos más gruesos de mayor permeabilidad se localizan en los abanicos aluviales al pie de las sierras. El medio fracturado incluye areniscas, lutitas y calizas fracturadas, en estas últimas además existen grietas y oquedades de disolución que incrementan su permeabilidad.

La recarga natural está integrada por la infiltración del agua de lluvia, la entrada subterránea. La recarga inducida es originada por la infiltración de los excedentes de riego y por las fugas en la red de distribución de los sistemas de abastecimiento a núcleos urbanos. La dirección de flujo subterráneo es de noroeste a sureste. Las salidas del acuífero ocurren a través de manantiales, galerías filtrantes, extracción por bombeo y como salida subterránea hacia el sur.

Área de influencia y área del proyecto

El área de influencia y área del proyecto se encuentran situadas sobre la hidrología subterránea la cual corresponde al acuífero Valle de Tehuacán.

[6] CENAPRED. SEDATU. 2021. Atlas de Riesgo 2021. CENAPRED. SEDATU. Gobierno Municipal de Tehuacán En: http://atlasderiesgo.tehuacan.gob.mx/portal-atlas-riesgo/download/ATLAS_RIESGOS_DIGITAL_2021.pdf

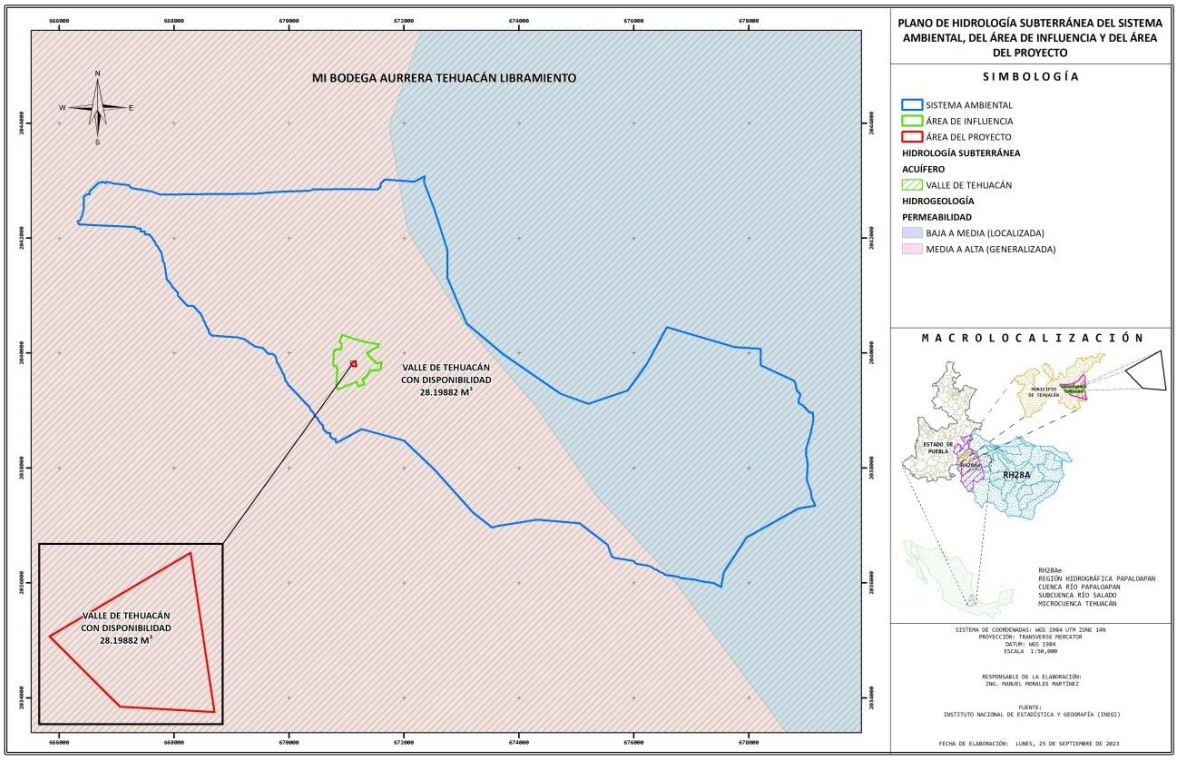


Figura IV.37. Hidrología subterránea del SA, AI y AP.

Balance hídrico

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

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

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

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

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

Empleando la metodología de Pradeyra, (2003) que comprende al ciclo hidrológico en sus diferentes fases, y considerando la precipitación como única entrada y el reparto de la precipitación por procesos de evapotranspiración real, escorrentías e infiltración, se estimó primeramente como punto de referencia el balance hídrico sobre el sistema ambiental, posteriormente sobre el área de influencia y por último en el área del proyecto, a fin de tener un contraste del balance hídrico presente en los sitios de interés, **en el ANEXO 7. METODOLOGÍA EROSIÓN Y BALANCE H,** y **ANEXO 17. MEMORIAS DE CÁLCULO; ANEXO IV.B. CÁLCULO BALANCE H._UA**.

A continuación, se muestra un resumen de los resultados:

Cuadro IV.46. Balance hídrico en el sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto.

Nivel	Precipitación (m^3)	EVT (m^3)	Volumen escurrimiento (m^3)	Infiltración (m^3)	Balance Hídrico
SA	18,143,418.2	17,191,133.14	2,154,075.82	-1,201,790.790	1.00
AI	237,527.2746	225,060.2926	28,678.06171	-16,211.07971	1.00
AP SIN REMOCIÓN	2478.3759	2348.294553	63.13579993	66.94554671	1.00
AP CON REMOCIÓN	2478.3759	2348.294553	296.3658424	-166.2844957	1.00

Considerando la información de balance hídrico del SA se puede hacer el comparativo respecto al balance hídrico que se presenta en el área de influencia y área del proyecto. Se identifica que los resultados obtenidos en el SA, el AI indican que se encuentran en equilibrio. En el caso del AP, podmeos notar un defesit en la infiltración producto del cambio de uso de suelo, para ello se proponen medidas de mitgación.

Nota: Se presenta la memoria de cálculo de balance hídrico en las tres unidades de análisis, (ANEXO IV.B. CÁLCULO BALANCE H._UA).

IV.3.1.2 MEDIO BIÓTICO

IV.3.1.2.1 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

De acuerdo a la cartografía de INEGI, a nivel del SA se desarrollan 11 usos de suelo, mismos que podemos agrupar en 5 categorías superiores, como se muestra a continuación:

Cuadro IV.47. Usos de suelo de acuerdo a la Serie VI de INEGI.

N°	Clasificación general	Descripción	Superficie (ha)	Porcentaje (%)	Porcentaje general (%)
1	Agricultura	Agricultura de Riego Anual	1316.0783	35.1879	48.3488
2		Agricultura de Riego Anual y Semipermanente	52.2514	1.3970	
3		Agricultura de Riego Semipermanente	226.4995	6.0559	
4		Agricultura de Temporal Anual	213.4822	5.7079	
5	Bosque de Mezquite (BM)	Bosque de Mezquite	26.0921	0.6976	7.8058
6		Vegetación Secundaria Arbustiva de BM	257.7594	6.8917	
7		Vegetación Secundaria Arbórea de BM	8.0979	0.2165	
8	Matorral Desértico Rosetófilo (MDR)	MDR	22.6921	0.6067	1.5647
9		Vegetación Secundaria Arbustiva de MDR	35.8304	0.9580	
10	Selva Baja Caducifolia	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	56.6600	1.5149	1.5149
11	Urbano construido	Urbano Construido	1524.6965	40.7658	40.7658
Total (ha)			**3740.1398**	**100.0000**	**100.0000**

De acuerdo a la clasificación general el uso de suelo se divide en 5 categorías: Agricultura, Bosque de Mezquite (BM), Matorral Desértico Rosetófilo (MDR), Selva Baja Caducifolia y Urbano Construido, sin embargo las únicas que se pueden considerar como tipos de vegetación corresponden a:

1) Bosque de Mezquite (BM) con un porcentaje de la superficie del SA de 7.8058 %.
2) Matorral Desértico Rosetófilo (MDR) con un porcentaje de la superficie del SA de 1.5647 %.
3) Selva Baja Caducifolia con un porcentaje de la superficie del SA de 1.549%.

En el caso de Bosque de Mezquite y MDR se consideran superficies con vegetación secundaria. Cabe señalar que en el AP se desarrolla Bosque de Mezquite,

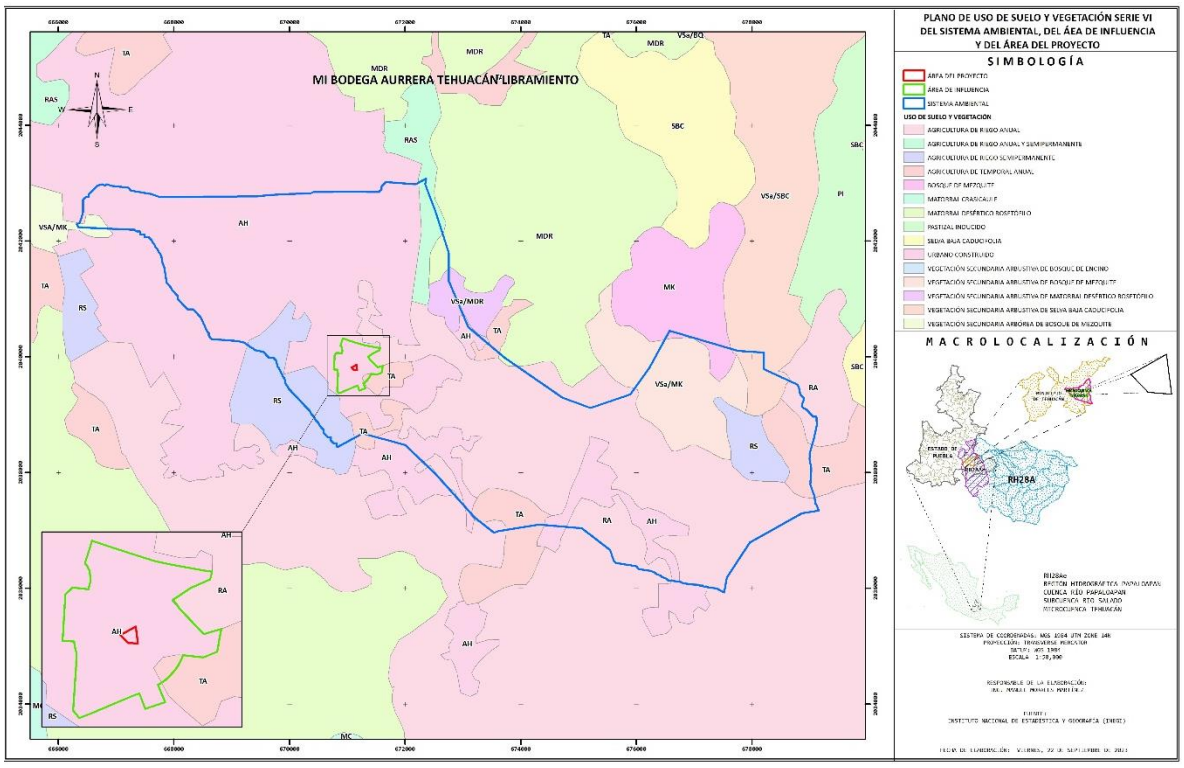


Figura IV.38. Uso de suelo en el SA, AI, AP, de acuerdo a INEGI serie VI

Bosque de Mezquite (BM)

Las asociaciones vegetales que definen este tipo de vegetación se deben a la presencia del mezquite siendo este árbol el que se encuentra en mayor número de individuos dando las características a estos entornos.

El sistema, ambiental, el área de influencia y el área del proyecto, han sido afectados en forma severa, de tal manera que, actualmente se encuentran en estado secundario (arbóreo, arbustivo y herbáceo) como consecuencia de las actividades derivadas de la población cercana la cual genera impactos de diversas índoles como es la tira de basura, la descarga de residuos sólidos urbanos a las barrancas en las cuales también depositan animales muertos.

Matorral Desértico Rosetófilo (MDR)

Es tipo de vegetación es denominado así por especies con hojas en forma de roseta, con o sin espinas, sin tallo aparente o bien desarrollado (INEGI, 2009[7]), se caracterizan por crecer en agrupaciones de arbustos, espinosos y perennifolios; los cuales forman un estrato arbustivo o subarbustivo, con una altura de 30 a 60 cm de alto. Es la vegetación más común y abundante en laderas de exposición sur donde los suelos son someros y pedregosos de tipo litosol y rendzina, en altitudes que oscilan entre 1,800 y 2,500 m (Flores, 2015[8]).

[7] Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2009. Guía para la interpretación de cartografía y uso de suelo de la vegetación: Escala 1:250000. Serie III.

[8] Flores Hernández, C. de J. 2015. Estructura y Diversidad del Matorral Desértico Rosetófilo de la Sierra de Zapalinamé. Coahuila, México. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO.

Selva Baja Caducifolia

La selva baja caducifolia es una vegetación conformada por elementos tropicales, dominada por árboles de copas extendidas, con alturas promedio entre 7 y 8 m, aun cuando pueden encontrarse eminencias aisladas que se acercan a los 15 m. El estrato arbustivo es muy denso y el número de lianas se incrementa en las áreas más húmedas y en las cercanías a la costa (Trejo, 1998[9]). En ella, es posible encontrar formas de vida suculentas como las cactáceas columnares y candelabriformes, que son muy abundantes en algunos sitios, asi como las cortezas brillantes y exfoliantes (Pennington y Sarukhán, 1998[10]). Sobresale en este tipo de vegetación su alta diversidad, pero sobre todo su elevado nivel de endemismo: cerca de 60% de las especies que constituyen a estas comunidades sólo se encuentran en México (Rzedowski, 1991 b; Trejo, 1998[11]).

ESTADO ACTUAL DE LA VEGETACIÓN Y USO DE SUELO EN LAS UNIDADES DE ANÁLISIS.

SA

Como se mencionó anteriormente en el SA se desarrollan al menos 11 usos de suelo, los cuales podemos agrupar en 5 categorías, como se observa a continuación:

1. **Agricultura:**
   e) Agricultura de Riego Anual
   f) Agricultura de Riego Anual y Semipermanente
   g) Agricultura de Riego Semipermanente
   h) Agricultura de Temporal Anual
2. **Bosque de Mezquite (BM)**
   d) Bosque de Mezquite
   e) Vegetación Secundaria Arbustiva de BM
   f) Vegetación Secundaria Arbórea de BM
3. **Matorral Desértico Rosetófilo (MDR)**
   c) Matorral Desértico Rosetófilo MDR
   d) Vegetación Secundaria Arbustiva de MDR
4. **Selva Baja Caducifolia**
   b) Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia
5. **Urbano construido**
   b) Urbano construido

De los usos de suelo mencionados, la agricultura es la que presenta una mayor superficie dentro del SA, seguido por el uso urbano construido, debido a que en el área existe un alto grado de fragmentación y urbanizada, esto debido al incremento de la tasa poblacional. Las especies con mayor presencia dentro del sistema ambiental de acuerdo al muestreo realizado son: *Acacia farnesiana,*

[9] Trejo. R.I. (1998), Distribución y diversidad de selvas bajas de México: relaciones con el clima y el suelo, Tesis de Doctorado en Ciencias (Bioiogia), Facultad de Ciencias, UNAM,
México.
[10] Pennigton. T. D. y J. Sarukhán (1998), Arboles tmpicales de México. Manual para la identificación de las principales especies, UNAM. FCE, México.
[11] Rzedowski, J. (1991b), "El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar". Acta Botánica Mexicana, 15: 47-64.

Parkinsonia praecox, Prosopis laevigata, Viguiera dentata, Ayenia ovata, Chenopodium fremontii, Chloris virgata, Tillandsia recurvata y Opuntia streptacantha.

AI

Para el área de influencia, el uso de suelo se divide de la siguiente manera:

1. **Urbano construido**
   c) Urbano construido
2. **Agricultura:**
   c) Agricultura de Riego Anual
   d) Agricultura de Temporal Anual

Siendo el uso de suelo Urbano Construido el que predomina sin embargo, presenta áreas de Bosque de Mezquite, los cuales se encuentran impactadas por diversos factores como: tira de basura, presencia de fauna doméstica, presencia de desagües y tira de animales muertos. Las especies con mayor presencia dentro del área de influencia de acuerdo al muestreo realizado son: *Acacia farnesiana, Leucaena esculenta, Prosopis laevigata, Viguiera dentata, Lantana hirta, Enneapogon desvauxii, Loeselia coerulea, Tillandsia recurvata* y *Opuntia streptacantha.*

AP

El área del proyecto se desarrolla en un uso de suelo Urbano Construido, sin embargo, se aprecia en el área vegetación de Bosque de Mezquite la cual guarda una condición de baja calidad ambiental, con perturbación antropogénicas en sus colindancias. Algunas de las especies presentes en el área del proyecto son: *Acacia farnesiana, Prosopis laevigata, Viguiera dentata, Enneapogon desvauxii* y *Opuntia streptacantha.*

Fuentes de deterioro

La vegetación del estado de Tehuacán ofrece una amplia diversidad florística que se desarrolla en diversos ecosistemas, producto de la interacción de los diferentes factores climáticos, geológicos, edáficos, fisiográficos, y ecológicos. Esta variedad florística está determinada, además, por el gradiente altitudinal que influye en la heterogeneidad de las comunidades que viven en un lugar o en otro. Sin embargo, dicha diversidad puede verse afectada por algunas fuentes de deterioro natural o antropogénicas como lo es:

- **Crecimiento poblacional**

La generación de nuevos proyectos productivos en áreas con poca población genera una migración de áreas cercanas a las áreas del proyecto a causa del incremento de oportunidades laborales, esta migración genera impactos en los alrededores, el impacto ambiental inmediato de los asentamientos urbanos deriva de los procesos locales de contaminación, cambio de naturaleza de las áreas de zonas agrícolas o forestales a urbanas. El área que se urbanizan o se incrementa la población requiere agua, alimentos y energía para sostener sus procesos. El proceso de urbanización de la población genera que en el medio urbano se pierde la transparencia de las relaciones con los bienes y servicios ambientales que aportan los ecosistemas naturales[iv].

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

Épocas del año consideradas para la toma de información

Para tener una mayor completitud en los listados de flora se muestrearon dos épocas del año, la primera corresponde a secas y la segunda a lluvias. Para conocer los meses adecuados se consultó la estación meteorológica "Progreso", que presenta datos que van desde el año 1981 hasta el año 2010, esto de acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional, y con la información se generó el siguiente cuadro:

Cuadro IV.48. Precipitación y temperatura anual dentro del SA

MES	PRECIPITACIÓN (mm)	TEMPERATURA (°C)
Enero	8.2	14.4
Febrero	7.5	15.9
Marzo	7.7	18.2
Abril	20.3	20.6
Mayo	63.6	21.2
Junio	**109.2**	**20.5**
Julio	71.6	18.9
Agosto	70.8	19.4
Septiembre	77.4	19.2
Octubre	37	17.7
Noviembre	9.3	16
Diciembre	**2.5**	**15.1**
TOTAL /PROMEDIO	**485**	**18.1**

Considerando la variación anual de la precipitación y la temperatura; el muestreo de época de secas se realizó en diciembre y el de lluvias en junio, tal como se observa a continuación:

Cuadro IV.49. Muestreos en cada época del año

Fechas de muestreos	
Época del año	**Fecha**
Secas	Diciembre de 2022
Lluvias	Junio de 2023

Diseño de muestreo

Las unidades de muestreo son las unidades de la población para la aplicación de la investigación y contiene a los elementos de la muestra. En la realización de inventarios forestales, con mucha frecuencia se utilizan conglomerados o sitios circulares de un tamaño determinado como unidad para la toma de datos, que deben satisfacer tres requisitos importantes:

- 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.

El diseño del muestreo empleado es un muestreo sistemático estratificado, que conlleva, en primer lugar, dividir la población en subpoblaciones que no se solapen, denominadas estratos y que, de forma conjunta, incluyen el conjunto de la población y, a continuación, dibujar una muestra

independiente a partir de cada estrato[12], y luego seleccionando una muestra sistemática de cada estrato, 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.

Para la toma de datos se requirió el siguiente material:

- GPS
- Tablet con imagen satelital
- Lápiz y pluma
- Formato de captura
- Clinómetro
- Cinta diamétrica
- Machete
- Cámara fotográfica

Y el procedimiento fue el siguiente:

- Se ubicaron los sitios a través de un GPS (marca GARMIN) con una precisión del ±3 grados de error.
- Se delimito el sitio con una cuerda o cinta y se procedió a medir las variables dasométricas de los árboles (diámetro y altura), para el estrato arbustivo y de epífitas y/o cactáceas, se cuantificaron todos los individuos presentes. Para el estrato herbáceo se realizó la delimitación del sitio para la posterior cuantificación de individuos. Este procedimiento se repitió en cada uno de los puntos que fueron establecidos para tomar información.

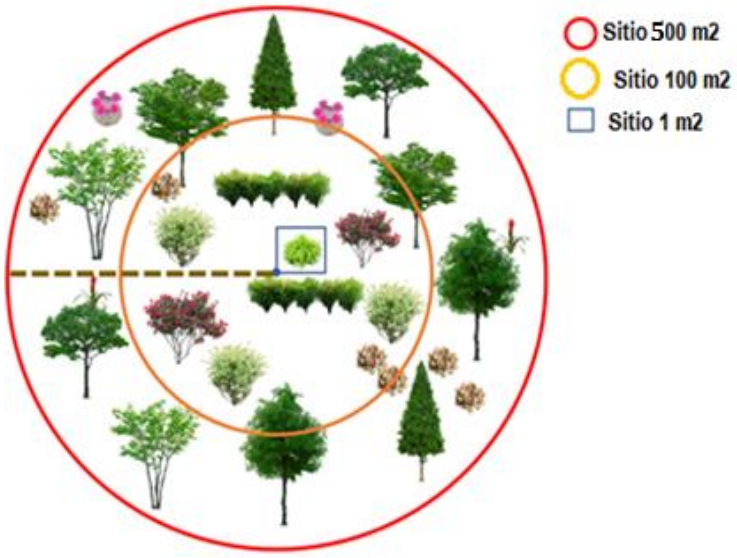


Imagen IV.1. Ejemplo sitio.

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

[12] http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/national_forest_assessment/images/PDFs/Spanish/KR2_ES__4_.pdf

Se establecieron los siguientes sitios de muestreo por unidad de análisis:

SA

- **Estrato arbóreo:**
  3 sitios de 500 m^2 con un radio de 12.64 m, y
  3 sitios de 200 m^2 con un radio de 7.97 m.
- **Estrato arbustivo:**
  6 sitios de 100 m^2, con radio de 5.64 m.
- **Estrato herbáceo:**
  9 sitios cuadrangulares de 1 m^2.
  Estrato epífitas y/o cactáceas:
  6 sitios de 500 m^2 con un radio de 12.64 m, y
  3 sitios de 200 m^2 con un radio de 7.97 m
- **Estrato lianas:**
  2 sitios de 200 m2 con radio de 7.97 m.

AI

- **Estrato arbóreo:**
  3 sitios de 400 m^2 con un radio de 11.28 m, y
  4 sitios de 200 m^2 con un radio de 7.97 m.
- **Estrato arbustivo:**
  6 sitios de 100 m^2 con un radio de 5.64 m.
- **Estrato herbáceo:**
  7 sitios cuadrangulares de 1 m^2.
- **Estrato epífitas y/o cactáceas:**
  3 sitios de 400 m2 con un radio de 11.28 m.
  3 sitios de 200 m^2 con un radio de 7.97 m, y
  1 sitio de 100 m^2 con un radio de 5.64 m.

AP

- **Estrato arbóreo:**
  3 sitios de 200 m^2 con radio de 7.97 m.
- **Estrato arbustivo:**
  3 sitios de 100 m^2 con un radio de 5.64 m.
- **Estrato herbáceo:**
  3 sitios cuadrangulares de 1 m^2.
- **Estrato epífitas y/o cactáceas:**
  3 sitios de 200 m^2 con un radio de 7.97 m.

Imagen IV.2. Ubicación del sitio de muestreo.

Imagen IV.3. Ubicación del sitio de muestreo estrato herbáceo

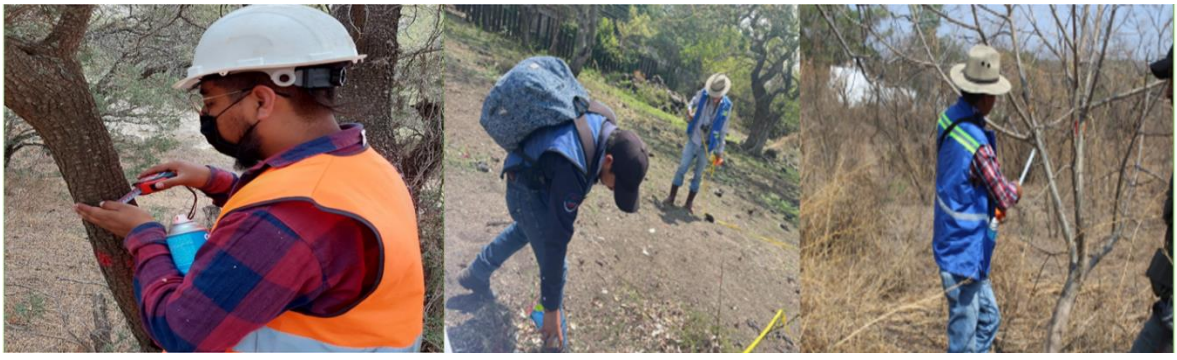


Imagen IV.4. Ejemplo de la toma de datos en campo.

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:

- Cámara fotográfica
- Formato para el registro fotográfico
- Lápiz
- Cinta métrica.

- Aerosol

Para el listado florístico del área propuesta para cambio de uso de suelo se consultaron referencias bibliográficas de los elementos florísticos que se encontrarían en la zona y los elementos florísticos dominantes, a continuación, se presenta la bibliografía consultada.

- ✓ Alvarado-Cárdenas L.O. 2008. Fascículo 65. Orobanchaceae. Flora del bajío y regiones adyacentes. Instituto de Biología, UNAM. Coyoacán, México, D.F. 57 p.
- ✓ Martínez-Pérez, Aniceto; López, Pedro Antonio; Gil-Muñoz, Abel; Cuevas-Sánchez, Jesús Axayácatl. 2012. Plantas silvestres útiles y prioritarias identificadas en la mixteca poblana, México. 73-98 pp.
- ✓ Rzedowski de G., Rzedowski, J. y colaboradores. 2005. Flora Fanerogámica del Valle de México. 2ª. Ed. Instituto de Ecología. A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro, Michoacán. 1406 p.
- ✓ Rzedowski J., Calderón de Rzedowski G. 2004. Fascículo 124. Oleaceae. Flora del bajío y regiones adyacentes. Instituto de Ecología, A.C. Pátzcuaro, Michoacán. 42 p.

En este proyecto se conformó 1 brigada de 3 personas, las actividades comenzaron a las 8:00 am y se detuvieron a las 5:00 pm.

TOMA DE DATOS DEL PROYECTO: _____

FECHA: RESPONSABLE DE LA INFORMACIÓN:

DATOS DEL SITIO

SUPERFICIE: _____ PROF. DEL SUELO: _____ HIDROLOGÍA: _____

PENDIENTE: _____ ASMN: _____ GRADO DE EROSIÓN: _____

EXPOSICIÓN: _____ TOPOGRAFÍA: _____ TEXTURA DEL SUELO: _____

ROCOSIDAD: _____ TIPO DE VEGETACIÓN: _____

INDIVIDUOS A REUBICAR PERTURBACIONES: _____

ESPECIES	Nº	COORDENADAS	
		NORTE	OESTE

COORDENADAS DEL CAMBIO DE USO: INICIO _____

FINAL _____

RECURSOS FORESTALES NO MADERABLES:

ESPECIE	CANTIDAD

OBSERVACIONES GENERALES: _____

COORDENADAS DEL SITISO:_____

DATOS DE LOS RECURSOS FORESTALES

ÁRBOLES				ARBUSTOS			HIERBAS	
ESPECIE	Nº DE INDIVIDUOS	DN	ALTURA	ESPECIE	Nº DE INDIVIDUOS	ALTURA	ESPECIE	Nº DE INDIVIDUOS

Imagen IV.5. Formato para la toma de datos dasométricos.

Muestreo

Con fundamento en el artículo 37 fracción III, inciso f, del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en la metodología del inventario forestal para cumplir con una confiabilidad mínima del 95% y un error de muestreo máximo del 15%, las áreas de cambio de uso de

suelo, se levantaron 3 sitios en una superficie de 0.5109 ha, las cuales presentaron características homogéneas en cuanto a la estructura de la población y número de especies.

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., 2011v; Mostacedo y Fredericksen, 2000vi).

Los criterios que generalmente se utilizan para determinar el tamaño de la muestra son la relación entre la superficie a muestrear y la superficie total, y la homogeneidad espacial de la variable o población a estudiarse.

En este sentido, el número de muestreos aumenta cuando las variables de estudio son heterogéneas. Ante esta situación, los ecólogos utilizan ciertas herramientas para mantener la representatividad y confiabilidad estadística (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

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

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

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 un 95 % de probabilidad y dos colas*
***N* =** *Total de unidades muéstrales en toda la población.*
***CV* =** *Coeficiente de variación, que deriva de:*

Para calcular el Coeficiente de variación se utilizó la siguiente formula:

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

Donde:

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

<u>De acuerdo a un pre-muestreo realizado en las tres unidades de análisis se muestra lo siguiente lo cual es un indicativo del número de sitios mínimo que se tienen que levantar dentro de cada unidad de análisis:</u>

SA

Para la toma de información en el SA se realizó un premuestreo en diciembre de 2022. Se levantaron tres sitios de 500 m^2 cada uno, con una variación de 63, 58 y 65 individuos por sitio, lo cual será determinante para calcular el número de sitios suficientes para obtener una confianza del 95%, tal como se muestra a continuación:

Cuadro IV.50. Representatividad estadística del muestreo.

Tipo de vegetación	Parcelas muestreadas	Número de individuos registradas
Bosque de mezquite	1	63
Bosque de mezquite	2	58
Bosque de mezquite	3	65
Promedio (ẋ)		62
VARIANZA		13
Muestras (n)		3
Desviación estándar (S)		3.6056
Coeficiente de variación (CV)		5.8154
95% de probabilidad t=		4.3030
E=		15
N=		42
Total de sitios 95% (n=)		**3**

Cuadro IV.51. Unidades muéstrales en toda la población.

Superficie		Tamaño de la muestra	Total de unidades muéstrales en toda la población
Ha	**m²**	**m²**	**N**
2.1000	21,000.00	500	**42**

Con los datos anteriores (Cuadro 50 y 51) se aplicó la siguiente fórmula:

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

Sustituyendo los valores obtenidos, se tiene que:

$$n = \frac{4.3030^2 * 5.8154^2}{15^2 + \frac{4.3030^2 * 5.8154^2}{42}} = \mathbf{3}$$

De acuerdo al modelo empleado, nos indica que con tres unidades muéstrales es suficiente para determinar que el muestreo es estadísticamente representativo en un 95%.

Para obtener una intensidad de muestreo del 10% se levantaron 3 sitios más de 200 m^2 cada uno, en la época de lluvias.

Cuadro IV.52. Intensidad de muestreo

IM		
HA	M^2	%
2.1000	21,000	100
0.2100	2,100	**10**

De acuerdo con lo anterior, nos indica que con 3 sitios de muestreo sería suficiente para obtener una representatividad estadística del 95%, sin embargo, fue necesario levantar 3 sitios más para obtener una representatividad mínima del 10%, obteniendo así un total de 6 sitios de muestreo en el SA.

AI

Para la toma de información en el AI se realizó un pre-muestreo en diciembre de 2022. Se levantaron tres sitios de 400 m^2 cada uno, con una variación de 70, 65 y 75 individuos por sitio, lo cual será determinante para calcular el número de sitios suficientes para obtener una confianza del 95%, tal como se muestra a continuación:

Cuadro IV.53. Representatividad estadística del muestreo.

Tipo de vegetación	Parcelas muestreadas	Número de individuos registradas
Bosque de mezquite	1	70
Bosque de mezquite	2	65
Bosque de mezquite	3	75
Promedio (ẋ)		70
VARIANZA		25
Muestras (n)		3
Desviación estándar (S)		5.0000
Coeficiente de variación (CV)		7.1429
95% de probabilidad t=		4.3030
E=		15
N=		50
Total de sitios 95% (n=)		**4**

Cuadro IV.54. Unidades muéstrales en toda la población.

Superficie		Tamaño de la muestra	Total de unidades muéstrales en toda la población
Ha	**m²**	**m²**	**N**
2.000	20,000.00	400	50

Con los datos anteriores (Cuadro 53 y 54) se aplicó la siguiente fórmula:

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

Sustituyendo los valores obtenidos, se tiene que:

$$n = \frac{4.3030^2 * 7.1429^2}{15^2 + \frac{4.3030^2 * 7.1429^2}{50}} = \mathbf{4}$$

El modelo empleado indica que, con tres unidades muéstrales no es suficiente para tener una representatividad estadísticamente del 95%, por ello se optó por tomar más sitios de muestreo, esto contemplando la época de lluvias.

Aunado a lo anterior y con el objetivo de obtener una intensidad de muestreo del 10% se levantaron 4 sitios más de 200 m^2 cada uno; 1 más en la época de secas sumando 4 sitios y 3 sitios en la época de lluvias, obteniendo en total 7 sitios para el AI.

Cuadro IV.55. Intensidad de muestreo

IM		
HA	M^2	%
2.0000	20,000	100
0.2000	2,000	**10**

De acuerdo a lo anterior nos indica que con 4 sitios de muestreo sería suficiente para obtener una representatividad estadística del 95%, aunado a ello y con el objetivo de obtener una intensidad de muestreo mínima del 10%, se levantó información de 4 sitios más con un área de 200 m^2, obteniendo así una muestra total de 7 sitios para el AI.

AP

Para la toma de información en el AP se realizó un pre-muestreo en diciembre de 2022. Se levantaron tres sitios de 200 m^2 cada uno, con una variación de 57, 57 y 62 individuos por sitio, lo cual será determinante para calcular el número de sitios suficientes para obtener una confianza del 95%, tal como se muestra a continuación:

Cuadro IV.56. Representatividad estadística del muestreo.

Tipo de vegetación	Parcelas muestreadas	Número de individuos registradas
Bosque de mezquite	1	57
Bosque de mezquite	2	57
Bosque de mezquite	3	62
Promedio (ẋ)		59
VARIANZA		8
Muestras (n)		3
Desviación estándar (S)		2.8868
Coeficiente de variación (CV)		4.9206
95% de probabilidad t=		4.3030
E=		15
N=		26
Total de sitios 95% (n=)		**2**

Cuadro IV.57. Unidades muéstrales en toda la población.

Tipo de vegetación	Superficie de para muestreo AI		Tamaño de la muestra	Total de unidades muéstrales en toda la población
	Ha	m^2	m^2	N
Bosque de mezquite	0.5109	5,109.00	200	26

Con los datos anteriores (Cuadro 56 y 57) se aplicó la siguiente fórmula:

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

Sustituyendo los valores obtenidos, se tiene que:

$$n = \frac{4.3030^2 * 7.1429^2}{15^2 + \frac{4.3030^2 * 7.1429^2}{26}} = \mathbf{2}$$

El modelo empleado indica que, con dos unidades muéstrales es suficiente para tener una representatividad estadísticamente del 95%.

Aunado a lo anterior y tomando en cuenta que para la caracterización del AP se levantaron 3 sitios de 200 m^2, tenemos una intensidad de muestreo mayor al 10%.

Cuadro IV.58. Intensidad de muestreo

IM		
HA	**M²**	**%**
0.5109	5,109.000	100
0.0600	600.000	**12**

De acuerdo a lo anterior nos indica que con 2 sitios de muestreo sería suficiente para obtener una representatividad estadística del 95%, aunado a ello y con el objetivo de obtener una intensidad de muestreo mínima del 10%, se levantó información de 3 sitios.

Sitios de muestreo

A continuación, se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo y la época del año en la que fueron realizados con sus respectivos planos por estratos:

SA

Cuadro IV.59. Coordenadas de muestreo Sistema ambiental.

Época del año	Fecha	Sitio	Estrato	Tamaño del sitio (m²)	Coordenadas	
					X	Y
Secas	Diciembre de 2022	1	Arbóreo	500	672369	2042025
			Arbustivo	200	672369	2042025
				200	672475	2041826
			Cactáceas y/o epífitas	500	672369	2042025
			Herbáceo	1	672368	2042020
				1	672475	2041826
		2	Arbóreo	500	672383	2042270
			Cactáceas y/o epífitas			
			Arbustivo	200	672383	2042270
			Herbáceo	1	672374	2042266
				1	672376	2042270
				1	672383	2042270
		3	Arbóreo	500	672341	2042161
			Cactáceas y/o epífitas			
			Arbustivo	200	672341	2042161
			Herbáceo	1	672340	2042166
Lluvias	Junio de 2023	4	Arbóreo	200	672386	2042367
			Cactáceas y/o epífitas			
			Arbustivo	100		

Época del año	Fecha	Sitio	Estrato	Tamaño del sitio (m²)	Coordenadas	
					X	Y
			Herbáceo	1		
		5	Arbóreo	200	672435	2042440
			Cactáceas y/o epífitas			
			Lianas			
			Arbustivo	100		
			Herbáceo	1		
		6	Arbóreo	200	672461	2042523
			Cactáceas y/o epífitas			
			Lianas			
			Arbustivo	100		
			Herbáceo	1		

AI

Cuadro IV.60. Coordenadas centrales de los sitios de muestreo Área de influencia.

Época	Fecha	Sitio	Estrato	Tamaño del sitio (m²)	Coordenadas UTM	
					X	Y
Secas	Diciembre de 2022	1	Arbóreo	400	671188	2039805
			Cactáceas y/o epífitas			
			Arbustivo	100		
			Herbáceo	1		
		2	Arbóreo	400	671166	2039843
			Cactáceas y/o epífitas			
			Arbustivo	100		
			Herbáceo	1		
		3	Arbóreo	400	671205	2039855
			Cactáceas y/o epífitas			
			Arbustivo	100		
			Herbáceo	1		
		4	Arbóreo	200	671199	2039879
			Cactáceas y/o epífitas	100		
			Herbáceo	1	671197	2039875
Lluvias	Junio de 2023	5	Arbóreo	200	671177	2039942
			Cactáceas y/o epífitas			
			Arbustivo	100		
			Herbáceo	1		
		6	Arbóreo	200	671155	2039975
			Cactáceas y/o epífitas			
			Arbustivo	100		
			Herbáceo	1		
		7	Arbóreo	200	671090	2039907
			Cactáceas y/o epífitas			
			Arbustivo	100		
			Herbáceo	1		

AP

En el caso específico del AP los sitios que se realizaron en la época de secas corresponden a los sitios visitados en la época de lluvias, sin embargo, dentro de los sitios no se encontró variación representativa en los estratos arbóreo, y cactáceas y/o epífitas y herbáceas (en la página 85 subtitulo **AP** se abunda más sobre esta situación que se observó en el AP.

En el caso del estrato herbáceo se observaron dos de las especies que se registraron en secas, las cuales corresponden a, *Enneapogon desvauxii y Viguiera dentata;* el primero corresponde

a un pasto característico de zonas perturbadas en ambientes áridos y la segunda corresponde a una especie ruderal común en zonas con perturbación y áreas de matorrales.

Cabe señalar que ambas especies visualmente dominan el paisaje en el estrato herbáceo, pudiendo ser las primeras especies que reverdecen y generan una mayor cobertura.

Cuadro IV.61. Coordenadas de los vértices del AP del polígono censado del estrato arbóreo y epífitas y/o cactáceas.

Sitio	Estrato	Tamaño del sitio (m^2)	Coordenadas UTM	
			X	Y
1	Arbóreo	200	671112	2039818
	Arbustivo	100		
	Cactáceas y/o epífitas	200		
	Herbáceo	1		
		100		
2	Arbóreo	200	671152	2039781
	Arbustivo	100		
	Cactáceas y/o epífitas	200		
	Herbáceo	1		
		100		
3	Arbóreo	200	671148	2039837
	Arbustivo	100		
	Cactáceas y/o epífitas	200		
	Herbáceo	1		
		100		

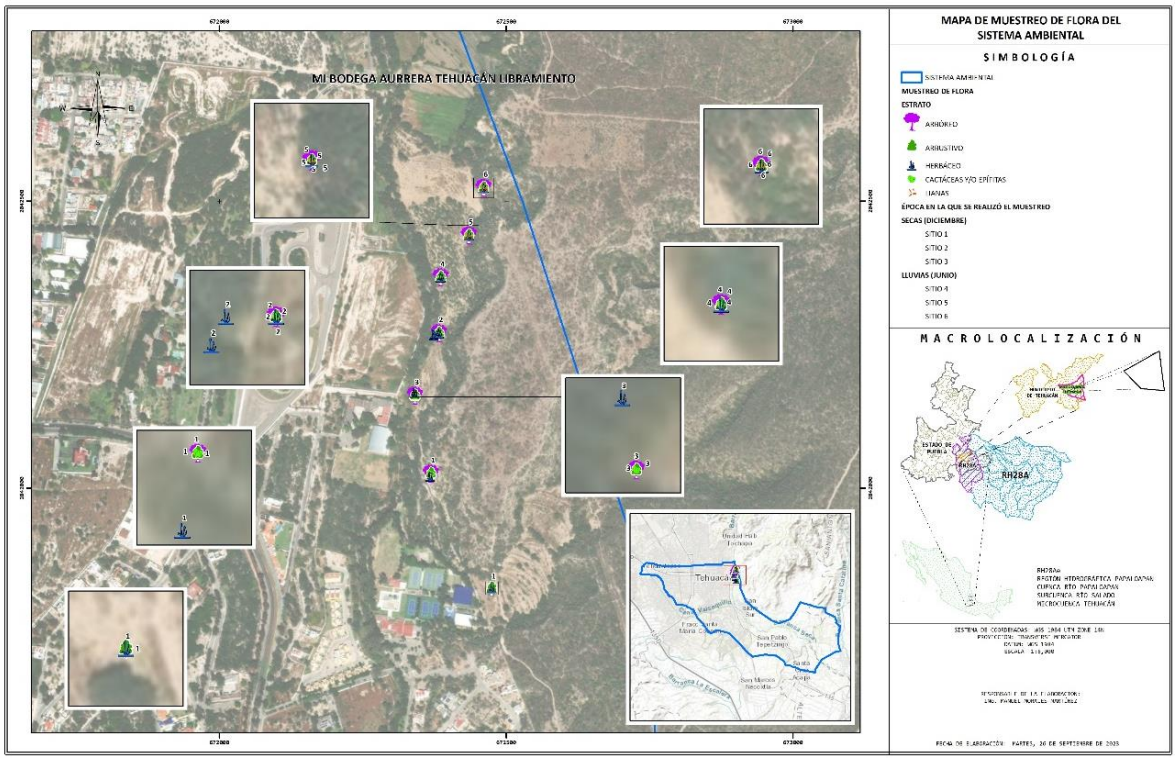


Figura IV.39. Plano de sitios de muestreo, SA.

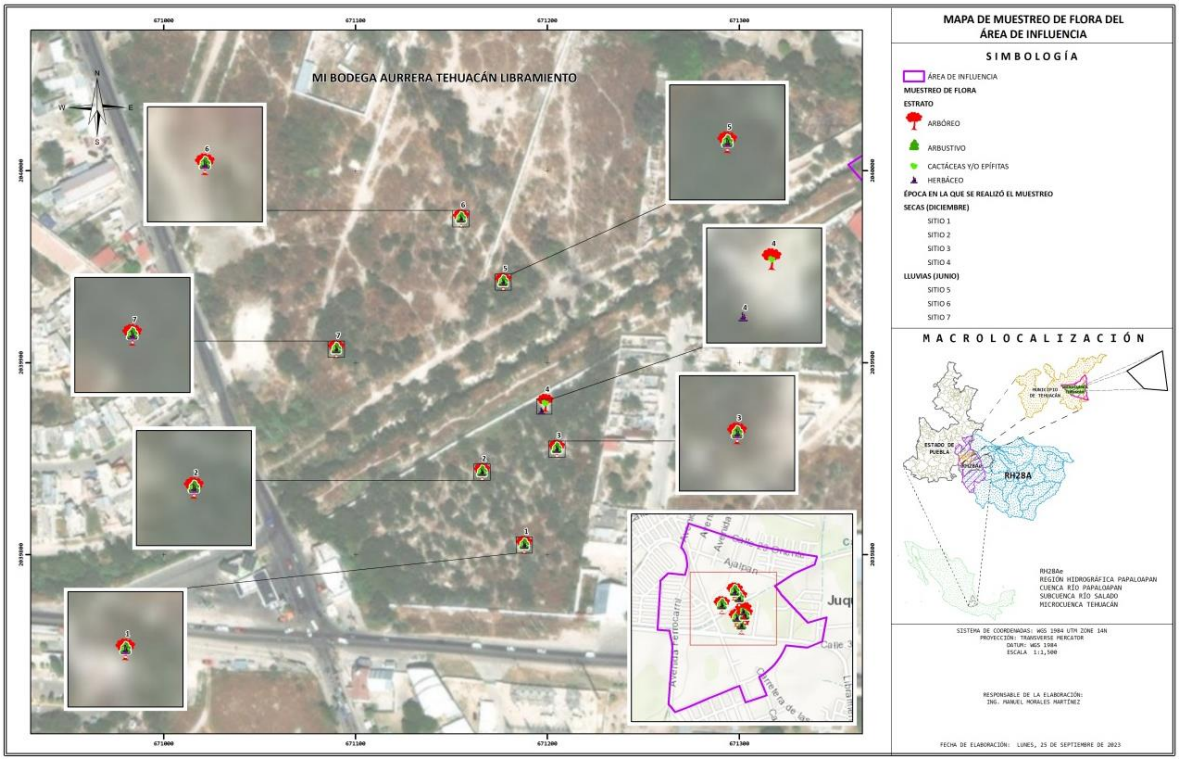


Figura IV.40. Plano de sitios de muestreo AI.

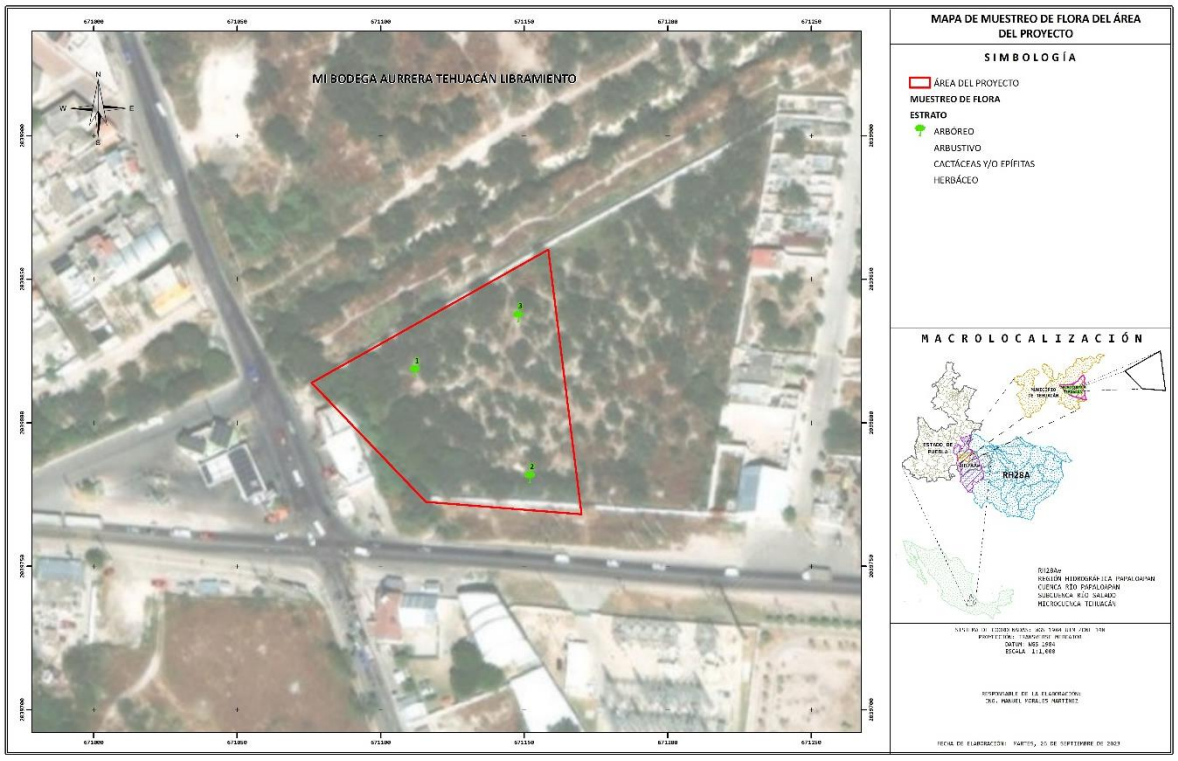


Figura IV.41. Plano de sitios de muestreo AP.

Especies por sitios de muestreo

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

SA

Cuadro IV.62. Muestreo Sistema ambiental.

Sitio	Estrato	Familia	Género	Especie	Nombre común	No. de individuos
1	Arbóreo	Cannabaceae	Celtis	*Celtis pallida*	Naranjillo	6
		Fabaceae	Acacia	*Acacia farnesiana*	Huizache	1
				Acacia pennatula	Huizache blanco	2
						1
			Parkinsonia	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	20
						4
			Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	19
						1
		Rutaceae	Megastigma	*Megastigma galeottii*	S/N	9
	Arbustivo	Asteraceae	Verbesina	*Verbesina neotenoriensis*	Chimalacate	10
		Stericuliaceae	Ayenia	*Ayenia ovata*	S/N	2
	Cactáceas y/o epífitas	Asparagaceae	Agave	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	1
		Bromeliaceae	Tillandsia	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	50
		Cactaceae	Cylindropuntia	*Cylindropuntia pubescens*	Chile de perro	22
			Mammillaria	*Mammillaria carnea*	Biznaga lechuda	2
			Opuntia	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	85
			Pachycereus	*Pachycereus weberi*	Candelabro	4
	Herbáceo	Chenopodiaceae	Chenopodium	*Chenopodium fremontii*	S/N	1
		Poaceae	Chloris	*Chloris virgata*	Barbas de indio	10
		Poaceae	Enneapogon	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	4
2	Arbóreo	Anacardiaceae	Schinus	*Schinus molle*	Pirul	6
		Cannabaceae	Celtis	*Celtis pallida*	Naranjillo	17
						4
		Fabaceae	Acacia	*Acacia pennatula*	Huizache blanco	9
			Parkinsonia	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	2
						1
			Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	20
						18
		Scrophulariaceae	Buddleja	*Buddleja parviflora*	Sayolisco	7
						6
	Arbustivo	Asteraceae	Montanoa	*Montanoa tomentosa*	Zoapatle	7
		Euphorbiaceae	Croton	*Croton ciliato-glanduliiferus*	Solemancillo	11
		Stericuliaceae	Ayenia	*Ayenia ovata*	S/N	5
	Cactáceas y/o epífitas	Bromeliaceae	Tillandsia	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	409
		Cactaceae	Cylindropuntia	*Cylindropuntia pubescens*	Chile de perro	35
			Opuntia	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	34
				Opuntia tehuacana	Nopal	3
				Opuntia tomentosa	Nopal	36
			Pachycereus	*Pachycereus weberi*	Candelabro	1
	Herbáceo	Chenopodiaceae	Chenopodium	*Chenopodium fremontii*	S/N	1
		Poaceae	Enneapogon	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	1
		Asteraceae	Viguiera	*Viguiera dentata*	Chimalacate	4
3	Arbóreo	Asparagaceae	Yucca	*Yucca periculosa*	Izote	7
		Cannabaceae	Celtis	*Celtis pallida*	Naranjillo	1
		Fabaceae	Leucaena	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	1
			Parkinsonia	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	2
			Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	23
						3
	Arbustivo	Verbenaceae	Lantana	*Lantana hirta*	Oreganillo de monte	7
	Cactáceas y/o epífitas	Bromeliaceae	Tillandsia	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	340
		Cactaceae	Cylindropuntia	*Cylindropuntia pubescens*	Chile de perro	6

Sitio	Estrato	Familia	Género	Especie	Nombre común	No. de individuos
			Hylocereus	*Hylocereus undulatus*	Pitahaya	17
			Opuntia	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	5
			Opuntia	*Opuntia tomentosa*	Nopal	11
	Herbáceo	Chenopodiaceae	Chenopodium	*Chenopodium fremontii*	S/N	3
4	Arbóreo	Fabaceae	Parkinsonia	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	16
						1
			Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	85
						18
		Ulmaceae	Celtis	*Celtis pallida*	Naranjillo	2
						2
	Arbustivo	Euphorbiaceae	Croton	*Croton ciliato-glanduliiferus*	Solemancillo	1
		Verbenaceae	Lantana	*Lantana camara*	Cinco negritos	5
				Lantana hirta	Oreganillo de monte	12
	Cactáceas y/o epífitas	Bromeliaceae	Tillandsia	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	20
		Cactaceae	Cylindropuntia	*Cylindropuntia pubescens*	Chile de perro	41
			Opuntia	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	24
						2
				Opuntia tomentosa	Nopal	3
	Herbáceo	Asteraceae	Viguiera	*Viguiera dentata*	Chamiso	2
5	Arbóreo	Asparagaceae	Yucca	*Yucca periculosa*	Izote	2
						3
		Fabaceae	Parkinsonia	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	1
		Fabaceae	Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	6
		Ulmaceae	Celtis	*Celtis pallida*	Naranjillo	14
	Arbustivo	Acanthaceae	Ruellia	*Ruellia rosea*	S/N	15
		Asteraceae	Montanoa	*Montanoa tomentosa*	Zoapatle	4
		Euphorbiaceae	Croton	*Croton ciliato-glanduliiferus*	Solemancillo	1
		Verbenaceae	Lantana	*Lantana camara*	Cinco negritos	3
	Cactáceas y/o epífitas	Asparagaceae	Agave	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	20
		Bromeliaceae	Tillandsia	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	121
		Cactaceae	Mammillaria	*Mammillaria carnea*	Biznaga lechuda	1
			Marginatocereus	*Marginatocereus marginatus*	Órgano	5
			Opuntia	*Opuntia pubescens*	Chile de perro	9
			Opuntia	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	17
			Pachycereus	*Pachycereus grandis*	Órgano	18
	Herbáceo	Convolvulaceae	Ipomoea	*Ipomoea orizabensis*	Quiebraplatos	1
	Lianas	Vitaceae	Cissus	*Cissus tuberosa*	Bejuco	1
6	Arbóreo	Celastraceae	Maytenus	*Maytenus phyllanthoides*	Mangle dulce	11
		Fabaceae	Parkinsonia	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	1
			Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	7
						1
		Ulmaceae	Celtis	*Celtis pallida*	Naranjillo	3
	Arbustivo	Asteraceae	Montanoa	*Montanoa tomentosa*	Zoapatle	13
		Convolvulaceae	Ipomoea	*Ipomoea orizabensis*	Quiebraplatos	1
		Euphorbiaceae	Euphorbia	*Euphorbia cymbifera*	Zapatito	1
		Solanaceae	Solanum	*Solanum lanceolatum*	Tomatillo	1
	Cactáceas y/o epífitas	Asparagaceae	Agave	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	2
		Bromeliaceae	Tillandsia	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	265
		Cactaceae	Marginatocereus	*Marginatocereus marginatus*	Órgano	1
			Opuntia	*Opuntia pubescens*	Chile de perro	2
				Opuntia streptacantha	Nopal cardón	4
	Herbáceo	Chenopodiaceae	Chenopodium	*Chenopodium berlandieri*	Quelite cenizo	6

Sitio	Estrato	Familia	Género	Especie	Nombre común	No. de individuos
	Lianas	Vitaceae	Cissus	*Cissus tuberosa*	Bejuco	4

AI

Cuadro IV.63. Especies presentes por sitio de muestreo en el Área de influencia.

Sitio	Estrato	Especie	Nombre común	No. de individuos
1	Arbóreo	*Acacia farnesiana*	Huizache	6
				11
				6
		Prosopis laevigata	Mezquite	23
		Prosopis laevigata		14
		Prosopis laevigata		19
	Arbustivo			
	Cactáceas y/o epífitas	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	47
	Herbáceo	*Chenopodium fremontii*	S/N	2
		Senna covesii	Ejotillo	1
		Enneapogon desvauxii	Zacate ladera	1
		Loeselia coerulea	Huizizile morado	1
2	Arbóreo	*Acacia farnesiana*	Huizache	4
		Prosopis laevigata	Mezquite	22
				14
				10
	Arbustivo			
	Cactáceas y/o epífitas	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	67
	Herbáceo	*Chenopodium fremontii*	S/N	2
		Euphorbia hyssopifolia	Hierba de la golondrina	6
		Loeselia coerulea	Huizizile morado	2
3	Arbóreo	*Celtis pallida*	Naranjillo	3
				2
		Leucaena esculenta	Guaje rojo	1
		Prosopis laevigata	Mezquite	81
				37
	Arbustivo	*Montanoa tomentosa*	Zoapatle	1
		Lantana hirta	Oreganillo de monte	4
	Cactáceas y/o epífitas	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	9
		Opuntia streptacantha	Nopal cardón	194
		Opuntia tomentosa	Nopal	16
	Herbáceo	*Viguiera dentata*	Chimalacate	38
		Chenopodium fremontii	S/N	3
4	Arbóreo	*Celtis pallida*	Naranjillo	2
		Acacia farnesiana	Huizache	4
		Prosopis laevigata	Mezquite	33
	Cactáceas y/o epífitas	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	10
		Opuntia cochenillifera	Nopal chamacuero	11
		Opuntia streptacantha	Nopal cardón	15
		Opuntia tomentosa	Nopal	7
	Herbáceo	*Chenopodium fremontii*	S/N	3
		Euphorbia hyssopifolia	Hierba de la golondrina	3
		Enneapogon desvauxii	Zacate ladera	2
		Viguiera dentata	Chimalacate	39
5	Arbóreo	*Celtis pallida*	Naranjillo	12

Sitio	Estrato	Especie	Nombre común	No. de individuos
		Celtis pallida	Naranjillo	29
		Caesalpinia cacalaco	Chalala	2
				2
				11
		Prosopis laevigata	Mezquite	2
				2
				21
	Arbustivo	*Lantana camara*	Cinco negritos	8
	Cactáceas y/o epífitas	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	32
		Opuntia tomentosa	Nopal	10
	Herbáceo	*Amaranthus hybridus*	Quintonil	3
		Panicum maximum	Zacate guinea	1
6	Arbóreo	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	1
		Prosopis laevigata	Mezquite	3
				43
				14
	Arbustivo			
	Cactáceas y/o epífitas	*Opuntia tomentosa*	Nopal	47
	Herbáceo	*Amaranthus hybridus*	Quintonil	10
		Panicum maximum	Zacate guinea	1
7	Arbóreo	*Vallesia glabra*	Peralillo	3
				4
		Celtis pallida	Naranjillo	1
				1
		Leucaena esculenta	Guaje rojo	1
		Prosopis laevigata	Mezquite	6
	Arbustivo			
	Cactáceas y/o epífitas	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	3
	Herbáceo	*Panicum maximum*	Zacate guinea	1
		Solanum nigrum	Tomatillo del diablo	3

AP

Cuadro IV.64. Especies presentes por sitio de muestreo en el AP.

Sitio	Estrato	Género	Especie	Nombre común	No. de individuos
1	Arbóreo	*Celtis*	*Celtis pallida*	Naranjillo	1
					1
		Acacia	*Acacia farnesiana*	Huizache	2
					8
		Parkinsonia	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	1
		Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	1
					6
					11
					26
	Arbustivo				
	Cactáceas y/o epífitas	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	3
		Opuntia	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	4
			Opuntia tomentosa	Nopal	8
	Herbáceo	*Chenopodium*	*Chenopodium fremontii*	S/N	1
		Enneapogon	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	8
		Viguiera	*Viguiera dentata*	Chimalacate	5

Sitio	Estrato	Género	Especie	Nombre común	No. de individuos
2	Arbóreo	*Acacia*	*Acacia farnesiana*	Huizache	1
					1
		Parkinsonia	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	1
					1
					20
		Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	2
					31
	Arbustivo				
	Cactáceas y/o epífitas	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	18
			Opuntia tomentosa	Nopal	3
	Herbáceo	*Euphorbia*	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	6
		Enneapogon	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	15
		Viguiera	*Viguiera dentata*	Chimalacate	33
3	Arbóreo	*Acacia*	*Acacia farnesiana*	Huizache	1
					10
		Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	1
					4
					46
	Arbustivo				
	Cactáceas y/o epífitas	*Opuntia*	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	3
		Opuntia	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	19
			Opuntia tomentosa	Nopal	4
	Herbáceo	*Euphorbia*	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	6
		Viguiera	*Viguiera dentata*	Chimalacate	8

Diversidad de las comunidades

Listado florístico

Comparación de la flora registrada en la época de secas y lluvias

Se realizó un comparativo y se aplicó el coeficiente de Jaccard para conocer la similitud o disimilitud entre las épocas muestreadas:

Índice de similitud/disimilitud

Expresa el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, por lo que son una medida inversa de la diversidad beta, que se refiere al cambio de especies entre dos muestras (Magurran, 1988[13]; Baev y Penev, 1995[14]; Pielou, 1975[15]). Sin embargo, a partir de un valor de similitud (s) se puede calcular fácilmente la disimilitud (d) entre las muestras: d=1_s (Magurran, 1988). Estos índices pueden obtenerse con base en datos cualitativos o cuantitativos directamente o a través de métodos de ordenación o clasificación de las comunidades (Baev y Penev, 1995).

Coeficiente de similitud de Jaccard:

[13] Maguran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.
[14] Baev, P. V. y L. D. Penev. 1995. BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Versión 5.1. Pensoft, Sofia-Moscow, 57 pp.
[15] Pielou, E. C. 1975. Ecological diversity. John Wiley & Sons, Inc., New York, 165 pp.

$$Ij = \frac{c}{a + b - c}$$

En donde:

a= número de especies presentes en el sitio A
b= número de especies presentes en el sitio B
c= número de especies presentes en ambos sitios A y B

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies.

Dado que, en los sitios registrados en la época de secas no existieron condiciones que indiquen un cambio significativo en la composición florística para la época de lluvias (principalmente en los estratos superiores) en razón de esto se optó por tomar la información en sitios diferentes para la época de lluvias con el objetivo de aumentar el tamaño de muestra y por ende, una mejor representatividad de la diversidad. Esto aplica para los sitios tanto del SA y del AI pues se contaba con más áreas para poder llevar a cabo los muestreos, situación opuesta en el AP, aunado a el hecho de existir una diversidad muy baja producto de la perturbación que se ejerce sobre el área (más adelante se abundará sobre el caso específico del AP).

SA

Cuadro IV.65. Comparativo de las dos épocas muestreadas (1=presencia, 0= ausencia, 2= similitud).

ID	Estrato	Nombre científico	Lluvias	Secas	Consenso
1	Arbóreo	*Acacia farnesiana*	0	1	1
2		*Acacia pennatula*	0	1	1
3		*Buddleja parviflora*	0	1	1
4		*Celtis pallida*	**1**	**1**	**2**
5		*Leucaena esculenta*	0	1	1
6		*Maytenus phyllanthoides*	1	0	1
7		*Megastigma galeottii*	0	1	1
8		*Parkinsonia praecox*	**1**	**1**	**2**
9		*Prosopis laevigata*	**1**	**1**	**2**
10		*Schinus molle*	0	1	1
11		*Yucca periculosa*	**1**	**1**	**2**
12	Arbustivo	*Ayenia ovata*	0	1	1
13		*Croton ciliato-glanduliiferus*	**1**	**1**	**2**
14		*Euphorbia cymbifera*	1	0	1
15		*Ipomoea orizabensis*	1	0	1
16		*Lantana camara*	1	0	1
17		*Lantana hirta*	**1**	**1**	**2**
18		*Montanoa tomentosa*	**1**	**1**	**2**
19		*Ruellia rosea*	1	0	1
20		*Solanum lanceolatum*	1	0	1
21		*Verbesina neotenoriensis*	0	1	1
22	Cactáceas y/o epífitas	*Agave salmiana*	**1**	**1**	**2**
23		*Cylindropuntia pubescens*	**1**	**1**	**2**
24		*Hylocereus undulatus*	0	1	1
25		*Mammillaria carnea*	**1**	**1**	**2**
26		*Marginatocereus marginatus*	1	0	1
27		*Opuntia pubescens*	1	0	1
28		*Opuntia streptacantha*	**1**	**1**	**2**
29		*Opuntia tehuacana*	0	1	1

ID	Estrato	Nombre científico	Lluvias	Secas	Consenso
30		*Opuntia tomentosa*	**1**	**1**	**2**
31		*Pachycereus grandis*	1	0	1
32		*Pachycereus weberi*	0	1	1
33		*Tillandsia recurvata*	**1**	**1**	**2**
34		*Chenopodium berlandieri*	1	0	1
35		*Chenopodium fremontii*	0	1	1
36	**Herbáceo**	*Chloris virgata*	0	1	1
37		*Enneapogon desvauxii*	0	1	1
38		*Ipomoea orizabensis*	1	0	1
39		*Viguiera dentata*	**1**	**1**	**2**
40	**Lianas**	*Cissus tuberosa*	1	0	1
Número total especies por época			**26**	**28**	
Número específico de especies			**12**	**14**	
Similitud			**14**	**14**	

Cuadro IV.66. Índice de Jaccard.

Coeficiente de similitud de *Jaccard*	
Número de especies en secas	26
Número de especies en lluvias	28
Número de especies presentes en ambas épocas	14
I j	**0.3500**

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies. De acuerdo con el coeficiente de similitud de Jaccard tenemos una similitud entre épocas baja, lo que indica que existe diferencias entre épocas.

AI

Cuadro IV.67. Comparativo de las dos épocas muestreadas (1=presencia, 0= ausencia, 2= similitud).

ID	Estrato	Especie	Lluvias	Secas	Total general
1		*Acacia farnesiana*	**1**	**1**	**2**
2		*Caesalpinia cacalaco*	1	0	1
3		*Celtis pallida*	**1**	**1**	**2**
4	**Arbóreo**	*Leucaena esculenta*	**1**	**1**	**2**
5		*Parkinsonia praecox*	1	0	1
6		*Prosopis laevigata*	**1**	**1**	**2**
7		*Vallesia glabra*	1	0	1
8		*Lantana camara*	1	0	1
9	**Arbustivo**	*Lantana hirta*	0	1	1
10		*Montanoa tomentosa*	0	1	1
12		*Opuntia cochenillifera*	1	0	1
13	**Cactáceas y/o epífitas**	*Opuntia streptacantha*	**1**	**1**	**2**
14		*Opuntia tomentosa*	**1**	**1**	**2**
15		*Tillandsia recurvata*	**1**	**1**	**2**
16		*Amaranthus hybridus*	1	0	1
17		*Chenopodium fremontii*	**1**	**1**	**2**
18		*Enneapogon desvauxii*	**1**	**1**	**2**
19		*Euphorbia hyssopifolia*	**1**	**1**	**2**
20	**Herbáceo**	*Loeselia coerulea*	0	1	1
21		*Panicum maximum*	1	0	1
22		*Senna covesii*	0	1	1
23		*Solanum nigrum*	1	0	1
24		*Viguiera dentata*	**1**	**1**	**2**
Número total			**19**	**15**	
Número específico de sp			**8**	**4**	
Similitud (c)			**11**	**11**	

Cuadro IV.68. Índice de Jaccard.

Coeficiente de similitud de Jaccard	
Número de especies en lluvias	19
Número de especies en lluvias	15
Número de especies presentes en ambas épocas	11
I j	**0.4783**

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies. De acuerdo con el coeficiente de similitud de Jaccard tenemos una similitud entre épocas baja y media lo que indica que existen diferencias entre épocas.

Análisis de los resultados por épocas del año de la flora del SA y del AI

Para comprender la dinámica estructural y de diversidad de la flora es importante conocer las condiciones fisiológicas y morfológicas de los diversos estratos, por ejemplo:

Estratos: arbóreo, arbustivo y cactáceas y/o epífitas

1. Las especies de flora de los estratos arbóreo y arbustivo, suelen ser especies con follaje caducifolio o perenne, esto quiere decir que; las especies con condición caducifolia presentarán follaje solamente en las épocas con mayor precipitación, quedando desprovistas de follaje en la época de estiaje; por otro lado, las especies perennes presentaran sus estructuras foliares (hojas) durante todo el año. Cabe señalar que las especies caducifolias seguirán presentes durante todo el año con la única diferencia fenotípica (aspecto físico) de estar desprovistas de hojas.

2. Las especies de flora de los estratos de cactáceas y epífitas, son especies perennes, es decir se mantienen durante todo año, con la diferencia de que la mayoría sólo presenta floración en las épocas con mayor precipitación. Este tipo de plantas son exitosas evolutivamente hablando dado que, presentan estructuras morfológicas que en combinación con su fisiología les permiten desarrollarse en ambientes extremos y pobres nutricionalmente hablando.

Ahora bien, la notable diferencia entre épocas está más ligada al aumento de la muestra dado que, se visitaron nuevos sitios de muestreo, aumentado el número de especies raras y reencontrando especies comunes como: *Celtis pallida, Parkinsonia praecox Prosopis laevigata Lantana hirta, Montanoa tomentosa, Agave salmiana, Tillandsia recurvata* por mencionar algunas. De acuerdo con Muñoz & Bonacic (2006[16]) al evaluar un área determinada en dos temporalidades observaremos principalmente variación en la cobertura vegetal por el aumento del follaje.

Debido a lo anterior, tomar información en un mismo sitio durante dos épocas resulta poco relevante para los estratos arbóreo, arbustivo, cactáceas y/o epífitas, y lianas, salvo que se esté analizando otros factores de las especies como el ciclo de vida, estrés hídrico, relaciones simbióticas con especies de fauna, cobertura vegetal, tiempo de paso, entre otros aspectos.

[16] Muñoz, A. E. & & Bonacic, C. (2006). SEASONAL FLORISTIC AND VEGETATIONAL CHANGE IN THE PRE-ANDEAN MOUNTAIN IN PUTRE COUNTY (I REGION OF TARAPACA, CHILE), DURING 2002 AND 2003. Gayana Bot. 63(1): 75-92 pp.

Estrato herbáceo

1. El estrato herbáceo es el único estrato que puede presentar disimilitud entre épocas, dado que, este tipo de plantas al no desarrollar estructuras leñosas y dependiendo el área de distribución tiende a no estar presente durante el estiaje... es claro que pueden existir excepciones, como en el caso de los pastos que, son visibles en ambas épocas con diferencias notables en su fenotipo (aspecto físico); mientras que en época de lluvias se les observa verdes, en época de secas se observan secos; en ambas épocas siguen cumpliendo roles importantes en el ambiente, evitan la erosión, sirven de refugio, coadyuvan al ciclo de los nutrientes, entre otros.

2. De acuerdo con nuestros resultados, dentro del SA se encontraron 3 especies en la época de lluvias y 4 en la época de secas (ver cuadro IV. 65); siendo *Viguiera dentata* la única presente en ambas épocas.
Se encontró dos especies del mismo Género: *Chenopodium berlandieri* (secas) *y Chenopodium fremontii* (lluvias)*,* las cuales son consideradas arvenses, la bibliografía indica que estas especies solo están presentes en la época de lluvias, sin embargo, de acuerdo a nuestro estudio una de las especies se encontró en época de secas, esto puede estar ligado al área de distribución por ejemplo, en el sotobosque la humedad se suele conservar hasta un punto que algunas herbáceas oportunistas pueden disponer de la poca humedad y permanecer activas gran parte del año. El resto de las especies son pastos y hierbas que están presentes en gran parte del territorio nacional, algunas consideradas ruderales y oportunistas.

3. En el caso del AI, se encontraron 7 especies en la época de lluvias y 6 en la época de secas, con 5 especies similares para ambas épocas, cabe señalara que en el AI se registró la especie *Panicum máximum,* catalogada como, invasora y oportunista por su gran capacidad de adaptación, capaz de soportar suelos con sequía y contaminados con hidrocarburos, grasas y aceites.
Aunado a lo anterior las especies del estrato herbáceo son las plantas con una gran capacidad de reproducción y colonización de áreas urbanas, el proyecto no compromete la diversidad de las especies herbáceas, pues las que se distribuyen en el AP se encuentran en el AI y el SA, muchas de ellas son ruderales y oportunistas.

Para este estudio en particular la toma de datos en dos épocas del año nos permitió aumentar la muestra en el SA y el AI, corroborando que las especies que se encuentran en el AP son especies comunes en ambas unidades de análisis.

AP

Debido a la baja diversidad dentro del AP, se visitaron los tres sitios muestreados durante la época de secas como parte del muestreo en época de lluvias, sin embargo, no se encontraron especies nuevas del estrato arbóreo, cactáceas y/o epífitas y herbáceo; a continuación, se discuten los factores que determinan y condicionan la diversidad en un paisaje, paramo o área específica:

1. En primer lugar, los estratos superiores requieren de más de un año para desarrollarse y ejercer un cambio significativo en el paisaje.
2. Para que se lleve a cabo el establecimiento de especies nuevas en un área determinada se requiere de las condiciones medio ambientales específicas, ello responde a que, en un

ambiente con alta perturbación solo se desarrollaran especies sinantrópicas, ruderales o malezas, desplazando a especies nativas que requieren de condiciones menos perturbadas y con mejor estado de conservación.

3. Es evidente que, la vegetación que se desarrolla en el AP presenta signos de perturbación y por lo tanto, la diversidad establecida será la misma, pues no existen condiciones óptimas para que se desarrollen más especies y más individuos, a ello hay que agregar que toda área, paisaje o paramo presenta un nivel de carga que va en función de: los nutrientes disponibles, la precipitación, la luminosidad y competencia (por mencionar algunos); y como resultados obtenemos una competencia por los recursos en donde las especies sinantrópicas saldrán vencedoras, dado que, están adaptadas a condiciones pobres nutricionalmente hablando.
4. Como último argumento pero no menos importante, la diversidad faunística es determinante para el paisaje en todo tipo de vegetación, en este caso, una baja diversidad nos genera un bajo nivel de especies pertenecientes al gremio de los dispersores de semillas, ello responde que, al existir un baja diversidad de especies dispersoras de semillas y al no existir una continuidad con alguna masa forestal aledaña, será poco probable un intercambio de germoplasma (semillas), y aunado a el bajo nivel de carga, obtenemos un ambiente poco diverso y con pocas posibilidades de albergar y permitir el desarrollo de más biodiversidad.

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.

Conforme la lista de especies aumenta, la probabilidad de añadir una nueva especie a la lista en cierto intervalo de tiempo disminuye proporcionalmente con el tamaño actual de la lista, hasta que eventualmente alcanza cero (Soberón y Llorente, 1993[17]).

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 (Colwell y Coddington, 1994[18]).

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.

[17] Soberón, J. Y J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation biology,* **7**: 480-488.

[18] Colwell, R. K. Y J. A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B, 345: 101-118.

Modelo logarítmico

$$S = \alpha + \beta \log (M)$$

Modelo potencial

$$S = \alpha M^{\beta}$$

S= Riqueza
α= Parámetro
β=Parámetro
M= Muestras

SA

Con los dos muestreos se acumularon y registraron 40 especies florísticas para corroborar la intensidad de muestreo y conocer completitud del mismo se realizó una curva de acumulación de Especies-Área, para ello se generó una matriz de presencia/ausencia (1= presencia, 0 = ausencia), la cual se muestra a continuación:

Cuadro.69. Matriz de presencia y ausencia para la generación de las especies nuevas por sitio de muestreo.

Estrato	Familia	Género	Especie	SITIOS					
				1	2	3	4	5	6
Arbóreo	Anacardiaceae	Schinus	*Schinus molle*	0	1	0	0	0	0
	Asparagaceae	Yucca	*Yucca periculosa*	0	0	1	0	1	0
	Cannabaceae	Celtis	*Celtis pallida*	1	1	1	1	1	1
	Celastraceae	Maytenus	*Maytenus phyllanthoides*	0	0	0	1	0	0
	Fabaceae	Acacia	*Acacia farnesiana*	1	0	0	0	0	0
			Acacia pennatula	1	1	0	0	0	0
		Leucaena	*Leucaena esculenta*	0	0	1	0	0	0
		Parkinsonia	*Parkinsonia praecox*	1	1	1	1	1	1
		Prosopis	*Prosopis laevigata*	1	1	1	1	1	1
	Rutaceae	Megastigma	*Megastigma galeottii*	1	0	0	0	0	0
	Scrophulariaceae	Buddleja	*Buddleja parviflora*	0	1	0	0	0	0
Arbustivo	Acanthaceae	Ruellia	*Ruellia rosea*	0	0	0	0	1	0
	Asteraceae	Montanoa	*Montanoa tomentosa*	0	1	0	1	1	0
		Verbesina	*Verbesina neotenoriensis*	1	0	0	0	0	0
	Convolvulaceae	Ipomoea	*Ipomoea orizabensis*	0	0	0	1	0	0
	Euphorbiaceae	Croton	*Croton ciliato-glanduliiferus*	0	1	0	0	1	1
		Euphorbia	*Euphorbia cymbifera*	0	0	0	1	0	0
	Solanaceae	Solanum	*Solanum lanceolatum*	0	0	0	1	0	0
	Stericuliaceae	Ayenia	*Ayenia ovata*	1	1	0	0	0	0
	Verbenaceae	Lantana	*Lantana camara*	0	0	0	0	1	1
			Lantana hirta	0	0	1	0	0	1
Cactáceas y/o epífitas	Asparagaceae	Agave	*Agave salmiana*	1	0	0	1	1	0
	Bromeliaceae	Tillandsia	*Tillandsia recurvata*	1	1	1	1	1	1
	Cactaceae	Cylindropuntia	*Cylindropuntia pubescens*	1	1	1	0	0	1
		Hylocereus	*Hylocereus undulatus*	0	0	1	0	0	0
		Mammillaria	*Mammillaria carnea*	1	0	0	0	1	0
		Marginatocereus	*Marginatocereus marginatus*	0	0	0	1	1	0
		Opuntia	*Opuntia pubescens*	0	0	0	1	1	0
			Opuntia streptacantha	1	1	1	1	1	1
			Opuntia tehuacana	0	1	0	0	0	0
			Opuntia tomentosa	0	1	1	0	0	1
		Pachycereus	*Pachycereus grandis*	0	0	0	0	1	0
			Pachycereus weberi	1	1	0	0	0	0

Estrato	Familia	Género	Especie	SITIOS					
				1	2	3	4	5	6
Herbáceo	Asteraceae	Viguiera	*Viguiera dentata*	0	1	0	0	0	1
	Chenopodiaceae	Chenopodium	*Chenopodium berlandieri*	0	0	0	1	0	0
			Chenopodium fremontii	1	1	1	0	0	0
	Convolvulaceae	Ipomoea	*Ipomoea orizabensis*	0	0	0	0	1	0
	Poaceae	Chloris	*Chloris virgata*	1	0	0	0	0	0
		Enneapogon	*Enneapogon desvauxii*	1	1	0	0	0	0
Lianas	Vitaceae	Cissus	*Cissus tuberosa*	0	0	0	1	1	0
Especies nuevas por sitio de muestreo				**17**	**7**	**4**	**8**	**3**	**1**

Con la información generada de las especies nuevas por sitio de muestreo se generó el siguiente cuadro, en donde vemos la relación del área muestreada y el número de especies nuevas:

Cuadro IV.70. Relación de la superficie acumulada (muestreada) las especies nuevas y acumuladas.

Superficie de sitios (m^2)	Superficie acumulada (m^2)	Especies nuevas	Especies acumuladas
500	500	17	17
500	1000	7	24
500	1500	4	28
200	1700	8	36
200	1900	3	39
200	2100	1	40

Una vez que se conoce la superficie acumulada y las especies nuevas acumuladas por sitio se construyó la siguiente curva de acumulación especie-área:

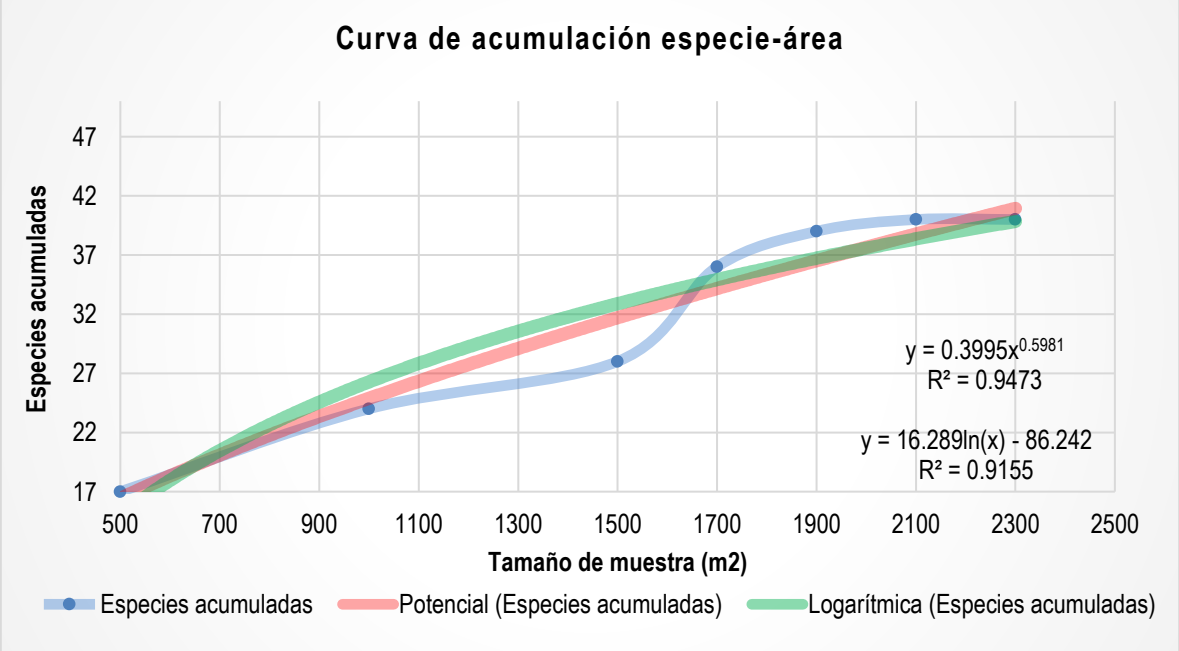


Figura IV.42. Curva de acumulación de Especies-Área

La curva de acumulación nos indica un ajuste del R^2=0.9588 del modelo potencial, considerando que un valor de R2=1 es igual a un muestreo con una cobertura óptima, podemos decir que el muestreo tuvo una completitud estadística adecuada.

El modelo logarítmico y potencial se considera modelos predictivos, que nos pueden indicar cuantas especies aún son susceptibles a registrar o en su caso si estadísticamente ya no es posible registrar más especies, para ello es necesario aplicar la ecuación de ***Y=0.3995 * (X Exp 0.5881)*** del modelo potencial.

De acuerdo a lo anterior se obtuvo los siguientes resultados:

Cuadro IV.71. Aplicación de le ecuación del modelo potencial.

Ajuste de la curva de acumulación					
Modelo con mejor ajuste	Potencial				
Ajuste de R^2	0.9588				
Aplicación de la fórmula de **Y= 0.3995 * (X EXP 0.5981)**					
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Especies esperadas (Y)**	**Especies observadas (S= riqueza)**	**Número de especies por registrar**
2100	0.5981	0.3995	39	40	-1 = 0

La ecuación de Y nos indica que estadísticamente el número de especies esperadas es de 39, y tomando en cuenta que el número de especies registrado de fue de 40 podemos argumentar que estadísticamente el muestreo realizado fue adecuado, con un tamaño de muestra al 95% de confiabilidad y con una R2= 0.9588 de ajuste con el modelo potencial en la curva de acumulación Área-Especie.

AI

Con los dos muestreos se acumularon y registraron 23 especies florísticas, para corroborar la intensidad de muestreo y conocer completitud, se realizó una curva de acumulación de Especies-Área, para ello se generó una matriz de presencia/ausencia (1= presencia, 0 = ausencia), la cual se muestra a continuación:

Cuadro IV.72. Matriz de presencia y ausencia para la generación de las especies nuevas por sitio de muestreo.

Estrato	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**SITIOS**						
					1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Arbóreo	Apocynaceae	Vallesia	*Vallesia glabra*	Peralillo	0	0	0	0	0	0	1
	Cannabaceae	Celtis	*Celtis pallida*	Naranjillo	0	1	0	1	1	0	1
	Fabaceae	Acacia	*Acacia farnesiana*	Huizache	1	0	1	0	1	0	0
		Caesalpinia	*Caesalpinia cacalaco*	Chalala	0	0	0	1	0	0	0
		Leucaena	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	0	1	0	0	0	0	1
		Parkinsonia	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	0	0	0	0	0	1	0
		Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	1	1	1	1	1	1	1
Arbustivo	Asteraceae	Montanoa	*Montanoa tomentosa*	Zoapatle	0	1	0	0	0	0	0
	Verbenaceae	Lantana	*Lantana camara*	Cinco negritos	0	0	0	1	0	0	0
			Lantana hirta	Oreganillo de monte	0	1	0	0	0	0	0
Cactáceas y/o epífitas	Bromeliaceae	Tillandsia	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	0	1	0	0	1	0	0
	Cactaceae	Opuntia	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	0	0	0	1	1	0	1
			Opuntia streptacantha	Nopal cardón	1	1	1	0	1	0	0
			Opuntia tomentosa	Nopal	0	1	0	1	1	1	0
Herbáceo	Amaranthaceae	Amaranthus	*Amaranthus hybridus*	Quintonil	0	0	0	1	0	1	0
	Asteraceae	Viguiera	*Viguiera dentata*	Chimalacate	0	1	0	0	1	0	0
	Chenopodiaceae	Chenopodium	*Chenopodium fremontii*	S/N	1	1	1	0	1	0	0
	Euphorbiaceae	Euphorbia	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	0	0	1	0	1	0	0
	Fabaceae	Senna	*Senna covesii*	Ejotillo	1	0	0	0	0	0	0
	Poaceae	Enneapogon	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	1	0	0	0	1	0	0
		Panicum	*Panicum maximum*	Zacate guinea	0	0	0	1	0	1	1
	Polemoniaceae	Loeselia	*Loeselia coerulea*	Huizizile morado	1	0	1	0	0	0	0
	Solanaceae	Solanum	*Solanum nigrum*	Tomatillo del diablo	0	0	0	0	0	0	1

Estrato	Familia	Género	Especie	Nombre común	SITIOS						
					1	2	3	4	5	6	7
Especies nuevas por sitio de muestreo					7	7	1	5	0	1	2

Con la información de las especies nuevas por sitio de muestreo se generó el siguiente cuadro, en donde observamos la relación del área muestreada y el número de especies nuevas y acumuladas:

Cuadro IV.73. Relación de la superficie acumulada (muestreada) y las especies nuevas y acumuladas.

Superficie de sitios (m^2)	Superficie acumulada (m^2)	Especies nuevas	Especies acumuladas
400	400	**7**	7
400	800	**7**	14
400	1200	**1**	15
200	1400	**5**	20
200	1600	**0**	20
200	1800	**1**	21
200	2000	**2**	23

Una vez que se conoce la superficie acumulada y las especies nuevas acumuladas por sitio se construyó la siguiente curva de acumulación especie-área:

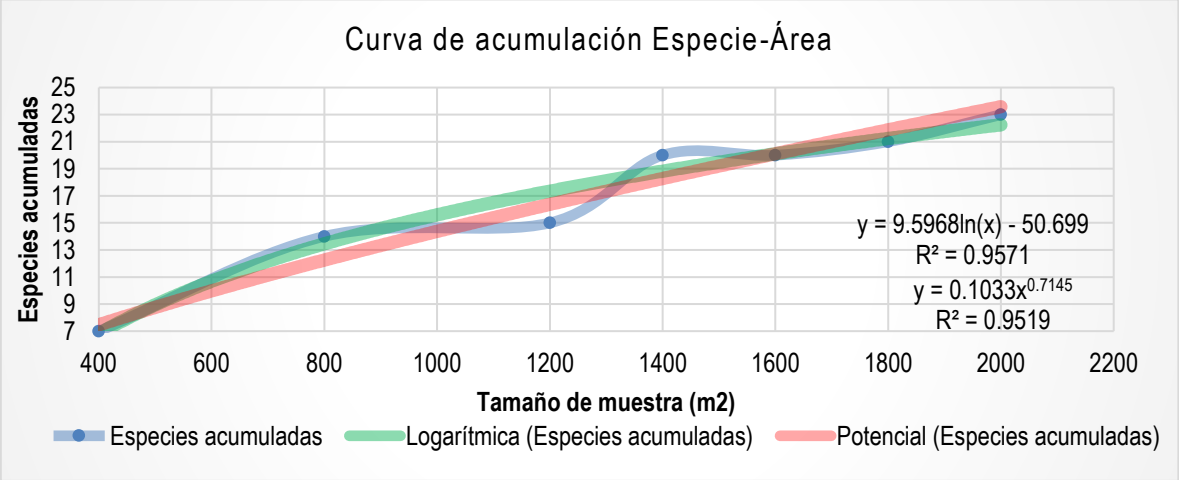


Figura IV.43. Curva de acumulación de Especies-Área

La curva de acumulación nos indica un ajuste del R^2=0.9604 del modelo potencial, considerando que un valor de R^2=1 es igual a un muestreo con una cobertura óptima, podemos decir que el muestreo tuvo una completitud estadística adecuada.

El modelo logarítmico y potencial se considera modelos predictivos, que nos pueden indicar cuantas especies aún son susceptibles a registrar o en su caso si estadísticamente ya no es posible registrar más especies. Para ello es necesario aplicar la ecuación de ***Y=0.1033 * (X Exp 0.7145)*** del modelo potencial.

De acuerdo a lo anterior se obtuvo los siguientes resultados:

Cuadro IV.74. Aplicación de le ecuación del modelo potencial.

Ajuste de la curva de acumulación					
Modelo con mejor ajuste	Potencial				
Ajuste de R^2	0.9604				
Aplicación de la fórmula de **Y= 0.1033 * (X EXP 0.7145)**					
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Especies esperadas (Y)**	**Especies observadas (S= riqueza)**	**Número de especies por registrar**
2000	0.7145	0.1033	24	23	1

La ecuación de Y nos indica que estadísticamente aún es posible registrar una especie más, dado que el número de especies esperadas es mayor por una especie al número de especies observadas; podemos argumentar que; estadísticamente el muestreo realizado fue adecuado, con un tamaño de muestra al 95% de confiabilidad y con una R^2= 0.9604 de ajuste con el modelo potencial en la curva de acumulación Área-Especie.

AP

En el AP se registraron 12 especies florísticas, para corroborar la intensidad de muestreo y conocer completitud del mismo se realizó una curva de acumulación de Especies-Área, para ello se generó una matriz de presencia/ausencia (1= presencia, 0 = ausencia), la cual se muestra a continuación:

Cuadro IV.75. Matriz de presencia y ausencia para la generación de las especies nuevas por sitio de muestreo.

Estrato	Especie	1	2	3
Arbóreo	*Acacia farnesiana*	1	1	1
	Celtis pallida	1		
	Parkinsonia praecox	1	1	
	Prosopis laevigata	1	1	1
Cactáceas y/o epífitas	*Opuntia cochenillifera*			1
	Opuntia streptacantha	1	1	1
	Opuntia tomentosa	1	1	1
	Tillandsia recurvata	1		
Herbáceo	*Chenopodium fremontii*	1		
	Enneapogon desvauxii	1	1	
	Euphorbia hyssopifolia		1	1
	Viguiera dentata	1	1	1
Especies nuevas por sitio de muestreo		**10**	**1**	**1**

Con la información de las especies nuevas por sitio de muestreo se generó el siguiente cuadro, en donde observamos la relación del área muestreada y el número de especies nuevas y acumuladas:

Cuadro IV.76. Relación de la superficie acumulada (muestreada) y las especies nuevas y acumuladas.

Superficie de sitios (m^2)	Área acumulada (m^2)	Especies nuevas	Especies acumuladas
200	200	10	10
200	400	1	11
200	600	1	12

Una vez que se conoce la superficie acumulada y las especies nuevas acumuladas por sitio se construyó la siguiente curva de acumulación especie-área:

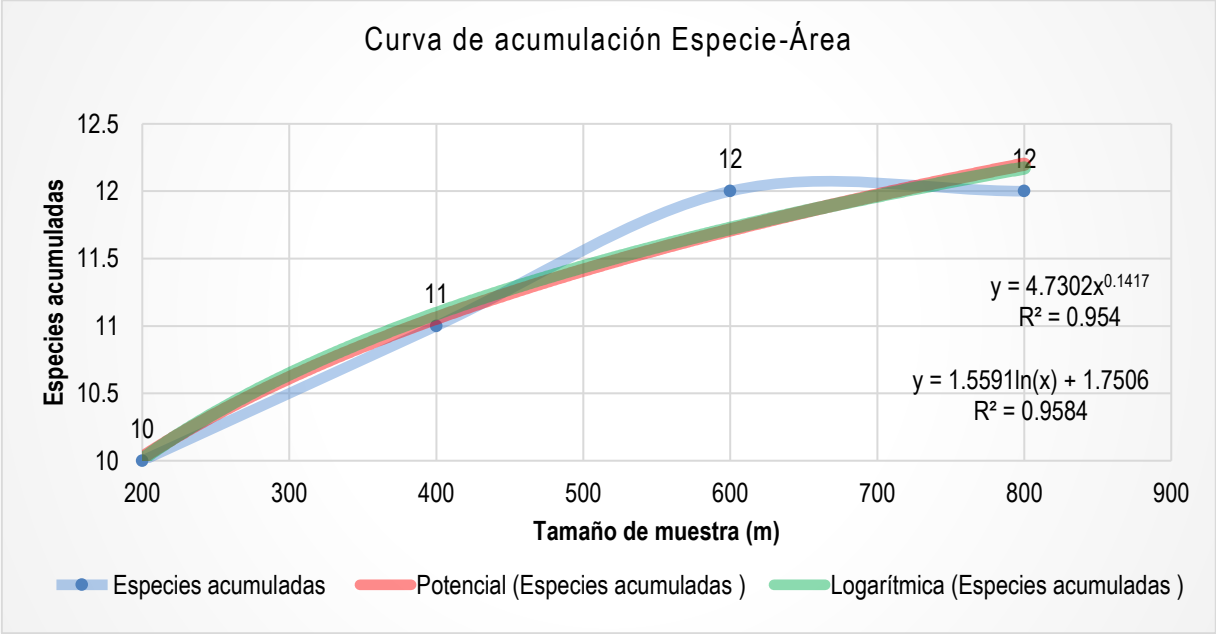


Figura IV.44. Curva de acumulación de Especies-Área

La curva de acumulación nos indica un ajuste del R^2=0.9605 del modelo potencial, considerando que un valor de R^2=1 es igual a un muestreo con una cobertura óptima, podemos decir que el muestreo tuvo una completitud estadística adecuada.

El modelo logarítmico y potencial se considera modelos predictivos, que nos pueden indicar cuantas especies aún son susceptibles a registrar o en su caso si estadísticamente ya no es posible registrar más especies. Para ello es necesario aplicar la ecuación de ***Y=4.7302 * (X Exp 0.1417)*** del modelo potencial.

De acuerdo a lo anterior se obtuvo los siguientes resultados:

Cuadro IV.77. Aplicación de le ecuación del modelo potencial.

Ajuste de la curva de acumulación					
Modelo con mejor ajuste	Potencial				
Ajuste de R^2	0.9605				
Aplicación de la fórmula de **Y= 4.7302 * (X EXP 0.1417)**					
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Especies esperadas (Y)**	**Especies observadas (S= riqueza)**	**Número de especies por registrar**
600	0.1417	4.7302	12	12	0

La ecuación de Y nos indica que estadísticamente es poco probable registrar una especie más, dado que el valor de especies esperadas es igual al valor de especies observadas, podemos argumentar que, estadísticamente el muestreo realizado fue adecuado, con un tamaño de muestra al 95% de con confiabilidad y con una R^2= 0.9605 de ajuste con el modelo potencial en la curva de acumulación Área-Especie.

A continuación, se presenta el siguiente listado de flora y su vinculación con la NOM-059-SEMARNAT-2010; y el CITES.

ESTATUS DE ACUERDO A LA NOM-059-SEMARNAT-2010 Y A LA CITES

SA

Cuadro IV.78. 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	Anacardiaceae	*Schinus*	*Schinus molle*	Pirul	S/C	S/C
Arbóreo	Asparagaceae	*Yucca*	*Yucca periculosa*	Izote	S/C	S/C
Arbóreo	Cannabaceae	*Celtis*	*Celtis pallida*	Naranjillo	S/C	S/C
Arbóreo	Celastraceae	*Maytenus*	*Maytenus phyllanthoides*	Mangle dulce	S/C	S/C
Arbóreo	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia farnesiana*	Huizache	S/C	S/C
Arbóreo	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia pennatula*	Huizache blanco	S/C	S/C
Arbóreo	Fabaceae	*Leucaena*	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	S/C	S/C
Arbóreo	Fabaceae	*Parkinsonia*	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	S/C	S/C
Arbóreo	Fabaceae	*Prosopis*	*Prosopis laevigata*	Mezquite	S/C	S/C
Arbóreo	Rutaceae	*Megastigma*	*Megastigma galeottii*	S/N	S/C	S/C
Arbóreo	Scrophulariaceae	*Buddleja*	*Buddleja parviflora*	Sayolisco	S/C	S/C
Arbustivo	Acanthaceae	*Ruellia*	*Ruellia rosea*	S/N	S/C	S/C
Arbustivo	Asteraceae	*Montanoa*	*Montanoa tomentosa*	Zoapatle	S/C	S/C
Arbustivo	Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina neotenoriensis*	Chimalacate	S/C	S/C
Arbustivo	Convolvulaceae	*Ipomoea*	*Ipomoea orizabensis*	Quiebraplatos	S/C	S/C
Arbustivo	Euphorbiaceae	*Croton*	*Croton ciliato-glanduliiferus*	Solemancillo	S/C	S/C
Arbustivo	Euphorbiaceae	*Euphorbia*	*Euphorbia cymbifera*	Zapatito	S/C	S/C
Arbustivo	Solanaceae	*Solanum*	*Solanum lanceolatum*	Tomatillo	S/C	S/C
Arbustivo	Stericuliaceae	*Ayenia*	*Ayenia ovata*	S/N	S/C	S/C
Arbustivo	Verbenaceae	*Lantana*	*Lantana camara*	Cinco negritos	S/C	S/C
Arbustivo	Verbenaceae	*Lantana*	*Lantana hirta*	Oreganillo de monte	S/C	S/C
Cactáceas y/o epífitas	Asparagaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	S/C	S/C
Cactáceas y/o epífitas	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	S/C	S/C
Cactáceas y/o epífitas	Cactaceae	*Cylindropuntia*	*Cylindropuntia pubescens*	Chile de perro	S/C	S/C
Cactáceas y/o epífitas	Cactaceae	*Hylocereus*	*Hylocereus undulatus*	Pitahaya	S/C	S/C
Cactáceas y/o epífitas	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria carnea*	Biznaga lechuda	S/C	S/C
Cactáceas y/o epífitas	Cactaceae	*Marginatocereus*	*Marginatocereus marginatus*	Órgano	S/C	S/C
Cactáceas y/o epífitas	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia pubescens*	Chile de perro	S/C	S/C
Cactáceas y/o epífitas	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	S/C	S/C
Cactáceas y/o epífitas	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia tehuacana*	Nopal	S/C	S/C
Cactáceas y/o epífitas	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia tomentosa*	Nopal	S/C	S/C
Cactáceas y/o epífitas	Cactaceae	*Pachycereus*	*Pachycereus grandis*	Órgano	S/C	S/C
Cactáceas y/o epífitas	Cactaceae	*Pachycereus*	*Pachycereus weberi*	Candelabro	S/C	S/C
Herbáceo	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	S/C	S/C

Estrato	FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
Herbáceo	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium berlandieri*	Quelite cenizo	S/C	S/C
Herbáceo	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium fremontii*	S/N	S/C	S/C
Herbáceo	Convolvulaceae	*Ipomoea*	*Ipomoea orizabensis*	Quiebraplatos	S/C	S/C
Herbáceo	Poaceae	*Chloris*	*Chloris virgata*	Barbas de indio	S/C	S/C
Herbáceo	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	S/C	S/C
Lianas	Vitaceae	*Cissus*	*Cissus tuberosa*	Bejuco	S/C	S/C

AI

Cuadro IV.79. Listado de flora en cuanto a NOM-059 y CITES del AI.

Estrato	FAMILIA	GENERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
Arbóreo	Apocynaceae	*Vallesia*	*Vallesia glabra*	Peralillo	S/C	S/C
	Cannabaceae	*Celtis*	*Celtis pallida*	Naranjillo	S/C	S/C
	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia farnesiana*	Huizache	S/C	S/C
		Caesalpinia	*Caesalpinia cacalaco*	Chalala	S/C	S/C
		Leucaena	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	S/C	S/C
		Parkinsonia	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	S/C	S/C
		Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	S/C	S/C
Arbustivo	Asteraceae	*Montanoa*	*Montanoa tomentosa*	Zoapatle	S/C	S/C
	Verbenaceae	*Lantana*	*Lantana camara*	Cinco negritos	S/C	S/C
			Lantana hirta	Oreganillo de monte	S/C	S/C
Cactáceas y/o epífitas	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	S/C	S/C
	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	S/C	S/C
			Opuntia streptacantha	Nopal cardón	S/C	S/C
			Opuntia tomentosa	Nopal	S/C	S/C
Herbáceo	Amaranthaceae	*Amaranthus*	*Amaranthus hybridus*	Quintonil	S/C	S/C
	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	S/C	S/C
	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium fremontii*	S/N	S/C	S/C
	Euphorbiaceae	*Euphorbia*	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	S/C	S/C
	Fabaceae	*Senna*	*Senna covesii*	Ejotillo	S/C	S/C
	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	S/C	S/C
		Panicum	*Panicum maximum*	Zacate guinea	S/C	S/C
	Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia coerulea*	Huizizile morado	S/C	S/C
	Solanaceae	*Solanum*	*Solanum nigrum*	Tomatillo del diablo	S/C	S/C

AP

Cuadro IV.80. Listado de flora en cuanto a NOM-059 y CITES del AP.

Estrato	FAMILIA	GENERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
Arbóreo	Cannabaceae	*Celtis*	*Celtis pallida*	Naranjillo	S/C	S/C
	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia farnesiana*	Huizache	S/C	S/C
		Parkinsonia	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	S/C	S/C
		Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	S/C	S/C
Arbustivo						
Cactáceas y/o epífitas	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	S/C	S/C
	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	S/C	S/C
			Opuntia streptacantha	Nopal cardón	S/C	S/C

Estrato	FAMILIA	GENERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
			Opuntia tomentosa	Nopal	S/C	S/C
Herbáceo	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium fremontii*	S/N	S/C	S/C
	Euphorbiaceae	*Euphorbia*	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	S/C	S/C
	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	S/C	S/C
	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	S/C	S/C

DISTRIBUCIÓN

Para complementar la información acerca de las especies identificadas en las unidades de análisis, se consultó la distribución de las especies, resultando lo siguiente:

SA

Cuadro IV.81. Distribución de las especies presentes en el SA.

Estrato	FAMILIA	GENERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN
Arbóreo	Anacardiaceae	*Schinus*	*Schinus molle*	Pirul	Nativa
Arbóreo	Asparagaceae	*Yucca*	*Yucca periculosa*	Izote	Nativa
Arbóreo	Cannabaceae	*Celtis*	*Celtis pallida*	Naranjillo	Nativa
Arbóreo	Celastraceae	*Maytenus*	*Maytenus phyllanthoides*	Mangle dulce	Nativa
Arbóreo	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia farnesiana*	Huizache	Nativa
Arbóreo	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia pennatula*	Huizache blanco	Nativa
Arbóreo	Fabaceae	*Leucaena*	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	Nativa
Arbóreo	Fabaceae	*Parkinsonia*	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	Nativa
Arbóreo	Fabaceae	*Prosopis*	*Prosopis laevigata*	Mezquite	Nativa
Arbóreo	Rutaceae	*Megastigma*	*Megastigma galeottii*	S/N	Nativa
Arbóreo	Scrophulariaceae	*Buddleja*	*Buddleja parviflora*	Sayolisco	Nativa
Arbustivo	Acanthaceae	*Ruellia*	*Ruellia rosea*	S/N	Nativa
Arbustivo	Asteraceae	*Montanoa*	*Montanoa tomentosa*	Zoapatle	Nativa
Arbustivo	Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina neotenoriensis*	Chimalacate	Nativa
Arbustivo	Convolvulaceae	*Ipomoea*	*Ipomoea orizabensis*	Quiebraplatos	Nativa
Arbustivo	Euphorbiaceae	*Croton*	*Croton ciliato-glanduliiferus*	Solemancillo	Nativa
Arbustivo	Euphorbiaceae	*Euphorbia*	*Euphorbia cymbifera*	Zapatito	Nativa
Arbustivo	Solanaceae	*Solanum*	*Solanum lanceolatum*	Tomatillo	Nativa
Arbustivo	Stericuliaceae	*Ayenia*	*Ayenia ovata*	S/N	Nativa
Arbustivo	Verbenaceae	*Lantana*	*Lantana camara*	Cinco negritos	Nativa
Arbustivo	Verbenaceae	*Lantana*	*Lantana hirta*	Oreganillo de monte	Nativa
Cactáceas y/o epífitas	Asparagaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	Nativa
Cactáceas y/o epífitas	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	Nativa
Cactáceas y/o epífitas	Cactaceae	*Cylindropuntia*	*Cylindropuntia pubescens*	Chile de perro	Nativa
Cactáceas y/o epífitas	Cactaceae	*Hylocereus*	*Hylocereus undulatus*	Pitahaya	Nativa
Cactáceas y/o epífitas	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria carnea*	Biznaga lechuda	Nativa
Cactáceas y/o epífitas	Cactaceae	*Marginatocereus*	*Marginatocereus marginatus*	Órgano	Endémica
Cactáceas y/o epífitas	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia pubescens*	Chile de perro	Nativa
Cactáceas y/o epífitas	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	Nativa
Cactáceas y/o epífitas	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia tehuacana*	Nopal	Nativa
Cactáceas y/o epífitas	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia tomentosa*	Nopal	Nativa
Cactáceas y/o epífitas	Cactaceae	*Pachycereus*	*Pachycereus grandis*	Órgano	Endémica
Cactáceas y/o epífitas	Cactaceae	*Pachycereus*	*Pachycereus weberi*	Candelabro	Nativa
Herbáceo	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	Nativa
Herbáceo	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium berlandieri*	Quelite cenizo	Nativa
Herbáceo	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium fremontii*	S/N	Nativa
Herbáceo	Convolvulaceae	*Ipomoea*	*Ipomoea orizabensis*	Quiebraplatos	Nativa

Estrato	FAMILIA	GENERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN
Herbáceo	Poaceae	*Chloris*	*Chloris virgata*	Barbas de indio	Nativa
Herbáceo	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	Nativa
Lianas	Vitaceae	*Cissus*	*Cissus tuberosa*	Bejuco	Endémica

AI

Cuadro IV.82. Distribución de las especies presentes en el AI.

Estrato	FAMILIA	GENERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN
Arbóreo	Apocynaceae	*Vallesia*	*Vallesia glabra*	Peralillo	Nativa
	Cannabaceae	*Celtis*	*Celtis pallida*	Naranjillo	Nativa
	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia farnesiana*	Huizache	Nativa
		Caesalpinia	*Caesalpinia cacalaco*	Chalala	Nativa
		Leucaena	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	Nativa
		Parkinsonia	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	Nativa
		Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	Nativa
Arbustivo	Asteraceae	*Montanoa*	*Montanoa tomentosa*	Zoapatle	Nativa
	Verbenaceae	*Lantana*	*Lantana camara*	Cinco negritos	Nativa
			Lantana hirta	Oreganillo de monte	Nativa
Cactáceas y/o epífitas	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	Nativa
	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	Nativa
			Opuntia streptacantha	Nopal cardón	Nativa
			Opuntia tomentosa	Nopal	Nativa
Herbáceo	Amaranthaceae	*Amaranthus*	*Amaranthus hybridus*	Quintonil	Nativa
	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	Nativa
	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium fremontii*	S/N	Nativa
	Euphorbiaceae	*Euphorbia*	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	Nativa
	Fabaceae	*Senna*	*Senna covesii*	Ejotillo	Nativa
	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	Nativa
		Panicum	*Panicum maximum*	Zacate guinea	Exótico
	Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia coerulea*	Huizizile morado	Nativa
	Solanaceae	*Solanum*	*Solanum nigrum*	Tomatillo del diablo	Nativa

AP

Cuadro IV.83. Distribución de las especies presentes en el AP.

Estrato	FAMILIA	GENERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN
Arbóreo	Cannabaceae	*Celtis*	*Celtis pallida*	Naranjillo	Nativa
	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia farnesiana*	Huizache	Nativa
		Parkinsonia	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	Nativa
		Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	Nativa
Arbustivo					
Cactáceas y/o epífitas	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	Nativa
	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	Nativa
			Opuntia streptacantha	Nopal cardón	Nativa
			Opuntia tomentosa	Nopal	Nativa
Herbáceo	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium fremontii*	S/N	Nativa
	Euphorbiaceae	*Euphorbia*	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	Nativa
	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	Nativa
	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	Nativa

1. Caracterización de la vegetación

Estado de conservación
SA

El SA se ubica en una zona que mantiene un grado de conservación adecuado, de acuerdo la zonificación del Uso de Suelo y Vegetación Serie VI de INEGI (INEGI, 2017[19]) estas áreas presentan un uso de suelo de Agrícola de riego anual y semipermanente, sin embargo, de acuerdo a los recorridos por las zonas de toma de información se identificó al menos cuatro tipos de vegetación: Bosque de Mezquite, Matorral Desértico Rosetófilo (MDR), Bosque de Galerías (en la zona Federal de un cause intermitente) y una zona de transición entre Bosque de Mezquite y MDR, tal como se observa a continuación.

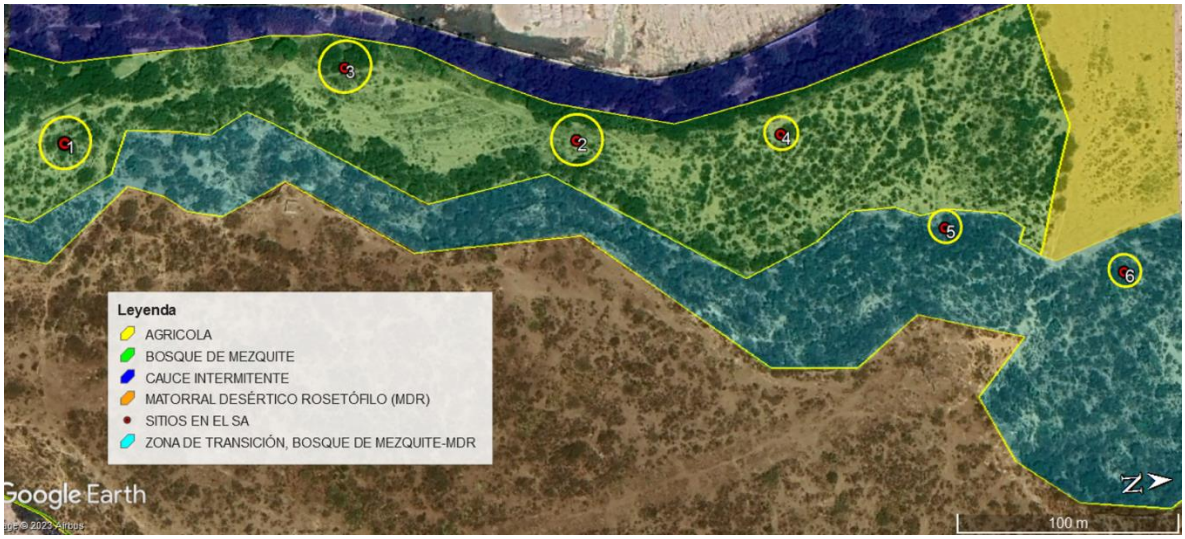


Imagen IV.6. Tipos de vegetación identificados en los sitios de toma de información.

A continuación, se observa un acercamiento a los sitios registrados en el tipo de vegetación de Bosque de Mezquite.

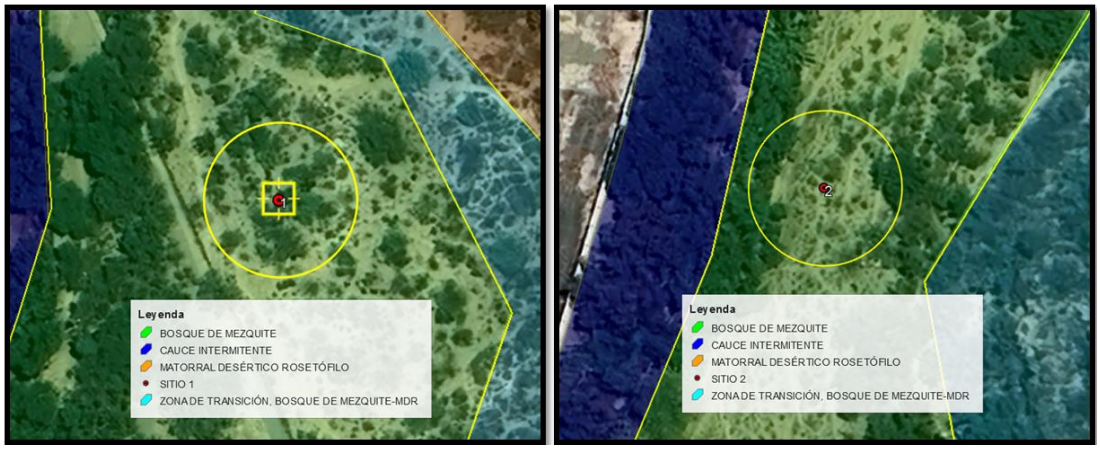


Imagen IV.7. Acercamiento a los sitios 1, 2 en el SA (respectivamente, bosque de mezquite).

[19] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2017). Uso de Suelo y Vegetación. Conjunto de datos vectoriales de la carta de Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI. Conjunto Nacional. En: https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463598459

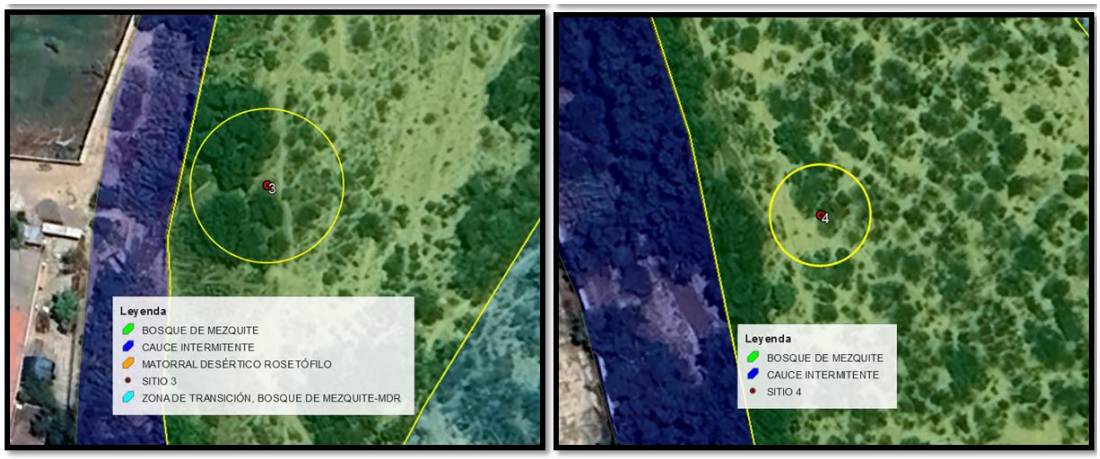


Imagen IV.8. Acercamiento a los sitios 3 y 4 en el SA (respectivamente, bosque de mezquite).

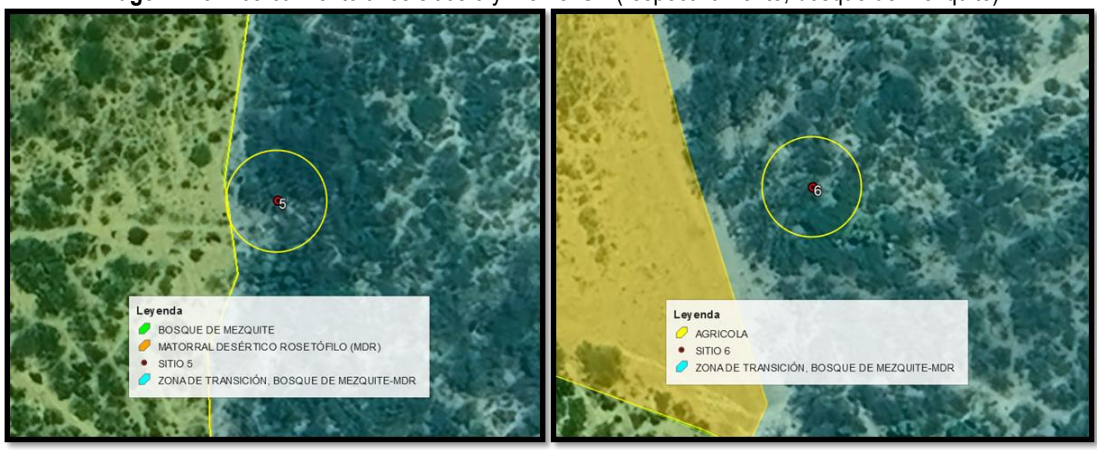


Imagen IV.9. Acercamiento a los sitios 5 y 6 en el SA (respectivamente, zona de transición).

A continuación, se anexan fotos tomadas en los sitios registrados dentro de la Vegetación de Bosque de Mezquite y zona de transición entre Bosque de Mezquite y Matorral Desértico Rosetófilo.

Imagen IV.10. Condición que existe en los sitios 1, 2, 3 y 4 registrados en el SA.

A la altura de las coordenadas UTM X= 672420.20, Y= 2042439.01, se observa un paraje provisto de vegetación característica de Bosque de Mezquite (Imagen IV. 9) las especies que se visualizan nacen, crece y desarrollan de forma espontánea; por otro lado, se presenta poca evidencia de sólidos urbanos, pero, se registró la presencia de animales de pastoreo como ovinos y caprinos.

Imagen IV.11. Condición de los sitios 4 y 5 registrados en el SA.

A la Altura de las coordenadas UTM X= 672444.97, Y= 2042526.17, X= 672431.51, Y= 2042439.89 (fotos a y b, respectivamente) se levantaron los sitios 6 y 5 (Imagen IV. 10). En estas zonas la vegetación comienza a cambiar al inicio de la pendiente y conforme se sube por ella, a esta intersección de condiciones entre dos tipos de vegetación se le conoce en ecología como ecotono, frecuentemente son zonas muy diversas por la mezcla de condiciones. En la foto c) podemos observar como la vegetación de MDR comienza a ser más prominente ejerciendo un cambio gradual en el paisaje.

AI

La toma de datos del AI se hizo en áreas contiguas al proyecto, dado que dentro de esta unidad de análisis existen pocas áreas para muestrear, de manera general el AI está sujeta a presiones antropogénicas, que han modificado sus condiciones ambientales, como áreas de paso y crecimiento poblacional.

Por las observaciones en campo, así como los resultados del análisis de la vegetación, se concluye, que el área se encuentra en un estado pobre de conservación con perturbación y con una diversidad baja.

En el AI se desarrolla un cauce denominado Dren Valsequillo, mismo en el que no se registró la presencia de fauna y flora acuática, en su lugar se observó un agua azul-negra, con presencia de espuma, en algunas áreas se observó partes y derivados de fauna doméstica y así como animales de granja. Las fotos que se presentan a continuación son de las áreas contiguas al AP dentro del AI:

Imagen IV.12. Estado de conservación de las áreas del AI

AP

El AP se ubica en una zona que tiene cambios constantes, está sujeta a muchas presiones antropogénicas, crecimiento de industria, áreas de paso y crecimiento poblacional. Por las observaciones en campo, así como los resultados del análisis de la vegetación, se concluye, que el área se encuentra en un estado pobre con perturbación y una diversidad baja, ya que es una zona fragmentada y urbanizada.

Imagen IV.13. Estado de conservación de las áreas del AP

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

La riqueza específica es la forma sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. En los siguientes cuadros se muestran las riquezas específicas presentes en las unidades de análisis.

SA

Cuadro IV.84. Riqueza específica de flora en el área del AP.

RIQUEZA ESPECÍFICA				
ÁREA	**ESTRATO**	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**
SA	Arbóreo	7	10	11
	Arbustivo	7	9	10
	Herbáceo	4	5	6
	Epifitas y cactáceas	3	8	12
	Lianas	1	1	1
TOTAL		**22**	**33**	**40**

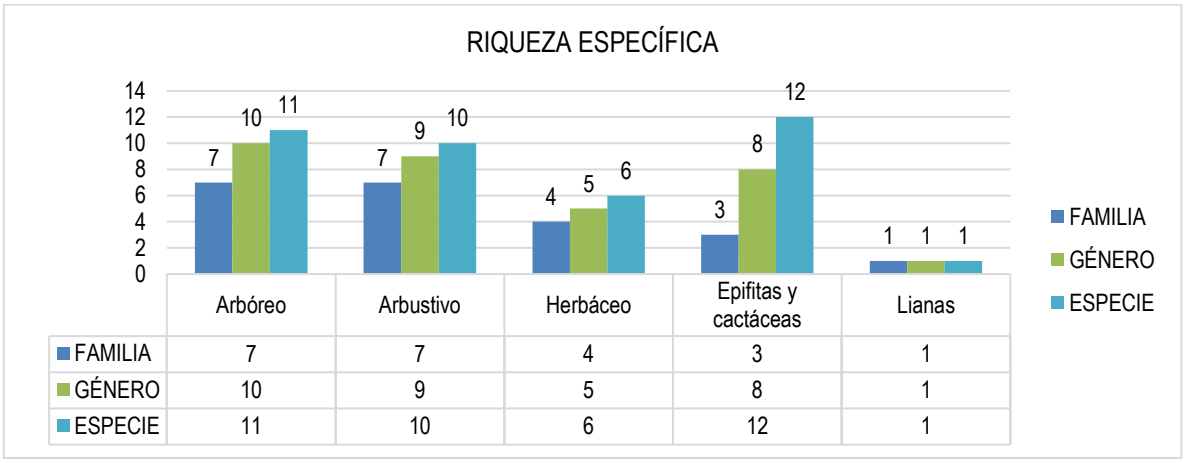


Figura IV.45. Riqueza especifica por estrato

El estrato con mayor riqueza específica es el estrato epífitas y/o cactáceas con un total de 12 especies, seguido por el estrato arbóreo con 11, 10 especies para el estrato arbustivo, 6 especies para el herbáceo, mientras que el más bajo es de lianas con una sola especie.

AI

Cuadro IV.85. Riqueza específica de flora en el área del AI

RIQUEZA ESPECÍFICA				
ÁREA	**ESTRATO**	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**
AI	Arbóreo	3	7	7
	Arbustivo	2	2	3
	Herbáceo	8	9	9
	Epifitas y cactáceas	2	2	4
TOTAL		**15**	**20**	**23**

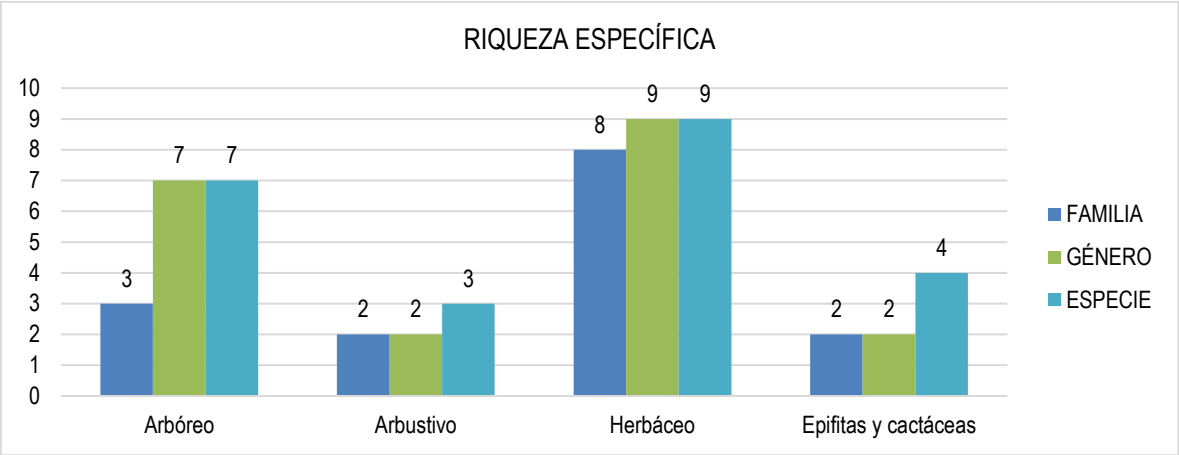


Figura IV.46. Riqueza especifica por estrato

El estrato con mayor riqueza específica es el estrato herbáceo con un total de 9 especies, seguido por el estrato arbóreo con 7 especies, el estrato epífitas y/o cactáceas con 4 especies, mientras que el más bajo es el estrato arbustivo con 2 especies.

AP

Cuadro IV.86. Riqueza específica de flora en el área del AP.

RIQUEZA ESPECÍFICA				
ÁREA	**ESTRATO**	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**
ÁREA DEL PROYECTO	Arbóreo	2	4	4
	Arbustivo	0	0	0
	Herbáceo	4	4	4
	Epifitas y cactáceas	2	2	4
TOTAL		**8**	**10**	**12**

Figura IV.47. Riqueza especifica por estrato.

Los estratos con mayor riqueza específica son el estrato arbóreo, epífitas y/o cactáceas y el herbáceo con un total de 4 especies cada estrato, mientras que el estrato arbustivo no presenta ningún individuo.

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

SA

Cuadro IV.87. Individuos por hectárea y totales en el SA.

INDIVIDUOS PRESENTES EN EL SISTEMA AMBIENTAL						
ESTRATO ARBÓREO						
ID	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	N° INDIVIDUOS TOTAL
1	Anacardiaceae	*Schinus*	*Schinus molle*	Pirul	20	42
2	Asparagaceae	*Yucca*	*Yucca periculosa*	Izote	65	137
3	Cannabaceae	*Celtis*	*Celtis pallida*	Naranjillo	268	564
4	Celastraceae	*Maytenus*	*Maytenus phyllanthoides*	Mangle dulce	92	193
5	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia farnesiana*	Huizache	3	7
6	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia pennatula*	Huizache blanco	40	84
7	Fabaceae	*Leucaena*	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	3	7
8	Fabaceae	*Parkinsonia*	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	255	536
9	Fabaceae	*Prosopis*	*Prosopis laevigata*	Mezquite	1,255	2,636
10	Rutaceae	*Megastigma*	*Megastigma galeottii*	S/N	30	63
11	Scrophulariaceae	*Buddleja*	*Buddleja parviflora*	Sayolisco	43	91
Total					**2,075**	**4,358**
ESTRATO ARBUSTIVO						
ID	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	N° INDIVIDUOS TOTAL
1	Acanthaceae	*Ruellia*	*Ruellia rosea*	S/N	214	450
2	Asteraceae	*Montanoa*	*Montanoa tomentosa*	Zoapatle	343	720
3	Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina neotenoriensis*	Chimalacate	143	300
4	Convolvulaceae	*Ipomoea*	*Ipomoea orizabensis*	Quiebraplatos	14	30
5	Euphorbiaceae	*Croton*	*Croton ciliato-glanduliiferus*	Solemancillo	186	390
6	Euphorbiaceae	*Euphorbia*	*Euphorbia cymbifera*	Zapatito	14	30
7	Solanaceae	*Solanum*	*Solanum lanceolatum*	Tomatillo	14	30
8	Stericuliaceae	*Ayenia*	*Ayenia ovata*	S/N	2,929	6,150
9	Verbenaceae	*Lantana*	*Lantana camara*	Cinco negritos	114	240
10	Verbenaceae	*Lantana*	*Lantana hirta*	Oreganillo de monte	271	570
Total					**4,243**	**8,910**
ESTRATO HERBÁCEO						
ID	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	N° INDIVIDUOS TOTAL
1	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chamiso	2,267	4,761
2	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium berlandieri*	Quelite cenizo	6667	14,000
3	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium fremontii*	S/N	5556	11,667
4	Convolvulaceae	*Ipomoea*	*Ipomoea orizabensis*	Quiebraplatos	1111	2,333
5	Poaceae	*Chloris*	*Chloris virgata*	Barbas de indio	11111	23,333
6	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	5556	11,667
Total					**32,267**	**67,761**
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS						
ID	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	N° INDIVIDUOS TOTAL
1	Asparagaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	187	392
2	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	6,047	12,698
3	Cactaceae	*Cylindropuntia*	*Cylindropuntia pubescens*	Chile de perro	552	1,159
4	Cactaceae	*Hylocereus*	*Hylocereus undulatus*	Pitahaya	57	119

INDIVIDUOS PRESENTES EN EL SISTEMA AMBIENTAL						
5	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria carnea*	Biznaga lechuda	15	32
6	Cactaceae	*Marginatocereus*	*Marginatocereus marginatus*	Órgano	50	105
7	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia pubescens*	Chile de perro	92	193
8	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	805	1,691
9	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia tehuacana*	Nopal	10	21
10	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia tomentosa*	Nopal	182	382
11	Cactaceae	*Pachycereus*	*Pachycereus grandis*	Órgano	150	315
12	Cactaceae	*Pachycereus*	*Pachycereus weberi*	Candelabro	17	35
Total					**8,162**	**17,140**
LIANAS						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Vitaceae	*Cissus*	*Cissus tuberosa*	Bejuco	1,283	2,695
Total					**1,283**	**2,695**

AI

Cuadro IV.88. Individuos por hectárea y totales en el AI.

INDIVIDUOS PRESENTES EN EL SISTEMA AMBIENTAL						
ESTRATO ARBÓREO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Apocynaceae	*Vallesia*	*Vallesia glabra*	Peralillo	50	100
2	Cannabaceae	*Celtis*	*Celtis pallida*	Naranjillo	339	679
3	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia farnesiana*	Huizache	125	250
4	Fabaceae	*Caesalpinia*	*Caesalpinia cacalaco*	Chalala	107	214
5	Fabaceae	*Leucaena*	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	11	21
6	Fabaceae	*Parkinsonia*	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	7	14
7	Fabaceae	*Prosopis*	*Prosopis laevigata*	Mezquite	1,671	3,343
Total					**2,311**	**4,621**
ESTRATO ARBUSTIVO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Asteraceae	*Montanoa*	*Montanoa tomentosa*	Zoapatle	14	29
2	Verbenaceae	*Lantana*	*Lantana camara*	Cinco negritos	114	229
3	Verbenaceae	*Lantana*	*Lantana hirta*	Oreganillo de monte	57	114
Total					**186**	**371**
ESTRATO HERBÁCEO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Amaranthaceae	Amaranthus	*Amaranthus hybridus*	Quintonil	14,444	28,889
2	Asteraceae	Viguiera	*Viguiera dentata*	Chimalacate	856	1,711
3	Chenopodiaceae	Chenopodium	*Chenopodium fremontii*	S/N	11,111	22,222
4	Euphorbiaceae	Euphorbia	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	10,000	20,000
5	Fabaceae	Senna	*Senna covesii*	Ejotillo	1,111	2,222
6	Poaceae	Enneapogon	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	3,333	6,667
7	Poaceae	Panicum	*Panicum maximum*	Zacate guinea	3,333	6,667
8	Polemoniaceae	Loeselia	*Loeselia coerulea*	Huizizile morado	3,333	6,667
9	Solanaceae	Solanum	*Solanum nigrum*	Tomatillo del diablo	3,333	6,667
Total					**50,856**	**101,711**
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS						

ID	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	N° INDIVIDUOS TOTAL
1	Bromeliaceae	Tillandsia	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	104	207
2	Cactaceae	Opuntia	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	329	657
3	Cactaceae	Opuntia	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	1,207	2,414
4	Cactaceae	Opuntia	*Opuntia tomentosa*	Nopal	514	1,029
Total					**2,154**	**4,307**

AP

Cuadro IV.89. Individuos por hectárea y totales en el AP

INDIVIDUOS PRESENTES EN EL ÁREA DEL PROYECTO						
ESTRATO ARBÓREO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Cannabaceae	*Celtis*	*Celtis pallida*	Naranjillo	33	17
2	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia farnesiana*	Huizache	383	196
3	Fabaceae	*Parkinsonia*	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	383	196
4	Fabaceae	*Prosopis*	*Prosopis laevigata*	Mezquite	2,133	1,090
Total					**2,933**	**1,499**
ESTRATO ARBUSTIVO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
0	0	*0*	*0*	0	0	0
Total					**0**	**0**
ESTRATO HERBÁCEO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Asteraceae	Viguiera	*Viguiera dentata*	Chimalacate	1,533	783
2	Chenopodiaceae	Chenopodium	*Chenopodium fremontii*	S/N	3,333	1,703
3	Euphorbiaceae	Euphorbia	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	40,000	20,436
4	Poaceae	Enneapogon	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	76,667	39,169
Total					**121,533**	**62,091**
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Bromeliaceae	Tillandsia	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	50	26
2	Cactaceae	Opuntia	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	50	26
3	Cactaceae	Opuntia	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	683	349
4	Cactaceae	Opuntia	*Opuntia tomentosa*	Nopal	250	128
Total					**1,033**	**528**

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 a los valores obtenidos se considera que las condiciones ambientales y de la biodiversidad se encuentran en:

Mayor a 0.67 diversidad alta.

0.34 a 0.66 diversidad media.

0 a 0.33 diversidad baja.

La diversidad se midió con el Índice de Simpson (1975), considerando lo siguiente:

Expresa la probabilidad de extraer de la comunidad dos individuos al azar que sean de la misma especie.

Es una medida de dominancia donde las especies comunes tienen mucho peso respecto a las especies raras.

Oscila entre 0 (cuando hay únicamente una especie) y (1-1/S).

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

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.

SA

Cuadro IV.90. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson SA.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBÓREO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Anacardiaceae	Schinus	*Schinus molle*	Pirul	42	0.0096	0.0001
2	Asparagaceae	Yucca	*Yucca periculosa*	Izote	137	0.0313	0.0010
3	Cannabaceae	Celtis	*Celtis pallida*	Naranjillo	564	0.1293	0.0167
4	Celastraceae	Maytenus	*Maytenus phyllanthoides*	Mangle dulce	193	0.0442	0.0020
5	Fabaceae	Acacia	*Acacia farnesiana*	Huizache	7	0.0016	0.0000
6	Fabaceae	Acacia	*Acacia pennatula*	Huizache blanco	84	0.0193	0.0004
7	Fabaceae	Leucaena	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	7	0.0016	0.0000
8	Fabaceae	Parkinsonia	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	536	0.1229	0.0151
9	Fabaceae	Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	2636	0.6048	0.3658
10	Rutaceae	Megastigma	*Megastigma galeottii*	S/N	63	0.0145	0.0002
11	Scrophulariaceae	Buddleja	*Buddleja parviflora*	Sayolisco	91	0.0209	0.0004
11	**Total**				**4,358**	**1**	**0.4017**
						I. Simpson λ	**0.5983**
						Dominancia	**0.4017**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBUSTIVO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Acanthaceae	Ruellia	Ruellia rosea	S/N	450	0.05	0.0026
2	Asteraceae	Montanoa	Montanoa tomentosa	Zoapatle	720	0.08	0.0065
3	Asteraceae	Verbesina	Verbesina neotenoriensis	Chimalacate	300	0.03	0.0011
4	Convolvulaceae	Ipomoea	Ipomoea orizabensis	Quiebraplatos	30	0.00	0.0000
5	Euphorbiaceae	Croton	Croton ciliato-glanduliiferus	Solemancillo	390	0.04	0.0019
6	Euphorbiaceae	Euphorbia	Euphorbia cymbifera	Zapatito	30	0.00	0.0000
7	Solanaceae	Solanum	Solanum lanceolatum	Tomatillo	30	0.00	0.0000
8	Stericuliaceae	Ayenia	Ayenia ovata	S/N	6,150	0.69	0.4764
9	Verbenaceae	Lantana	Lantana camara	Cinco negritos	240	0.03	0.0007
10	Verbenaceae	Lantana	Lantana hirta	Oreganillo de monte	570	0.06	0.0041
10	**Total**				**8,910**	**1**	**0.4934**
						I. Simpson λ	**0.5066**
						Dominancia	**0.4934**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO HERBÁCEO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Asteraceae	Viguiera	*Viguiera dentata*	Chamiso	4,761	0.0703	0.0049
2	Chenopodiaceae	Chenopodium	*Chenopodium berlandieri*	Quelite cenizo	14,000	0.2066	0.0427
3	Chenopodiaceae	Chenopodium	*Chenopodium fremontii*	S/N	11,667	0.1722	0.0296
3	Convolvulaceae	Ipomoea	*Ipomoea orizabensis*	Quiebraplatos	2,333	0.0344	0.0012
5	Poaceae	Chloris	*Chloris virgata*	Barbas de indio	23,333	0.3443	0.1186
6	Poaceae	Enneapogon	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	11,667	0.1722	0.0296
6	**Total**				**67,761**	**1**	**0.2267**
						I. Simpson λ	**0.7733**
						Dominancia	**0.2267**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Asparagaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	392	0.0229	0.0005
2	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	12,698	0.7409	0.5489
3	Cactaceae	*Cylindropuntia*	*Cylindropuntia pubescens*	Chile de perro	1,159	0.0676	0.0046
4	Cactaceae	*Hylocereus*	*Hylocereus undulatus*	Pitahaya	119	0.0069	0.0000
5	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria carnea*	Biznaga lechuda	32	0.0018	0.0000
6	Cactaceae	*Marginatocereus*	*Marginatocereus marginatus*	Órgano	105	0.0061	0.0000
7	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia pubescens*	Chile de perro	193	0.0112	0.0001
8	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	1,691	0.0986	0.0097
9	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia tehuacana*	Nopal	21	0.0012	0.0000
10	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia tomentosa*	Nopal	382	0.0223	0.0005

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
11	Cactaceae	*Pachycereus*	*Pachycereus grandis*	Órgano	315	0.0184	0.0003
12	Cactaceae	*Pachycereus*	*Pachycereus weberi*	Candelabro	35	0.0020	0.0000
12	**Total**				**17,140**	**1**	**0.5648**
						I. Simpson λ	**0.4352**
						Dominancia	**0.5648**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Vitaceae	*Cissus*	*Cissus tuberosa*	Bejuco	2,695	1.000	1.000
1	**Total**				**2,695**	**0**	**1.000**
						I. Simpson λ	**0.000**
						Dominancia	**1.000**

En el sistema ambiental el índice de Simpson nos indica que;

En el estrato arbóreo se presenta un valor de 0.5983 lo cual nos indica una diversidad media teniendo una dominancia baja con un valor de 0.4017 esto es un indicativo que los recursos energéticos dentro de este estrato tienen equilibrio y que se aprovechan de forma uniforme. El estrato de arbustos el valor del índice de Simpson es de 0.5066 lo cual nos indica que existe una diversidad media y se tiene una dominancia de 0.4934 esto es un indicativo que los recursos energéticos dentro de este estrato tienen equilibrio y que se aprovechan de forma uniforme. El estrato herbáceo se tiene una diversidad de 0.7733 lo cual nos indica una diversidad alta y una dominancia de 0.2267 baja, por último se tiene el estrato perteneciente a cactáceas y/o epifita tiene un índice de Simpson de 0.4352 interpretando esto como una diversidad media y una dominancia de 0.5648. Para el estrato de lianas sólo se registró una especie, por lo tanto el valor es de 0.000 con una dominancia de 1.000.

AI

Cuadro IV.91. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson AI.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBÓREO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Apocynaceae	Vallesia	Vallesia glabra	Peralillo	100	0.0216	0.0005
2	Cannabaceae	Celtis	Celtis pallida	Naranjillo	679	0.1468	0.0216
3	Fabaceae	Acacia	Acacia farnesiana	Huizache	250	0.0541	0.0029
4	Fabaceae	Caesalpinia	Caesalpinia cacalaco	Chalala	214	0.0464	0.0021
5	Fabaceae	Leucaena	Leucaena esculenta	Guaje rojo	21	0.0046	0.0000
6	Fabaceae	Parkinsonia	Parkinsonia praecox	Palo verde	14	0.0031	0.0000
7	Fabaceae	Prosopis	Prosopis laevigata	Mezquite	3343	0.7233	0.5232
7	**Total**				**4,621**	**1**	**0.5504**
						I. Simpson λ	**0.4496**
						Dominancia	**0.5504**
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	Montanoa	Montanoa tomentosa	Zoapatle	29	0.08	0.0059
2	Verbenaceae	Lantana	Lantana camara	Cinco negritos	229	0.62	0.3787
3	Verbenaceae	Lantana	Lantana hirta	Oreganillo de monte	114	0.31	0.0947
3	**Total**				**371**	**1**	**0.4793**
						I. Simpson λ	**0.5207**
						Dominancia	**0.4793**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							

ESTRATO HERBÁCEO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Amaranthaceae	Amaranthus	*Amaranthus hybridus*	Quintonil	28,889	0.2840	0.0807
2	Asteraceae	Viguiera	*Viguiera dentata*	Chimalacate	1,711	0.0168	0.0003
3	Chenopodiaceae	Chenopodium	*Chenopodium fremontii*	S/N	22,222	0.2185	0.0477
4	Euphorbiaceae	Euphorbia	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	20,000	0.1966	0.0387
5	Fabaceae	Senna	*Senna covesii*	Ejotillo	2,222	0.0218	0.0005
6	Poaceae	Enneapogon	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	6,667	0.0655	0.0043
7	Poaceae	Panicum	*Panicum maximum*	Zacate guinea	6,667	0.0655	0.0043
8	Polemoniaceae	Loeselia	*Loeselia coerulea*	Huizizile morado	6,667	0.0655	0.0043
9	Solanaceae	Solanum	*Solanum nigrum*	Tomatillo del diablo	6,667	0.0655	0.0043
9	**Total**				**101,711**	**1**	**0.1850**
						I. Simpson λ	**0.8150**
						Dominancia	**0.1850**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	207	0.0481	0.0023
2	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	657	0.1526	0.0233
3	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	2,414	0.5605	0.3142
4	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia tomentosa*	Nopal	1,029	0.2388	0.0570
4	**Total**				**4,307**	**1**	**0.3968**
						I. Simpson λ	**0.6032**
						Dominancia	**0.3968**

En el área de influencia el índice de Simpson nos indica que;

En el estrato arbóreo existe un valor de 0.4496 lo cual nos indica una media diversidad teniendo una dominancia alta con un valor de 0.5504 esto es un indicativo que los recursos energéticos dentro de este estrato están siendo mejor aprovechados por una especie la cual tiene un mayor número de in dividuos para el estrato de arbustos el valor del índice de Simpson es de 0.5207 lo cual nos indica que existe media diversidad y se tiene una dominancia alta con un valor de 0.4793, en el estrato herbáceo se tiene una diversidad de 0.8150 lo cual nos indica una diversidad alta y una dominancia de 0.1850, por último se tiene el estrato perteneciente a cactáceas y/o epifitas el cual presenta un índice de Simpson de 0.6032 interpretando esto como una diversidad media y una dominancia de 0.3968.

AP

Cuadro IV.92. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson AP.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBÓREO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Cannabaceae	Celtis	*Celtis pallida*	Naranjillo	17	0.0114	0.0001
2	Fabaceae	Acacia	*Acacia farnesiana*	Huizache	196	0.1307	0.0171
3	Fabaceae	Parkinsonia	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	196	0.1307	0.0171
4	Fabaceae	Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	1090	0.7273	0.5289
4	**Total**				**1,499**	**1**	**0.5632**
						I. Simpson λ	**0.4368**
						Dominancia	**0.5632**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBUSTIVO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
0	0	0	*0*	0	0	0	0

1	**Total**				**0**	**0**	**0**
						I. Simpson λ	**0**
						Dominancia	**0**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO HERBÁCEO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**$p(i)^2$**
1	Asteraceae	Viguiera	*Viguiera dentata*	Chimalacate	783	0.0123	0.0002
2	Chenopodiaceae	Chenopodium	*Chenopodium fremontii*	S/N	3,333	0.0523	0.0027
3	Euphorbiaceae	Euphorbia	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	20,436	0.3207	0.1029
4	Poaceae	Enneapogon	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	39,169	0.6147	0.3778
4	**Total**				**63,722**	**1**	**0.4808**
						I. Simpson λ	**0.5164**
						Dominancia	**0.4836**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**$p(i)^2$**
1	Bromeliaceae	Tillandsia	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	26	0.0484	0.0023
2	Cactaceae	Opuntia	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	26	0.0484	0.0023
3	Cactaceae	Opuntia	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	349	0.6613	0.4373
4	Cactaceae	Opuntia	*Opuntia tomentosa*	Nopal	128	0.2419	0.0585
4	**Total**				**528**	**1**	**0.5005**
						I. Simpson λ	**0.4995**
						Dominancia	**0.5005**

En el área del proyecto el índice de Simpson nos indica que;

Dentro del estrato arbóreo el índice de Simpson es de 0.4368 lo cual nos indica una diversidad media teniendo una dominancia media con un valor de 0.5632, para el estrato de arbustos el valor del índice de Simpson es de 0.00 lo cual nos indica que no existe diversidad, en el estrato herbáceo se tiene una diversidad de 0.5164 lo cual nos indica una diversidad media y una dominancia de 0.4836, por último se tiene el estrato perteneciente a cactáceas y/o epifitas, el cual tiene un índice de Simpson de 0.4995 interpretando esto como una diversidad media y una dominancia de 0.5005.

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 a los valores obtenidos se considera que las condiciones ambientales y de la biodiversidad se encuentran en:

5 condiciones óptimas / diversidad muy alta.

4 muy buen estado / diversidad alta.

3 a 4 buen estado / diversidad media-alta.

2 a 3 estado moderado / diversidad media.

1 a 2 pobre con perturbación / diversidad baja.

0 a 1 mal estado / diversidad muy baja.

El índice de diversidad de Shannon (H) emplea la siguiente fórmula:

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

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, AI Y AP.

SA

Cuadro IV.93. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener SA.

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	Anacardiaceae	*Schinus*	*Schinus molle*	Pirul	42	0.0096	-4.6420	-0.0447
2	Asparagaceae	*Yucca*	*Yucca periculosa*	Izote	137	0.0313	-3.4633	-0.1085
3	Cannabaceae	*Celtis*	*Celtis pallida*	Naranjillo	564	0.1293	-2.0455	-0.2645
4	Celastraceae	*Maytenus*	*Maytenus phyllanthoides*	Mangle dulce	193	0.0442	-3.1196	-0.1378
5	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia farnesiana*	Huizache	7	0.0016	-6.4337	-0.0103
6	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia pennatula*	Huizache blanco	84	0.0193	-3.9488	-0.0761
7	Fabaceae	*Leucaena*	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	7	0.0016	-6.4337	-0.0103
8	Fabaceae	*Parkinsonia*	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	536	0.1229	-2.0965	-0.2576
9	Fabaceae	*Prosopis*	*Prosopis laevigata*	Mezquite	2636	0.6048	-0.5028	-0.3041
10	Rutaceae	*Megastigma*	*Megastigma galeottii*	S/N	63	0.0145	-4.2365	-0.0613
11	Scrophulariaceae	*Buddleja*	*Buddleja parviflora*	Sayolisco	91	0.0209	-3.8688	-0.0808
10	**Total**				**4,358**	**1**	-	**-1.3562**
							I. Shannon H	**1.3562**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**2.3026**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.5890**
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	Acanthaceae	*Ruellia*	*Ruellia rosea*	S/N	450	0.0505	-2.9857	-0.1508
2	Asteraceae	*Montanoa*	*Montanoa tomentosa*	Zoapatle	720	0.0808	-2.5157	-0.2033
3	Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina neotenoriensis*	Chimalacate	300	0.0337	-3.3911	-0.1142
4	Convolvulaceae	*Ipomoea*	*Ipomoea orizabensis*	Quiebraplatos	30	0.0034	-5.6937	-0.0192
5	Euphorbiaceae	*Croton*	*Croton ciliato-glanduliiferus*	Solemancillo	390	0.0438	-3.1288	-0.1370
6	Euphorbiaceae	*Euphorbia*	*Euphorbia cymbifera*	Zapatito	30	0.0034	-5.6937	-0.0192
7	Solanaceae	*Solanum*	*Solanum lanceolatum*	Tomatillo	30	0.0034	-5.6937	-0.0192
8	Stericuliaceae	*Ayenia*	*Ayenia ovata*	S/N	6,150	0.6902	-0.3707	-0.2559
9	Verbenaceae	*Lantana*	*Lantana camara*	Cinco negritos	240	0.0269	-3.6143	-0.0974
10	Verbenaceae	*Lantana*	*Lantana hirta*	Oreganillo de monte	570	0.0640	-2.7493	-0.1759

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
10	**Total**				**8,910**	**1**	-	**-1.1918**
							I. Shannon H	**1.1918**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**2.3026**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.5176**
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	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chamiso	4,761	0.0703	-2.6556	-0.1866
2	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium berlandieri*	Quelite cenizo	14,000	0.2066	-1.5769	-0.3258
3	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium fremontii*	S/N	11,667	0.1722	-1.7592	-0.3029
3	Convolvulaceae	*Ipomoea*	*Ipomoea orizabensis*	Quiebraplatos	2,333	0.0344	-3.3687	-0.1160
5	Poaceae	*Chloris*	*Chloris virgata*	Barbas de indio	23,333	0.3443	-1.0661	-0.3671
6	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	11,667	0.1722	-1.7592	-0.3029
6	**Total**				**67,761**	**1**	-	**-1.6013**
							I. Shannon H	**1.6013**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**1.7918**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.8937**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Asparagaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	392	0.0229	-3.7779	-0.0864
2	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	12,698	0.7409	-0.2999	-0.2222
3	Cactaceae	*Cylindropuntia*	*Cylindropuntia pubescens*	Chile de perro	1,159	0.0676	-2.6943	-0.1821
4	Cactaceae	*Hylocereus*	*Hylocereus undulatus*	Pitahaya	119	0.0069	-4.9700	-0.0345
5	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria carnea*	Biznaga lechuda	32	0.0018	-6.2992	-0.0116
6	Cactaceae	*Marginatocereus*	*Marginatocereus marginatus*	Órgano	105	0.0061	-5.0952	-0.0312
7	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia pubescens*	Chile de perro	193	0.0112	-4.4890	-0.0504
8	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	1,691	0.0986	-2.3164	-0.2285
9	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia tehuacana*	Nopal	21	0.0012	-6.7046	-0.0082
10	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia tomentosa*	Nopal	382	0.0223	-3.8050	-0.0847
11	Cactaceae	*Pachycereus*	*Pachycereus grandis*	Órgano	315	0.0184	-3.9966	-0.0735
12	Cactaceae	*Pachycereus*	*Pachycereus weberi*	Candelabro	35	0.0020	-6.1938	-0.0126
12	**Total**				**17,140**	**1**	-	**-1.0259**
							I. Shannon H	**1.0259**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**2.4849**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.4129**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Vitaceae	*Cissus*	*Cissus tuberosa*	Bejuco	2,695	0.1572	-1.8500	-0.2909
1	**Total**				**2,695**	**0**	-	**-0.2909**

El índice de Shannon-Wiener, en el sistema ambiental arrojo los siguientes datos;

Para el estrato arbóreo se tiene un valor de 1.3562 esto nos indica que el área está en un estado pobre de conservación con una diversidad baja así mismo la diversidad máxima que se puede encontrar en este estrato es de 2.3026, lo cual es indicativo que el área ya tiene un problema en cuanto al estado de conservación ya que su máximo sería una diversidad media con un estado moderado de conservación para el estrato arbustivo teniendo un valor de 1.1918 nos indica que el estado de conservación es pobre con perturbación y que la diversidad es muy baja teniendo que lo máximo que puede alcanzar es un valor de 2.3026 teniendo así un estado pobre con perturbación y una diversidad media. Dentro del estrato de herbáceas el valor obtenido es 1.6013 lo cual nos indica que se encuentra en un estado pobre de conservación y baja va diversidad de igual forma el máximo en diversidad y

conservación que pudiese alcanzar es de 1.7918 lo cual sigue dejando este estrato con un estado pobre de conservación y con perturbación forma para el estrato de cactáceas y/o epifitas el estado de conservación es muy malo al igual que su diversidad teniendo un valor de 1.0259 y un valor máximo de diversidad que pudiera alcanzar este estrato es de 2.4849 lo cual dejaría este estrato en un estado de conservación moderado con una diversidad media.

De acuerdo a lo evaluado con el índice de Shannon-Wiener, en promedio el SA se encuentra en un estado de mala 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.

AI

Cuadro IV.94. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener AI.

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	Apocynaceae	Vallesia	Vallesia glabra	Peralillo	100	0.0216	-3.8333	-0.0829
2	Cannabaceae	Celtis	Celtis pallida	Naranjillo	679	0.1468	-1.9185	-0.2817
3	Fabaceae	Acacia	Acacia farnesiana	Huizache	250	0.0541	-2.9170	-0.1578
4	Fabaceae	Caesalpinia	Caesalpinia cacalaco	Chalala	214	0.0464	-3.0711	-0.1424
5	Fabaceae	Leucaena	Leucaena esculenta	Guaje rojo	21	0.0046	-5.3737	-0.0249
6	Fabaceae	Parkinsonia	Parkinsonia praecox	Palo verde	14	0.0031	-5.7792	-0.0179
7	Fabaceae	Prosopis	Prosopis laevigata	Mezquite	3,343	0.7233	-0.3239	-0.2343
7	**Total**				**4,621**	**1**	-	**-0.9419**
							I. Shannon H	**0.9419**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**1.9459**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.4840**
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	*Montanoa*	*Montanoa tomentosa*	Zoapatle	29	0.0769	-2.5649	-0.1973
2	Verbenaceae	*Lantana*	*Lantana camara*	Cinco negritos	229	0.6154	-0.4855	-0.2988
3	Verbenaceae	*Lantana*	*Lantana hirta*	Oreganillo de monte	114	0.3077	-1.1787	-0.3627
3	**Total**				**371**	**1**	-	**-0.8587**
							I. Shannon H	**0.8587**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**1.0986**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.7817**
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	Amaranthaceae	Amaranthus	Amaranthus hybridus	Quintonil	28,889	0.2840	-1.2587	-0.3575
2	Asteraceae	Viguiera	Viguiera dentata	Chimalacate	1,711	0.0168	-4.0850	-0.0687
3	Chenopodiaceae	Chenopodium	Chenopodium fremontii	S/N	22,222	0.2185	-1.5210	-0.3323
4	Euphorbiaceae	Euphorbia	Euphorbia hyssopifolia	Hierba de la golondrina	20,000	0.1966	-1.6264	-0.3198
5	Fabaceae	Senna	Senna covesii	Ejotillo	2,222	0.0218	-3.8236	-0.0835
6	Poaceae	Enneapogon	Enneapogon desvauxii	Zacate ladera	6,667	0.0655	-2.7250	-0.1786
7	Poaceae	Panicum	Panicum maximum	Zacate guinea	6,667	0.0655	-2.7250	-0.1786
8	Polemoniaceae	Loeselia	Loeselia coerulea	Huizizile morado	6,667	0.0655	-2.7250	-0.1786
9	Solanaceae	Solanum	Solanum nigrum	Tomatillo del diablo	6,667	0.0655	-2.7250	-0.1786
9	**Total**				**101,711**	**1**	-	**-1.8763**
							I. Shannon H	**1.8763**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**2.1972**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.8540**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								

ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	207	0.0481	-3.0346	-0.1459
2	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	657	0.1526	-1.8801	-0.2869
3	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	2,414	0.5605	-0.5789	-0.3245
4	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia tomentosa*	Nopal	1,029	0.2388	-1.4321	-0.3420
4	**Total**				**4,307**	**1**	-	**-1.0993**
							I. Shannon H	**1.0993**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**1.3863**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.7930**

El índice de Shannon-Wiener, en el área de influencia arrojo los siguientes datos;

Para el estrato arbóreo se tiene un valor de 0.9419 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 1.9459, lo cual es indicativo que el área ya tiene un problema en cuanto al estado de conservación ya que su máximo sería una diversidad baja con un estado de pobre de conservación y con perturbación para el estrato arbustivo teniendo un valor de 0.8587 nos indica que el estado de conservación es muy malo y que la diversidad es muy baja a su vez otro valor que nos da para este estrato es la máxima que puede alcanzar siendo 1.0986 lo cual deja a este estrato en un mal estado de conservación y una baja diversidad, posteriormente dentro del estrato de herbáceas el valor obtenido es 1.8763 lo cual nos indica que se encuentra en un estado pobre de conservación y baja diversidad de igual forma el máximo en diversidad y conservación que pudiese alcanzar es de 2.1972 lo cual sigue dejando este estrato con un estado pobre de conservación y con perturbación forma para el estrato de cactáceas y/o epifitas el estado de conservación es pobre con perturbación y una diversidad baja teniendo un valor de 1.0993 y un valor máximo de diversidad que pudiera alcanzar este estrato es de 1.3863 lo cual aún lo mantendría en un estado pobre de conservación con una baja diversidad.

De acuerdo a lo evaluado con el índice de Shannon-Wiener, en promedio el área de AP se encuentra en un estado de mala 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.

AP

Cuadro IV.95. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener 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	Cannabaceae	Celtis	*Celtis pallida*	Naranjillo	17	0.0114	-4.4773	-0.0509
2	Fabaceae	Acacia	*Acacia farnesiana*	Huizache	196	0.1307	-2.0350	-0.2659
3	Fabaceae	Parkinsonia	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	196	0.1307	-2.0350	-0.2659
4	Fabaceae	Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	1090	0.7273	-0.3185	-0.2316
4	**Total**				**1,499**	**1**	-	**-0.8144**
							I. Shannon H	**0.8144**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**1.3863**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.5874**
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)**
0	0	0	0	0	0	0	0	0

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
1	**Total**				**0**	**0**	-	**0**
							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 HERBÁCEO								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Asteraceae	Viguiera	Viguiera dentata	Chimalacate	783	0.0123	-4.3987	-0.0541
2	Chenopodiaceae	Chenopodium	Chenopodium fremontii	S/N	3333	0.0523	-2.9506	-0.1543
3	Euphorbiaceae	Euphorbia	Euphorbia hyssopifolia	Hierba de la golondrina	20,436	0.3207	-1.1372	-0.3647
4	Poaceae	Enneapogon	Enneapogon desvauxii	Zacate ladera	39,169	0.6147	-0.4866	-0.2991
4	**Total**				**63,722**	**1**	-	**-0.8723**
							I. Shannon H	**0.8723**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**1.3863**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.6292**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Bromeliaceae	Tillandsia	Tillandsia recurvata	Gallitos	26	0.0484	-3.0285	-0.1465
2	Cactaceae	Opuntia	Opuntia cochenillifera	Nopal chamacuero	26	0.0484	-3.0285	-0.1465
3	Cactaceae	Opuntia	Opuntia streptacantha	Nopal cardón	349	0.6613	-0.4136	-0.2735
4	Cactaceae	Opuntia	Opuntia tomentosa	Nopal	128	0.2419	-1.4191	-0.3433
4	**Total**				**528**	**1**	-	**-0.9099**
							I. Shannon H	**0.9099**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**1.3863**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.6564**

El índice de Shannon-Wiener, en el área del proyecto arrojo los siguientes datos;

Para el estrato arbóreo se tiene un valor de 0.8144 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 1.3863, lo cual es indicativo que el área ya tiene un problema en cuanto al estado de conservación ya que su máximo sería una diversidad baja con un estado de pobre de conservación y con perturbación para el estrato arbustivo teniendo un valor de 0.00 nos indica que el estado de conservación es nulo y que la diversidad en nula y este estrato presenta un estado alto de perturbación a su vez que dentro del estrato de herbáceas el valor obtenido es 0.8723 lo cual nos indica que se encuentra en un mal estado de conservación de igual forma el máximo en diversidad y conservación que pudiese alcanzar es de 1.3863 lo cual sigue dejando este estrato con un estado pobre de conservación y con perturbación forma para el estrato de cactáceas y/o epifitas el estado de conservación es muy malo al igual que su diversidad teniendo un valor de 0.9099 y un valor máximo de diversidad que pudiera alcanzar este estrato es de 1.3863 lo cual aún lo mantendría en un estado pobre de conservación con una baja diversidad.

De acuerdo a lo evaluado con el índice de Shannon-Wiener, en promedio el AP se encuentra en un estado de mala 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, CO^2, agua, nutrientes, espacio y otros. La (s) especie (s) que sea (n) más eficiente (s) en lograr aprovechas esta energía

será (n) la (s) dominante (s). Entonces, cada una de las especies que conforma dicha comunidad en una forma descendente, serán incluidas desde las más eficientes hasta las menos eficientes, en aprovechar la energía del sistema. La forma práctica de determinar este comportamiento ecológico en las comunidades, es por medio de los valores de importancia de cada una de las especies que componen la comunidad.

Dominancia

Es la cobertura de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie, MOPT (1985) la define como las especies con mayor biomasa total o gran competencia, la medida de dominancia indica el espacio de terreno ocupado actualmente por una especie.

Dominancia relativa, es la dominancia de una especie, referida a la dominancia de todas las especies. Reportada por Edwards et. Al. (1993) como:

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

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.

SA

Cuadro IV.96. Índice de Valor de Importancia SA.

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	*Schinus molle*	Pirul	42	0.0756	0.0360	5.0284	20	0.96	1	6	0.2	4	9.6
2	*Yucca periculosa*	Izote	137	0.0600	0.0286	3.9893	65	3.13	2	6	0.3	7	14.3
3	*Celtis pallida*	Naranjillo	564	0.0125	0.0059	0.8302	268	12.93	6	6	1.0	21	35.2
4	*Maytenus phyllanthoides*	Mangle dulce	193	0.0411	0.0196	2.7309	92	4.42	1	6	0.2	4	10.7
5	*Acacia farnesiana*	Huizache	7	0.0000	0.0000	0.0000	3	0.16	1	6	0.2	4	3.7
6	*Acacia pennatula*	Huizache blanco	84	0.0027	0.0013	0.1788	40	1.93	2	6	0.3	7	9.2
7	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	7	0.0452	0.0215	3.0076	3	0.16	1	6	0.2	4	6.7
8	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	536	0.0599	0.0285	3.9841	255	12.29	6	6	1.0	21	37.7
9	*Prosopis laevigata*	Mezquite	2636	1.2068	0.5746	80.2298	1,255	60.48	6	6	1.0	21	162.1
10	*Megastigma galeottii*	S/N	63	0.0000	0.0000	0.0000	30	1.45	1	6	0.2	4	5.0
11	*Buddleja parviflora*	Sayolisco	91	0.0003	0.0001	0.0209	43	2.09	1	6	0.2	4	5.7
10	∑		**4,358**	**1.5041**	**1**	**100**	**2,075**	**100**	**28**	**-**	**5**	**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	*Ruellia rosea*	*S/N*	450	15	0.152	15	214	5.05	1	7	0.14	5.9	26.08
2	*Montanoa tomentosa*	*Zoapatle*	720	24	0.242	24	343	8.08	3	7	0.43	17.6	49.97
3	*Verbesina neotenoriensis*	*Chimalacate*	300	10	0.101	10	143	3.37	1	7	0.14	5.9	19.35
4	*Ipomoea orizabensis*	*Quiebraplatos*	30	1	0.010	1	14	0.34	1	7	0.14	5.9	7.23
5	*Croton ciliato-glanduliiferus*	*Solemancillo*	390	13	0.131	13	186	4.38	3	7	0.43	17.6	35.16
6	*Euphorbia cymbifera*	*Zapatito*	30	1	0.010	1	14	0.34	1	7	0.14	5.9	7.23
7	*Solanum lanceolatum*	*Tomatillo*	30	1	0.010	1	14	0.34	1	7	0.14	5.9	7.23
8	*Ayenia ovata*	*S/N*	6150	7	0.071	7	2,929	69.02	2	7	0.29	11.8	87.86
9	*Lantana camara*	*Cinco negritos*	240	8	0.081	8	114	2.69	2	7	0.29	11.8	22.54
10	*Lantana hirta*	*Oreganillo de monte*	570	19	0.192	19	271	6.40	2	7	0.29	11.8	37.35
10	∑		**8,910**	**99**	**1**	**100**	**4,243**	**100**	**17**	**-**	**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	*Viguiera dentata*	Chamiso	4,761	6	0.18	18	2,267	7	2	9	0.22	20.0	45.21
2	*Chenopodium berlandieri*	Quelite cenizo	14,000	6	0.18	18	6,667	21	1	9	0.11	10.0	48.84
3	*Chenopodium fremontii*	S/N	11,667	5	0.15	15	5,556	17	3	9	0.33	30.0	62.37
3	*Ipomoea orizabensis*	Quiebraplatos	2,333	1	0.03	3	1,111	3	1	9	0.11	10.0	16.47
5	*Chloris virgata*	Barbas de indio	23,333	10	0.30	30	11,111	34	1	9	0.11	10.0	74.74
6	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	11,667	5	0.15	15	5,556	17	2	9	0.22	20.0	52.37

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
6	**∑**		**67,761**	**33**	**1**	**100**	**32,267**	**100**	**10**	**-**	**1**	**100**	**300**
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS													
ID	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Frecuencia**	**Cobertura**	**Dominancia relativa (%)**	**Densidad absoluta**	**Densidad relativa (%)**	**Ocurrencia**	**Total sitios muestreados**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	392	23	0.01	1	187	2	3	6	0.50	9	13
2	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	12,698	1205	0.75	75	6,047	74	6	6	1.00	18	167
3	*Cylindropuntia pubescens*	Chile de perro	1,159	104	0.06	6	552	7	4	6	0.67	12	25
4	*Hylocereus undulatus*	Pitahaya	119	17	0.01	1	57	1	1	6	0.17	3	5
5	*Mammillaria carnea*	Biznaga lechuda	32	3	0.00	0	15	0	2	6	0.33	6	6
6	*Marginatocereus marginatus*	Órgano	105	6	0.00	0	50	1	2	6	0.33	6	7
7	*Opuntia pubescens*	Chile de perro	193	11	0.01	1	92	1	2	6	0.33	6	8
8	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	1,691	171	0.11	11	805	10	6	6	1.00	18	39
9	*Opuntia tehuacana*	Nopal	21	3	0.00	0	10	0	1	6	0.17	3	3
10	*Opuntia tomentosa*	Nopal	382	50	0.03	3	182	2	3	6	0.50	9	14
11	*Pachycereus grandis*	Órgano	315	18	0.01	1	150	2	1	6	0.17	3	6
12	*Pachycereus weberi*	Candelabro	35	5	0.00	0	17	0	2	6	0.33	6	7
12	**∑**		**17,140**	**1,616**	**1**	**100**	**8,162**	**100**	**33**	**-**	**6**	**100**	**300**
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS													
ID	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Frecuencia**	**Cobertura**	**Dominancia relativa (%)**	**Densidad absoluta**	**Densidad relativa (%)**	**Ocurrencia**	**Total sitios muestreados**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Cissus tuberosa*	Bejuco	2,695	5	0.00	0	1,283	16	1	6	0.17	3	19
1	**∑**		**2,695**	**5**	**0**	**0**	**1,283**	**16**	**1**	**-**	**0**	**3**	**19**

De acuerdo a los índices de valor de importancia en el sistema ambiental para el estrato arbóreo la especie que presenta un mayor índice de importancia es el *Prosopis laevigata* con un 162.1 esto conforme a que es la especie que tiene un mayor número de individuos, la segunda especie es la *Parkinsonia praecox* con 37.7 esto nos indicas que estas dos especies tienen un mayor aprovechamiento de recursos dentro de este tipo de vegetación en este estrato. Posteriormente para el estrato arbustivo se tiene que la especie que presenta un mayor valor es *Ayenia ovata* con 87.86 teniendo que esta especie es la que mayor número de individuos presenta para el estrato herbáceo la especie con mayor importancia relativa es *Chloris virgata* con un 74.74 esto se debe a que es la especie que presenta un mayor número de individuos por ultimo en el estrato correspondiente a cactáceas y/o epifitas se tiene que la especie con mayor valor de importancia es *Tillandsia recurvata* con un 167 esto nos indica que para este estrato es la que mayor dominancia presenta y por lo tanto la que aprovecha mejor los recursos en este estrato, por último la especies *Cissus tuberosa*, que es la única representante del estrato lianas presenta un valor de importancia de 19.

AI

Cuadro IV.97. Índice de Valor de Importancia AI.

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	*Vallesia glabra*	Peralillo	100	0.000079	0.0000	0.0093	50	2.16	1	7	0.1	5	7.4
2	*Celtis pallida*	Naranjillo	679	0.168645	0.0843	20.0050	339	14.68	4	7	0.6	21	55.7
3	*Acacia farnesiana*	Huizache	250	0.032574	0.0163	3.8640	125	5.41	3	7	0.4	16	25.1
4	*Caesalpinia cacalaco*	Chalala	214	0.001963	0.0010	0.2329	107	4.64	1	7	0.1	5	10.1
5	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	21	0.001571	0.0008	0.1863	11	0.46	2	7	0.3	11	11.2
6	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	14	0.000079	0.0000	0.0093	7	0.31	1	7	0.1	5	5.6
7	*Prosopis laevigata*	Mezquite	3343	0.638104	0.3191	75.6931	1,671	72.33	7	7	1.0	37	184.9
7	**∑**		**4,621**	**0.8430**	**0**	**100**	**2,311**	**100**	**19**	**-**	**3**	**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	*Montanoa tomentosa*	*Zoapatle*	29	1	0	8	14	7.69	1	7	0.14	33.3	49
2	*Lantana camara*	*Cinco negritos*	229	8	1	62	114	61.54	1	7	0.14	33.3	156
3	*Lantana hirta*	*Oreganillo de monte*	114	4	0	31	57	30.77	1	7	0.14	33.3	95
3	**∑**		**371**	**13**	**1**	**100**	**186**	**100**	**-**	**21**	**0**	**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	*Amaranthus hybridus*	Quintonil	28,889	13	0.11	11	14,444	28	2	9	0.22	10.5	49.58
2	*Viguiera dentata*	Chimalacate	1,711	77	0.63	63	856	2	2	9	0.22	10.5	75.32
3	*Chenopodium fremontii*	S/N	22,222	10	0.08	8	11,111	22	4	9	0.44	21.1	51.10
4	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	20,000	9	0.07	7	10,000	20	2	9	0.22	10.5	37.57
5	*Senna covesii*	Ejotillo	2,222	1	0.01	1	1,111	2	1	9	0.11	5.3	8.27
6	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	6,667	3	0.02	2	3,333	7	2	9	0.22	10.5	19.54
7	*Panicum maximum*	Zacate guinea	6,667	3	0.02	2	3,333	7	3	9	0.33	15.8	24.80
8	*Loeselia coerulea*	Huizizile morado	6,667	3	0.02	2	3,333	7	2	9	0.22	10.5	19.54
9	*Solanum nigrum*	Tomatillo del diablo	6,667	3	0.02	2	3,333	7	1	9	0.11	5.3	14.28
9	**∑**		**101,711**	**122**	**1**	**100**	**50,856**	**100**	**19**	**-**	**2**	**100**	**300**
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS													
ID	Especie	Nombre común	n	Frecuencia	COBERTURA	Dominancia relativa (%)	Densidad absoluta	Densidad relativa (%)	Ocurrencia	Total sitios muestreados	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	IVI (%)

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
1	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	207	19	0.04	4	104	5	2	7	0.29	15	24
2	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	657	46	0.10	10	329	15	3	7	0.43	23	48
3	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	2,414	323	0.69	69	1,207	56	4	7	0.57	31	156
4	*Opuntia tomentosa*	Nopal	1,029	80	0.17	17	514	24	4	7	0.57	31	72
4	∑		**4,307**	**468**	**1**	**100**	**2,154**	**100**	**13**	**-**	**2**	**100**	**300**

De acuerdo a los índices de valor de importancia en el área de influencia para el estrato arbóreo la especie que presenta un mayor índice de importancia es el *Prosopis laevigata* con un 184.9 esto conforme a que es la especie que tiene un mayor número de individuos, la segunda especie es la *Celtis pallida* con 55.7 esto nos indicas que estas dos especies tienen un mayor aprovechamiento de recursos dentro de este tipo de vegetación en este estrato. Posteriormente para el estrato arbustivo se tiene que la especie que presenta un mayor valor es *Lantana camara* con 156 dado que, presenta un mayor número de individuos para el estrato herbáceo la especie con mayor importancia relativa es *Viguiera dentata* con un 75.32 esto se debe a que es la especie que presenta un mayor número de individuos por ultimo en el estrato correspondiente a cactáceas y/o epifitas se tiene que la especie con mayor valor de importancia es *Opuntia streptacantha* con un 156 esto nos indica que para este estrato es la que mayor dominancia presenta y por lo tanto la que aprovecha mejor los recursos.

AP

Cuadro IV.98. Índice de Valor de Importancia 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	*Celtis pallida*	Naranjillo	17	0.0001	0.0002	0.0318	33	1.14	1	3	0.3	11	12.3
2	*Acacia farnesiana*	Huizache	196	0.0117	0.0230	4.7532	383	13.07	3	3	1.0	33	51.2
3	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	196	0.0200	0.0392	8.1154	383	13.07	2	3	0.7	22	43.4
4	*Prosopis laevigata*	Mezquite	1090	0.2152	0.4211	87.0996	2,133	72.73	3	3	1.0	33	193.2
4	∑		**1,499**	**0.2470**	**0**	**100**	**2,933**	**100**	**9**	**-**	**3**	**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 (%)**
0	*0*	0	0		0	0	0	0			0	0	0
1	∑		**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**-**	**-**	**0**	**0**	**0**
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	*Viguiera dentata*	Chimalacate	783	46	0.56	56	1,533	1	3	3	1.00	37.5	94.8
2	*Chenopodium fremontii*	S/N	3,333	1	0.01	1	6,524	5	1	3	0.33	12.5	19.0
3	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	20,436	12	0.15	15	40,000	32	2	3	0.67	25.0	71.7

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
4	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	39,169	23	0.28	28	76,667	61	2	3	0.67	25.0	114.5
4	**∑**		**63,722**	**82**	**1**	**100**	**124,724**	**100**	**8**	**-**	**3**	**100**	**300**

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS													
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*	Gallitos	26	3	0.05	5	50	5	1	3	0.33	13	22.2
2	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	26	3	0.05	5	50	5	1	3	0.33	13	22.2
3	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	349	41	0.66	66	683	66	3	3	1.00	38	169.8
4	*Opuntia tomentosa*	Nopal	128	15	0.24	24	250	24	3	3	1.00	38	85.9
4	**∑**		**528**	**62**	**1**	**100**	**1,033**	**100**	**8**	**-**	**3**	**100**	**300**

De acuerdo a los índices de valor de importancia en el área del proyecto para el estrato arbóreo la especie que presenta un mayor índice de importancia es el *Prosopis laevigata* con un 193.2 esto conforme a que es la especie que tiene un mayor número de individuos, la segunda especie es la *Acacia farnesiana* con 51.2 esto nos indicas que estas dos especies tienen un mayor aprovechamiento de recursos dentro de este tipo de vegetación en este estrato. Posteriormente para el estrato herbáceo la especie con mayor importancia relativa es *Enneapogon desvauxii* con un 114.5 esto se debe a que es la especie que presenta un mayor número de individuos por ultimo en el estrato correspondiente a cactáceas y/o epifitas se tiene que la especie con mayor valor de importancia es *Opuntia streptacantha* con un 169.8 esto nos indica que para este estrato es la que mayor dominancia presenta y por lo tanto la que aprovecha mejor los recursos en este estrato.

*se anexa base de datos de la flora en las tres unidades de análisis así como el cálculo realizado para tamaño de muestra , así como todos los cálculos anteriormente utilizados para el número de individuos por hectárea y el cálculo de los índices de diversidad (ANEXO IV.C._FLORA)

1. Metodología que se empleó en la toma de datos para la flora de la Zona Federal y/o Ribera

Debido a que, en el cuerpo de agua denominado Dren Valsequillo no se observó la presencia de flora y fauna silvestre, no fue posible realizar un muestreo... las condiciones actuales del agua en el cauce presentan características en las que no se puede desarrollar vida salvo, colonias de bacterias que en su mayoría sean anaerobias, y en algunas zonas con aireación en el cauce se podrían desarrollar bacterias aerobias.

Dado que, no es posible realizar un muestreo para caracterizar la flora y fauna inexistente, se optó por llevar a cabo un muestreo sobre la Zona Federal y/o Ribera, en la cual se desarrollan especies comunes de la región, como mezquites y nopales, sin embargo, también se registraron que son consideradas sinantrópicas, ruderales y exóticas.

A continuación, se describen las especificaciones del muestreo sobre la Zona Federal y/o Ribera del Dren Valsequillo.

Diseño de muestreo

Las unidades de muestreo son las unidades de la población para la aplicación de la investigación y contiene a los elementos de la muestra. En la realización de inventarios florísticos, con mucha frecuencia se utilizan conglomerados, sitios circulares y en casos particulares el uso de cuadrantes y/o parcelas de un tamaño determinado como unidad para la toma de datos, que deben satisfacer tres requisitos importantes:

- Distinguirse claramente
- Las reglas de exclusión e inclusión del material vegetal a medir deben establecerse de antemano y ser respetadas durante la obtención de los datos.
- Una vez seleccionados, la forma y el tamaño deben mantenerse tan uniformes como sea posible a lo largo del trabajo.

Para la toma de datos se requirió el siguiente material:

- GPS
- Tablet con imagen satelital
- Lápiz y pluma
- Formato de captura
- Clinómetro
- Cinta diamétrica
- Machete
- Cámara fotográfica

Para la caracterización de la vegetación actual en lo Zona Federal y/o Ribera se realizó en muestreos sistemáticos a lo largo de la Rivera o Zona Federal (como no se observó vegetación dentro del cauce se evitó muestrear sobre el cauce) desde la altura de las coordenadas UTM X= 671065.48, Y= 2039817.95, a la altura de las coordenadas X= 2040025.92, Y= 2040025.92.

Los muestreos sistemáticos consistieron en parcelas ubicadas sistemáticamente cada 40 m, con rumbo elegido al azar.

El número de parcelas dependió de la superficie del cuerpo de agua y la relación asintótica entre el número de especies acumulado y el número de parcelas (esfuerzo de muestreo).

En cada parcela se registró si había signos de alteración antrópica como contaminación hídrica (espuma, olor, etc.) o de suelo (como escombros, basura o estiércol). Dentro de las parcelas también se registraron todas las especies vegetales presentes.

Y el procedimiento fue el siguiente:

- Se delimito el cuadrante y/o parcela con una cuerda o cinta y se registraron los vértices de cada cuadrante con ayudad de un GPS (marca GARMIN) con una precisión del ±3 grados de error. y se procedió a medir las variables dasométricas de los árboles (diámetro y altura), para el estrato arbustivo y de epífitas y/o cactáceas, se cuantificaron todos los individuos presentes. Para el estrato herbáceo se realizó la delimitación del sitio para la posterior cuantificación de individuos. Este procedimiento se repitió en cada una de las parcelas y/o cuadrantes que fueron establecidos para tomar información.

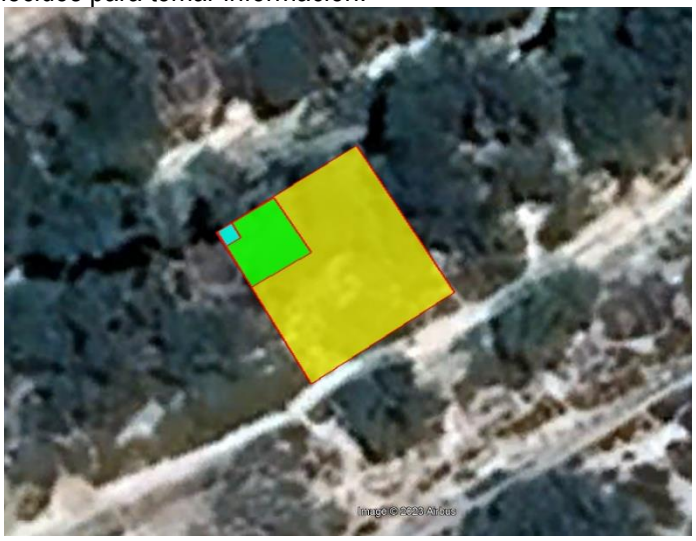


Imagen IV.14. Ejemplo de los cuadrantes para la toma de información en la Zona Federal y/o Ribera

Se establecieron los siguientes sitios de muestreo por unidad de análisis:

Zona Federal y/o Ribera

- **Estrato arbóreo:** 3 cuadrantes y/o parcelas de 10 m x 10 m = 100 m^2.
- **Estrato arbustivo:** 3 cuadrantes y/o parcelas de 4 m x 4 m = 16 m^2.
- **Estrato herbáceo:** 3 cuadrantes y/o parcelas de 1 m x 1 m = 1 m^2.
- **Estrato epífitas y/o cactáceas:** 3 cuadrantes y/o parcelas de 10 m x 10 m = 100 m^2.

Zona Federal y/o Ribera

- El muestreo se realizó en 15 de junio de 2023 el cual corresponde a la época de lluvias en la región.

Imagen IV.15. Ubicación del sitio de muestreo.

Imagen IV.16. Ejemplo de ubicación del sitio de muestreo estrato herbáceo

Imagen IV.17. Ejemplo de la toma de datos en campo.

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:

- Cámara fotográfica
- Formato para el registro fotográfico
- Lápiz
- Cinta métrica.
- Aerosol

Para el listado florístico del área propuesta para cambio de uso de suelo se consultaron referencias bibliográficas de los elementos florísticos que se encontrarían en la zona y los elementos florísticos dominantes, a continuación, se presenta la bibliografía consultada.

- ✓ Alvarado-Cárdenas L.O. 2008. Fascículo 65. Orobanchaceae. Flora del bajío y regiones adyacentes. Instituto de Biología, UNAM. Coyoacán, México, D.F. 57 p.
- ✓ Martínez-Pérez, Aniceto; López, Pedro Antonio; Gil-Muñoz, Abel; Cuevas-Sánchez, Jesús Axayácatl. 2012. Plantas silvestres útiles y prioritarias identificadas en la mixteca poblana, México. 73-98 pp.
- ✓ Rzedowski de G., Rzedowski, J. y colaboradores. 2005. Flora Fanerogámica del Valle de México. 2ª. Ed. Instituto de Ecología. A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro, Michoacán. 1406 p.
- ✓ Rzedowski J., Calderón de Rzedowski G. 2004. Fascículo 124. Oleaceae. Flora del bajío y regiones adyacentes. Instituto de Ecología, A.C. Pátzcuaro, Michoacán. 42 p.

En este proyecto se conformó 1 brigada de 3 personas, las actividades comenzaron a las 8:00 am y se detuvieron a las 5:00 pm.

TOMA DE DATOS DEL PROYECTO: _____

FECHA: RESPONSABLE DE LA INFORMACIÓN:

DATOS DEL SITIO

SUPERFICIE: _____ PROF. DEL SUELO: _____ HIDROLOGÍA: _____

PENDIENTE: _____ ASMN: _____ GRADO DE EROSIÓN: _____

EXPOSICIÓN: _____ TOPOGRAFÍA: _____ TEXTURA DEL SUELO: _____

ROCOSIDAD: _____ TIPO DE VEGETACIÓN: _____

INDIVIDUOS A REUBICAR PERTURBACIONES: _____

ESPECIES	Nº	COORDENADAS	
		NORTE	OESTE

COORDENADAS DEL CAMBIO DE USO: INICIO _____

FINAL _____

RECURSOS FORESTALES NO MADERABLES:

ESPECIE	CANTIDAD

OBSERVACIONES GENERALES: _____

COORDENADAS DEL SITISO:_____

DATOS DE LOS RECURSOS FORESTALES

ÁRBOLES				ARBUSTOS			HIERBAS	
ESPECIE	Nº DE INDIVIDUOS	DN	ALTURA	ESPECIE	Nº DE INDIVIDUOS	ALTURA	ESPECIE	Nº DE INDIVIDUOS

Imagen IV.18. Formato para la toma de datos dasométricos.

Muestreo

Con fundamento en el artículo 37 fracción III, inciso f, del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en la metodología del inventario forestal para cumplir con una confiabilidad mínima del 95% y un error de muestreo máximo del 15%, las áreas de cambio de uso de suelo, se levantaron 3 sitios en una superficie de 0.0300 ha, las cuales presentaron características homogéneas en cuanto a la estructura de la población y número de especies.

La determinación del número de parcelas o puntos de muestreo es la base del diseño de la metodología del muestreo, si bien es sabido que entre más sean los puntos a emplear es mejor, debido a que el porcentaje de error en el muestreo disminuye, generalmente existen limitaciones financieras y de tiempo, por lo que biólogos y ecólogos recurren a diversos métodos como auxiliadores en la

determinación del número adecuado de muestras, para que el muestreo sea estadísticamente representativo y que los datos tengan una distribución normal (Bautista, et al., 2011[vii]; Mostacedo y Fredericksen, 2000[viii]).

Los criterios que generalmente se utilizan para determinar el tamaño de la muestra son la relación entre la superficie a muestrear y la superficie total, y la homogeneidad espacial de la variable o población a estudiarse.

En este sentido, el número de muestreos aumenta cuando las variables de estudio son heterogéneas. Ante esta situación, los ecólogos utilizan ciertas herramientas para mantener la representatividad y confiabilidad estadística (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

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

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

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 un 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

De acuerdo a un pre-muestreo realizado se muestra lo siguiente lo cual es un indicativo del número de sitios mínimo que se tienen que levantar dentro de cada unidad de análisis:

Zona Federal o Ribera

Cuadro IV.99. Representatividad estadística del muestreo.

Tipo de vegetación	Parcelas muestreadas	Número de especies
Zona federal	1	6
Zona federal	2	6
Zona federal	3	3
Promedio (ẋ)		5
VARIANZA		3.0000
Muestras (n)		3
Desviación estándar (S)		1.7321

Tipo de vegetación	Parcelas muestreadas	Número de especies
Coeficiente de variación (CV)		34.6410
95% de probabilidad t=		4.3030
E=		20
N=		6
Total de sitios 95% (n=)		**3**

El objetivo de levantar cuadrantes y/o parcelas en la Zona Federal y/o Ribera es para caracterizar el área y conocer las poblaciones de flora que pudiesen ser afectadas por el desarrollo del proyecto.

Cuadro IV.100. Unidades muéstrales en toda la población.

Tipo de vegetación	Superficie de la Zona Federal			Tamaño de la muestra	Total de unidades muéstrales en toda la población
	Ha	m²	10% m²	m²	N
Ribera	0.6690	6,690.00	669	100	7

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

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

Donde:

$$n = \frac{4.3030^2 * 34.6410^2}{15^2 + \frac{4.3030^2 * 34.6410^2}{6}} = \mathbf{3}$$

De acuerdo con el resultado del modelo empleado, con tres unidades muestrales es suficiente para determinar que el muestreo es estadísticamente representativo.

Para conocer la completitud del muestreo se modelo una curva de acumulación con relación Especies-Área. A continuación, se describe el método:

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.

Conforme la lista de especies aumenta, la probabilidad de añadir una nueva especie a la lista en cierto intervalo de tiempo disminuye proporcionalmente con el tamaño actual de la lista, hasta que eventualmente alcanza cero (Soberón y Llorente, 1993[20]).

Las curvas de acumulación permiten:

- ✓ Dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación.

[20] Soberón, J. Y J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation biology,* **7**: 480-488.

- ✓ 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 (Colwell y Coddington, 1994[21]).

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.

Modelo logarítmico

$$S = \alpha + \beta \log (M)$$

Modelo potencial

$$S = \alpha M^{\beta}$$

S= Riqueza
α= Parámetro
β=Parámetro
M= Muestras

Zona Federal y/o Ribera

Con los dos muestreos se acumularon y registraron 11 especies florísticas, para corroborar la intensidad de muestreo y conocer completitud del mismo se realizó una curva de acumulación de Especies-Área, para ello se generó una matriz de presencia/ausencia (1= presencia, 0 = ausencia), la cual se muestra a continuación:

Cuadro IV.101. Matriz de presencia y ausencia para la generación de las especies nuevas por sitio de muestreo.

Estrato	Familia	Especies	Cuadrante y/o parcela		
			1	2	3
Arbóreo	Apocynaceae	*Vallesia glabra*	1	0	0
	Fabaceae	*Prosopis laevigata*	1	1	1
Arbustivo	Euphorbiaceae	*Ricinus communis*	0	1	
	Poaceae	*Arundo donax*	0	0	1
Epíftias y cactaceas	Cactaceae	*Opuntia tomentosa*	1	1	0
Herbáceo	Asteraceae	*Viguiera dentata*	0	1	0
	Chenopodiaceae	*Chenopodium berlandieri*	1	0	0
	Phytolaccaceae	*Rivina humilis*	0	1	0
	Poaceae	*Enneapogon desvauxii*	0	1	0
		Panicum maximum	1	0	1
	Portulaceae	*Portulaca oleracea*	1	0	0
Número de especies nuevas por cuadrante			**6**	**4**	**1**

Con la información de las especies nuevas por sitio de muestreo se generó el siguiente cuadro, en donde observamos la relación del área muestreada y el número de especies nuevas y acumuladas:

[21] Colwell, R. K. y J. A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B, 345: 101-118.

Cuadro IV.102. Relación de la superficie acumulada (muestreada) y las especies nuevas y acumuladas.

Cuadrante	Acumulación de área muestreada	Especies nuevas	Especies acumuladas
100	100	6	6
100	200	4	10
100	300	1	11

Una vez que se conoce la superficie acumulada y las especies nuevas acumuladas por sitio se construyó la siguiente curva de acumulación especie-área:

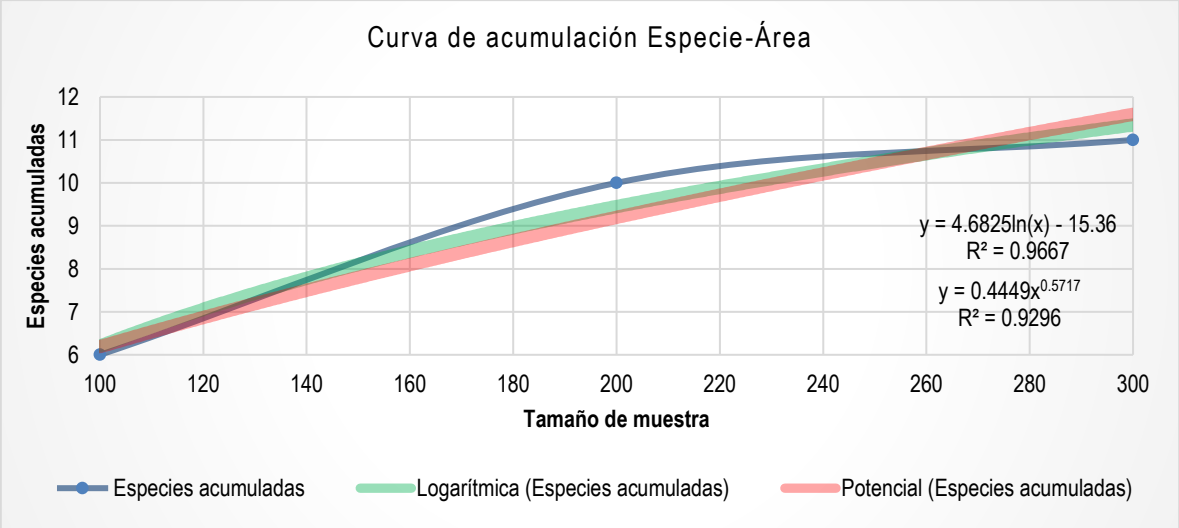


Figura IV.48. Curva de acumulación de Especies-Área

La curva de acumulación nos indica un ajuste del R^2=0.9667, considerando que un valor de R^2=1 es igual a un muestreo con una cobertura óptima, podemos decir que el muestreo tuvo una completitud estadística adecuada.

El modelo logarítmico y potencial se considera modelos predictivos, que nos pueden indicar cuantas especies aún son susceptibles a registrar o en su caso si estadísticamente ya no es posible registrar más especies. Para ello es necesario aplicar la ecuación de ***Y=4.6825 + Ln (X) – 15.36*** (X= m^2 muestreados) del modelo Logarítmico.

De acuerdo a lo anterior se obtuvo los siguientes resultados:

Cuadro IV.103. Aplicación de le ecuación del modelo potencial.

Ajuste de la curva de acumulación					
Modelo con mejor ajuste	Logarítmico				
Ajuste de R^2	0.9667				
Aplicación de la fórmula de **Y= 4.6825 * Ln (X) - 15.36**					
Área (m^2)	**Alfa**	**Beta**	**Especies esperadas (Y)**	**Especies observadas (S= riqueza)**	**Número de especies por registrar**
300	-15.36	4.6825	11	11	0

La ecuación de Y nos indica que estadísticamente el número de especies esperadas es de 11, y tomando en cuenta que el número de especies registrado de fue de 11 podemos argumentar que estadísticamente el muestreo realizado fue adecuado, con una R^2= 0.9667 de ajuste con el modelo potencial en la curva de acumulación Área-Especie.

Zona Federal o Ribera

Cuadro IV.104. Coordenadas de muestreo Sistema ambiental.

Cuadrante	Estrato	Tamaño del sitio (m^2)	Vértice	Coordenadas	
				X	Y
1	Arbóreo	100	1	671167.61	2039891.56
			2	671175.18	2039898.79
	Epífitas y cactáceas		3	671182.28	2039891.70
			4	671174.60	2039884.51
	Arbustivo	16	1	671167.61	2039891.56
			2	671170.58	2039894.40
			3	671173.62	2039891.54
			4	671170.45	2039888.70
	Herbáceo	1	1	671167.61	2039891.56
			2	671168.38	2039892.32
			3	671169.24	2039891.52
			4	671168.44	2039890.72
2	Arbóreo	100	1	671115.59	2039862.52
			2	671124.01	2039867.82
	Epífitas y cactáceas		3	671130.09	2039858.97
			4	671121.35	2039853.31
	Arbustivo	16	1	671115.59	2039862.52
			2	671119.02	2039864.61
			3	671121.31	2039861.32
			4	671117.70	2039859.19
	Herbáceo	1	1	671115.59	2039862.52
			2	671116.48	2039863.06
			3	671117.02	2039862.18
			4	671116.12	2039861.61
3	Arbóreo	100	1	671084.03	2039842.22
			2	671090.90	2039833.71
			3	671081.22	2039828.07
			4	671074.95	2039837.10
	Arbustivo	16	1	671084.03	2039842.22
			2	671086.67	2039838.95
			3	671083.18	2039836.83
			4	671080.47	2039840.20
	Herbáceo	1	1	671084.03	2039842.22
			2	671084.70	2039841.40
			3	671083.84	2039840.82
			4	671083.13	2039841.65

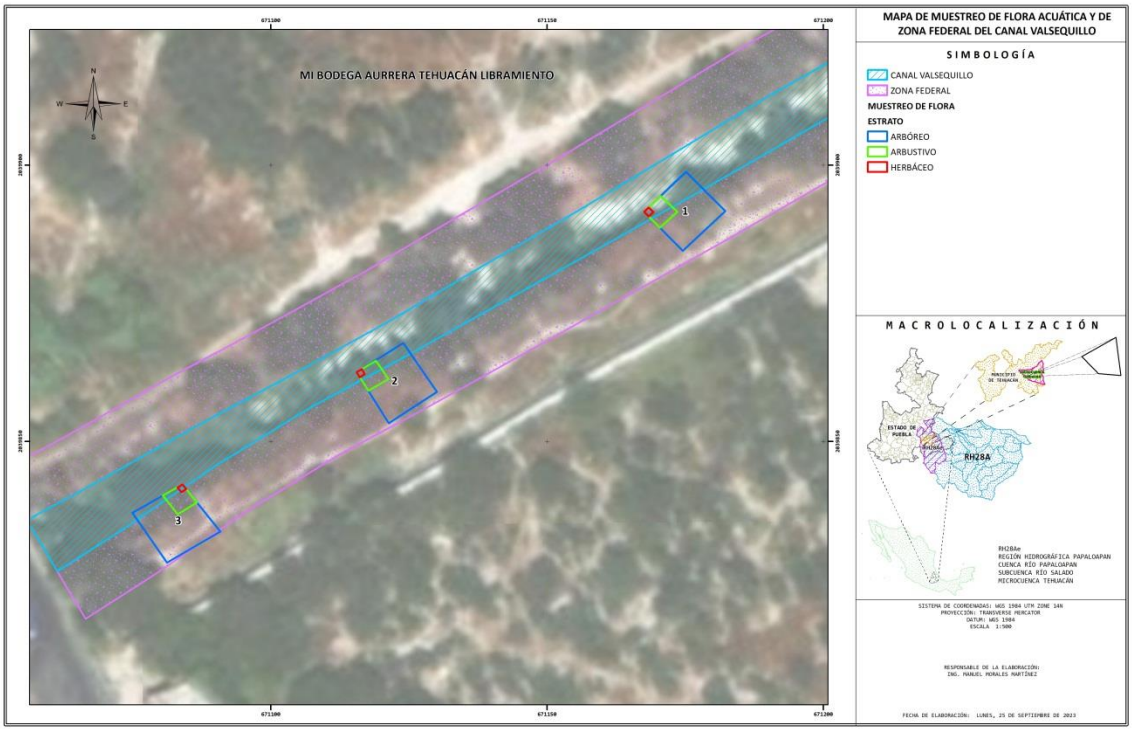


Figura IV.49. Plano de sitios de muestreo en la Zona Federal o Ribera.

Especies por cuadrante y/o parcela de muestreo

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

Zona Federal o Ribera

Cuadro IV.105. Muestreo en la Zona Federal.

Cuadrante	Estrato	Coordenadas		Familia	Género	Especie	Nombre común	Estatus de vida	No. de individuos
		X	Y						
1	Arbóreo	671167.61	2039891.56	Fabaceae	Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	Adulto	5
		671175.18	2039898.79					Renuevo	14
	Epífitas y cactáceas	671182.28	2039891.70	Cactaceae	Opuntia	*Opuntia tomentosa*	Nopal	Adulto	7
		671174.60	2039884.51					Renuevo	11
	Arbustivo	671167.61	2039891.56	Apocynaceae	Vallesia	*Vallesia glabra*	Peralillo	Adulto	4
		671170.58	2039894.40						
		671173.62	2039891.54						
		671170.45	2039888.70						
	Herbáceo	671167.61	2039891.56	Chenopodiaceae	Chenopodium	*Chenopodium berlandieri*	Quelite cenizo		3
		671168.38	2039892.32	Poaceae	Panicum	*Panicum maximum*	Zacate guinea		7
		671169.24	2039891.52	Portulaceae	Portulaca	*Portulaca oleracea*	Verdolago		4
		671168.44	2039890.72						
2	Arbóreo	671115.59	2039862.52	Fabaceae	Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	Adulto	13
		671124.01	2039867.82					Renuevo	40

Cuadrante	Estrato	Coordenadas		Familia	Género	Especie	Nombre común	Estatus de vida	No. de individuos
		X	Y						
	Epífitas y cactáceas	671130.09	2039858.97	Cactaceae	Opuntia	*Opuntia tomentosa*	Nopal	Adulto	1
		671121.35	2039853.31						
	Arbustivo	671115.59	2039862.52	Euphorbiaceae	Ricinus	*Ricinus communis*	Higuerilla		1
		671119.02	2039864.61						
		671121.31	2039861.32						
		671117.70	2039859.19						
	Herbáceo	671115.59	2039862.52	Asteraceae	Viguiera	*Viguiera dentata*	Chamiso		4
		671116.48	2039863.06	Phytolaccaceae	Rivina	*Rivina humilis*	Coralillo		5
		671117.02	2039862.18	Poaceae	Enneapogon	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera		7
		671116.12	2039861.61						
3	Arbóreo	671084.03	2039842.22	Fabaceae	Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	Adulto	7
		671090.90	2039833.71						
		671081.22	2039828.07					Renuevo	4
		671074.95	2039837.10						
	Arbustivo	671084.03	2039842.22	Poaceae	Arundo	*Arundo donax*	Carrizo		2
		671086.67	2039838.95						
		671083.18	2039836.83						
		671080.47	2039840.20						
	Herbáceo	671084.03	2039842.22	Poaceae	Panicum	*Panicum maximum*	Zacate guinea		3
		671084.70	2039841.40						
		671083.84	2039840.82						
		671083.13	2039841.65						

Diversidad de las comunidades

Listado florístico

Como resultado del muestreo se presenta el siguiente listado de flora, para este proyecto ninguna especie se encuentra presente en la NOM-059-SEMARNAT y en el CITES.

Zona Federal o Ribera

Cuadro IV.106. Listado de flora en cuanto a NOM-059 y CITES de la Zona Federal y/o Ribera

Estrato	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Cites
Árbol	Fabaceae	Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	S/C	S/C
Arbustivo	Apocynaceae	Vallesia	*Vallesia glabra*	Peralillo	S/C	S/C
	Euphorbiaceae	Ricinus	*Ricinus communis*	Higuerilla	S/C	S/C
	Poaceae	Arundo	*Arundo donax*	Carrizo	S/C	S/C
Epífitas y cactáceas	Cactaceae	Opuntia	*Opuntia tomentosa*	Nopal	S/C	S/C
Herbáceo	Asteraceae	Viguiera	*Viguiera dentata*	Chamiso	S/C	S/C
	Chenopodiaceae	Chenopodium	*Chenopodium berlandieri*	Quelite cenizo	S/C	S/C
	Phytolaccaceae	Rivina	*Rivina humilis*	Coralillo	S/C	S/C
	Poaceae	Enneapogon	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	S/C	S/C
		Panicum	*Panicum maximum*	Zacate guinea	S/C	S/C
	Portulaceae	Portulaca	*Portulaca oleracea*	Verdolago	S/C	S/C

Distribución

Para complementar la información acerca de las especies identificadas en las unidades de análisis, se consultó la distribución de las especies, resultando lo siguiente:

Zona Federal o Ribera

Cuadro IV.107. Distribución y rasgo sinantrópico de las especies presentes en el Zona Federal y/o Ribera

Estrato	FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	Importancia ecológica
Arbóreo	Apocynaceae	Vallesia	*Vallesia glabra*	Peralillo	Nativa	SC
	Fabaceae	Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	Nativa	SC
Arbustivo	Euphorbiaceae	Ricinus	*Ricinus communis*	Higuerilla	Exótico	Invasora, maleza
	Poaceae	Arundo	*Arundo donax*	Carrizo	Exótico	Invasora de alto impacto
Epífitas y cactáceas	Cactaceae	Opuntia	*Opuntia tomentosa*	Nopal	Nativa	SC
Herbáceo	Asteraceae	Viguiera	*Viguiera dentata*	Chamiso	Nativa	Ruderal, sinantrópicas
	Chenopodiaceae	Chenopodium	*Chenopodium berlandieri*	Quelite cenizo	Nativa	Maleza
	Phytolaccaceae	Rivina	*Rivina humilis*	Coralillo	Nativa	SC
	Poaceae	Enneapogon	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	Nativa	Característico de sitios perturbados
		Panicum	*Panicum maximum*	Zacate guinea	Exótico	Maleza
	Portulaceae	Portulaca	*Portulaca oleracea*	Verdolago	Nativa	SC

Al menos seis especies que fueron registradas en la Zona Federa y/o Ribera son consideradas como especies ruderales, malezas, oportunistas, sinantrópicas e indicadores de áreas perturbadas.

En el caso de la especie denominada Carrizo (*Arundo donax*); es considerada como una especie invasora de alto impacto; al igual que es la único taxón que guarda una relación con los suelos húmedos.

1. Caracterización de la vegetación

Estado de conservación

Zona Federal y/o Ribera

La Zona Federal y/o Ribera del cuerpo de agua denominada Dren del Valsequillo, es una zona con altos índices de contaminación, dado que en el margen izquierdo (rumbo al punto cardinal Norte) se ubica un tiradero de desperdicios de la industria avícola y ganadera, en donde podemos apreciar partes y derivados de aves denominadas pollos, por otro lado el cauce del cuerpo de agua transporta aguas grises del alcantarillado municipal y aguas que pudiesen ser residuales de alguna industria por el color que presenta.

Se anexan fotos de la condición actual del cuerpo de agua.

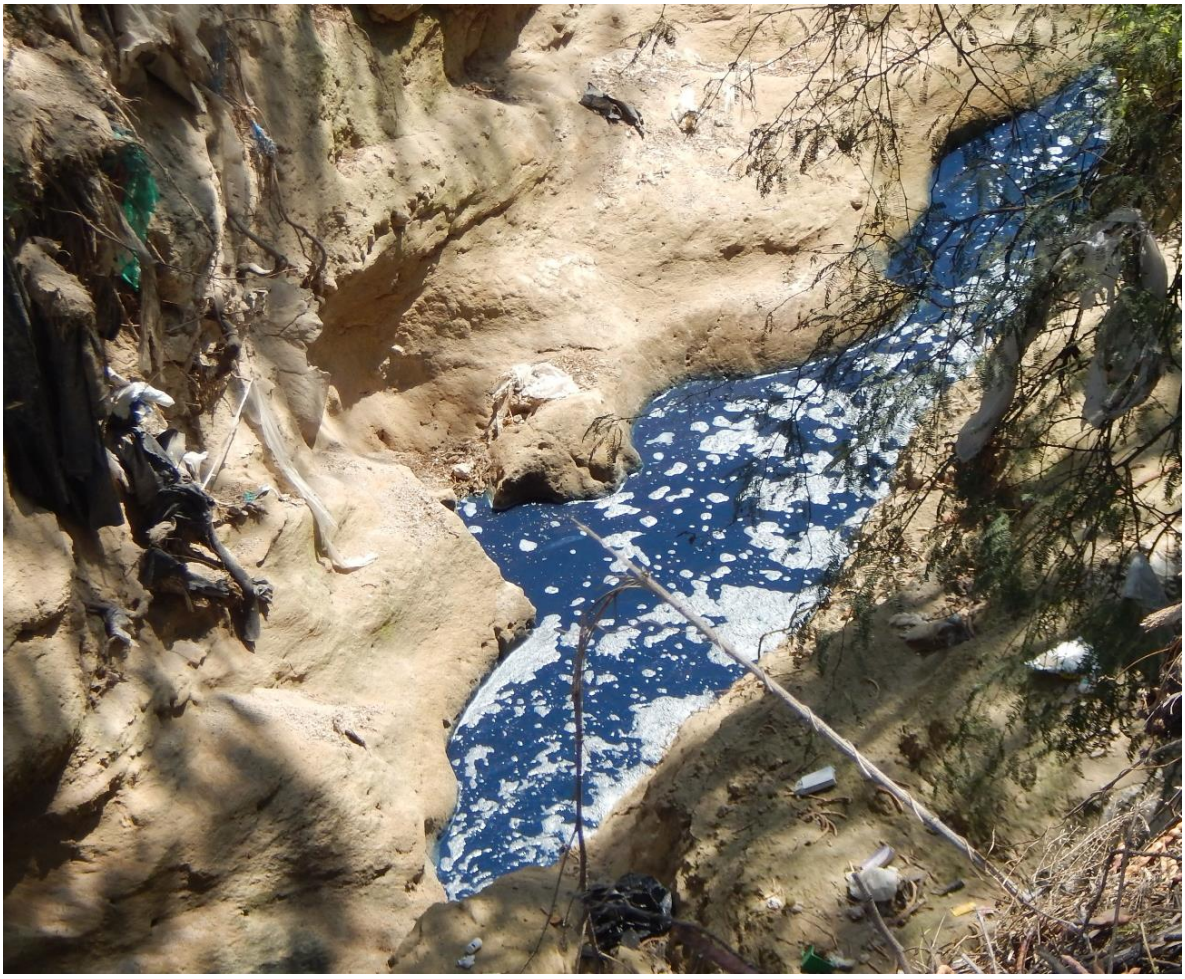


Imagen IV.19. Estado de conservación del cuerpo de agua.

Imagen a la altura de la coordenada X= 671249.54, Y= 2039940.17, se observa la presencia de agua de aspecto azul oscuro a negro con espuma blanca sobre su superficie, no se observa la presencia de plantas acuáticas (hidrófila, pteridophytas, briophytas, etc.); sobre la ladera tampoco hay crecimiento de vegetación. En estas condiciones tampoco es factible el desarrollo de fauna silvestre como anfibios, peces, reptiles e incluso artrópodos acuáticos.

Imagen IV.20. Estado de conservación del cuerpo de agua.

A la altura de las coordenadas X= 671211.62, Y= 2039925.75, a 4 metros desde el fondo del cuerpo de agua se ubica la descarga de aguas residuales y/o industriales, la cual presenta colores azulados oscuros con presencia de espuma sobre su superficie, a esta altura desde el fondo del cuerpo de agua comienzan a proliferar especies arbustivas, herbáceas, cactáceas y arborescentes, hacia afuera del cuerpo de agua se le denomina Zona Federal o Ribera la cual fue caracterizada.

Análisis de diversidad de la flora de la Zona Federal y/o Ribera

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

La riqueza específica es la forma sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de estas. En los siguientes cuadros se muestran las riquezas específicas presentes en las unidades de análisis.

Zona Federal o Ribera

Cuadro IV.108. Riqueza específica de flora.

RIQUEZA ESPECÍFICA				
ÁREA	**ESTRATO**	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**
Zona Federal	Arbóreo	1	1	1
	Arbustivo	3	3	3
	Herbáceo	5	6	6
	Epifitas y cactáceas	1	1	1
TOTAL		**10**	**11**	**11**

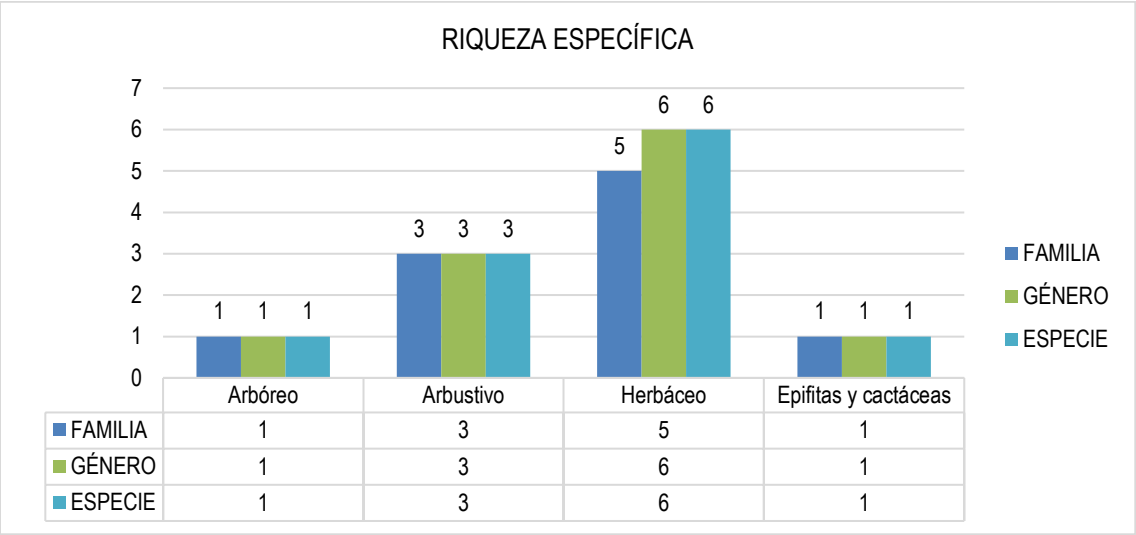


Figura IV.50. Riqueza especifica por estrato

El estrato con mayor riqueza específica es el estrato herbáceo con un total de 6 especies, seguido por el estrato arbustivo con 3, por otro lado, el estrato arbóreo presento sólo una especie al igual que el estrato epífitas y cactáceas.

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

Zona Federal o Ribera

Cuadro IV.109. Individuos por hectárea y totales.

ESTRATO ARBÓREO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Apocynaceae	*Vallesia*	*Vallesia glabra*	Peralillo	133	40
2	Fabaceae	Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	2,767	830
Total					**2,900**	**870**
ESTRATO ARBUSTIVO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
	Euphorbiaceae	*Ricinus*	*Ricinus communis*	Higuerilla	208	63
2	Poaceae	*Arundo*	*Arundo donax*	Carrizo	417	125
Total					**625**	**188**
ESTRATO HERBÁCEO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chamiso	13,333	4,000
2	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium berlandieri*	Quelite cenizo	10000	3,000
3	Phytolaccaceae	*Rivina*	*Rivina humilis*	Coralillo	16667	5,000
4	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	23333	7,000
5	Poaceae	*Panicum*	*Panicum maximum*	Zacate guinea	33333	10,000
6	Portulaceae	*Portulaca*	*Portulaca oleracea*	Verdolago	13333	4,000
Total					**110,000**	**33,000**
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS						

ID	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	N° INDIVIDUOS TOTAL
1	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia tomentosa*	Nopal	633	190
Total					**633**	**190**

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 a los valores obtenidos se considera que las condiciones ambientales y de la biodiversidad se encuentran en:

Mayor a 0.67 diversidad alta.

0.34 a 0.66 diversidad media.

0 a 0.33 diversidad baja.

La diversidad se midió con el Índice de Simpson (1975), considerando lo siguiente:

Expresa la probabilidad de extraer de la comunidad dos individuos al azar que sean de la misma especie.

Es una medida de dominancia donde las especies comunes tienen mucho peso respecto a las especies raras.

Oscila entre 0 (cuando hay únicamente una especie) y (1-1/S).

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

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.

Zona Federal o Ribera

Cuadro IV.110. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBÓREO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Apocynaceae	Vallesia	*Vallesia glabra*	Peralillo	40	0.0460	0.0021
2	Fabaceae	Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	830	0.9540	0.9102
2	**Total**				**870**	**1**	**0.9123**
						I. Simpson λ	**0.0877**
						Dominancia	**0.9123**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBUSTIVO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Euphorbiaceae	Ricinus	Ricinus communis	Higuerilla	63	0.33	0.1111
2	Poaceae	Arundo	Arundo donax	Carrizo	125	0.67	0.4444
2	**Total**				**188**	**1**	**0.5556**
				I. Simpson λ			**0.4444**
				Dominancia			**0.5556**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO HERBÁCEO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Asteraceae	Viguiera	*Viguiera dentata*	Chamiso	4,000	0.1212	0.0147
2	Chenopodiaceae	Chenopodium	*Chenopodium berlandieri*	Quelite cenizo	3,000	0.0909	0.0083
3	Phytolaccaceae	Rivina	*Rivina humilis*	Coralillo	5,000	0.1515	0.0230
4	Poaceae	Enneapogon	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	7,000	0.2121	0.0450
5	Poaceae	Panicum	*Panicum maximum*	Zacate guinea	10,000	0.3030	0.0918
6	Portulaceae	Portulaca	*Portulaca oleracea*	Verdolago	4,000	0.1212	0.0147
6	**Total**				**33,000**	**1**	**0.1974**
						I. Simpson λ	**0.8026**
						Dominancia	**0.1974**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia tomentosa*	Nopal	190	1.0000	1.0000
1	**Total**				**190**	**1**	**1.0000**
						I. Simpson λ	**0.0000**
						Dominancia	**1.0000**

En la Zona Federal y/o Ribera el índice de Simpson nos indica que;

En el estrato arbóreo se presenta un valor de 0.0887 lo cual nos indica una diversidad baja teniendo una dominancia alta con un valor de 0.9123 esto es un indicativo que los recursos energéticos dentro de este estrato no se encuentra en equilibrio, para el estrato de arbustos el valor del índice de Simpson es de 0.4444 lo cual nos indica que existe una baja media y se tiene una dominancia de 0.5556 esto nos indica una dominancia moderada por parte de alguna de las especies, en el estrato herbáceo se tiene una diversidad de 0.8026 lo cual nos indica una diversidad alta y una dominancia de 0.1974, por último se tiene el estrato perteneciente a cactáceas y/o epifita tiene un índice de Simpson de 0.000 interpretando esto como una diversidad baja, dado que sólo se registró una especie, con una dominancia de 1.0.

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 a los valores obtenidos se considera que las condiciones ambientales y de la biodiversidad se encuentran en:

5 condiciones óptimas / diversidad muy alta.

4 muy buen estado / diversidad alta.

3 a 4 buen estado / diversidad media-alta.

2 a 3 estado moderado / diversidad media.

1 a 2 pobre con perturbación / diversidad baja.

0 a 1 mal estado / diversidad muy baja.

El índice de diversidad de Shannon (H) emplea la siguiente fórmula:

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

Donde:

H= Índice de diversidad de Shannon.

Pi= Abundancia relativa de especies.

A continuación, se muestra el índice de Shannon Wiener.

Zona Federal y/o Ribera

Cuadro IV.111. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener.

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	Apocynaceae	*Vallesia*	*Vallesia glabra*	Peralillo	40	0.0460	-3.0796	-0.1416
2	Fabaceae	Prosopis	Prosopis laevigata	Mezquite	830	0.9540	-0.0471	-0.0449
2	**Total**				**870**	**1**	-	**-0.1865**
							I. Shannon H	**0.1865**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**0.6931**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.2691**
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	Euphorbiaceae	*Ricinus*	*Ricinus communis*	Higuerilla	63	0.3333	-1.0986	-0.3662
2	Poaceae	*Arundo*	*Arundo donax*	Carrizo	125	0.6667	-0.4055	-0.2703
2	**Total**				**188**	**1**	-	**-0.6365**
							I. Shannon H	**0.6365**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**0.6931**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.9183**
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	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chamiso	4,000	0.1212	-2.1102	-0.2558
2	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium berlandieri*	Quelite cenizo	3,000	0.0909	-2.3979	-0.2180
3	Phytolaccaceae	*Rivina*	*Rivina humilis*	Coralillo	5,000	0.1515	-1.8871	-0.2859
3	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	7,000	0.2121	-1.5506	-0.3289
5	Poaceae	*Panicum*	*Panicum maximum*	Zacate guinea	10,000	0.3030	-1.1939	-0.3618
6	Portulaceae	*Portulaca*	*Portulaca oleracea*	Verdolago	4,000	0.1212	-2.1102	-0.2558
6	**Total**				**33,000**	**1**	-	**-1.7062**
							I. Shannon H	**1.7062**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**1.7918**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.9522**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia tomentosa*	Nopal	190	1.0000	0.0000	0.0000
1	**Total**				**190**	**1**	-	**0.0000**
							I. Shannon H	**0.0000**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**0.0000**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.0000**

El índice de Shannon-Wiener, en el sistema ambiental arrojo los siguientes datos;

Para el estrato arbóreo se tiene un valor de 0.1865 esto nos indica que el área está en un estado pobre de conservación con una diversidad baja así mismo la diversidad máxima que se puede encontrar en este estrato es de 0.6931, lo cual es indicativo que el área ya tiene un problema en cuanto al estado de conservación ya que su máximo sería una diversidad baja, para el estrato arbustivo teniendo un valor de 0.6365 nos indica que el estado de conservación es pobre con perturbación y que la diversidad es muy baja teniendo que lo máximo que puede alcanzar es un valor de 0.693 teniendo así un estado pobre con perturbación y una diversidad baja. Dentro del estrato de herbáceas el valor obtenido es 1.7062 lo cual nos indica que se encuentra en un estado pobre de conservación

y baja va diversidad de igual forma el máximo en diversidad y conservación que pudiese alcanzar es de 1.7918 lo cual sigue dejando este estrato con un estado pobre de conservación y con perturbación forma para el estrato de cactáceas y/o epifitas el estado de conservación es muy malo al igual que su diversidad teniendo un valor de 0.000 y un valor máximo de diversidad que pudiera alcanzar este estrato es de 0.0000 lo cual dejaría este estrato en un estado de conservación bajo.

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, CO^2, agua, nutrientes, espacio y otros. La (s) especie (s) que sea (n) más eficiente (s) en lograr aprovechas esta energía será (n) la (s) dominante (s). Entonces, cada una de las especies que conforma dicha comunidad en una forma descendente, serán incluidas desde las más eficientes hasta las menos eficientes, en aprovechar la energía del sistema. La forma práctica de determinar este comportamiento ecológico en las comunidades, es por medio de los valores de importancia de cada una de las especies que componen la comunidad.

Dominancia

Es la cobertura de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie, MOPT (1985) la define como las especies con mayor biomasa total o gran competencia, la medida de dominancia indica el espacio de terreno ocupado actualmente por una especie.

Dominancia relativa, es la dominancia de una especie, referida a la dominancia de todas las especies. Reportada por Edwards et. Al. (1993) como:

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

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.

Zona Federal y/o Ribera

Cuadro IV.112. Índice de Valor de Importancia.

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	*Vallesia glabra*	Peralillo	40	0.0003	0.0001	0.1021	13	4.60	1	3	0.3	25	29.7
2	*Prosopis laevigata*	Mezquite	830	0.3073	0.1024	99.8979	277	95.40	3	3	1.0	75	270.3
1	∑		**40**	**0.3076**	**0**	**100**	**290**	**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	*Ricinus communis*	*Higuerilla*	63	1	0.333	33	21	33.33	1	3	0.33	50.0	116.67
2	*Arundo donax*	*Carrizo*	125	2	0.667	67	42	66.67	1	3	0.33	50.0	183.33
2	∑		**188**	**3**	**1**	**100**	**63**	**100**	**2**	**-**	**1**	**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	*Viguiera dentata*	Chamiso	4,000	4	0.12	12	1,333	12	1	3	0.33	14.3	38.53
2	*Chenopodium berlandieri*	Quelite cenizo	3,000	3	0.09	9	1,000	9	1	3	0.33	14.3	32.47
3	*Rivina humilis*	Coralillo	5,000	5	0.15	15	1,667	15	1	3	0.33	14.3	44.59
3	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	7,000	7	0.21	21	2,333	21	1	3	0.33	14.3	56.71
5	*Panicum maximum*	Zacate guinea	10,000	10	0.30	30	3,333	30	2	3	0.67	28.6	89.18
6	*Portulaca oleracea*	Verdolago	4,000	4	0.12	12	1,333	12	1	3	0.33	14.3	38.53
6	∑		**33,000**	**33**	**1**	**100**	**11,000**	**100**	**7**	**-**	**2**	**100**	**300**
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS													
ID	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Frecuencia**	**COBERTURA**	**Dominancia relativa (%)**	**Densidad absoluta**	**Densidad relativa (%)**	**Ocurrencia**	**Total sitios muestreados**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Opuntia tomentosa*	Nopal	190	19	1.00	100	63	100	2	3	0.67	100	300
1	∑		**190**	**19**	**1**	**100**	**63**	**100**	**2**	**-**	**1**	**100**	**300**

De acuerdo con los índices de valor de importancia en el sistema ambiental para el estrato arbóreo la especie que presenta un mayor índice de importancia es el *Prosopis laevigata* con un 270.3 esto conforme a que es la especie que tiene un mayor número de individuos, la segunda especie es la *Vallesia glabra* con 29.7 esto nos indicas que estas dos especies tienen un mayor aprovechamiento de recursos dentro de este tipo de vegetación en este estrato. Posteriormente para el estrato arbustivo se tiene que la especie que presenta un mayor valor es *Arundo donax* con 183.33 teniendo que esta especie es la que mayor número de individuos presenta para el estrato herbáceo la especie con mayor importancia relativa es *Panicum máximum* con un 89.18 esto se debe a que es la especie que presenta un mayor número de individuos por ultimo en el estrato correspondiente a cactáceas y/o epifitas se tiene que la especie con mayor valor de importancia es Opuntia tomentosa con un valor de importancia de 300 ya que fue la única especie registrada.

*se anexa base de datos de (ANEXO IV.C._FLORA).

1. Áreas destinadas para la conservación de la biodiversidad

En México para 2011, se contabilizaban 174 ANP y una superficie protegida ligeramente superior a los 25.5 millones de hectáreas, de las cuales 20.7 millones correspondían a zonas terrestres y poco más de 4.8 millones de hectáreas a zonas marinas; otra de las estrategias implementadas para proteger a la biodiversidad son los Humedales RAMSAR, que es la Convención de Humedales de Importancia Internacional, firmada en la ciudad iraní de Ramsar en 1971, es un tratado intergubernamental que constituye el marco para la acción nacional y la cooperación internacional en favor de la conservación y uso racional de los humedales de importancia mundial y de sus recursos dentro de los territorios de los países firmantes.

Con respecto al Programa de Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad, impulsado por la CONABIO, que, aunque no se constituye como un instrumento normativo de planificación ni de regulación ambiental, sí permite caracterizar algunas partes del territorio que destacan por su importancia en materia de biodiversidad. La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) llevó a cabo un programa para identificar y diagnosticar regiones prioritarias para la conservación con base en su alta diversidad e integridad ecológica. Como resultado se identificaron 151 regiones prioritarias terrestres, 70 marinas y 110 en aguas continentales.

A continuación, se 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, AI, 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; Valle de Tehuacán a 0.53 km, Río Metlac a 52.09 y la Sierra Zongolica a 21.79 km de distancia.

Con respecto al AI no se encuentran dentro de ninguna AICA; las más cercanas son; Valle de Tehuacán – Cuicatlán a 5.22 km, Sierra de Zongolica a 26.71 km y Río Metlac a 55.15 km.

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ninguna AICA; las más cercanas son; Valle de Tehuacán – Cuicatlán a 5.59 km, Sierra de Zongolica a 27.11 km y Río Metlac a 55.52 km.

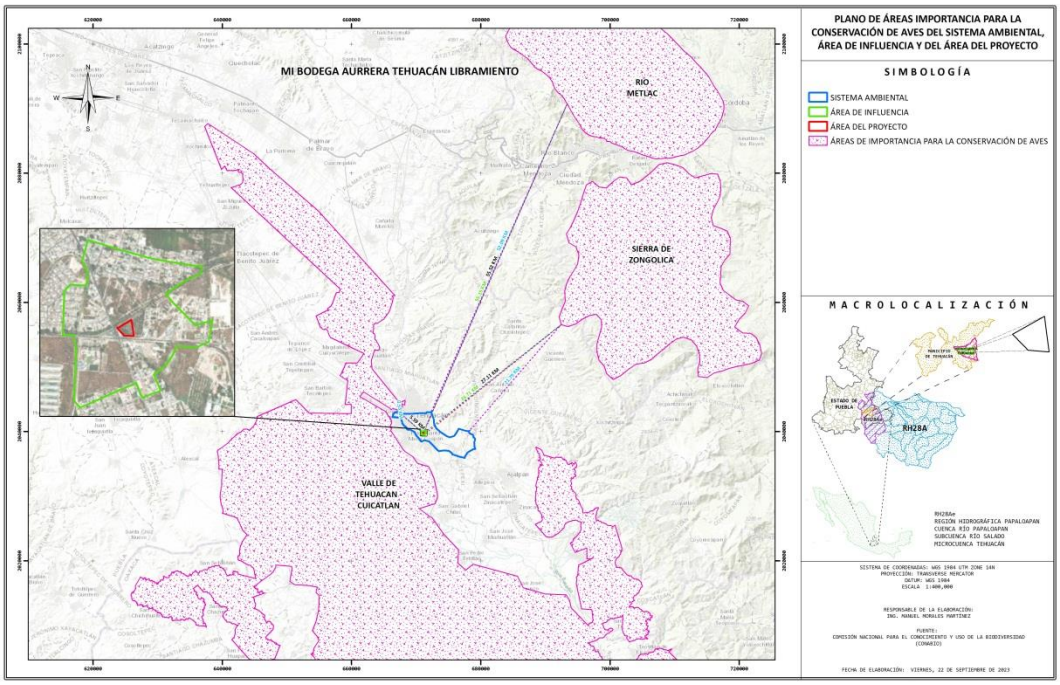


Figura IV.51. AICA'S cercanas en el SA, AI, AP.

Áreas Naturales Protegidas de carácter nacional (ANP)

Con respecto al SA no se encuentran dentro de ninguna ANP; las más cercanas son; Tehuacán-Cuicatlán a 0.71 km, Pico de Orizaba a 57.96 km, Cañón del Río Blanco a 25.44 y el Sistema Arrecifal Veracruzano a 151.05 km de distancia.

Con respecto al AI no se encuentran dentro de ninguna ANP; las más cercanas son; Tehuacán-Cuicatlán a 6.03 km, Pico de Orizaba a 60.89 km, Cañón del Río Blanco a 27.11 km y el Sistema Arrecifal Veracruzano a 155.78 km de distancia.

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ninguna ANP; las más cercanas son; Tehuacán-Cuicatlán a 6.12 km, Pico de Orizaba a 60.97 km, Cañón del Río Blanco a 27.2 km y el Sistema Arrecifal Veracruzano a 155.63 km de distancia.

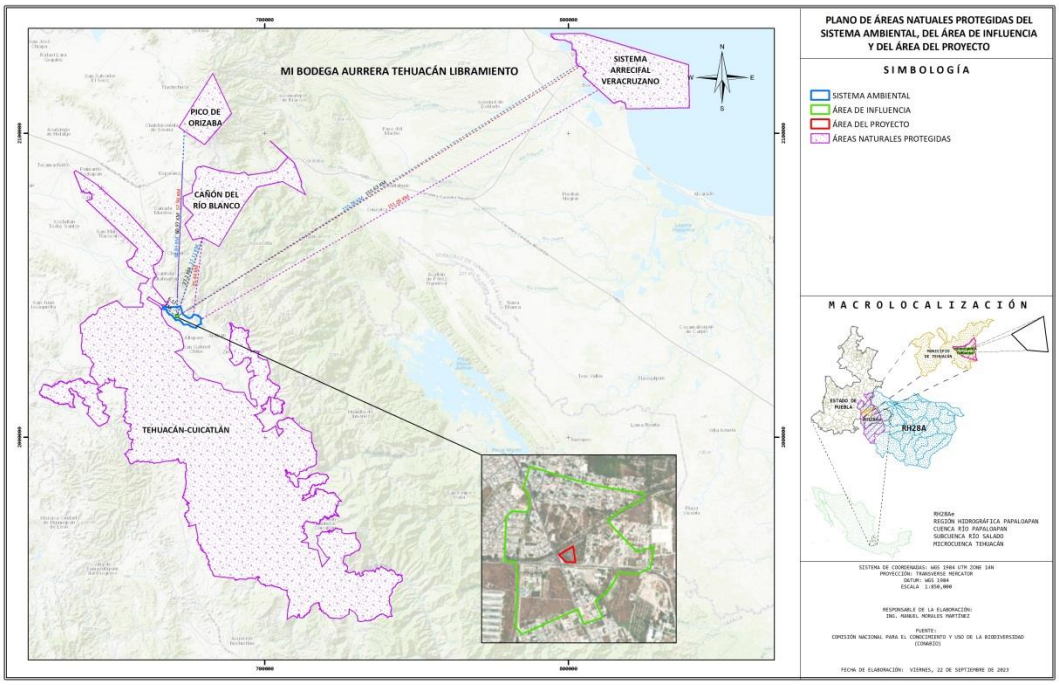


Figura IV.52. ANP'S cercanas en el SA, AI, AP.

Áreas Naturales Protegidas Estatales (ANP)

Con respecto al SA, las más cercanas son: Metlac- Río Blanco a 47.21 km, Sierra del Tentzo a 63.12 km y Humedal Valsequillo a 89.51 km.

Con respecto al AI no se encuentran dentro de ninguna ANP; las más cercanas son: Metlac-Río Blanco a 50.56 km, Sierra del Tentzo a 68.17 km y Humedal Valsequillo a 92.03 km.

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ninguna ANP; la más cercana es Metlac-Río Blanco a 65.93 km de distancia.

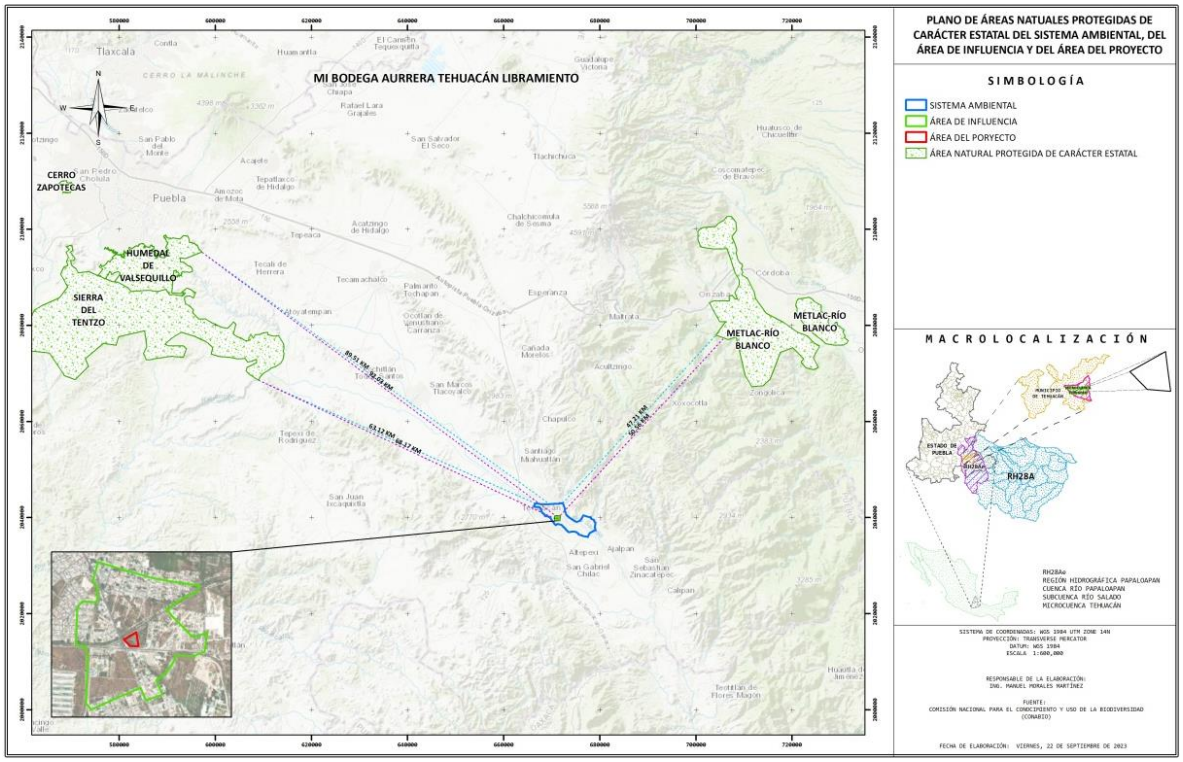


Figura IV.53. ANP'S cercanas en el SA, AI, AP.

Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC)

Con respecto al SA no se encuentra dentro de ninguna ADVC; las más cercanas son; Siete Cumbres Guadalupe Cuautepec a 49.95 km, Reserva Ecológica Natural en la Cuenca Alta del Río Atoyac 1 Z-1 P1/1 a 69.04 km, Área Comunitaria de Conservación Buenos Aires a 65.66 km, Agua Buena a 80.79 km, Cerro Agua Platanar a 83.70 km, Las Palmillas de Cerro Verde a 83.15 km, Zona de Reserva Ecológica Comunal de San Juan Teponaxtla a 92.24 km y Flor del Bosque a 92.13 km de distancia.

Con respecto al AI no se encuentra dentro de ninguna ADVC; las más cercanas son; Siete Cumbres Guadalupe Cuautepec a 50.75 km, Reserva Ecológica Natural en la Cuenca Alta del Río Atoyac 1 Z-1 P1/1 a 72.65 km, Área Comunitaria de Conservación Buenos Aires a 73.07 km, Agua Buena a 81.61 km, Cerro Agua Platanar a 91.48 km, Las Palmillas de Cerro Verde a 84.49 km, Zona de Reserva Ecológica Comunal de San Juan Teponaxtla a 99.07 km y Flor del Bosque a 96.93 km de distancia.

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ninguna ADVC; las más cercanas son; Flor del Bosque a 97.39 km, Reserva Ecológica Natural en la Cuenca Alta del Río Atoyac 1 Z-1 P1/1 a 73.14 km, Área Comunitaria de Conservación Buenos Aires a 73.52 km, Cerro Agua Platanar a 91.91 km, Zona de Reserva Ecológica Comunal de San Juan Teponaxtla a 99.42 km, Siete Cumbres Guadalupe Cuautepec a 51.23 km, Agua Buena a 81.9 km y Las Palmillas de Cerro Verde a 84.76 km de distancia.

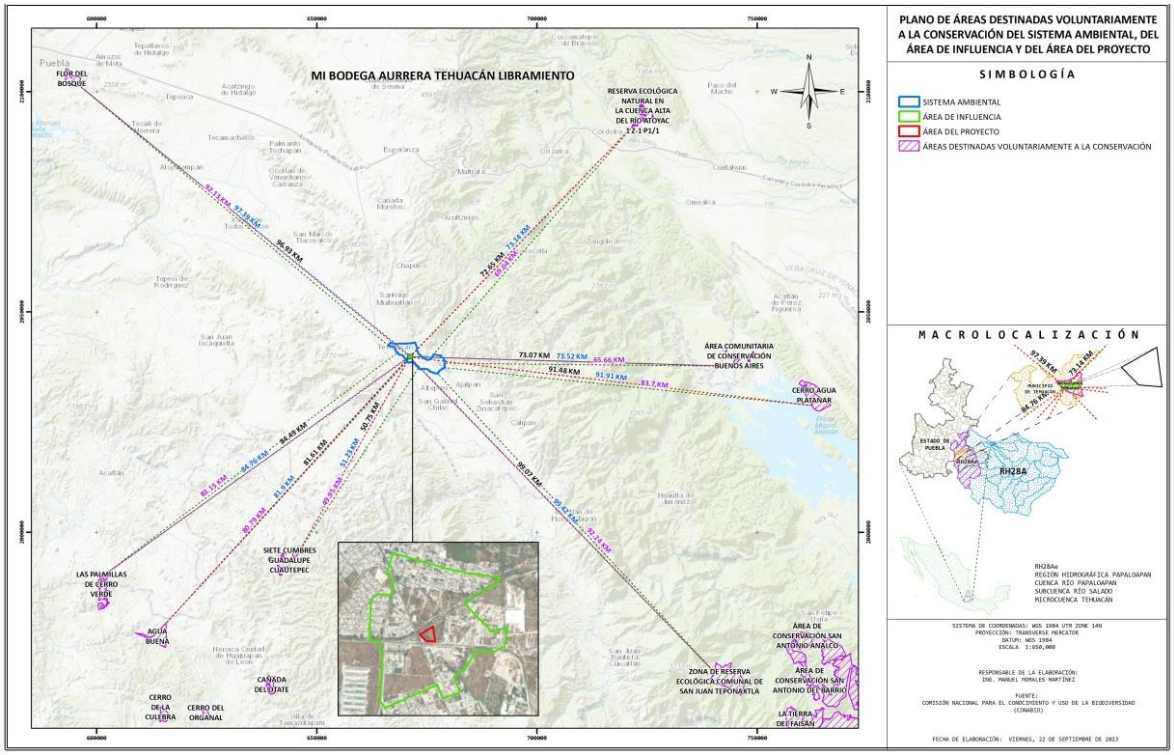


Figura IV.54. ADVC cercanas en el SA, AI, AP.

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Con respecto al SA no se encuentran dentro de ninguna región hidrológica prioritaria siendo las más cercanas la Presa Miguel Alemán- Cerro de oro a 27.94 Km y la Cuenca Oriental a 59.74 km de distancia.

Con respecto al AI no se encuentran dentro de ninguna RHP las más cercanas son; Presa Miguel Alemán - Cerro de oro a 34.92 Km y la Cuenca Oriental a 60.86 km de distancia.

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ninguna RHP las más cercanas son; Presa Miguel Alemán - Cerro de Oro a 35.32 km y Cuenca Oriental a 61.28 km de distancia.

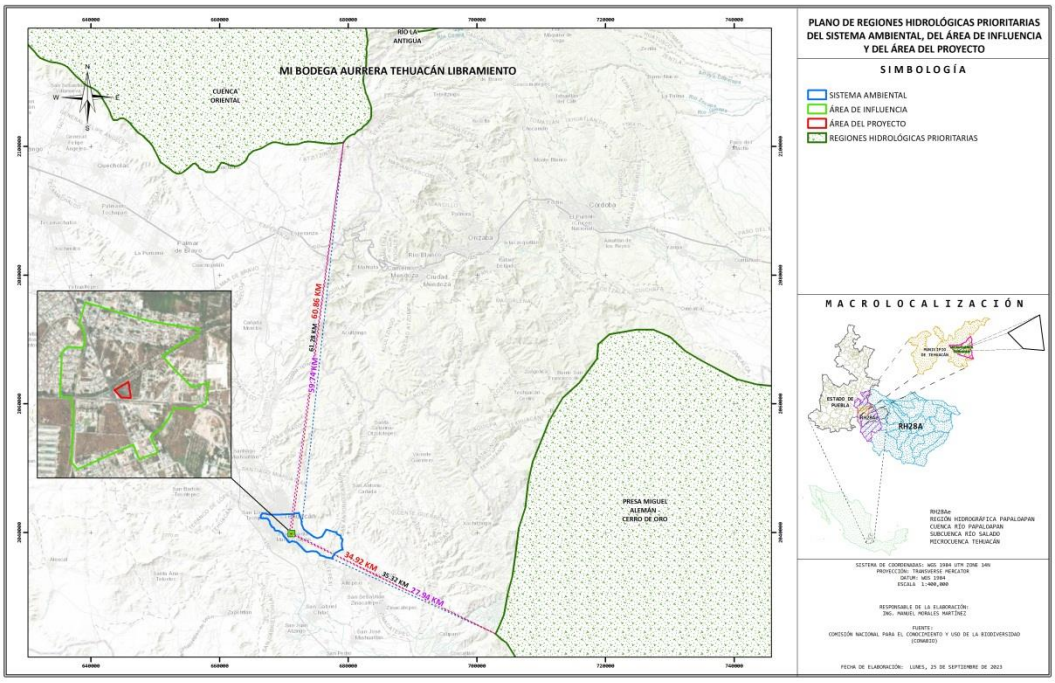


Figura IV.55. RHP en el SA, AI, AP.

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Con respecto al SA no se encuentran dentro de ninguna RTP; las más cercanas se encuentran a 0.82 km el Valle de Tehuacán-Cuicatlán y a 25.16 km de distancia las Sierras del norte de Oaxaca-Mixe.

Con respecto al AI no se encuentran dentro de ninguna RTP; las más cercanas son; Valle de Tehuacán-Cuicatlán a 4.79 km y Sierras del norte de Oaxaca-Mixe a 32.67 km de distancia.

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ninguna RTP; las más cercanas son; Valle de Tehuacán-Cuicatlán a 5.15 km y Sierras del norte de Oaxaca-Mixe a 33.12 km de distancia.

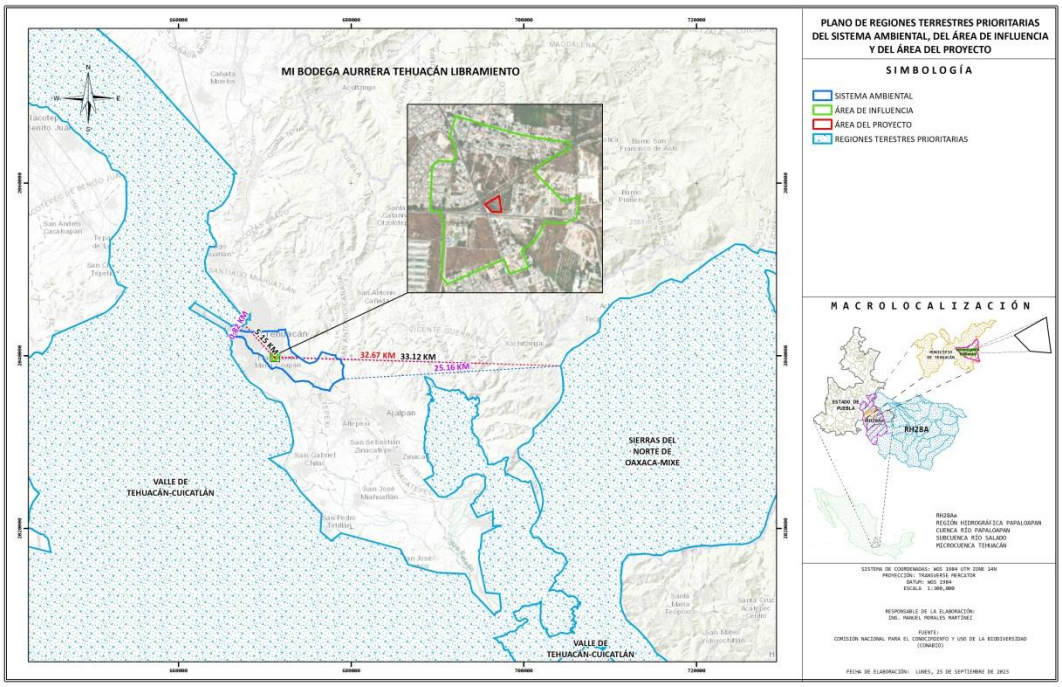


Figura IV.56. RTP en el SA, AI, AP.

Sitios RAMSAR

Con respecto al SA no se encuentran dentro de ningún Sitio Ramsar; los más cercanos son; Presa Manuel Ávila Camacho (Presa Valsequillo) a 86.9 km, Cascadas de Texolo y su en torno a 112.75 km, Sistema Lagunar Alvarado a 123.68 km, Presa de Atlangatepec a 145.43 km, La Mancha y El Llano a 157.87 km y Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano a 151.63 km de distancia.

Con respecto al AI no se encuentran dentro de ningún Sitio Ramsar; los más cercanos son; Presa Manuel Ávila Camacho (Presa Valsequillo) a 91.98 km, Cascadas de Texolo y su entorno a 113.71 km, Sistema Lagunar Alvarado a 131.22 km, Presa de Atlangatepec a 147.29 km, Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano a 157.37 km y La Mancha y El Llano a 159.3 km de distancia.

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ningún Sitio Ramsar; los más cercanos son; Presa Manuel Ávila Camacho (Presa Valsequillo) a 92.24 km, Cascadas de Texolo y su en torno a 114.06 km, Sistema Lagunar Alvarado a 131.67 km, Presa de Atlangatepec a 147.72 km, Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano a 157.89 km y La Mancha y El Llano a 159.62 km de distancia.

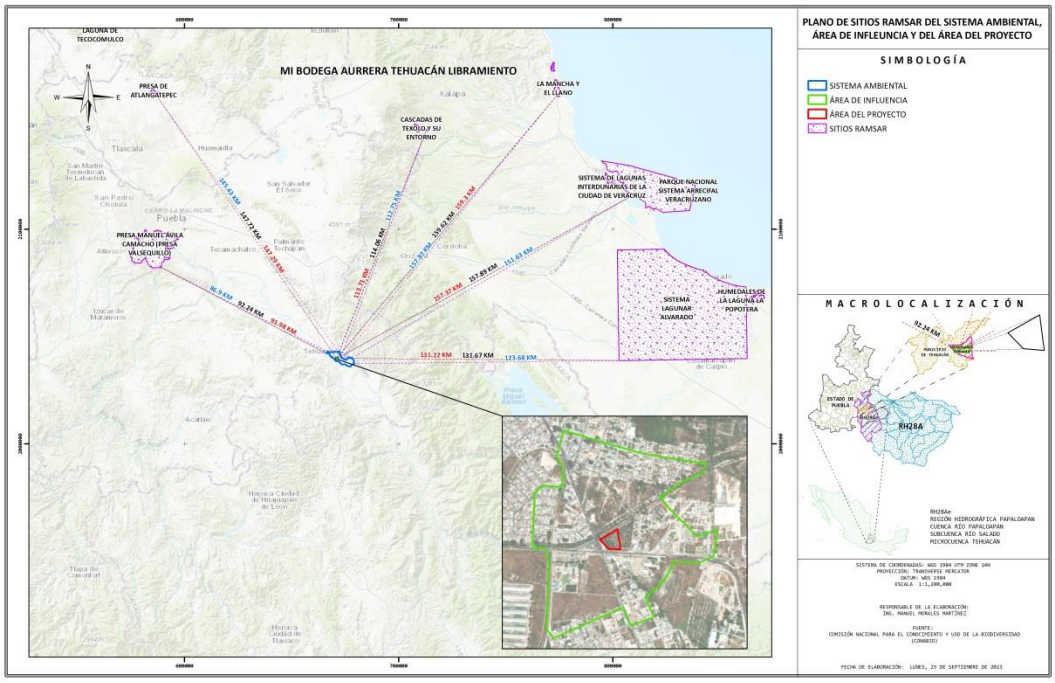


Figura IV.57. Sitios Ramsar en el SA, AI, AP.

Ecorregiones Marinas de América del Norte

Con respecto al SA no se encuentran dentro de ninguna ecorregión marina de América del Norte; la más cercana se encuentra a 144.71 km conocida como **Nerítica Veracruzana** con numeral 14.1.1.

Con respecto al AI no se encuentran dentro de ninguna ecorregión marina de América del Norte; la más cercana se encuentra a 149.63 km conocida como **Nerítica Veracruzana** con numeral 14.1.1.

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ninguna ecorregión marina de América del Norte; la más cercana se encuentra a 150.13 km conocida como **Nerítica Veracruzana** con numeral 14.1.1.

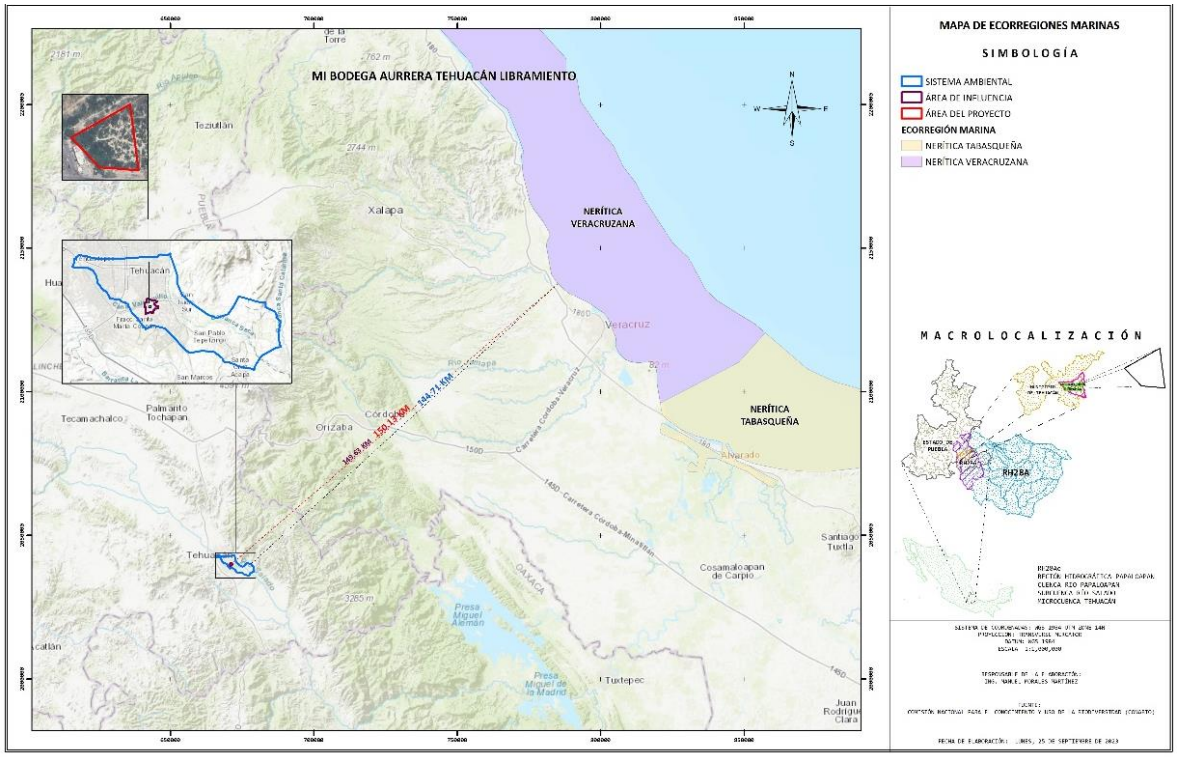


Figura IV.58. Ecorregiones Marinas en el SA, AI, AP.

Ecorregiones Terrestres de América del Norte

Con respecto al SA se encuentran dentro de dos ecorregiones marina de América del Norte; las cuales son: Sierras con bosques de coníferas, encinos y mixtos de guerrero y Oaxaca con numeral 13.5.2.1 y valle de Tehuacán con matorral xerófilo con numeral 14.4.3.2.

El AI se encuentra dentro de la ecorregión marina de América del Norte; Conocida como Valle de Tehuacán con matorral xerófilo con numeral 14.4.3.2.

El AP se encuentra dentro de la ecorregión marina de América del Norte; Conocida como Valle de Tehuacán con matorral xerófilo con numeral 14.4.3.2.

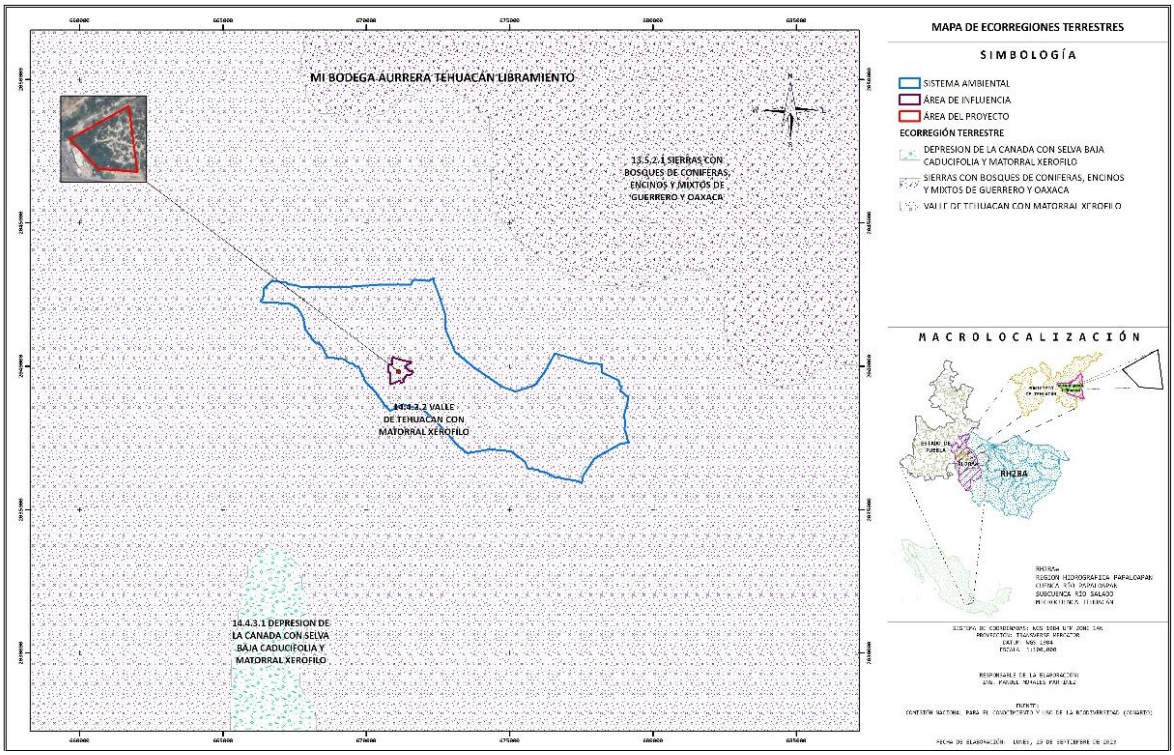


Figura IV.59. Ecorregiones Terrestres en el SA, AI, AP.

IV.3.1.2.2 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, Área de influencia 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) <u>Rutas migratorias de avifauna</u>

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

De acuerdo al plano de Rutas migratorias, el Área de proyecto (en adelante AP) no se encuentra dentro de ninguna ruta migratoria de aves y/o en alguna área prioritaria para la conservación de especies, los mismos sucede con el AI y SA, los cuales no se encuentran dentro de alguna ruta migratoria.

Respecto a las áreas de conservación de especies el AP. AI y SA no cae dentro de alguna área para la conservación, siendo la más cercana la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, la cual a nivel nacional es una de las reservas más diversas.

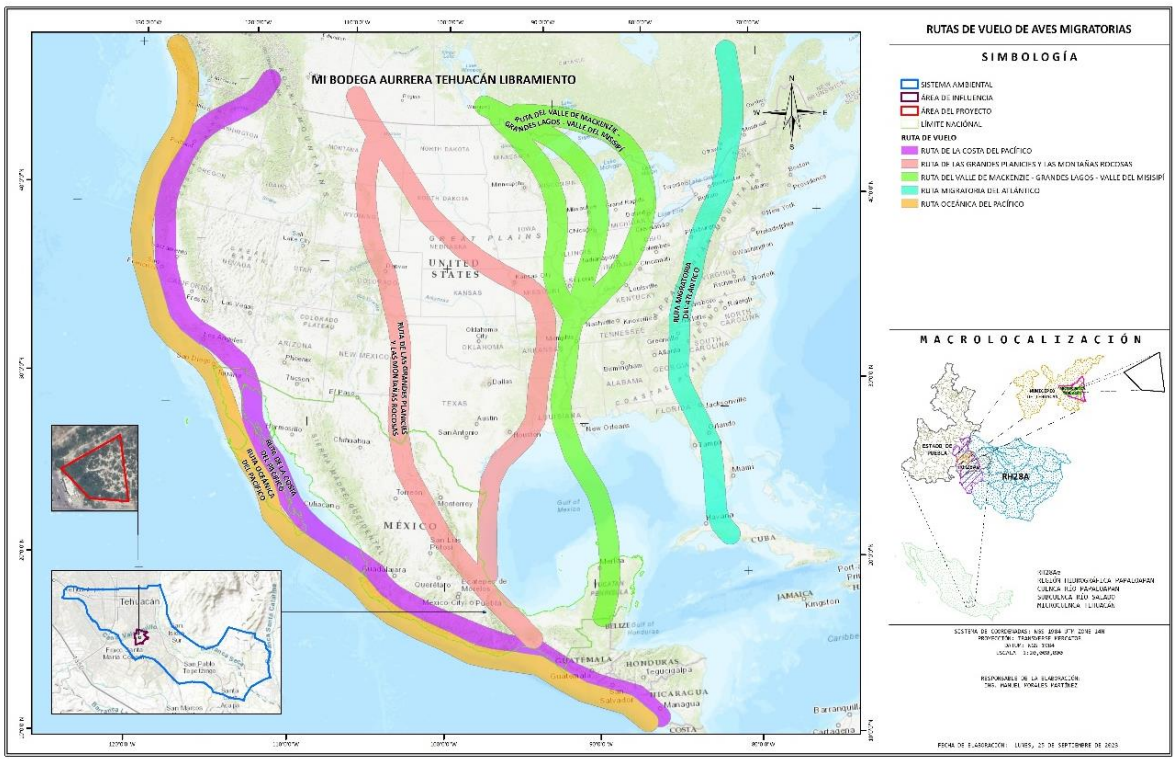
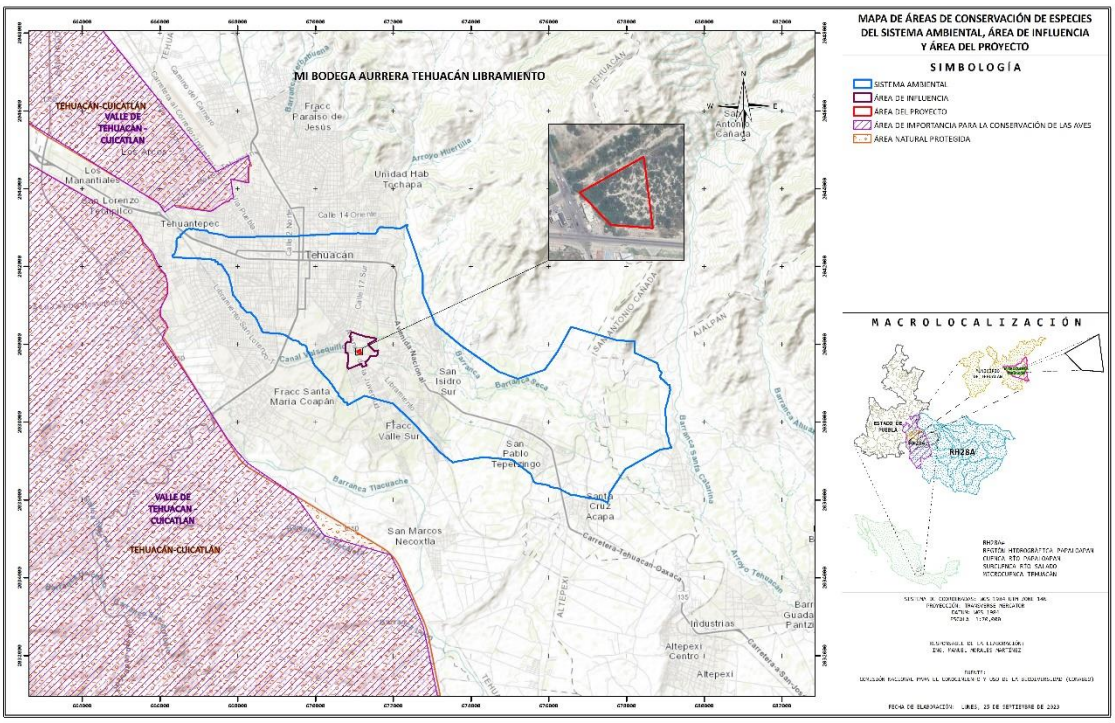


Figura IV.60. Plano de Rutas Migratorias de Aves respecto al AP y al SA.


MAPA DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES DEL SISTEMA AMBIENTAL, ÁREA DE INFLUENCIA Y ÁREA DEL PROYECTO
SIMBOLOGÍA
SISTEMA AMBIENTAL
ÁREA DE INFLUENCIA
ÁREA DEL PROYECTO
ÁREA DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES
ÁREA NATURAL PROTEGIDA
MACROLOCALIZACIÓN
MI BODEGA AURRERA TEHUACÁN LIBRAMIENTO
TEHUACÁN-CUICATLÁN VALLE DE TEHUACÁN-CUICATLÁN
VALLE DE TEHUACÁN-CUICATLÁN
TEHUACÁN-CUICATLÁN
Tehuacan
Tehuantepec
Fracc Paraíso de Jesús
Unidad Hab Tlchapa
Fracc Santa María Coapán
Fracc Valle Sur
San Isidro Sur
San Pablo Tepetzingo
San Cruz Acapa
San Marcos Necoxtla
Altepexi Centro I
Altepexi
Industrias
Barr Guadalupe Pantzingo
Arroyo Hilartilla
Arroyo Tehuacán
Carretera Tehuacán-Oaxaca
Carretera a San Juan
Calle 14 Oriente
Calle 17 Sur
Barranca Seca
Barranca Santa Catarina
Barranca Tlacuache
Barranca Ahuatenco
Canal Tehuacán
Canal Tehuacán Sur
Canal Tehuacán Norte
Canal Tehuacán Oriente
Canal Tehuacán Poniente
Canal Tehuacán Sur Poniente
Canal Tehuacán Sur Oriente
Canal Tehuacán Norte Poniente
Canal Tehuacán Norte Ori

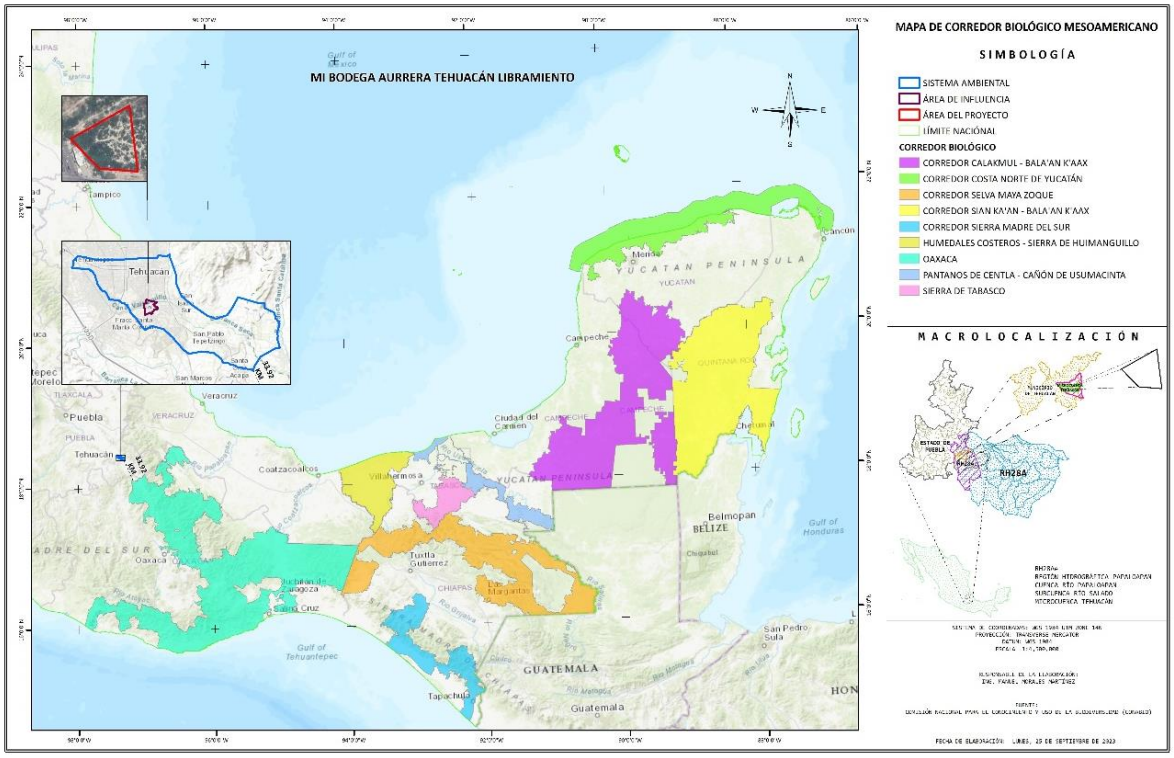


Figura IV.62. Plano de corredores biológicos pertenecientes al CBMM respecto al AP y al SA.

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.**
   1.1 Listado de especies potenciales del SA.

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

INVESTIGACIÓN DE GABINETE

LISTADO DE ESPECIES POTENCIALES

De acuerdo a Arizmendi & Espinosa (1996); y a Camacho-Morales & Meno (2001) ; al menos 40 especies de aves se distribuyen en la región de Tehuacán, este número puede llegar a aumentar conforme la antropización baja en áreas mejor conservadas, generando mejores áreas para que estos organismos pueden llevar a cabo un forrajeo óptimo.

AVIFAUNA

Cuadro IV.113. Listado potencial de avifauna en el Sistema ambiental.

N°	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	**Cathartidae**	*Coragyps atratus*	Zopilote común	-

N°	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
2		*Cathartes aura*	Zopilote aura	-
3	**Falconidae**	***Falco peregrinus***	**Halcón peregrino**	**Pr**
4	**Columbidae**	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	-
5		*Zenaida macroura*	Huilota común	-
6		*Columbina inca*	Tortolita cola larga	-
7		*Columbina passerina*	Tortolita pico rojo	-
8		*Columba livia*	Paloma doméstica	-
9	**Cuculidae**	*Geococcyx velox*	Correcaminos norteño	-
10	**Tytonidae**	*Tyto alba*	Lechuza de campanario	-
11	**Strigidae**	***Bubo virginianus***	**Búho cornudo**	**A**
12	**Caprimulgidae**	*Chordeiles minor*	Chotacabras zumbón	-
13	**Trochilidae**	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	-
14	**Trochilidae**	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí	-
15	**Momotidae**	*Momotus mexicanus*	Momoto corona canela	-
16	**Picidae**	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del balsas	-
17	**Tyrannidae**	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito chillón	-
18		*Sayornis nigricans*	Papamoscas negra	-
19		*Pyrocephalus rubinus*	Cardenalito mosquetero	-
20		*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo común	-
21		*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí	-
22		*Tyrannus vociferans*	Tirano chibiú	-
23		*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso	-
24	**Laniidae**	*Lanius ludovicianus*	Verdugo americano	-
25	**Corvidae**	*Corvus corax*	Curevo común	-
26	**Troglodytidae**	*Campylorhynchus jocosus*	Matraca del Balsas	-
27	**Troglodytidae**	*Catherpes mexicanus*	Saltapared barranquero	-
28	**Sylviidae**	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	-
29	**Mimidae**	*Mimus polyglottos*	Cenzontle	-
30		*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche	-
31	**Ptilogonatidae**	*Ptilogonys cinereus*	Capulinero gris	-
32	**Passeridae**	*Passer domesticus*	Gorrión domestico	-
33	**Parulidae**	***Leiothlypis crissalis***	**Chipe de Colima**	**Pr**
34		*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	-
35		*Setophaga nigrescens*	Chipe negrogrís	-
36		*Setophaga palmarum*	Chipe playero	-
37		*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	-
38	**Emberizidae**	*Melozone albicollis*	Rascador oaxaqueño	-
39	**Cardinalidae**	*Pheucticus chrysopeplus*	Picogordo amarillo	-
40		*Pheucticus melanocephalus*	Picogordo tigrillo	-
41		*Passerina caerulea*	Picogordo azul	-

N°	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
42	Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos	-
43		*Icterus pustulatus*	Calandria dorso rayado	-
44		*Icterus galbula*	Calandria de Baltimore	
45		*Quiscalus mexicanus*	Zanate	-
46	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	-

Probablemente extinta en el medio silvestre (E); En peligro de extinción (P); Amenazadas (A); Sujetas a protección especial (Pr); Sin categoría (SC).

Se obtuvo una lista potencial de avifauna de 46 especies, de las cuelas 3 se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

MASTOFAUNA

De acuerdo a Cruz-Jácome et al (2015)[22]; Ramírez-Pulido y Martínez (2006)[23]; Briones-Salas (2000)[24], en la región al menos se distribuyen 16 especies de mamíferos de talla mediana

Cuadro IV.114. Listado potencial de mastofauna en el Sistema ambiental.

N°	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	—
2	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo de nueve bandas	—
3	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	—
4		*Sylvilagus audubonii*	Conejo de desierto	—
5	Felidae	*Lynx rufus*	Gato montes	—
6		***Herpailurus yagouaroundi***	**Jaguarundi**	**A**
7	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	—
8		*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	—
9	Mephitidae	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo de espalda blanca norteño	—
10		*Mephitis macroura*	Zorrillo listado sureño	—
11		*Spilogale angustifrons*	Zorrillo manchado sureño	—
12	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle	—
13		*Nasua narica*	Coatí	—
14		*Procyon lotor*	Mapache	—
15	Tayassuidae	*Dicotyles angulatus*	Pecarí de collar norteño	—
16	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	—

Probablemente extinta en el medio silvestre (E); En peligro de extinción (P); Amenazadas (A); Sujetas a protección especial (Pr); Sin categoría (SC).

[22] Cruz-Jácome, O., López-Tello, E., Delfín-Alfonso, C. A., & Mandujano, S. (2015). Riqueza y abundancia relativa de mamíferos medianos y grandes en una localidad en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. Therya, 6(2), 435-448.

[23] Ramírez-Pulido, J. y J. Martínez, V. (2006). Diversidad de los mamíferos de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Puebla- Oaxaca, México. México: Informe presentado a la Semarnat. Dirección General de Vida Silvestre.

[24] Briones-Salas, M. (2000). Lista anotada de los mamíferos de la Región de La Cañada, en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. Instituto de Ecología, A. c. Revista Acta Zoológica Mexicana (081), 83-103.

Del total de especies que se han registrado para la región, sólo una especie se encuentra en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

HERPETOFAUNA

De acuerdo con Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén (2010)[25]; Gutiérrez-Mayén (2001)[26]; Woolrich-Piña *et al*. (2017)[27]; en la región al menos se distribuyen 51 especies de herpetofauna.

Cuadro IV.115. Listado potencial de herpetofauna en el Sistema ambiental.

N°	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	**Bufonidae**	*Incilius occidentalis**	Sapo de los pinos	—
2		*Rhinella horribilis*	Sapo gigante	—
3	**Craugastoridae**	*Craugastor augusti*	Rana ladradora amarilla	—
4	**Eleutherodactylidae**	***Eleutherodactylus nitidus****	**Rana fisgona deslumbrante**	**Pr**
5	**Hylidae**	***Exerodonta xera****	**Ranita de Puebla**	**P**
6		***Smilisca baudinii***	**Rana arborícola mexicana**	**Pr**
7	**Ranidae**	*Lithobates spectabilis**	Rana manchada	—
8	**Scaphiopodidae**	***Spea multiplicata***	**Sapo montícola de espuela**	**Pr**
9	**Ambystomatidae**	*Ambystoma subsalsum**	Salamandra tigre del altiplano	—
10	**Plethodontidae**	*Thorius maxillabrochus**	Salamandra pygmea de Zoquitlán	—
11	**Anguidae**	***Barisia imbricata****	**Lagarto alicante de las montañas**	**Pr**
12		*Gerrhonotus liocephalus*	Lagartija caimán sureña	—
13	**Corytophanidae**	*Basiliscus vittatus*	Toloque rayado	—
14	**Iguanidae**	***Ctenosaura acanthura***	**Iguana de cola espinosa del noreste**	**Pr**
15		***Ctenosaura pectinata****	**Garrobo**	**A**
16	**Phrynosomatidae**	***Phrynosoma braconnieri****	**Camaleón de cola corta**	**Pr**
17		***Phrynosoma taurus****	**Camaleón toro**	**A**
18		*Sceloporus aureolus**	Lagartija espinosa sureña	—
19		*Sceloporus gadoviae**	Lagartija espinosa del Alto Balsas	—
20		***Sceloporus grammicus***	**Lagartija espinosa de mezquite**	**Pr**
21		*Sceloporus horridus**	Lagartija espinosa del Pacífico	—
22		*Sceloporus jalapae**	Lagartija espinosa del Valle de Tehuacán	—
23		***Sceloporus megalepidurus****	**Lagartija espinosa de escamas grandes**	**Pr**
24		*Sceloporus spinosus**	Lagartija espinosa mexicana	—
25		*Urosaurus bicarinatus**	Lagartija de árbol del Pacífico	—

[25] Canseco Márquez, L, Gutiérrez Mayen, M. G. 2010. Anfibios y reptiles del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. México: Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad.

[26] Gutiérrez Mayén, M. G. (2001). Inventario herpetofaunístico del valle semiárido de Tehuacán-Cuicatlán (continuación). México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Escuela de Biología, Laboratorio de Herpetología 60.

[27] Woolrich-Piña, G. A., García-Padilla, E., De Santis, D. L., Johnson, J. D., Mata-Silva, V., & Wilson, L. D. 2017. The herpetofauna of Puebla, Mexico: composition, distribution, and conservation. Mesoamerican Herpetology, 4(4), 794-884.

N°	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
26		*Phyllodactylus bordai**	Salamanquesa de Alto Balsas	—
27	Teiidae	***Aspidoscelis costata****	**Huico llanero**	**Pr**
28		***Aspidoscelis parvisocius****	**Huico pigmeo de Tehuacán**	**Pr**
29		*Aspidoscelis sackii**	Huico manchado	—
30	Xenosauridae	*Xenosaurus rectocollaris**	Chinito	—
31	Boidae	*Boa imperator*	Mazacuatl	—
32		*Boa sigma**	Mazacuatl	—
33	Colubridae	*Conopsis acuta**	Culebra terrestre guardacaminos	—
34		*Conopsis lineata**	Culebra terrestre del centro	—
35		*Drymarchon melanurus*	Culebra arroyera de cola negra	—
36		*Ficimia publia*	Culebra naricilla manchada	—
37		*Lampropeltis polyzona**	Falsa coralillo real de occidente	—
38		*Masticophis mentovarius*	Culebra chirriadora neotropical	—
39		*Oxybelis aeneus*	Culebra bejuquilla mexicana	—
40		*Pituophis deppei**	Cincuatl	—
41		*Pituophis lineaticollis*	Cincuatl sureño	—
42		***Salvadora bairdi****	**Culebra chata mexicana**	**Pr**
43		***Salvadora intermedia****	**Culebra chata oaxaqueña**	**Pr**
44		*Senticolis triaspis*	Culebra ratonera	—
45		*Tantilla bocourti**	Culebrita cabeza negra Bocourt	—
46		*Trimorphodon tau**	Falsa nauyaca mexicana	—
47	Dipsadidae	***Imantodes gemmistratus***	**Culebra cordelilla centroamericana**	**Pr**
48		***Rhadinaea hesperia****	**Culebra rayada occidental**	**Pr**
49		***Tropidodipsas zweifeli****	**Culebra caracolera de Chilpancingo**	**Pr**
50	Elapidae	***Mixcoatlus melanurus****	**Víbora torito mexicano**	**Pr**
51	Kinosternidae	***Kinosternon integrum****	**Tortuga pecho quebrado**	**Pr**

Probablemente extinta en el medio silvestre (E); En peligro de extinción (P); Amenazadas (A); Sujetas a protección especial (Pr); Sin categoría (SC).

Del total de especies que se han registrado para la región, 20 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

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 a la NOM-059-SEMARNAT-2010, estatus de riesgo de la IUCN, categoría de acuerdo a 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 a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Se utilizaron las siguientes categorías de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010[28]. 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.116. Estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 para la fauna silvestre.

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 al IUCN.

Se utilizaron las siguientes categorías de riesgo de acuerdo a la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza)[29]:

Cuadro IV.117. Estatus de acuerdo a 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.

[28] 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

[29] 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.

Estatus	Descripción
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 a la CITES.

Las categorías de riesgo en el listado de acuerdo a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres Por sus sigles en ingles CITES (CITES, 2022[30]):

Cuadro IV.118 Listados de especies de acuerdo a 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 al IUCN

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

Cuadro IV.119 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.120. 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.

[30] 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.

Categoría	Descripción
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.

Residencia.

En el atributo de residencia, las especies fueron clasificadas en distintas categorías utilizando información publicada en literatura especializada (Peterson y Chalif, 1989[31]; Howell y Webb, 1995[32]; Sibley, 2000[33]). Dicho atributo solamente aplica para el caso exclusivo de las especies de aves. Las categorías empleadas fueron las siguientes:

Cuadro IV.121 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 en las MCH, 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).

[31] 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.

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

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

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 al tipo de alimento que consumen, dependiendo de la disponibilidad de los recursos alimenticios. Se pueden identificar 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)[34].

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

[34] 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.

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 del mismo 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.

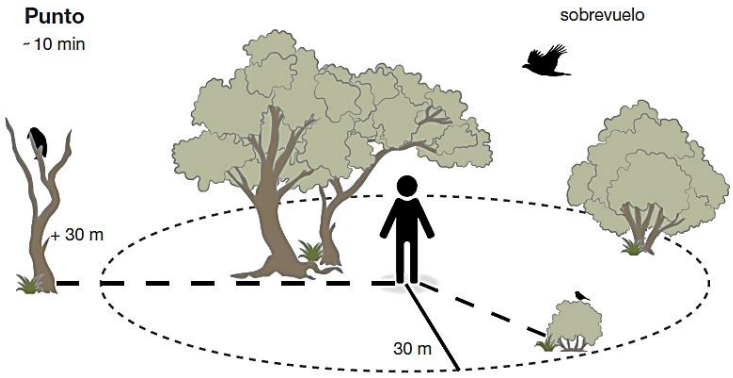


Figura IV.63. Ejemplo del establecimiento de un punto de conteo para la avifauna. Fuente: Ruiz Gutiérrez et al (2020)[35].

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).

[35] 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.

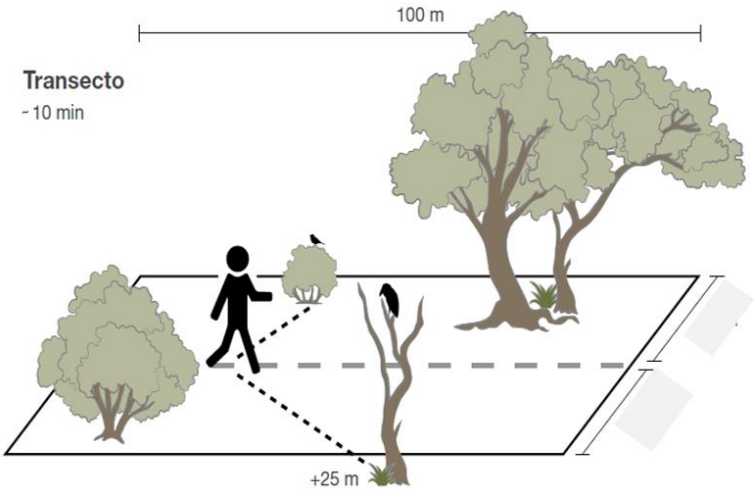


Figura IV.64. Ejemplo del establecimiento de un transecto para la mastofauna y herpetofauna. Fuente: Ruiz Gutiérrez et al (2020).

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.

Herpetofauna

- ✓ Palacios-Aguilar, R., & Flores-Villela, O. 2018. An updated checklist of the herpetofauna from Guerrero, Mexico. Zootaxa, 4422(1), 1-24.
- ✓ Canseco Márquez, L, Gutiérrez Mayen, M. G. 2010. Anfibios y reptiles del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. México: Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad.
- ✓ Gutiérrez Mayén, M. G. (2001). Inventario herpetofaunístico del valle semiárido de Tehuacán-Cuicatlán (continuación). México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Escuela de Biología, Laboratorio de Herpetología 60.
- ✓ Woolrich-Piña, G. A., García-Padilla, E., De Santis, D. L., Johnson, J. D., Mata-Silva, V., & Wilson, L. D. 2017. The herpetofauna of Puebla, México: composition, distribution, and conservation. Mesoamerican Herpetology, 4(4), 794-884

Mastofauna

- ✓ Álvarez-Castañeda, S. T., Álvarez, 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.
- ✓ Murrie, 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.

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.

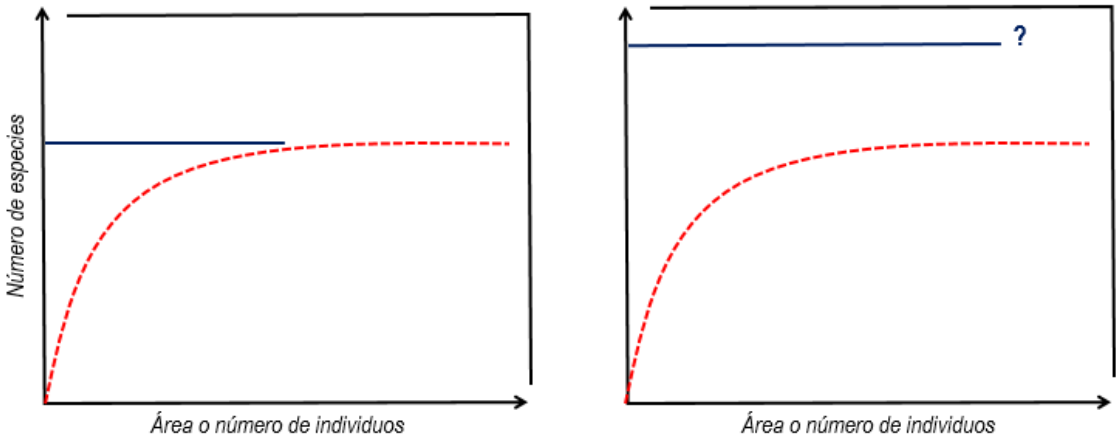


Figura IV.65. Curva de acumulación de especies.

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.

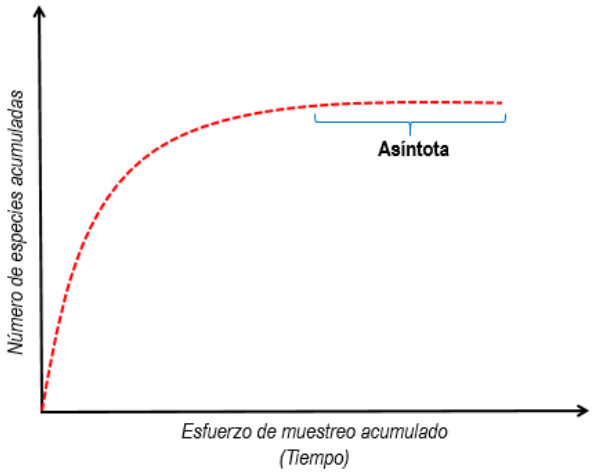


Figura IV.66. Curva de acumulación de especies. El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se han registrado todas las especies (asíntota).

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).

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

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).

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

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.

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

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.

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

^{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 4 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

Se realizarón dos muestreos en el SA, el primero la época de secas y el segundo en época de lluvias, considerando las siguientes características:

Cuadro IV.122. Especificaciones del muestreo avifaunístico:

Avifauna	
Tipo de muestreo	Muestreo directo-observación por medio de puntos de conteo (PC)
Época	Secas-Lluvias
Fecha	Secas: diciembre de 2023
	Lluvias: junio 2023
Visitas	2 por día
Horas de visita	06:00 am a 11:00 am - 4:00 pm a 06:00 pm
Número de P.C.	4
Radio del P.C.	20 m
Rasgos de los PC	Bosque de mezquite
	Zona de transición entre bosque de mezquite y matorral desértico rosetófilo

Cuadro IV.123. Especificaciones del muestreo mastofaunístico y herpetofaunístico.

Mastofauna y herpetofauna	
Tipo de muestreo	Muestreo directo e indirecto (rastros) por medio de Transectos (T)
Época	Secas-Lluvias
Fecha	**Secas:** diciembre de 2023
	Lluvias: junio 2023

Mastofauna y herpetofauna	
Visitas	1 por día
Horas de visita	de 12:00 am a 04:00 pm
Número de T.	4
Largo y ancho del transecto	50 x 26 m
Rasgos de los PC	Bosque de mezquite
	Zona de transición entre bosque de mezquite y matorral desértico rosetófilo

Para el muestreo de la fauna silvestre en el SA se tomó en cuenta el tipo vegetación presente en el AP así como rasgos de distribución de especies que en este caso fueron dos:

1. Bosque de mezquite
2. Zona de transición entre bosque de mezquite y matorral desértico rosetófilo.

Los transectos y puntos de conteo que se distribuyen en cada área se muestran a continuación:

Cuadro IV.124. Puntos de conteo en el SA para la caracterización de la avifauna

Transecto	Coordenadas central (UTM)		Longitud (m)	Rasgo del área de muestreo	Área muestreada (Ha)
	X	Y			
1	672388.71	2042474.31	20	Bosque de mezquite	0.125664
2	672442.83	2042385.75	20	Zona de transición entre bosque de mezquite y matorral desértico rosetófilo	0.125664
3	672436.52	2042310.23	20	Zona de transición entre bosque de mezquite y matorral desértico rosetófilo	0.125664
4	672379.03	2042401.12	20	Bosque de mezquite	0.125664
Área muestreada					**0.5027**

Cuadro IV.125. Transectos en el SA para la caracterización de la mastofauna y herpetofauna

Transecto	Coordenadas central (UTM)				Longitud (m)	Ancho (m)	Rasgo del área de muestreo	Área muestreada (Ha)
	X	Y	X	Y				
1	672360.63	2042474.18	672416.78	2042474.44	50	26	Bosque de mezquite	0.13
2	672437.04	2042412.68	672448.61	2042358.82	50	26	Zona de transición entre bosque de mezquite y matorral desértico rosetófilo	0.13
3	672448.85	2042334.46	672424.18	2042285.99	50	26	Zona de transición entre bosque de mezquite y matorral desértico rosetófilo	0.13
4	672371.81	2042428.61	672386.25	2042373.63	50	26	Bosque de mezquite	0.13
Área muestreada								**0.52**

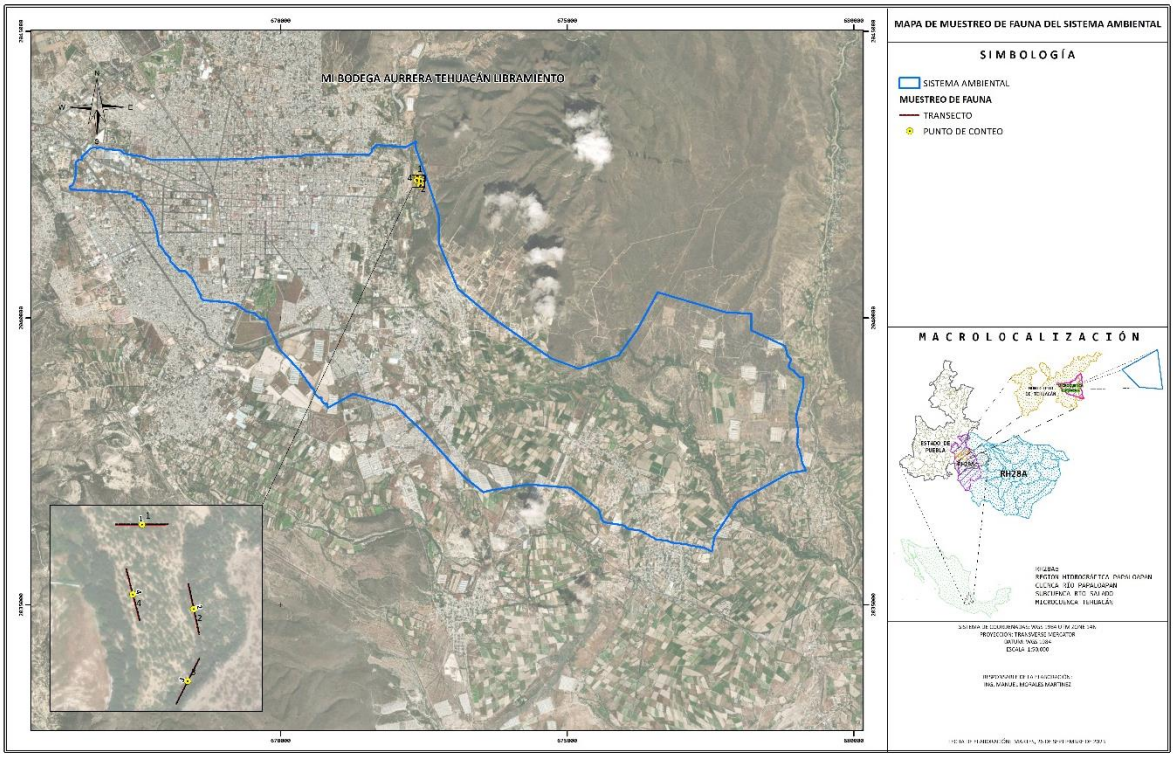


Figura IV.67. Puntos de muestreo de fauna en el Sistema ambiental

ANÁLISIS DE LA AVIFAUNA

A continuación se muestra un listado de la avifauna registrada en la época de secas y lluvias, a la cual se le aplico el coeficiente de Jaccard para conocer el nivel de similitud o disimilitud entre épocas:

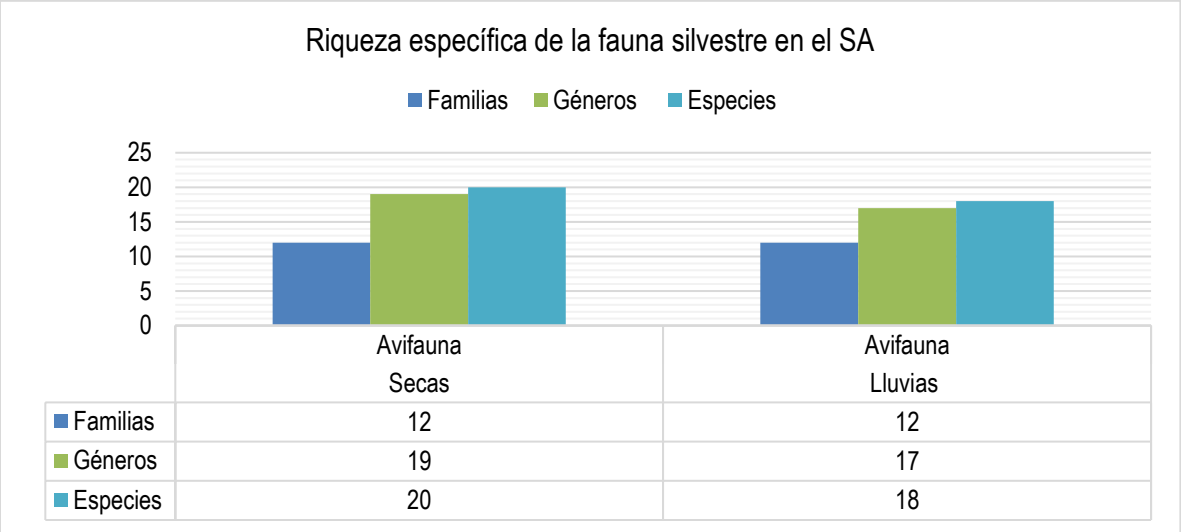
Cuadro IV.126. Coeficiente de Jaccard entre época de secas y lluvias.

ID	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Presencia (1) / ausencia (0)		Consenso
					Lluvias	Secas	
1	Accipitridae	Elanus	*Elanus leucurus*	*Milano cola blanca*	0	1	1
2	Accipitridae	Buteo	*Buteo jamaicensis*	*Aguililla cola roja*	1	0	1
3	Cathartidae	Coragyps	*Coragyps atratus*	*Zopilote común*	1	1	2
4	Columbidae	Columbina	*Columbina inca*	*Tortolita cola larga*	1	1	2
5	Columbidae	Zenaida	*Zenaida asiatica*	*Paloma alas blancas*	0	1	1
6	Emberizidae	Oriturus	*Oriturus superciliosus*	*Zacatonero serrano*	0	1	1
7	Fringillidae	Haemorhous	*Haemorhous mexicanus*	*Pinzón mexicano*	1	1	2
8	Hirundinidae	Hirundo	*Hirundo rustica*	*Golondrina tijereta*	1	0	1
9	Mimidae	Mimus	*Mimus polyglottos*	*Cenzontle norteño*	1	1	2
10	Mimidae	Toxostoma	*Toxostoma curvirostre*	*Cuitlacoche pico curvo*	1	1	2
11	Passerelidae	Peucaea	*Peucaea mystacalis*	*Zacatonero embridado*	1	1	2
12	Passeridae	Passer	*Passer domesticus*	*Gorrión doméstico*	1	1	2
13	Picidae	Melanerpes	*Melanerpes hypopolius*	*Carpintero del balsas*	1	1	2
14	Polioptilidae	Polioptila	*Polioptila caerulea*	*Perlita azulgris*	0	1	1
15	Trochilidae	Cynanthus	*Cynanthus latirostris*	*Colibrí pico ancho*	0	1	1
16	Trochilidae	Ramosomyia	*Ramosomyia violiceps*	*Colibrí corona violeta*	1	1	2
17	Trochilidae	Hylocharis	*Hylocharis leucotis*	*Zafiro oreja blanca*	1	1	2
18	Troglodytidae	Campylorhynchus	*Campylorhynchus jocosus*	*Matraca del balsas*	1	1	2
19	Troglodytidae	Thryomanes	*Thryomanes bewickii)*	*Saltapared cola larga*	1	1	2
20	Tyrannidae	Myiozetetes	*Myiozetetes similis*	*Luisito común*	1	1	2
21	Tyrannidae	Tyrannus	*Tyrannus crassirostris*	*Tirano pico grueso*	1	1	2
22	Tyrannidae	Tyrannus	*Tyrannus melancholicus*	*Tirano pirirí*	1	1	2
23	Tyrannidae	Charadrius	*Charadrius vociferus*	*Chorlo tildío*	1	0	1
Número total de especies en lluvias (a)							**18**
Especies únicas en (a)							3
Número total de especies en secas (b)							**20**
Especies únicas en (b)							5
Similitud (c)							**15**
Coeficiente de similitud de Jaccard							**0.7**

Presencia = 1, Ausencia = 0, Similitud = 2.

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies. De acuerdo con el coeficiente de similitud de Jaccard tenemos una similitud entre épocas de media a alta lo que indica que existe poca diferencia entre épocas.

Con los dos muestreos se acumularon y registraron 23 especies avifaunísticas, las cuales se distribuyen de la siguiente manera:



	Avifauna Secas	Avifauna Lluvias
Familias	12	12
Géneros	19	17
Especies	20	18

Figura IV.68. Riqueza específica por cada época (Secas y lluvias)

Para la estimación de índices de diversidad se generó un consenso de las dos temporadas.

1.- LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de especies de avifauna que fueron registradas en los 4 puntos de conteo establecidos en el SA en las dos temporadas:

Cuadro IV.127 Especies de aves presentes en los puntos de conteo establecidos en el Sistema ambiental.

ID	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Tendencia Poblacional	Distribución	Resi.	Abund.	Sociabilidad	Alim.	Imp. Eco.	No. registros
1	Accipitridae	Elanus	*Elanus leucurus*	Milano cola blanca	SC	LC	II	Desconocida	Nativa	R	Poco común	Pareja	Ca	CP	2
2	Accipitridae	Buteo	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	SC	LC	II	Creciente	Nativa	R	Poco común	Solitario	Ca	RP	3
3	Cathartidae	Coragyps	*Coragyps atratus*	Zopilote común	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R	Gregario	Gregaria	Ca	EE	24
4	Columbidae	Columbina	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R	Abundante	Pareja	G	EE	3
5	Columbidae	Zenaida	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R,MI	Abundante	Pareja	G-F	EE	1
6	Emberizidae	Oriturus	*Oriturus superciliosus*	Zacatonero serrano	SC	LC	SC	Estable	EN	R	Poco común	Solitario	G	EE	15
7	Fringillidae	Haemorhous	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R	Abundante	Gregario	I-G	EE	3
8	Hirundinidae	Hirundo	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	SC	LC	SC	Decreciente	Nativa	R, Mi	Abundante	Gregaria	I	EE	4
9	Mimidae	Mimus	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	SC	LC	SC	Estable	Nativa	R	Común	Solitario	I	EE	3
10	Mimidae	Toxostoma	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	SC	LC	SC	Decreciente	Nativa	R	Abundante	Solitario	F-I	EE	4
11	Passerelidae	Peucaea	*Peucaea mystacalis*	Zacatonero embridado	SC	LC	SC	Desconocida	EN	R	Poco común	Solitario	I	EE	5
12	Passeridae	Passer	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	SC	LC	SC	Decreciente	Exótica-invasora	R	Abundante	Gregaria	I-G	EE	14
13	Picidae	Melanerpes	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del balsas	SC	LC	SC	Creciente	EN	R	Poco común	Solitario	I, G, F	EE	5
14	Polioptilidae	Polioptila	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R,MI	Poco común	Solitario	I	EE	5
15	Trcohilidae	Cynanthus	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	SC	LC	II	Desconocida	Nativa	R	Poco común	Solitario	I, N	EE	3
16	Trcohilidae	Ramosomyia	*Ramosomyia violiceps*	Colibrí corona violeta	SC	LC	II	Desconocida	Nativa	R	Poco común	Solitario	I, N	EE	2
17	Trcohilidae	Hylocharis	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	SC	LC	SC	Desconocida	Nativa	R	común	Solitario	N	EE	3
18	Troglodytidae	Campylorhynchus	*Campylorhynchus jocosus*	Matraca del balsas	SC	LC	SC	Desconocida	EN	R	Poco común	Solitario	I	EE	3
19	Troglodytidae	Thryomanes	*Thryomanes bewickii)*	Saltapared cola larga	SC	LC	SC	Desconocida	Nativa	R	común	Solitario	I	EE	2
20	Tyrannidae	Myiozetetes	*Myiozetetes similis*	Luisito común	SC	LC	SC	Desconocida	Nativa	R	Poco común	Solitario	I	EE	2
21	Tyrannidae	Tyrannus	*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso	SC	LC	SC	Desconocida	Nativa	R	Poco común	Solitario	I	EE	1
22	Tyrannidae	Tyrannus	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí	SC	LC	SC	Desconocida	Nativa	R	Común	Solitario	I	EE	6
23	Tyrannidae	Charadrius	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	SC	LC	SC	Decreciente	Nativa	R	Rara	Solitario	I	EE	5
23	**TOTAL**														**118**

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).

En los cuatro puntos de conteo establecidos para las dos épocas en el SA se registró un total de 118 individuos que corresponden a 23 especies de avifauna, de las cuales ninguna se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. A nivel global de acuerdo con La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (por sus siglas en inglés IUICN); 9 especies presentan una tendencia poblacional favorable (creciente, estable); y 14 presentan una tendencia desfavorable (desconocida, decreciente). Aunado a lo anterior, se registraron cuatro especies endémicas; tres que son migrantes invernales o de verano; y una en calidad de exótica-invasora.

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), 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). Cuando se realiza la estimación de dichas métricas previamente mencionadas, para establecer si una comunidad es más diversa que otra, es imperativo considerar que una sola de tales métricas 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 y finalmente, equidad y dominancia.

RIQUEZA ESPECÍFICA

1. Riqueza específica (S)

Cuadro IV.128 Matriz de abundancia y riqueza específica de la avifauna registrada en el Sistema ambiental.

MATRÍZ DE ABUNDANCIA										
ID	Nombre científico	Secas				Lluvias				ni
		PC1	PC2	PC3	PC4	PC1	PC2	PC3	PC4	
1	*Buteo jaimaicensis*	0	0	0	0	0	1	0	0	1
2	*Campylorhynchus jocosus*	0	0	1	1	0	0	0	1	3
3	*Charadrius vociferus*	0	0	0	0	0	1	0	1	2
4	*Columbina inca*	0	8	2	0	5	2	0	7	24
5	*Coragyps atratus*	0	0	0	2	0	0	1	0	3
6	*Cynanthus latirostris*	0	0	0	1	0	0	0	0	1
7	*Elanus leucurus*	2	0	0	0	0	0	0	0	2
8	*Haemorhous mexicanus*	4	0	2	0	3	2	0	4	15
9	*Hirundo rustica*	0	0	0	0	2	0	4	0	6
10	*Hylocharis leucotis*	1	0	0	1	0	0	1	0	3
11	*Melanerpes hypopolius*	1	2	0	0	1	0	0	0	4
12	*Mimus polyglottos*	0	1	0	0	0	2	0	0	3
13	*Myiozetetes similis*	0	0	2	0	0	0	1	1	4
14	*Oriturus superciliosus*	2	2	0	1	0	0	0	0	5
15	*Passer domesticus*	5	0	0	0	2	3	4	0	14
16	*Peucaea mystacalis*	0	0	2	2	0	0	0	1	5
17	*Polioptila caerulea*	0	2	3	0	0	0	0	0	5
18	*Ramosomyia violiceps*	0	2	0	0	0	1	0	0	3
19	*Thryomanes bewickii)*	0	0	1	0	0	0	1	0	2
20	*Toxostoma curvirostre*	0	1	1	0	1	0	0	0	3
21	*Tyrannus crassirostris*	1	0	0	1	0	0	0	1	3
22	*Tyrannus melancholicus*	1	0	0	0	1	0	0	0	2
23	*Zenaida asiatica*	2	1	2	0	0	0	0	0	5
N		**9**	**8**	**9**	**7**	**7**	**7**	**6**	**7**	**118**
Riqueza (S)										**7.50**
Desviación estándar										**1.07**
Max ni										**24**
Dominancia (D)										**0.20**

Se obtuvo un promedio de riqueza de S=7.50 especies y una riqueza total de 23 especies, con una dominancia de D= 0.20. A continuación se muestra la distribución de las especies de avifauna en cada uno de los puntos de conteo en el cual fueron registradas:

Cuadro IV.129 Riqueza específica de la avifauna en el Sistema ambiental

Familias	Géneros	Especies
15	22	23

De las 15 familias de avifauna registradas, la más abundante fue la Familia Tyrannidae con cuatro especies.

2. Índice de Margalef (Dmg)

Cuadro IV.130. Índice de Margalef de la avifauna registrada

ÍNDICE DE MARGALEF	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	23
Abundancia	118
DMg	**4.61**

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= 4.61, lo cual no habla de una diversidad media, con un incremento a diversidad alta.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

1. Dominancia

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.131 Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna registrada en el Sistema ambiental.

ÍNDICE DE SIMPSON MODIFICADO POR PIELOU (Dp)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**ni-1**	**ni (ni-1)**	**ni (ni-1) /N (N-1)**
1	Accipitridae	*Elanus leucurus*	Milano cola blanca	2	1	2	0.0001
2	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	3	2	6	0.0004
3	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	24	23	552	0.0400
4	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	3	2	6	0.0004
5	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	1	0	0	0.0000
6	Emberizidae	*Oriturus superciliosus*	Zacatonero serrano	15	14	210	0.0152
7	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	3	2	6	0.0004
8	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	4	3	12	0.0009
9	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	3	2	6	0.0004
10	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	4	3	12	0.0009
11	Passerelidae	*Peucaea mystacalis*	Zacatonero embridado	5	4	20	0.0014
12	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	14	13	182	0.0132
13	Picidae	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del balsas	5	4	20	0.0014
14	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	5	4	20	0.0014
15	Trcohilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	3	2	6	0.0004
16	Trcohilidae	*Ramosomyia violiceps*	Colibrí corona violeta	2	1	2	0.0001
17	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	3	2	6	0.0004
18	Troglodytidae	*Campylorhynchus jocosus*	Matraca del balsas	3	2	6	0.0004
19	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii)*	Saltapared cola larga	2	1	2	0.0001
20	Tyranidae	*Myiozetetes similis*	Luisito común	2	1	2	0.0001

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)
21	Tyranidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso	1	0	0	0.0000
22	Tyranidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí	6	5	30	0.0022
23	Tyrannidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	5	4	20	0.0014
N							**118**
N (N-1)							**13806**
Dp							**0.082**
1-Dp							**0.918**

El índice de Simpson nos indica que existe un 8.2 % de probabilidad de que dos individuos registrados correspondan a la misma especie de ave y una probabilidad del 91.8 % 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.132. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de avifauna registradas en el SA.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	n	p(i) = n/N	Abundancia relativa (%)	pi (ln (pi))*-1
1	Accipitridae	*Elanus leucurus*	Milano cola blanca	2	0.0169	1.6949	0.0691
2	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	3	0.0254	2.5424	0.0934
3	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	24	0.2034	20.3390	0.3239
4	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	3	0.0254	2.5424	0.0934
5	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	1	0.0085	0.8475	0.0404
6	Emberizidae	*Oriturus superciliosus*	Zacatonero serrano	15	0.1271	12.7119	0.2622
7	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	3	0.0254	2.5424	0.0934
8	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	4	0.0339	3.3898	0.1147
9	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	3	0.0254	2.5424	0.0934
10	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	4	0.0339	3.3898	0.1147
11	Passerelidae	*Peucaea mystacalis*	Zacatonero embridado	5	0.0424	4.2373	0.1340
12	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	14	0.1186	11.8644	0.2529
13	Picidae	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del balsas	5	0.0424	4.2373	0.1340
14	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	5	0.0424	4.2373	0.1340
15	Trcohilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	3	0.0254	2.5424	0.0934
16	Trcohilidae	*Ramosomyia violiceps*	Colibrí corona violeta	2	0.0169	1.6949	0.0691
17	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	3	0.0254	2.5424	0.0934
18	Troglodytidae	*Campylorhynchus jocosus*	Matraca del balsas	3	0.0254	2.5424	0.0934
19	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii)*	Saltapared cola larga	2	0.0169	1.6949	0.0691
20	Tyranidae	*Myiozetetes similis*	Luisito común	2	0.0169	1.6949	0.0691
21	Tyranidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso	1	0.0085	0.8475	0.0404
22	Tyranidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí	6	0.0508	5.0847	0.1515
23	Tyrannidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	5	0.0424	4.2373	0.1340
23	**Total**			**118**	**1**	**100**	**2.767**
I. Shannon (H´)							**2.767**
H´ max = Ln S							**3.135**
JH´= H/Hmax							**0.882**

El índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de H´= 2.767, 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 si se incrementa el esfuerzo de muestreo. .

DIVERSIDAD VERDADERA

Cuadro IV.133 Índice de diversidad verdadera de la avifauna presente en el Sistema ambiental.

DIVERSIDAD VERDADERA	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	23
Abundancia	118
I. Shannon – Wiener (H´)	2.767
^{1}D	**15.90**

De acuerdo al índice de diversidad verdadera se obtuvo un estatus de diversidad favorable, con un valor de 1D= 15.90, pues para este caso se registraron un total de 23 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 al número de puntos de conteo establecidos (curvas de acumulación de especies). Los métodos estadísticos se presentan debido a que la superficie del SA es amplia, por lo tanto, realizar un conteo en la totalidad de la misma implica una inversión de tiempo considerable. Por lo tanto, los análisis arrojarán un número estimado de especies de avifauna presentes en el SA en función de la superficie de la misma.

Método paramétrico: Modelos logarítmico y potencial

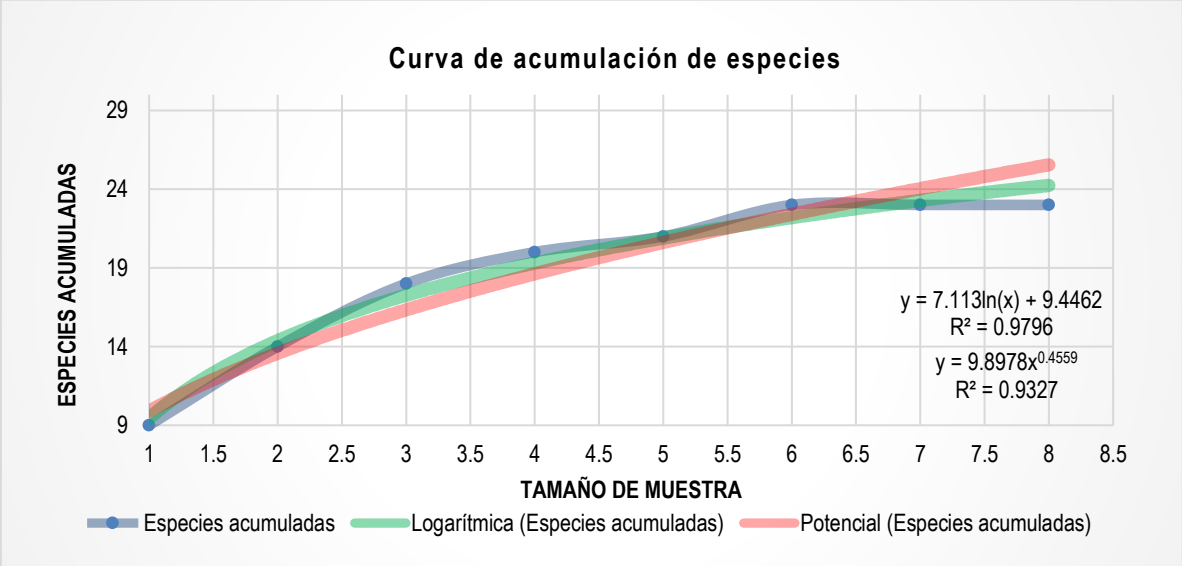


Figura IV.69. Curva de acumulación de Especies-Área

La curva de acumulación nos indica un ajuste del R^2=0.9796, considerando que un valor de R^2=1 es igual a un muestreo con una cobertura óptima, podemos decir que el muestreo tuvo una completitud estadística adecuada.

El modelo logarítmico y potencial se considera modelos predictivos, que nos pueden indicar cuantas especies aún son susceptibles a registrar o en su caso si estadísticamente ya no es posible registrar más especies. Para ello es necesario aplicar la ecuación de ***Y=7.113 * Ln (x)+ 9.4462*** del modelo logarítmico.

De acuerdo con lo anterior se obtuvo los siguientes resultados:

Cuadro IV.134. Aplicación de le ecuación del modelo potencial.

Ajuste de la curva de acumulación					
Modelo con mejor ajuste	Logarítmico				
Ajuste de R^2	0.9796				
Aplicación de la fórmula de **Y= 7.133 * Ln(X) + 9.4462**					
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Especies esperadas (Y)**	**Especies observadas (S= riqueza)**	**Número de especies por registrar**
8	9.4462	7.113	24	23	1

La ecuación de Y nos indica que estadísticamente aún es posible registrar una especie, dado que el número de especies esperadas sólo es mayor por una especie al número de especies observadas podemos argumentar que; que estadísticamente el muestreo realizado fue adecuado, con una R^2= 0.9796 de ajuste con el modelo potencial en la curva de acumulación Área-Especie.

ANÁLISIS DE LA MASTOFAUNA

A continuación, se muestra un listado de la mastofauna registrada en la época de secas y lluvias, a la cual se le aplico el coeficiente de Jaccard para conocer el nivel de similitud o disimilitud entre épocas:

Cuadro IV.135. Coeficiente de Jaccard entre época de secas y lluvias.

ID	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Presencia (1) / ausencia (0)		Consenso
					Lluvias	Secas	
1	Canidae	Urocyon	*Urocyon cinereoargenteus*	*Zorra gris*	0	1	1
2	Cricetidae	Peromyscus	*Peromyscus maniculatus*	*Ratón norteamericano*	1	0	1
3	Didelphidae	Didelphis	*Didelphis marsupialis*	*Tlacuache sureño*	1	1	2
4	Leporidae	Sylvilagus	*Sylvilagus audubonii*	*Conejo del desierto*	1	1	2
5	Leporidae	Sylvilagus	*Sylvilagus floridanus*	*Conejo serrano*	1	1	2
6	Procyonidae	Bassariscus	*Bassariscus astutus*	*Cacomixtle norteño*	1	1	2
7	Sciuridae	Sciurus	*Sciurus aureogaster*	*Ardilla vientre rojo*	1	1	2
Número total de especies en lluvias (a)							**6**
Especies únicas en (a)							1
Número total de especies en secas (b)							**6**
Especies únicas en (b)							1
Similitud (c)							**5**
Coeficiente de similitud de Jaccard							**0.7**

Presencia = 1, Ausencia = 0, Similitud = 2.

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies. De acuerdo con el coeficiente de similitud de Jaccard tenemos una similitud entre épocas de media a alta lo que indica que existe poca diferencia entre épocas.

Con los dos muestreos se acumularon y registraron 7 especies mastofaunística, las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

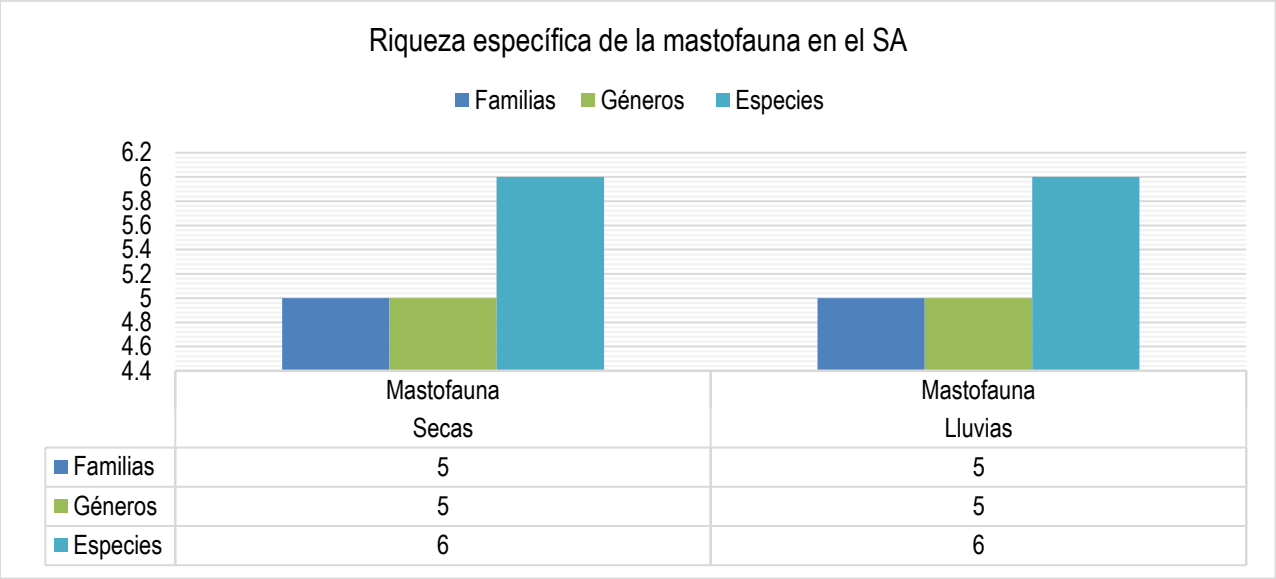


Figura IV.70. Riqueza específica por cada época (Secas y lluvias)

Para la estimación de índices de diversidad se generó un consenso de las dos temporadas.

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.136 Especies de mamíferos presentes en los transectos establecidos en el Sistema ambiental

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus				Abund.	Alim.	Imp. Eco.	No. registros
				NOM-059	IUCN	Ten. Pob.	Distr.				
1	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	SC	LC	Desconocida	Nativa	Común	O	EP	1
2	Cricetidae	*Peromyscus maniculatus*	Ratón norteamericano	SC	LC	Estable	Nativa	Rara	O	EE	1
3	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	SC	LC	Creciente	Nativa	Poco común	O	EP	2
4	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	SC	LC	Creciente	Nativa	Común	H	EE	7
5	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	SC	LC	Desconocida	Nativa	Abundante	H	EE	24
6	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	SC	LC	Desconocida	CE	Muy Común	O	DS	7
7	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	SC	LC	Estable	Nativa	Común	O	DS	6

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus				Abund.	Alim.	Imp. Eco.	No. registros
				NOM-059	IUCN	Ten. Pob.	Distr.				
7	Total										48

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 48 evidencias de actividad masto faunística, tanto rastros como registros visuales, los cuales pertenecen a 7 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). No se registraron especies endémicas y sólo dos especies son consideradas cuasindémica.

De acuerdo con el IUCN; cuatro especies presentan un estatus favorable (Creciente, Estable) y 3 presentan una tendencia poblacional desfavorable (Decreciente, Desconocida).

La mayoría de las especies presentan abundancia favorable (muy comunes, abundantes o comunes); esto es debido a que los mamíferos tienen un área de campeo grande y actualmente se han adaptado a diversas condiciones, se caracterizan por ser solitarios y tener hábitos alimenticios variados, lo que también les permite actualmente obtener su comida de las áreas antropizadas. Por otro lado, los mamíferos reportados son generalistas y participan en diferentes funciones en los ecosistemas, lo cual también les permite adaptarse al medio donde viven evitando así la competencia.

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 a 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.137 Matriz de abundancia y riqueza específica de la mastofauna registrada en el Sistema ambiental.

MATRÍZ DE ABUNDANCIA											
ID	Nombre científico	Secas				Lluvias				ni
		1	2	3	4	1	2	3	4	
1	*Bassariscus astutus*	0	0	2	1	0	0	1	3	**7**
2	*Didelphis marsupialis*	0	0	1	0	1	0		0	**2**
3	*Peromyscus maniculatus*	0	0	0	0	0	0	1	0	**1**
4	*Sciurus aureogaster*	0	2	1	0	0	2	0	1	**6**
5	*Sylvilagus audubonii*	2	1	1	2	0	0	1	0	**7**
6	*Sylvilagus floridanus*	0	3	1	3	3	7	5	2	**24**
7	*Urocyon cinereoargenteus*	0	0	0	1	0	0	0	0	**1**
N		**1**	**3**	**5**	**4**	**2**	**2**	**4**	**3**	**48**
									Riqueza (S)	**3.00**
									Desviación estándar	**1.31**
									Max ni	**24**
									Dominancia (D)	**0.50**

Se obtuvo un promedio de riqueza de S=3.00 especies y una total de 7 especies. Por otro lado, de acuerdo con los valores máximos se obtuvo el nivel de dominancia de D= 0.50, producto de la dominancia de una especie (*Sylvilagus floridanus*).

Cuadro IV.138 Riqueza específica de la mastofauna registrada en el Sistema ambiental.

Familias	Géneros	Especies
6	6	7

De las 6 familias de mastofauna registradas, la familia Leporidae presento dos especies.

2. Índice de Margalef (Dmg)

Cuadro IV.139 Índice de Margalef de la mastofauna registrada.

ÍNDICE DE MARGALEF	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	7
Abundancia	48
DMg	**1.55**

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= 1.55, lo cual no habla de una diversidad baja.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

1. Dominancia

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.140 Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de mastofauna registradas en el Sistema ambiental.

ÍNDICE DE SIMPSON MODIFICADO POR PIELOU (Dp)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**ni-1**	**ni (ni-1)**	**ni (ni-1) /N (N-1)**
1	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	1	0	0	0.0000
2	Cricetidae	*Peromyscus maniculatus*	Ratón norteamericano	1	0	0	0.0000
3	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	2	1	2	0.0009
4	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	7	6	42	0.0186
5	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	24	23	552	0.2447
6	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	7	6	42	0.0186
7	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	6	5	30	0.0133
						N	**48**
						N (N-1)	**2256**
						Dp	**0.296**
						1-Dp	**0.704**

El índice de Simpson nos indica que existe un 29.6 % de probabilidad de que dos individuos registrados correspondan a la misma especie de mamífero y una probabilidad del 70.4 % de que dos individuos sean de diferentes especies, es evidente la influencia de una especies con un mayor número de registros.

2. Equidad

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.141 Índice de Shannon-Wiener de las especies de mastofauna registradas en el Sistema ambiental.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	1	0.0208	2.0833	0.0807
2	Cricetidae	*Peromyscus maniculatus*	Ratón norteamericano	1	0.0208	2.0833	0.0807
3	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	2	0.0417	4.1667	0.1324
4	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	7	0.1458	14.5833	0.2808
5	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	24	0.5000	50.0000	0.3466
6	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	7	0.1458	14.5833	0.2808
7	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	6	0.1250	12.5000	0.2599
7	**Total**			**48**	**1**	**100**	**1.462**
						I. Shannon (H´)	**1.462**
						H´ max = Ln S	**1.946**
						JH´= H/Hmax	**0.751**

El índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de H´= 1.462, 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.142.Índice de diversidad verdadera de la mastofauna presente en el Sistema ambiental.

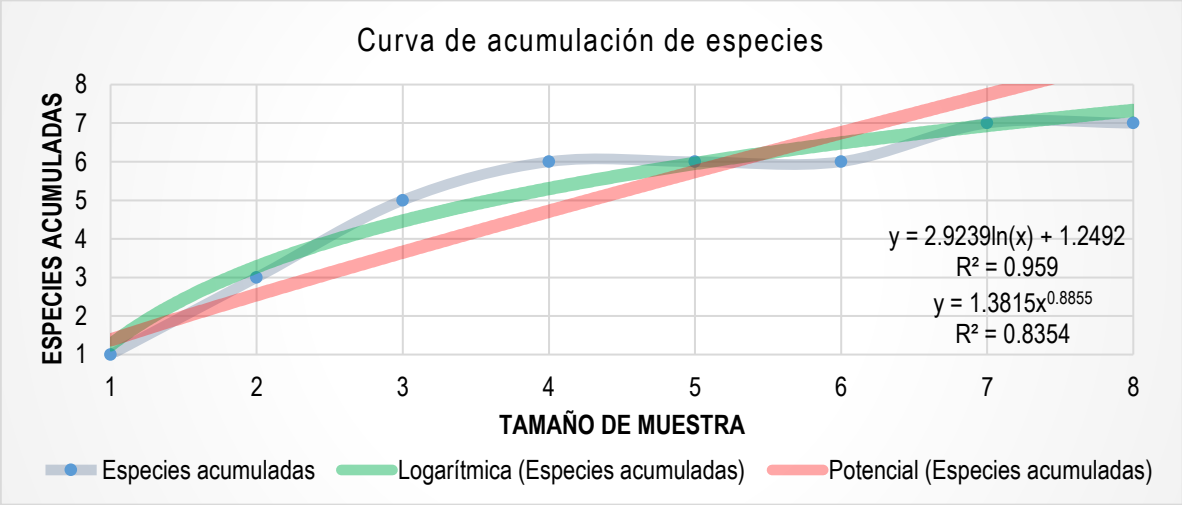
DIVERSIDAD VERDADERA	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	7
Abundancia	48
I. Shannon – Wiener (H´)	1.462
^1D	**4.31**

De acuerdo al índice de diversidad verdadera se obtuvo un estatus de diversidad poco favorable, con un valor de 1D= 4.31, pues para este caso se registraron un total de 7 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 al número de puntos de conteo establecidos (curvas de acumulación de especies).

Método paramétrico: Modelos logarítmico y potencial



La curva de acumulación nos indica un ajuste del R^2=0.959, considerando que un valor de R^2=1 es igual a un muestreo con una cobertura óptima, podemos decir que el muestreo tuvo una completitud estadística adecuada.

El modelo logarítmico y potencial se considera modelos predictivos, que nos pueden indicar cuantas especies aún son susceptibles a registrar o en su caso si estadísticamente ya no es posible registrar más especies. Para ello es necesario aplicar la ecuación de ***Y=2.9239 * Ln (X) + 1.2492*** del modelo logarítmico.

De acuerdo a lo anterior se obtuvo los siguientes resultados:

Cuadro IV.143. Aplicación de le ecuación del modelo potencial.

Ajuste de la curva de acumulación					
Modelo con mejor ajuste			Logarítmica		
Ajuste de R^2			0.959		
Aplicación de la fórmula de **Y= 2.9239 * Ln (x) + 1.2492**					
Puntos	Alfa	Beta	Especies esperadas (**Y**)	Especies observadas (S= riqueza)	Número de especies por registrar
8	1.2492	2.9239	7	7	0

La ecuación de Y nos indica que estadísticamente no es posible registrar más especies, dado que el número de especies esperado es igual al observado; ello responde a que estadísticamente el muestreo realizado fue adecuado, con una R^2= 0.959 de ajuste con el modelo Logarítmico en la curva de acumulación Área-Especie.

ANÁLISIS DE LA HERPETOFAUNA

A continuación, se muestra un listado de la herpetofauna registrada en la época de secas y lluvias, a la cual se le aplico el coeficiente de Jaccard para conocer el nivel de similitud o disimilitud entre épocas:

Cuadro IV.144. Coeficiente de Jaccard entre época de secas y lluvias.

ID	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Presencia (1) / ausencia (0)		Consenso
					Lluvias	Secas	
1	Colubridae	Pituophis	*Pituophis deppei*	Cincuatl	1	0	1
2	Phrynosomatidae	Phrynosoma	*Phrynosoma orbiculare*	Camanleón llora sangre	1	1	2
3	Phrynosomatidae	Phrynosoma	*Phrynosoma taurus*	Camanleón toro	0	1	1
4	Phrynosomatidae	Sceloporus	*Sceloporus gadoviae*	Lagartija espinosa del Alto Balsas	1	1	2
5	Phrynosomatidae	Sceloporus	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	1	1	2
6	Phrynosomatidae	Sceloporus	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa	1	1	2
7	Phrynosomatidae	Urosaurus	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de árbol del Pacífico	1	1	2
8	Teiidae	Aspidoscelis	*Aspidoscelis parvisocius*	Huico pigmeo de Tehuacán	1	1	2
9	Teiidae	Aspidoscelis	*Aspidoscelis sackii*	Huico manchado	1	1	2
Número total de especies en lluvias (a)							**8**
Especies únicas en (a)							1
Número total de especies en secas (b)							**8**
Especies únicas en (b)							2
Similitud (c)							**7**
Coeficiente de similitud de Jaccard							**0.8**

Presencia = 1, Ausencia = 0, Similitud = 2.

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies. De acuerdo con el coeficiente de similitud de Jaccard tenemos una similitud entre épocas de media a alta lo que indica que existe poca diferencia entre épocas.

Con los dos muestreos se acumularon y registraron 9 especies herpetofaunísticas, las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

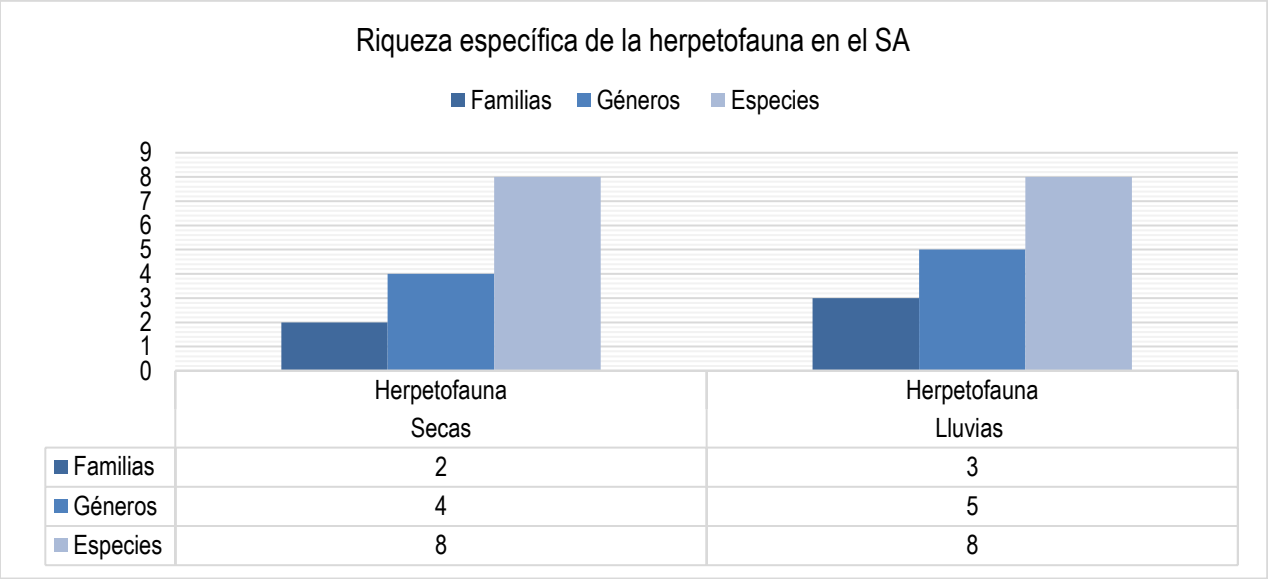


Figura IV.71. Riqueza específica por cada época (Secas y lluvias)

Para la estimación de índices de diversidad se generó un consenso de las dos temporadas.

1.- LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de especies de herpetofauna que se registró:

Cuadro IV.145 Listado de especies de herpetofauna registradas en el Sistema ambiental.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus				Abund.	Alim.	Microhábitat	Imp. Eco.	No. registros
				NOM-059	IUCN	Ten. Pob.	Distr.					
1	Colubridae	*Pituophis deppei*	Cincuatl	**A**	LC	Estable	Endémica	Rara	Ca	Agave	RP	1
2	Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Camanleón llora sangre	**A**	SC	Decreciente	EN	Rara	I	Roca/Suelo/Pasto	EE	3
3	Phrynosomatidae	*Phrynosoma taurus*	Camanleón toro	**A**	LC	Desconocida	EN	Rara	I	Roca/Suelo/Pasto	EE	3
4	Phrynosomatidae	*Sceloporus gadoviae*	Lagartija espinosa del Alto Balsas	SC	LC	Estable	EN	Común	I	Roca/Suelo/Pasto	EE	9
5	Phrynosomatidae	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	**Pr**	LC	Estable	Nativa	Común	I	Roca/Suelo/Pasto	EE	6

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus				Abund.	Alim.	Microhábitat	Imp. Eco.	No. registros
				NOM-059	IUCN	Ten. Pob.	Distr.					
6	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa	SC	LC	Desconocida	Nativa	Común	I	Roca/Suelo/Pasto	EE	10
7	Phrynosomatidae	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de árbol del Pacífico	SC	LC	Desconocida	EN	Rara	I	Roca/Suelo/Pasto	EE	3
8	Teiidae	*Aspidoscelis parvisocius*	Huico pigmeo de Tehuacán	**Pr**	LC	Desconocida	EN	Común	I	Roca/Suelo/Pasto	EE	16
9	Teiidae	*Aspidoscelis sackii*	Huico manchado	SC	LC	Desconocida	EN	Común	I	Roca/Suelo/Pasto	EE	5
9	**Total**											**56**

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 56 registros visuales, los cuales pertenecen a 9 especies de herpetofauna (**Sauropsidos no aves, *sensu stricto***), de los cuales 5 especies (*Phrynosoma orbiculare, Phrynosoma taurus, Sceloporus grammicus, Aspidoscelis parvisocius y Pituophis deppei*); se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. De acuerdo con La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (por sus siglas en inglés IUCN); 3 especies presentan una tendencia poblacional favorable (estable) y 6 especies presentan una tendencia poblacional desfavorable (decreciente, desconocida); 6 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.146 Matriz de abundancia y riqueza específica de la herpetofauna registrada en el Sistema ambiental.

MATRÍZ DE ABUNDANCIA										
		Secas				Lluvias				
ID	Nombre científico	1	2	3	4	1	2	3	4	ni
1	*Aspidoscelis parvisocius*	3	1	1	0	5	0	2	4	16
2	*Aspidoscelis sackii*	0	2	0	2	0	0	0	1	5
3	*Phrynosoma orbiculare*	0	0	2	0	0	1	0	0	3
4	*Phrynosoma taurus*	0	3	0	0	0	0	0	0	3
5	*Pituophis deppei*	0	0	0	0	0	1	0	0	1
6	*Sceloporus gadoviae*	0	0	3	3	2	1	0	0	9
7	*Sceloporus grammicus*	2	1	1	0	0	0	2	0	6
8	*Sceloporus spinosus*	0	3	0	0	3	1	0	3	10
9	*Urosaurus bicarinatus*	2	0	0	0	0	0	0	1	3
N		3	5	4	2	3	4	2	4	56
									Riqueza (S)	3.38
									Desviación estándar	1.06
									Max ni	16
									Dominancia (D)	0.29

Se obtuvo un promedio de riqueza de S=3.38 especies y una total de 9 especies. Por otro lado, de acuerdo con los valores máximos se obtuvo el nivel de dominancia de D= 0.29.

Cuadro IV.147 Riqueza específica de herpetofauna en el Sistema ambiental.

Familias	Géneros	Especies
2	4	9

Se registró la presencia de 3 familias de herpetofauna, en donde la familia mejor representada fue la Familia Phrynosomatidae con 6 especies.

Cuadro IV.148 Índice de Margalef de la Herpetofauna registrada.

ÍNDICE DE MARGALEF	
Métrica	n
S (Riqueza específica)	9
Abundancia	56
DMg	1.99

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= 1.99, lo cual no habla de una diversidad baja.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

1. Dominancia

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.149 Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de herpetofauna presentes en el Sistema ambiental.

ÍNDICE DE SIMPSON MODIFICADO POR PIELOU (Dp)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**ni-1**	**ni (ni-1)**	**ni (ni-1) /N (N-1)**
1	Colubridae	*Pituophis deppei*	Cincuatl	**1**	0	0	0.0000
2	Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Camanleón llora sangre	**3**	2	6	0.0019
3	Phrynosomatidae	*Phrynosoma taurus*	Camanleón toro	**3**	2	6	0.0019
4	Phrynosomatidae	*Sceloporus gadoviae*	Lagartija espinosa del Alto Balsas	**9**	8	72	0.0234
5	Phrynosomatidae	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	**6**	5	30	0.0097
6	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa	**10**	9	90	0.0292
7	Phrynosomatidae	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de árbol del Pacífico	**3**	2	6	0.0019
8	Teiidae	*Aspidoscelis parvisocius*	Huico pigmeo de Tehuacán	**16**	15	240	0.0779
9	Teiidae	*Aspidoscelis sackii*	Huico manchado	**5**	4	20	0.0065
						N	**56**
						N (N-1)	**3080**
						Dp	**0.153**
						1-Dp	**0.847**

El índice de Simpson nos indica que existe un 15.3 % de probabilidad de que dos individuos registrados correspondan a la misma especie de herpetofauna y una probabilidad del 84.7 % 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.150 Índice de Shannon-Wiener de las especies de herpetofauna registradas en el Sistema ambiental.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Colubridae	*Pituophis deppei*	Cincuatl	1	0.0179	1.7857	0.0719
2	Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Camaleón llora sangre	3	0.0536	5.3571	0.1568
3	Phrynosomatidae	*Phrynosoma taurus*	Camaleón toro	3	0.0536	5.3571	0.1568
4	Phrynosomatidae	*Sceloporus gadoviae*	Lagartija espinosa del Alto Balsas	9	0.1607	16.0714	0.2938
5	Phrynosomatidae	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	6	0.1071	10.7143	0.2393
6	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa	10	0.1786	17.8571	0.3076
7	Phrynosomatidae	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de árbol del Pacífico	3	0.0536	5.3571	0.1568
8	Teiidae	*Aspidoscelis parvisocius*	Huico pigmeo de Tehuacán	16	0.2857	28.5714	0.3579
9	Teiidae	*Aspidoscelis sackii*	Huico manchado	5	0.0893	8.9286	0.2157
9	**Total**			**56**	**1**	**100**	**1.957**
						I. Shannon (H´)	**1.957**
						H´ max = Ln S	**2.197**
						JH´= H/Hmax	**0.891**

El índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de H´= 1.957, 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.151 Índice de diversidad verdadera de la herpetofauna presente en el Sistema ambiental.

DIVERSIDAD VERDADERA	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	9
Abundancia	56
I. Shannon – Wiener (H´)	1.957
^{1}D	**7.08**

El SA presentó un número efectivo de especies de herpetofauna de 7.08, lo cual indica un estatus de diversidad alto, ya que se presentaron.

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 al número de puntos de conteo establecidos (curvas de acumulación de especies).

Método paramétrico: Modelos logarítmico y potencial

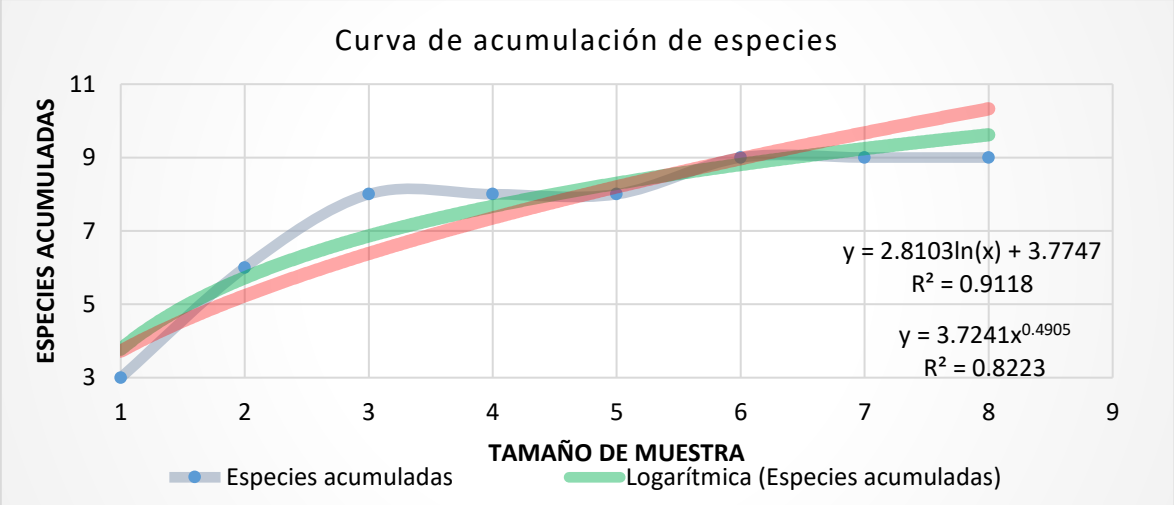


Figura IV.72. Curva de acumulación de Especies-Área

La curva de acumulación nos indica un ajuste del R^2=0.9118, considerando que un valor de R^2=1 es igual a un muestreo con una cobertura óptima, podemos decir que el muestreo tuvo una completitud estadística adecuada.

El modelo logarítmico y potencial se considera modelos predictivos, que nos pueden indicar cuantas especies aún son susceptibles a registrar o en su caso si estadísticamente ya no es posible registrar más especies. Para ello es necesario aplicar la ecuación de ***Y=2.8103 * (x) + 3.7747*** del modelo logarítmico.

De acuerdo a lo anterior se obtuvo los siguientes resultados:

Cuadro IV.152. Aplicación de le ecuación del modelo potencial.

Ajuste de la curva de acumulación					
Modelo con mejor ajuste			Logarítmica		
Ajuste de R^2			0.9118		
Aplicación de la fórmula de **Y= 2.8103 * Ln (x) + 3.7747**					
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Especies esperadas (Y)**	**Especies observadas (S= riqueza)**	**Número de especies por registrar**
4	3.7747	2.8103	8	10	-2

La ecuación de Y nos indica que estadísticamente no es posible registrar más especies, dado que el número de especies esperado es menor al observado; ello responde a que estadísticamente el muestreo realizado fue adecuado, con una R^2= 0.9118 de ajuste con el modelo Logarítmico en la curva de acumulación Área-Especie.

CONCLUSIONES FAUNA DEL SISTEMA AMBIENTAL

El SA presentó muy buenos valores de riqueza y diversidad para la avifauna, no así para la herpetofauna y mastofauna, que obtuvieron valores bajos, esto se puede explicar por la perturbación presente en la zona.

De acuerdo con los valores de diversidad proporcional la avifauna presento una equidad que sugiere menor dominancia y mayor diversidad, para el caso de la herpetofauna una mayor equidad respecto a la avifauna y en consecuencia una dominancia media, por último, la mastofauna presentó una mayor dominancia y baja equidad.

Por otro lado, de acuerdo a la riqueza observada y la simulada para la avifauna, las curvas de acumulación muestran que la cantidad de riqueza de especies es la adecuada respecto a los muestreos realizados. .

INVESTIGACIÓN DE CAMPO

METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA DETERMINACIÓN DE ESPECIES DE FAUNA SILVESTRE EN EL ÁREA DE INFLUENCIA (AI) Y 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)[36].

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

[36] 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 del mismo 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.

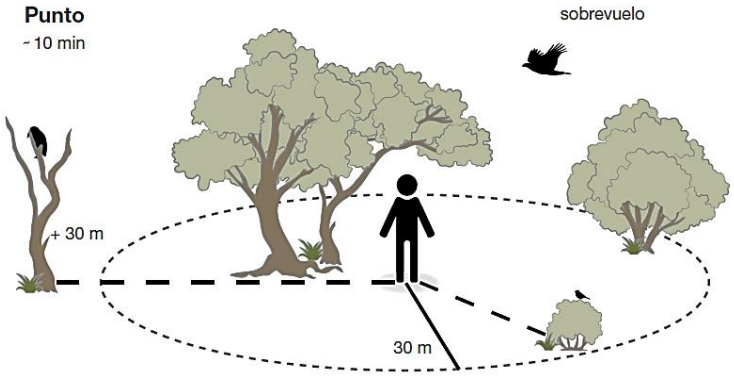


Figura IV.73. Ejemplo del establecimiento de un punto de conteo para la avifauna. Fuente: Ruiz Gutiérrez et al (2020)[37].

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).

[37] 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.

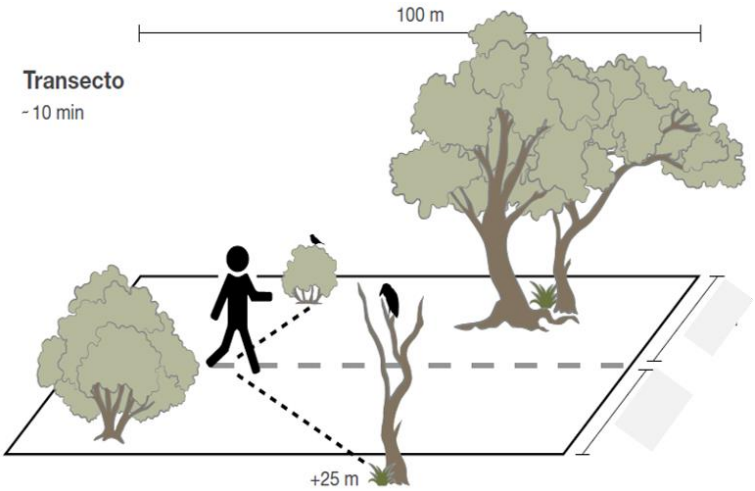


Figura IV.74. Ejemplo del establecimiento de un transecto para la mastofauna y herpetofauna. Fuente: Ruiz Gutiérrez et al (2020).

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.

Herpetofauna

- ✓ Palacios-Aguilar, R., & Flores-Villela, O. 2018. An updated checklist of the herpetofauna from Guerrero, Mexico. Zootaxa, 4422(1), 1-24.
- ✓ Canseco Márquez, L, Gutiérrez Mayen, M. G. 2010. Anfibios y reptiles del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. México: Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad.
- ✓ Gutiérrez Mayén, M. G. (2001). Inventario herpetofaunístico del valle semiárido de Tehuacán-Cuicatlán (continuación). México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Escuela de Biología, Laboratorio de Herpetología 60.
- ✓ Woolrich-Piña, G. A., García-Padilla, E., De Santis, D. L., Johnson, J. D., Mata-Silva, V., & Wilson, L. D. 2017. The herpetofauna of Puebla, México: composition, distribution, and conservation. Mesoamerican Herpetology, 4(4), 794-884

Mastofauna

- ✓ Álvarez-Castañeda, S. T., Álvarez, 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.
- ✓ Murrie, 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.

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.

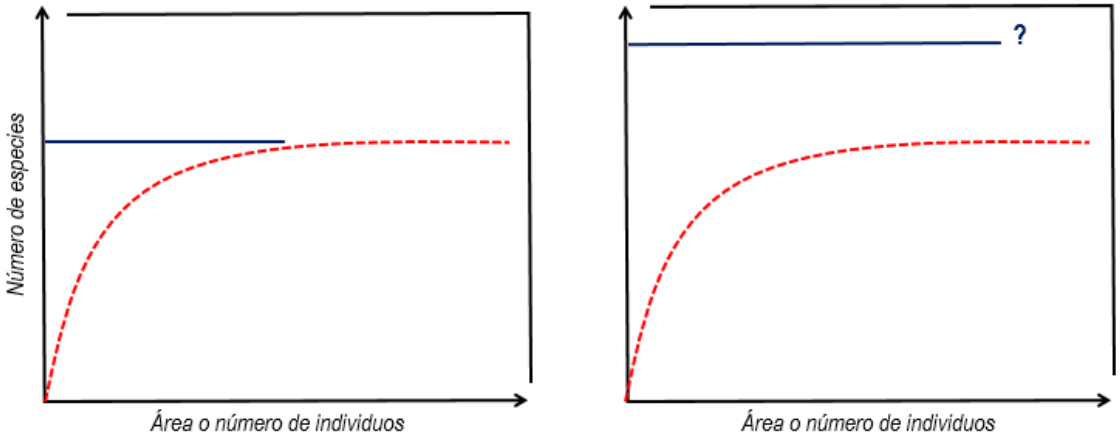


Figura IV.75. Curva de acumulación de especies.

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.

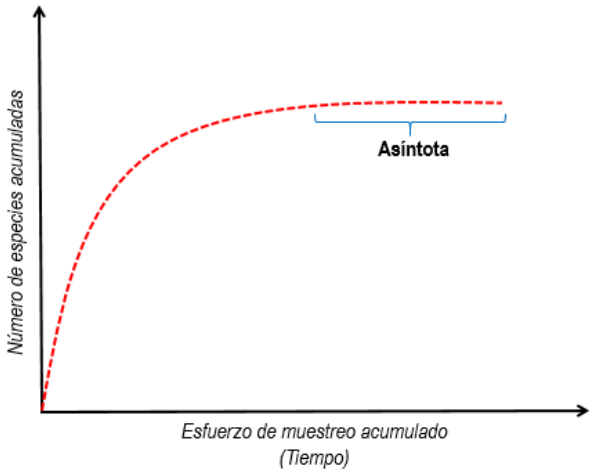


Figura IV.76. Curva de acumulación de especies. El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se han registrado todas las especies (asíntota).

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).

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

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).

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

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.

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

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.

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

^{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 DE INFLUENCIA

PUNTOS DE OBSERVACIÓN

Se realizarón dos muestreos en el AI, el primero la época de secas y el segundo en época de lluvias, considerando las siguientes características:

Cuadro IV.153. Especificaciones del muestreo avifaunístico.

Avifauna	
Tipo de muestreo	Muestreo directo-observación por medio de puntos de conteo (PC)
Época	Secas-Lluvias
Fecha	Secas: diciembre de 2022
	Lluvias: junio 2023
Visitas	2 por día
Horas de visita	06:00 am a 11:00 am - 4:00 pm a 06:00 pm
Número de P.C.	4
Radio del P.C.	15, 18, 20 m
Rasgos de los PC	Área perturbada con vegetación de bosque de mezquite

Cuadro IV.154. Especificaciones del muestreo mastofaunístico y herpetofaunístico:

Mastofauna y herpetofauna	
Tipo de muestreo	Muestreo directo e indirecto (rastros) por medio de Transectos (T)
Época	Secas-Lluvias
Fecha	Secas: diciembre de 2022
	Lluvias: junio 2023
Visitas	1 por día
Horas de visita	de 12:00 am a 04:00 pm
Número de T.	3
Largo y ancho del transecto	70X20 y 70x30 m

Rasgos de los PC	Área perturbada con vegetación de bosque de mezquite

Para el muestreo de la fauna silvestre en el AI se tomó en cuenta el tipo vegetación presente en el AP así como rasgos de distribución de especies que en este caso por las condiciones de la unidad de análisis sólo fue una:

- Área perturbada de bosque de mezquite.

Los transectos y puntos de conteo que se distribuyen en cada área se muestran a continuación:

Cuadro IV.155 Puntos de conteo en el SA para la caracterización de la avifauna.

Coordenadas geográficas y condiciones ambientales					
Punto de conteo	**X**	**Y**	**Condición ambiental**	**Radio**	**Área (ha)**
PC1	671191	2039790	Área perturbada con vegetación de bosque de mezquite	15	0.0707
PC2	671192	2039830		18	0.1018
PC3	671213	2039874		18	0.1018
PC4	671109	2039910		20	0.1257
Área total					**0.3999**

Cuadro IV.156. Transectos en el SA para la caracterización de la mastofauna y herpetofauna

Coordenadas geográficas y condiciones ambientales						
Transectos	**X**	**Y**	**Condición ambiental**	**Largo**	**Ancho**	**Área (Ha)**
T1	671219.07	2039887.42	Área perturbada con vegetación de bosque de mezquite	70	20	0.14
	671204.38	2039819.52				
T2	671185.42	2039772.25		70	20	0.14
	671174.38	2039842.2				
T3	671101.61	2039903.54		70	30	0.21
	671168.25	2039933.2				
Área total						**0.4900**

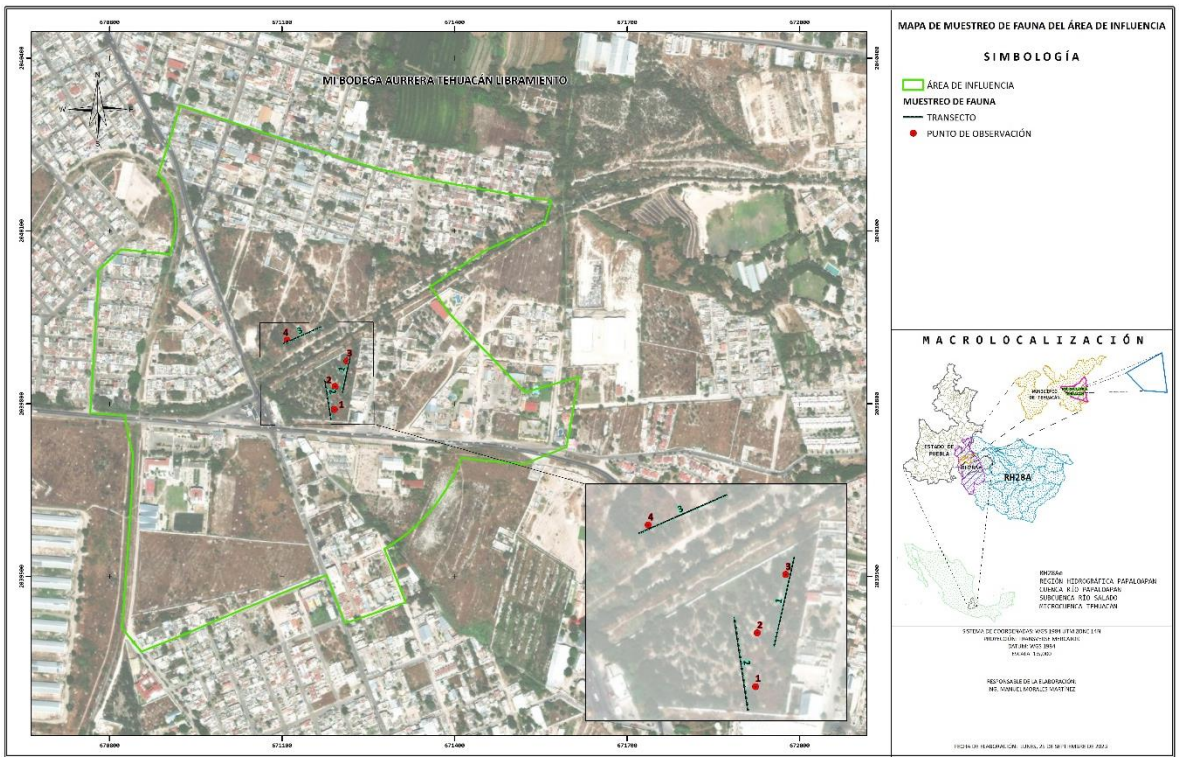


Figura IV.77. Sitios de muestreo de fauna en el AI.

MUESTREO REALIZADO EN EL ÁREA DEL PROYECTO (AP)

Dentro del AP se caracterizó la vegetación como bosque de mezquite con una alta perturbación, dicha unidad de análisis permanece aislada por vías de comunicación, unidades habitacionales y por una construcción denominada barda que impide el intercambio principalmente de mastofauna y herpetofauna.

Se realizarón dos muestreos en el AP, el primero la época de secas y el segundo en época de lluvias, considerando las siguientes características:

Cuadro IV.157. Especificaciones del muestreo avifaunístico:

Avifauna	
Tipo de muestreo	Muestreo directo-observación por medio de puntos de conteo (PC)
Época	Secas-Lluvias
Fecha	Secas: diciembre de 2022
	Lluvias: junio 2023
Visitas	2 por día
Horas de visita	06:00 am a 11:00 am - 4:00 pm a 06:00 pm
Número de P.C.	3
Radio del P.C.	20 m
Rasgos de los PC	Área perturbada con vegetación de bosque de mezquite

Cuadro IV.158. Especificaciones del muestreo avifaunístico:

Mastofauna y herpetofauna	
Tipo de muestreo	Muestreo directo e indirecto (rastros) por medio de Transectos (T)
Época	Secas-Lluvias

Mastofauna y herpetofauna	
Fecha	Secas: diciembre de 2022
	Lluvias: junio 2023
Visitas	1 por día
Horas de visita	de 12:00 am a 04:00 pm
Número de Transectos	3
Largo y ancho del transecto	80x25, 70x25, 50x25 m
Rasgos de los PC	Área perturbada con vegetación de bosque de mezquite

Los transectos y puntos de conteo que se distribuyen en cada área se muestran a continuación:

Cuadro IV.159. Puntos de conteo en el AP para la caracterización de la avifauna.

Coordenadas geográficas y condiciones ambientales					
Punto de conteo	**X**	**Y**	**Condición ambiental**	**Radio**	**Área (ha)**
PC1	671143.73	2039831.81	Área perturbada con vegetación de bosque de mezquite	20	**0.125664**
PC2	671144.78	2039792.07		20	**0.125664**
PC3	671107.03	2039807.75		20	**0.125664**
Total					**0.3770**

Cuadro IV.160. Transectos en el AP para la caracterización de la mastofauna y herpetofauna

Coordenadas geográficas y condiciones ambientales						
Transecto	**X**	**Y**	**Condición ambiental**	**Largo**	**Ancho**	**Área (ha)**
T1	671157.34	2039773.65	Área perturbada con vegetación de bosque de mezquite	80	25	**0.2**
	671146.73	2039852.06				
T2	671136.25	2039774.75		70	25	**0.175**
	671126.6	2039838.8				
T3	671115.68	2039785.22		50	20	**0.1**
	671108.13	2039827.45				
Total						**0.475**

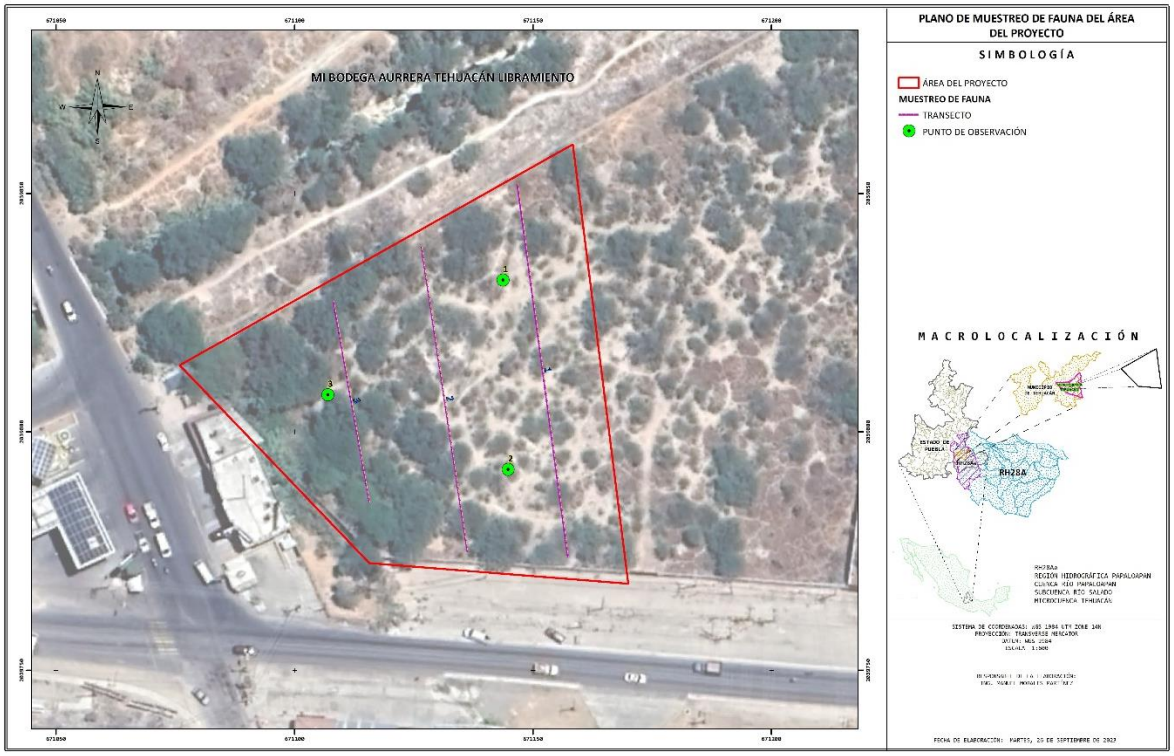


Figura IV.78. Sitios de muestreo de fauna en el AP.

FAUNA SILVESTRE EN EL ÁREA DE INFLUENCIA

AVIFAUNA

A continuación se muestra un listado de la avifauna registrada en la época de secas y lluvias, a la cual se le aplico el coeficiente de Jaccard para conocer el nivel de similitud o disimilitud entre épocas:

Cuadro IV.161. Coeficiente de Jaccard entre época de secas y lluvias.

ID	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Presencia (1) / ausencia (0)		Consenso
					Lluvias	Secas	
1	Columbidae	Columbina	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	1	1	2
2	Columbidae	Streptopelia	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	1	1	2
3	Columbidae	Zenaida	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	1	1	2
4	Fringillidae	Haemorhous	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	1	1	2
5	Hirundinidae	Hirundo	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	1	0	1
6	Icteridae	Quiscalus	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	1	1	2
7	Momotidae	Momotus	*Momotus mexicanus*	Momoto corona canela	1	0	1
8	Passeridae	Passer	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	1	1	2
9	Tyranidae	Tyrannus	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí	1	0	1
Número total de especies en lluvias (a)							**9**
Especies únicas en (a)							3
Número total de especies en secas (b)							**6**
Especies únicas en (b)							0
Similitud (c)							**6**
Coeficiente de similitud de Jaccard							**0.7**

Presencia = 1, Ausencia = 0, Similitud = 2.

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies. De acuerdo al coeficiente de similitud de Jaccard tenemos una similitud entre épocas de media a alta lo que indica que existe poca diferencia entre épocas.

Con los dos muestreos se acumularon y registraron 9 especies herpetofaunísticas, las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

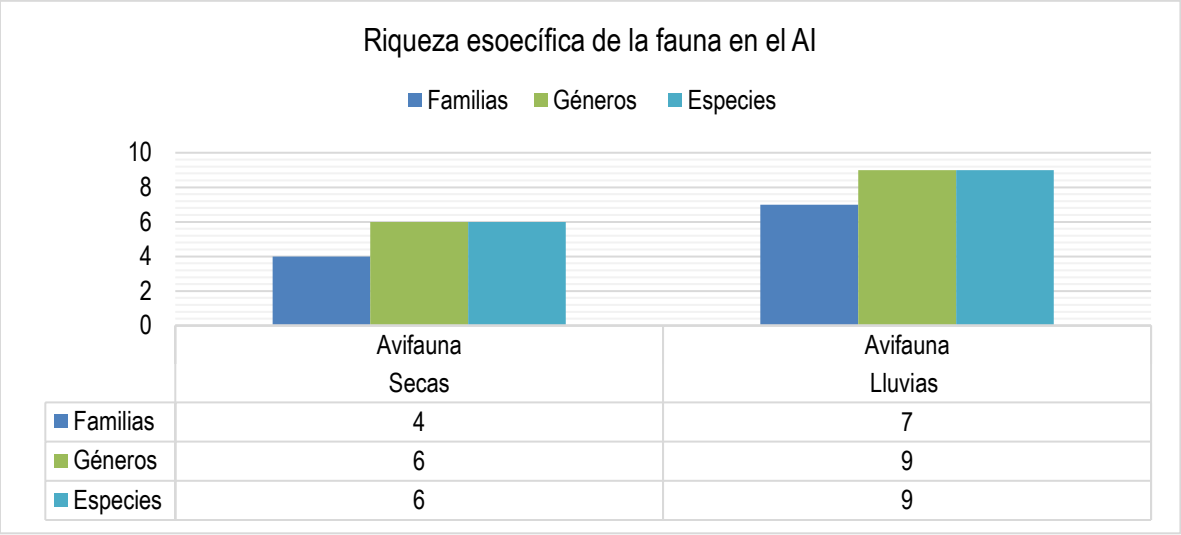


Figura IV.79. Riqueza específica por cada época (Secas y lluvias)

Para la estimación de índices de diversidad se generó un consenso de las dos temporadas.

1.- LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de especies de avifauna que fueron registradas en los 3 sitios de muestreo establecidos en el AI.

Cuadro IV.162 Listado de especies de avifauna registradas en los puntos de conteo establecidos en el AI.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Ten. Pob.	Distr.	Resi.	Abund.	Sociabilidad	Alim.	Imp. Eco.	No. registros
1	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R	Abundante	Pareja	G	EE	16
2	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	I	Abundante	Gregario	I, G, F	–	7
3	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R,MI	Abundante	Pareja	G-F	EE	9
4	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R	Abundante	Gregario	I-G	EE	9
5	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	SC	LC	SC	Decreciente	Nativa	R, Mi	Abundante	Gregaria	I	EE	6
6	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	SC	LC	Sc	Creciente	Nativa	R	Muy Abundante	Gregario	I, Ca, G, F	–	6
7	Momotidae	*Momotus mexicanus*	Momoto corona canela	SC	LC	SC	Decreciente	Nativa	R	Rara	Solitario	I, G, F	EE	1
8	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	SC	LC	SC	Decreciente	Exótica-invasora	R	Abundante	Gregaria	I-G	EE	9
9	Tyranidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí	SC	LC	SC	Desconocida	Nativa	R	Común	Solitario	I	EE	2
9	**TOTAL**													**65**

Se registraron 65 avistamientos de 9 especies de avifauna de las cuales ninguna se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010; de acuerdo al IUCN al menos 5 especies presentan una tendencia poblacional favorable (creciente) y 4 una tendencia poblacional desfavorable (desconocida, decreciente). Dos especies (*Streptopelia decaocto* y *Passer domesticus*); tienen el estatus de distribución como especies **introducidas y exóticas**, el resto de las especies son taxones comunes en ambientes urbanos, con una tendencia poblaciones creciente. No se registraron especies endémicas.

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 a 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 ésta 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 acabo 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.163 Matriz de abundancia y riqueza específica de avifauna registrada en el AI.

MATRÍZ DE ABUNDANCIA										
ID	Nombre científico	Secas				Lluvias				ni
		PC1	PC2	PC3	PC4	PC1	PC2	PC3	PC4	
1	*Columbina inca*	3	1	6	1	2	2	1	0	16
2	*Haemorhous mexicanus*	1	2	1	0	0	1	0	4	9
3	*Hirundo rustica*	0	0	0	0	3	1	0	2	6
4	*Momotus mexicanus*	0	0	0	0	0	0	0	1	1
5	*Passer domesticus*	0	2	0	3	1	0	0	3	9
6	*Quiscalus mexicanus*	0	0	4	0	0	0	2	0	6
7	*Streptopelia decaocto*	2	0	0	1	1	2	0	1	7
8	*Tyrannus melancholicus*	0	0	0	0	0	0	0	2	2
9	*Zenaida asiatica*	0	2	2	2	0	1	2	0	9
N		**3**	**4**	**4**	**4**	**4**	**5**	**3**	**6**	**65**
Riqueza (S)										**4.13**
Desviación estándar										**0.99**
Max ni										**16**
Dominancia (D)										**0.25**

Se obtuvo un promedio de riqueza de S=4.13 especies y una riqueza total de 9 especies, con una dominancia de D= 0.25.

Cuadro IV.164 Riqueza específica de la mastofauna registrada en el Sistema ambiental.

Familias	Géneros	Especies
7	9	9

De las 4 familias de avifauna registradas en el AI, sólo la Familia Columbidae estuvo representada por tres especies, el resto sólo una.

3. Índice de Margalef (Dmg)

Cuadro IV.165 Índice de Margalef de la avifauna registrada

ÍNDICE DE MARGALEF	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	9
Abundancia	65
DMg	**1.92**

De acuerdo con el índice de Margalef, la relación entre el número de especies y el número de individuos es poco favorable, con un valor de Dmg= 1.92, lo cual habla de una diversidad baja.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

1. Dominancia

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.166 Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de mastofauna registradas en el AI.

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	Columbina inca	*Tortolita cola larga*	16	15	240	0.0577
2	Columbidae	Streptopelia decaocto	*Paloma turca de collar*	7	6	42	0.0101
3	Columbidae	Zenaida asiatica	*Paloma alas blancas*	9	8	72	0.0173
4	Fringillidae	Haemorhous mexicanus	*Pinzón mexicano*	9	8	72	0.0173
5	Hirundinidae	Hirundo rustica	*Golondrina tijereta*	6	5	30	0.0072
6	Icteridae	Quiscalus mexicanus	*Zanate mayor*	6	5	30	0.0072
7	Momotidae	Momotus mexicanus	*Momoto corona canela*	1	0	0	0.0000
8	Passeridae	Passer domesticus	*Gorrión doméstico*	9	8	72	0.0173
9	Tyranidae	Tyrannus melancholicus	*Tirano pirirí*	2	1	2	0.0005
N							**65**
N (N-1)							**4160**
Dp							**0.135**
1-Dp							**0.865**

El índice de Simpson nos indica que existe un 13.5 % de probabilidad de que dos individuos registrados correspondan a la misma especie de ave y una probabilidad del 86.5 % de que dos individuos sean de diferentes especies, lo cual nos habla de una diversidad favorable (diversidad media).

3. Equidad

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.167 Índice de Shannon-Wiener de las especies de mastofauna registradas en el AI.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	16	0.2462	24.6154	0.3451
2	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	7	0.1077	10.7692	0.2400
3	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	9	0.1385	13.8462	0.2738
4	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	9	0.1385	13.8462	0.2738

5	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	6	0.0923	9.2308	0.2199
6	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	6	0.0923	9.2308	0.2199
7	Momotidae	*Momotus mexicanus*	Momoto corona canela	1	0.0154	1.5385	0.0642
8	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	9	0.1385	13.8462	0.2738
9	Tyranidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí	2	0.0308	3.0769	0.1071
9	**Total**			**65**	**1**	**100**	**2.018**
I. Shannon (H´)							**2.018**
H´ max = Ln S							**2.197**
JH´= H/Hmax							**0.918**

El índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de H´= 2.018, ello responde a que la diversidad presente guarda una proporción poco favorable, lo que se puede traducir como una diversidad media.

DIVERSIDAD VERDADERA

Cuadro IV.168 Índice de diversidad verdadera de la mastofauna presente en el AI.

DIVERSIDAD VERDADERA	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	9
Abundancia	65
I. Shannon – Wiener (H´)	2.018
^{1}D	**7.52**

De acuerdo al índice de diversidad verdadera se obtuvo un estatus de diversidad favorable, con un valor de 1D= 7.52, 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 al número de puntos de conteo establecidos (curvas de acumulación de especies).

Método paramétrico: Modelos logarítmico y potencial

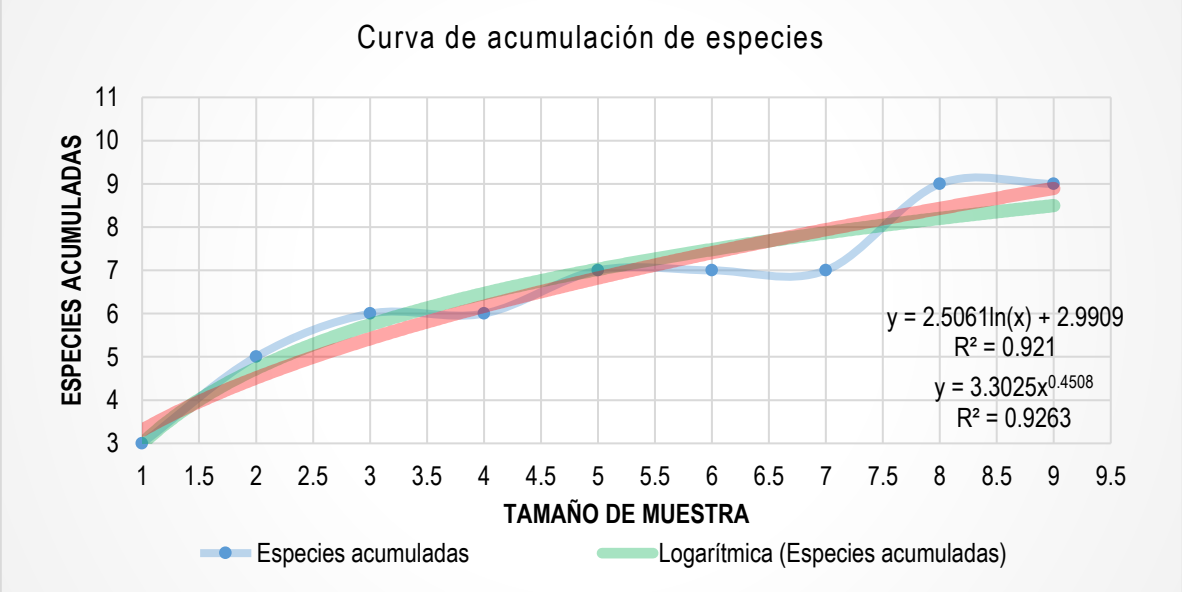


Figura IV.80. Curva de acumulación de Especies-Área

La curva de acumulación nos indica un ajuste del R^2=0.9387 del modelo potencial, considerando que un valor de R^2=1 es igual a un muestreo con una cobertura óptima, podemos decir que el muestreo tuvo una completitud estadística adecuada.

El modelo logarítmico y potencial se considera modelos predictivos, que nos pueden indicar cuantas especies aún son susceptibles a registrar o en su caso si estadísticamente ya no es posible registrar más especies. Para ello es necesario aplicar la ecuación de ***Y=3.3025 * (X) Exp 0.4508*** del modelo logarítmico.

De acuerdo a lo anterior se obtuvo los siguientes resultados:

Cuadro IV.169. . Aplicación de le ecuación del modelo potencial.

Ajuste de la curva de acumulación					
Modelo con mejor ajuste	Potencial				
Ajuste de R^2	0.9387				
Aplicación de la fórmula de **Y= 3.7307 * Ln(X) + 6.0758**					
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Especies esperadas (Y)**	**Especies observadas (S= riqueza)**	**Número de especies por registrar**
8	0.4508	3.3025	8	9	-1 = 0 especies

La ecuación de Y nos indica que estadísticamente ya no es posible registrar una especie, dado que el número de especies esperadas es inferior al número de especies observadas podemos argumentar que; estadísticamente el muestreo realizado fue adecuado, con una R^2= 0.9387 de ajuste con el modelo potencial en la curva de acumulación Área-Especie.

MASTOFAUNA

A continuación se muestra un listado de la mastofauna registrada en la época de secas y lluvias, a la cual se le aplico el coeficiente de Jaccard para conocer el nivel de similitud o disimilitud entre épocas:

Cuadro IV.170. Coeficiente de Jaccard entre época de secas y lluvias.

ID	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Presencia (1) / ausencia (0)		Consenso
					Lluvias	Secas	
1	Leporidae	Sylvilagus	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	1	1	2
2	Sciuridae	Sciurus	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	1	1	2
Número total de especies en lluvias (a)							**2**
Especies únicas en (a)							0
Número total de especies en secas (b)							**2**
Especies únicas en (b)							0
Similitud (c)							**2**
Coeficiente de similitud de Jaccard							**1**

Presencia = 1, Ausencia = 0, Similitud = 2.

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies. De acuerdo al coeficiente de similitud de Jaccard tenemos una similitud entre épocas alta lo que indica que no existen diferencia. Con los dos muestreos se acumularon y registraron 2 especies de herpetofauna, las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

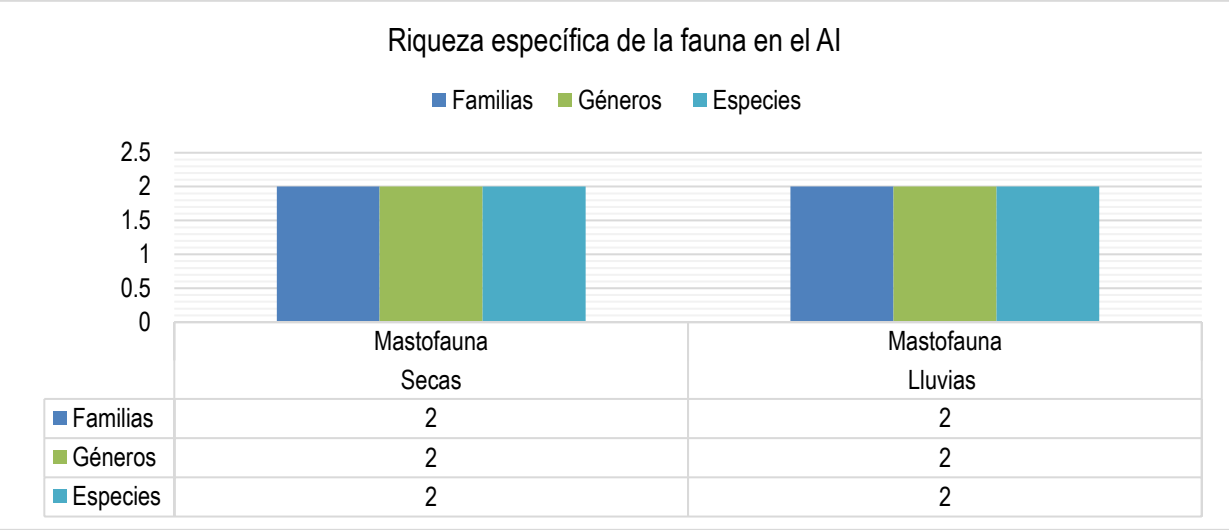


Figura IV.81. Riqueza específica por cada época (Secas y lluvias)

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.171 Listado de especies de herpetofauna registradas en los transectos establecidos en el AI.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus				Abund.	Alim.	Imp. Eco.	No. registro
				NOM-059	IUCN	Ten. Pob.	Distr.				
1	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	SC	LC	Creciente	Nativa	Común	H	EE	**10**
2	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	SC	LC	Estable	Nativa	Común	O	DS	**3**
2	**Total**										**13**

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 13 evidencias de actividad mastofaunística (rastros), los cuales pertenecen a 2 especies de mamíferos, mismos que no se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010; globalmente están catalogados como en Preocupación menor (LC por sus siglas en inglés); con tendencias poblacionales favorables (creciente y estable). Estas especies fueron registradas en un área la cual presenta una condición ambiental con degradación, con evidencias de perros domésticos (*Canis lupus familiaris*); situación que puede estar afectando las poblaciones de mamíferos y de otros grupos biológicos, Sciurus aureogaster es considerada una especie sinantrópica esto quiere decir que se adaptan con facilidad a ambientes antropizados.

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 a 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 ésta 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 acabo 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.172 Matriz de abundancia y riqueza específica de la mastofauna registrada en el Área de Influencia.

MATRÍZ DE ABUNDANCIA								
ID	Nombre científico	Secas			Lluvias			ni
		1	2	3	1	2	3	
1	*Sciurus aureogaster*	0	1	0	1	1	0	**3**
2	*Sylvilagus floridanus*	2	0	0	0	3	5	**10**
N		**1**	**1**	**0**	**1**	**2**	**1**	**13**
							Riqueza (S)	**1.00**
							Desviación estándar	**0.63**
							Max ni	**10**
							Dominancia (D)	**0.77**

Se obtuvo un promedio de riqueza de S=1.00 especies y una total de 2 especies. Por otro lado, de acuerdo a los valores máximos se obtuvo el nivel de dominancia de D= 0.77.

Cuadro IV.173 Riqueza específica de la mastofauna registrada en el Área de Influencia.

Familias	Géneros	Especies
2	2	2

Ninguna de las dos familias de mastofauna es dominante, ambas solo presentan una especie.

4. Índice de Margalef (Dmg)

Cuadro IV.174 Índice de Margalef de la mastofauna registrada.

ÍNDICE DE MARGALEF	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	2
Abundancia	13
DMg	**0.39**

De acuerdo con el índice de Margalef, la relación entre el número de especies y el número de individuos es poco favorable, con un valor de Dmg= 0.39, lo cual habla de una diversidad baja.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

3. Dominancia

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.175 Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de mastofauna registradas en el Área de Influencia.

ÍNDICE DE SIMPSON MODIFICADO POR PIELOU (Dp)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**ni-1**	**ni (ni-1)**	**ni (ni-1) /N (N-1)**
1	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	**10**	9	90	0.5769
2	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	**3**	2	6	0.0385
						N	**13**
						N (N-1)	**156**
						Dp	**0.615**
						1-Dp	**0.385**

El índice de Simpson nos indica que existe un 61.5 % de probabilidad de que dos individuos registrados correspondan a la misma especie de mamífero y una probabilidad del 38.5 % de que dos individuos sean de diferentes especies, es evidente la influencia de las dos especies con un mayor número de registros.

4. Equidad

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.176 Índice de Shannon-Wiener de las especies de mastofauna registradas en el Influencia.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	10	0.7692	76.9231	0.2018
2	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	3	0.2308	23.0769	0.3384
2	**Total**			**13**	**1**	**100**	**0.540**
						I. Shannon (H´)	**0.540**
						H´ max = Ln S	**0.693**
						JH´= H/Hmax	**0.779**

El índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de H´= 0.540, 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.177. Índice de diversidad verdadera de la mastofauna presente en el Área de Influencia.

DIVERSIDAD VERDADERA	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	2

DIVERSIDAD VERDADERA	
Métrica	**n**
Abundancia	13
I. Shannon – Wiener (H´)	0.540
^{1}D	**1.72**

De acuerdo al índice de diversidad verdadera se obtuvo un estatus de diversidad favorable, con un valor de 1D= 1.72, pues para este caso se registraron un total de 6 especies.

ESFUERZO DE MUESTREO (CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES)

Debido a la baja diversidad que se presenta en el AI no es posible generar una curva de acumulación. No se ajustaría a ningun modelo con solo dos especies.

ANÁLISIS DE LA HERPETOFAUNA

A continuación se muestra un listado de la herpetofauna registrada en la época de secas y lluvias, a la cual se le aplico el coeficiente de Jaccard para conocer el nivel de similitud o disimilitud entre épocas:

Cuadro IV. 178. Coeficiente de Jaccard entre época de secas y lluvias.

ID	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Presencia (1) / ausencia (0)		Consenso
					Lluvias	Secas	
1	Phrynosomatidae	Sceloporus	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa	1	1	2
2	Teiidae	Aspidoscelis	*Aspidoscelis parvisocius*	Huico pigmeo de Tehuacán	1	1	2
Número total de especies en lluvias (a)							**2**
Especies únicas en (a)							0
Número total de especies en secas (b)							**2**
Especies únicas en (b)							0
Similitud (c)							**2**
Coeficiente de similitud de Jaccard							**1**

Presencia = 1, Ausencia = 0, Similitud = 2.

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies. De acuerdo al coeficiente de similitud de Jaccard tenemos una similitud entre épocas es alta lo que indica que no existen diferencia entre épocas.

Con los dos muestreos se acumularon y registraron 2 especies de herpetofauna, las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

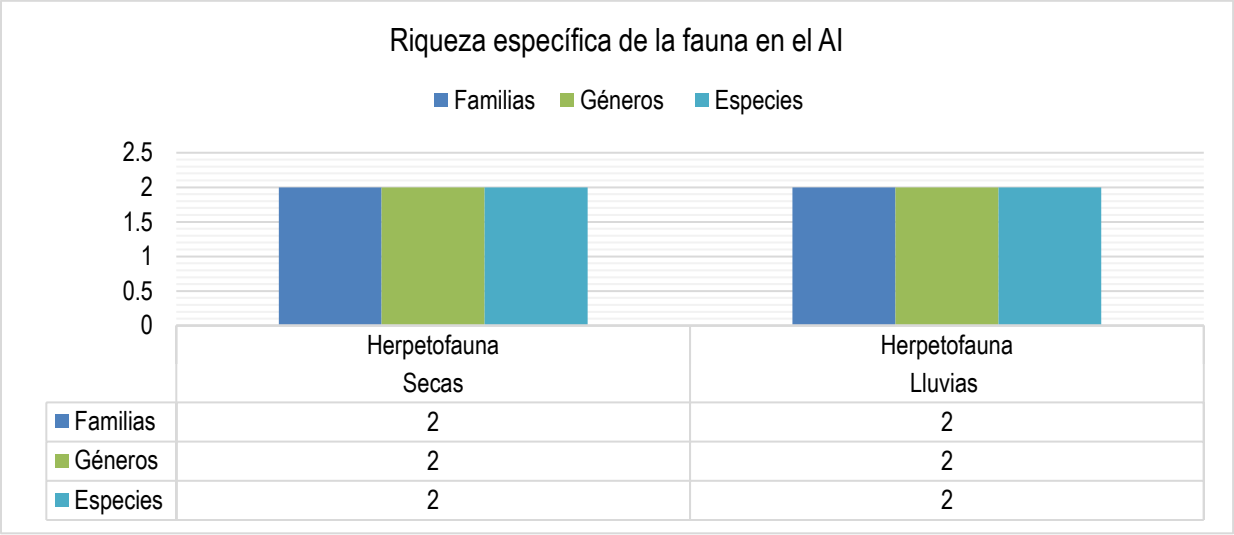


Figura IV.82. Riqueza específica por cada época (Secas y lluvias)

1.- LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de especies de herpetofauna que se registraron en los 6 transectos establecidos en el AI:

Cuadro IV.179 Listado de especies de herpetofauna registradas en el AI.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus				Abund.	Alim.	Microhábitat	Imp. Eco.	No. registros
				NOM-059	IUCN	Ten. Pob.	Distr.					
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa	SC	LC	Desconocida	Nativa	Común	I	Roca/Suelo/Pasto	EE	**6**
2	Teiidae	*Aspidoscelis parvisocius*	Huico pigmeo de Tehuacán	Pr	LC	Desconocida	EN	Común	I	Roca/Suelo/Pasto	EE	**10**
2	**Total**											**16**

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).

En el AI sólo se obtuvieron 16 registros de herpetofauna, las cuales corresponden a dos especies (Sceloporus spinosus y Aspidoscelis parvisocius). Ambas especies presentan una tendencia poblacional desconocida. Cabe señalar que la especie A. parvisocius, se encuentra en la categoría de Protección especial (Pr); de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010; misma que guarda un estatus de especie endémica de México con registros solamente en la región de Tehuacán.

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 a 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 ésta 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 acabo 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

2. Riqueza específica (S)

Cuadro IV.180 Matriz de abundancia y riqueza específica de la herpetofauna registrada en el Sistema ambiental.

MATRÍZ DE ABUNDANCIA								
ID	Nombre científico	Secas			Lluvias			ni
		1	2	3	1	2	3	
1	*Sceloporus spinosus*	0	2	1	0	0	3	6
2	*Aspidoscelis parvisocius*	4	0	0	1	1	4	10
N		**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**16**
							Riqueza (S)	**1.17**
							Desviación estándar	**0.41**
							Max ni	**10**
							Dominancia (D)	**0.63**

Se obtuvo un promedio de riqueza de S=1.17 especies y una total de 2 especies. Por otro lado, de acuerdo a los valores máximos se obtuvo el nivel de dominancia de D= 0.63. A continuación se muestra la distribución de las especies de herpetofauna en cada uno de los transectos en el cual fueron registradas:

Cuadro IV.181 Riqueza específica de herpetofauna en el Sistema ambiental.

Familias	Géneros	Especies
2	2	2

Se registró la presencia de 2 familias de herpetofauna, mismas que solo presentaron una especie.

Cuadro IV.182. Índice de Margalef de la Herpetofauna registrada.

ÍNDICE DE MARGALEF	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	2
Abundancia	16

DMg	0.36

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= 0.36, lo cual no habla de una diversidad baja.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

3. Dominancia

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.183 Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de herpetofauna presentes en el Sistema ambiental.

ÍNDICE DE SIMPSON MODIFICADO POR PIELOU (Dp)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**ni-1**	**ni (ni-1)**	**ni (ni-1) /N (N-1)**
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa	**6**	5	30	0.1250
2	Teiidae	*Aspidoscelis parvisocius*	Huico pigmeo de Tehuacán	**10**	9	90	0.3750
						N	**16**
						N (N-1)	**240**
						Dp	**0.500**
						1-Dp	**0.500**

El índice de Simpson nos indica que existe un 50.00 % de probabilidad de que dos individuos registrados correspondan a la misma especie de herpetofauna y una probabilidad del 50.00 % de que dos individuos correspondan a diferentes especies, esto nos habla de una diversidad poco favorable.

4. Equidad

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.184 Índice de Shannon-Wiener de las especies de herpetofauna registradas en el Sistema ambiental.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa	6	0.3750	37.5000	0.3678
2	Teiidae	*Aspidoscelis parvisocius*	Huico pigmeo de Tehuacán	10	0.6250	62.5000	0.2938
2	**Total**			**16**	**1**	**100**	**0.662**
						I. Shannon (H´)	**0.662**
						H´ max = Ln S	**0.693**
						JH´= H/Hmax	**0.954**

El índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de H´= 0.662, 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.185. Índice de diversidad verdadera de la herpetofauna presente en el Sistema ambiental.

DIVERSIDAD VERDADERA	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	2
Abundancia	16
I. Shannon – Wiener (H´)	0.662
^{1}D	**1.94**

El SA presentó un número efectivo de especies de herpetofauna de 1.94, lo cual indica un estatus de favorable, ya que se presentaron 2 especies con una abundancia homogénea entre las mismas.

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 al número de puntos de conteo establecidos (curvas de acumulación de especies).

Método paramétrico: Modelos logarítmico y potencial

Debido a la baja diversidad no es posible que algunos de los modelos se ajuste, por lo tanto no podemos generar una curva de acumulación. La curva no se ajustaría a alguno de los módelos.

FAUNA SILVESTRE EN EL ÁREA DE PROYECTO (AP)

AVIFAUNA

A continuación se muestra un listado de la avifauna registrada en la época de secas y lluvias, a la cual se le aplico el coeficiente de Jaccard para conocer el nivel de similitud o disimilitud entre épocas:

Cuadro IV.186. Coeficiente de Jaccard entre época de secas y lluvias.

ID	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Presencia (1) / ausencia (0)		Consenso
					Lluvias	Secas	
1	Columbidae	Columbina	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	1	1	2
2	Columbidae	Streptopelia	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	1	1	2
3	Columbidae	Zenaida	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	1	1	2
4	Fringillidae	Haemorhous	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	1	1	2
5	Hirundinidae	Hirundo	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	1	0	1
6	Mimidae	Mimus	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	1	1	2
7	Mimidae	Toxostoma	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	1	1	2
8	Passeridae	Passer	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	1	1	2
9	Picidae	Melanerpes	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del balsas	1	1	2
10	Polioptilidae	Polioptila	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	1	1	2
11	Trochilidae	Hylocharis	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	1	1	2
12	Troglodytidae	Campylorhynchus	*Campylorhynchus jocosus*	Matraca del balsas	0	1	1
Número total de especies en lluvias (a)							**11**
Especies únicas en (a)							1
Número total de especies en secas (b)							**11**
Especies únicas en (b)							1
Similitud (c)							**10**
Coeficiente de similitud de Jaccard							**0.8**

Presencia = 1, Ausencia = 0, Similitud = 2.

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies. De acuerdo al coeficiente de similitud de Jaccard tenemos una similitud entre épocas de media a alta lo que indica que existe poca diferencia entre épocas.

Con los dos muestreos se acumularon y registraron 12 especies avifaunísticas, las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

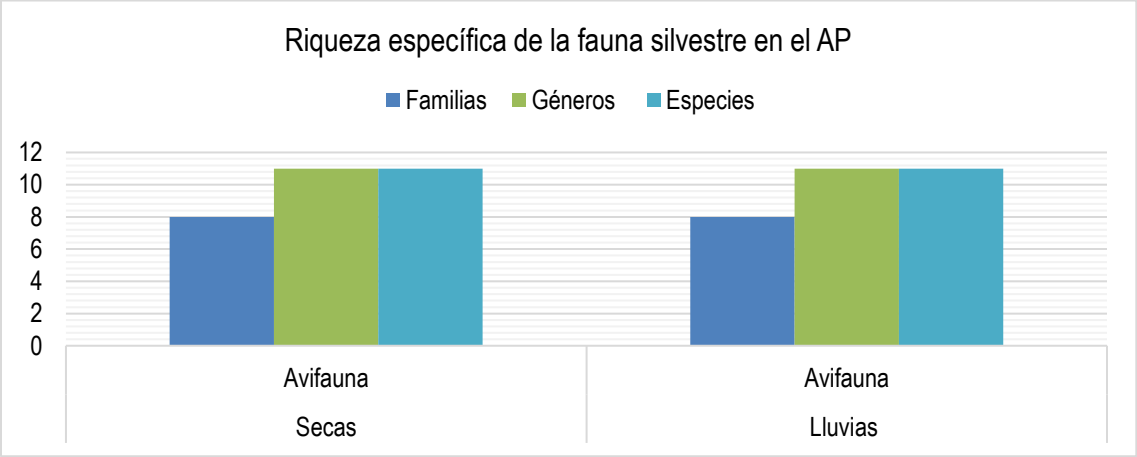


Figura IV.83. Riqueza específica por cada época (Secas y lluvias)

Para la estimación de índices de diversidad se generó un consenso de las dos temporadas.

1.- LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de especies de avifauna que fueron registradas en los 3 sitios de muestreo establecidos en el AP.

Cuadro IV.187 Listado de especies de avifauna registradas en los puntos de conteo establecidos en el AP.

ID	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Estatus						Abund.	Sociabilidad	Alim.	Imp. Eco.	No. registros
					NOM-059	IUCN	CITES	Ten. Pob.	Distr.	Resi.					
1	Columbidae	Columbina	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R	Abundante	Pareja	G	EE	13
2	Columbidae	Streptopelia	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	SC	LC	SC	Creciente	I	I	Abundante	Gregario	I, G, F	–	6
3	Columbidae	Zenaida	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R,MI	Abundante	Pareja	G-F	EE	7
4	Fringillidae	Haemorhous	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R	Abundante	Gregario	I-G	EE	8
5	Hirundinidae	Hirundo	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	SC	LC	SC	Decreciente	Nativa	R, Mi	Abundante	Gregaria	I	EE	2
6	Mimidae	Mimus	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	SC	LC	SC	Estable	Nativa	R	Común	Solitario	I	EE	2
7	Mimidae	Toxostoma	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	SC	LC	SC	Decreciente	Nativa	R	Abundante	Solitario	F-I	EE	4

ID	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Estatus						Abund.	Sociabilidad	Alim.	Imp. Eco.	No. registros
					NOM-059	IUCN	CITES	Ten. Pob.	Distr.	Resi.					
8	Passeridae	Passer	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	SC	LC	SC	Decreciente	Exótica-invasora	R	Abundante	Gregaria	I-G	EE	8
9	Picidae	Melanerpes	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del balsas	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	EN	Poco común	Solitario	I, G, F	EE	2
10	Polioptilidae	Polioptila	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R,MI	Poco común	Solitario	I	EE	3
11	Trochilidae	Hylocharis	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	SC	LC	SC	Desconocida	Nativa	R	común	Solitario	N	EE	2
12	Troglodytidae	Campylorhynchus	*Campylorhynchus jocosus*	Matraca del balsas	SC	LC	SC	Desconocida	Nativa	EN	Poco común	Solitario	I	EE	1
12	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).

En los tres puntos de conteo establecidos en el AP se registró un total de 58 individuos que corresponden a 12 especies de avifauna, de las cuales ninguna se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. A nivel global de acuerdo a La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (por sus siglas en inglés IUICN); al menos 7 especies presentan una tendencia poblacional favorable (creciente, estable) y 5 presentan una tendencia poblacional desfavorable. Aunado a lo anterior, se registraron dos especies endémicas, dos especies exóticas-invasoras y tres que son migrantes invernales o de verano.

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

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 a 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 ésta 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 acabo 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

2. Riqueza específica (S)

Cuadro IV.188 Matriz de abundancia y riqueza específica de avifauna registrada en el AP.

MATRÍZ DE ABUNDANCIA								
ID	Nombre científico	SECAS			LLUVIAS			ni
		PC1	PC2	PC3	PC1	PC2	PC3	
1	*Campylorhynchus jocosus*	0	1	0	0	0	0	1
2	*Columbina inca*	2	2	4	0	3	2	13
3	*Haemorhous mexicanus*	1	3	1	1	0	2	8
4	*Hirundo rustica*	0	0	0	1	1	0	2
5	*Hylocharis leucotis*	0	1	0	0	0	1	2
6	*Melanerpes hypopolius*	0	0	1	1	0	0	2
7	*Mimus polyglottos*	1	0	0	0	1	0	2
8	*Passer domesticus*	1	3	0	0	2	2	8
9	*Polioptila caerulea*	0	0	2	1		0	3
10	*Streptopelia decaocto*	2	1	0	0	0	3	6
11	*Toxostoma curvirostre*	0	0	1	1	2	0	4
12	*Zenaida asiatica*	1	3	1	0	2	0	7
N		**6**	**7**	**6**	**5**	**6**	**5**	**58**
Riqueza (S)								**6.33**
Desviación estándar								**0.58**
Max ni								**13**
Dominancia (D)								**0.22**

Se obtuvo un promedio de riqueza de S=6.33 especies y una riqueza total de 12 especies, con una dominancia de D= 0.22.

Cuadro IV.189 Riqueza específica de la avifauna registrada en el AP.

Familias	Géneros	Especies
9	12	12

De las 9 familias de avifauna registradas; sólo dos estuvieron representadas por más de una especie, y el resto sólo una. Las familias más diversas corresponden a la Familia Columbidae con tres especies y la Familia Mimidae con dos especies.

4. Índice de Margalef (Dmg)

Cuadro IV.190 Índice de Margalef de la avifauna registrada

ÍNDICE DE MARGALEF	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	12
Abundancia	58
DMg	**2.71**

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= 2.71, lo cual habla de una diversidad media, con un incremento a diversidad alta.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

2. Dominancia

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.191 Cálculo Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna presente en el AP.

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	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	13	12	156	0.0472
2	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	6	5	30	0.0091
3	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	7	6	42	0.0127
4	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	8	7	56	0.0169
5	Hirundidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	2	1	2	0.0006
6	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	2	1	2	0.0006
7	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	4	3	12	0.0036
8	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	8	7	56	0.0169
9	Picidae	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del Balsas	2	1	2	0.0006
10	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	3	2	6	0.0018
11	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	2	1	2	0.0006
12	Troglodytidae	*Campylorhynchus jocosus*	Matraca del Balsas	1	0	0	0.0000
N							**58**
N (N-1)							**3306**
Dp							**0.111**
1-Dp							**0.889**

El índice de Simpson nos indica que existe un 11.1 % de probabilidad de que dos individuos registrados correspondan a la misma especie de ave y una probabilidad del 88.9 % de que dos individuos sean de diferentes especies, lo cual nos habla de una diversidad favorable (diversidad media).

4. Equidad

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.192 Índice de Shannon-Wiener para la avifauna presente en el AP.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	13	0.2241	22.4138	0.3352

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
2	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	6	0.1034	10.3448	0.2347
3	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	7	0.1207	12.0690	0.2552
4	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	8	0.1379	13.7931	0.2732
5	Hirundidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	2	0.0345	3.4483	0.1161
6	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	2	0.0345	3.4483	0.1161
7	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	4	0.0690	6.8966	0.1844
8	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	8	0.1379	13.7931	0.2732
9	Picidae	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del balsas	2	0.0345	3.4483	0.1161
10	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	3	0.0517	5.1724	0.1532
11	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	2	0.0345	3.4483	0.1161
12	Troglodytidae	*Campylorhynchus jocosus*	Matraca del balsas	1	0.0172	1.7241	0.0700
12	**Total**			**58**	**1**	**100**	**2.244**
I. Shannon (H´)							**2.244**
H´ max = Ln S							**2.485**
JH´= H/Hmax							**0.903**

El índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de H´= 2.244, ello responde a que la diversidad presente guarda una proporción favorable, lo que se puede traducir como una diversidad media.

DIVERSIDAD VERDADERA

Cuadro IV.193 Índice de diversidad verdadera de la avifauna presente en el AP.

DIVERSIDAD VERDADERA	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	12
Abundancia	58
I. Shannon – Wiener (H´)	2.244
^{1}D	**9.43**

De acuerdo al índice de diversidad verdadera se obtuvo un estatus de diversidad favorable, con un valor de 1D= 9.43, pues para este caso se registraron un total de 12 especies.

✓ ESFUERZO DE MUESTREO (CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES)

A continuación, se muestran métodos estadísticos para determinar el número de especies e individuos que se esperarían obtener de acuerdo al esfuerzo de muestreo (curvas de acumulación). Por lo tanto, dicho análisis arrojará un número estimado de especies e individuos de avifauna presentes en el AP en función del muestreo del mismo.

Método paramétrico: Modelos logarítmico y potencial

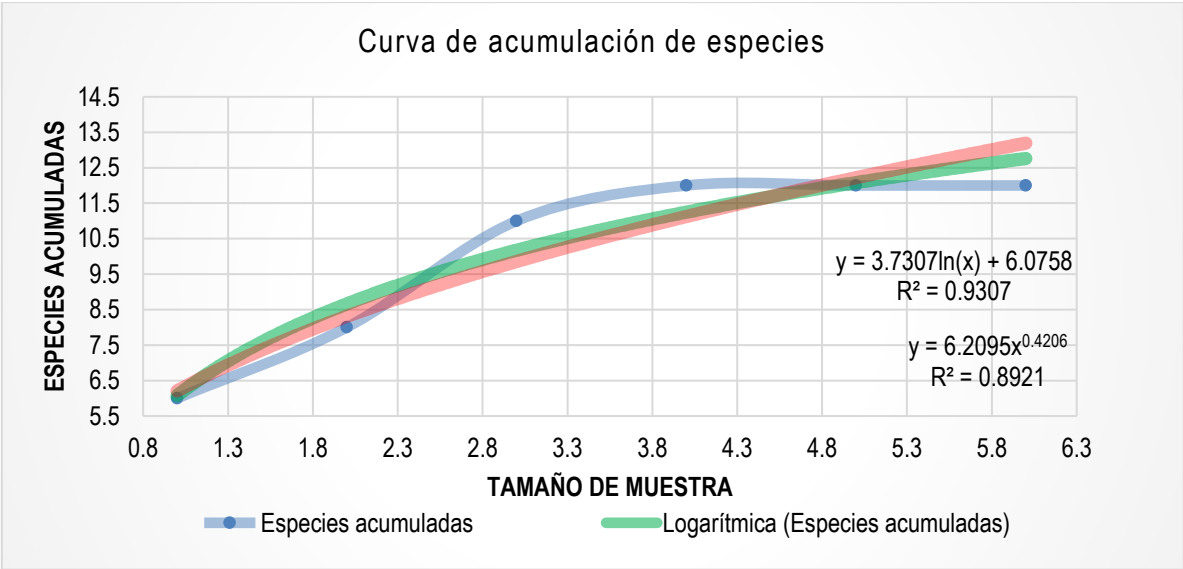


Figura IV.84. Curva de acumulación de Especies-Área

La curva de acumulación nos indica un ajuste del R^2=0.9307 del modelo potencial, considerando que un valor de R^2=1 es igual a un muestreo con una cobertura óptima, podemos decir que el muestreo tuvo una completitud estadística adecuada.

El modelo logarítmico y potencial se considera modelos predictivos, que nos pueden indicar cuantas especies aún son susceptibles a registrar o en su caso si estadísticamente ya no es posible registrar más especies. Para ello es necesario aplicar la ecuación de ***Y=3.7307 * Ln (x) + 6.0758*** del modelo logarítmico.

De acuerdo a lo anterior se obtuvo los siguientes resultados:

Cuadro IV.194.. Aplicación de le ecuación del modelo potencial.

Ajuste de la curva de acumulación					
Modelo con mejor ajuste	Logarítmico				
Ajuste de R^2	0.9307				
Aplicación de la fórmula de **Y= 3.7307 * Ln(X) + 6.0758**					
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Especies esperadas (Y)**	**Especies observadas (S= riqueza)**	**Número de especies por registrar**
6	6.0758	3.7307	13	12	1

La ecuación de Y nos indica que estadísticamente aún es posible registrar una especie, dado que el número de especies esperadas es mayor al número de especies observadas sin embargo, podemos argumentar que; estadísticamente el muestreo realizado fue adecuado, con una R^2= 0.9307 de ajuste con el modelo logarítmico en la curva de acumulación Área-Especie.

MASTOFAUNA

A continuación se muestra un listado de la mastofauna registrada en la época de secas y lluvias, a la cual se le aplico el coeficiente de Jaccard para conocer el nivel de similitud o disimilitud entre épocas:

Cuadro IV.195. Coeficiente de Jaccard entre época de secas y lluvias.

ID	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Presencia (1) / ausencia (0)		Consenso
					Lluvias	Secas	
1	Didelphidae	Didelphis	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	0	1	1
2	Leporidae	Sylvilagus	*Sylvilagus audubonii*	Conejo serrano	1	1	2
3	Sciuridae	Sciurus	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	1	1	2
Número total de especies en lluvias (a)							**2**
Especies únicas en (a)							0
Número total de especies en secas (b)							**3**
Especies únicas en (b)							1
Similitud (c)							**2**
Coeficiente de similitud de Jaccard							**0.7**

Presencia = 1, Ausencia = 0, Similitud = 2.

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies. De acuerdo al coeficiente de similitud de Jaccard tenemos una similitud entre épocas de media a alta lo que indica que existe poca diferencia entre épocas.

Con los dos muestreos se acumularon y registraron 3 especies de mastofauna, las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

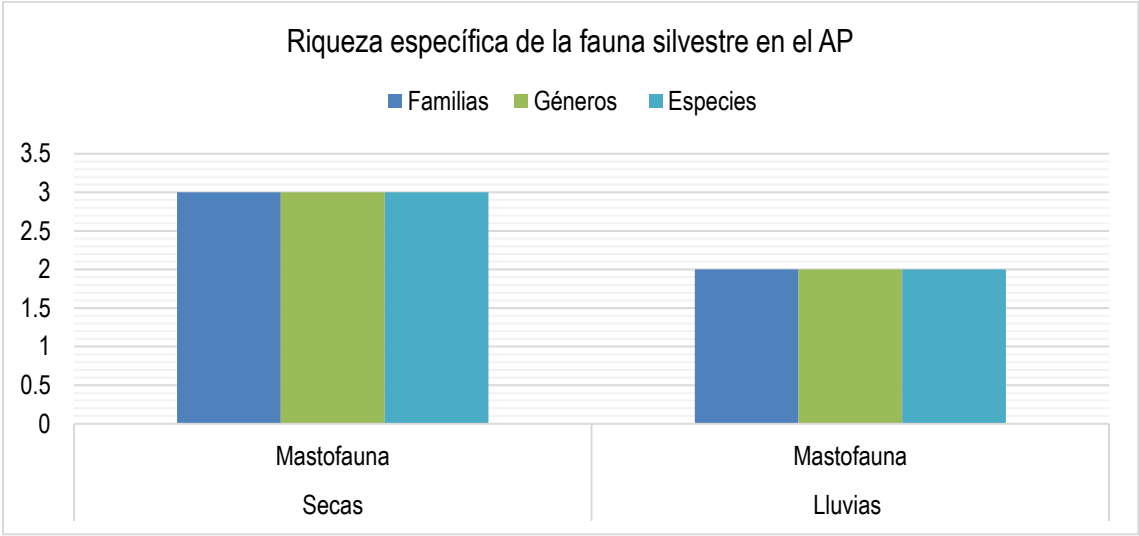


Figura IV.85. Riqueza específica por cada época (Secas y lluvias)

Para la estimación de índices de diversidad se generó un consenso de las dos temporadas.

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.196 Listado de especies de mastofauna registradas en los transectos establecidos en el AP.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus				Abund.	Alim.	Imp. Eco.	No. registros
				NOM-059	IUCN	Ten. Pob.	Distr.				
1	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	SC	LC	Desconocida	**CE**	Muy Común	O	DS	**1**
2	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo serrano	SC	LC	Creciente	Nativa	Común	H	EE	**5**
3	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	SC	LC	Estable	Nativa	Común	O	DS	**3**
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).

Se registró un total de 9 evidencias de actividad mastofaunística, tanto rastros como registros visuales, los cuales pertenecen a 3 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). Sólo dos especies son consideradas cuasindémica.

La mayoría de las especies presentan abundancia favorable (muy comunes, abundantes o comunes); esto es debido a que los mamíferos tienen un área de campeo grande y actualmente se han adaptado a diversas condiciones, se caracterizan por ser solitarios y tener hábitos alimenticios variados, lo que también les permite actualmente obtener su comida de las áreas antropizadas. Por otro lado, los mamíferos reportados son generalistas y participan en diferentes funciones en los ecosistemas, lo cual también les permite adaptarse al medio donde viven evitando así la competencia

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 a 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 ésta 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 acabo 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.197 Matriz de abundancia y riqueza específica de la mastofauna registrada en el AP

MATRÍZ DE ABUNDANCIA								
ID	Nombre científico	Secas			Lluvia			ni
		1	2	3	1	2	3	
1	*Didelphis marsupialis*	0	1	0	0	0	0	**1**
2	*Sylvilagus audubonii*	1	1	1	0	2	0	**5**
4	*Sciurus aureogaster*	0	1	0	2	0	0	**3**
N		**1**	**3**				**0**	**9**
							Riqueza (S)	**1.33**
							Desviación estándar	**1.53**
							Max ni	**5**
							Dominancia (D)	**0.56**

Se obtuvo un promedio de riqueza de S=1.33 especies y una total de 3 especies. Por otro lado, de acuerdo a los valores máximos se obtuvo el nivel de dominancia de D= 0.56.

.**Cuadro IV.198** Riqueza específica de mastofauna en el AP

Familias	Géneros	Especies
3	3	3

Se registraron tres familias representas por una especie cada una.

Índice de Margalef (Dmg)

Cuadro IV.199 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 favorable, con un valor de Dmg= 0.91, lo cual habla de una diversidad baja.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

1. Dominancia

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.200 Índice de Simpson modificado por Pielou para la mastofauna presente en el AP.

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	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	**1**	0	0	0.0000
2	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo serrano	**5**	4	20	0.2778
3	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	**3**	2	6	0.0833
						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, es evidente la influencia de las dos especies con un mayor número de registros y las condiciones de la unidad de análisis.

5. Equidad

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.201. Índice de Shannon-Wiener para la mastofauna presente en el AP.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	1	0.1111	11.1111	0.2441
2	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo serrano	5	0.5556	55.5556	0.3265
3	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	3	0.3333	33.3333	0.3662
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 baja.

DIVERSIDAD VERDADERA

Cuadro IV.202. Índice de diversidad verdadera de la mastofauna presente en el AP.

DIVERSIDAD VERDADERA	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	3
Abundancia	9
I. Shannon – Wiener (H´)	0.937
^{1}D	**2.55**

De acuerdo al 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 al número de puntos de conteo establecidos (curvas de acumulación de especies).

Método paramétrico: Modelos logarítmico y potencial

Debido a la baja diversidad que se presenta en el AP no es posible generar una curva de acumulación especie-área. La baja diversidad es producto del grado de perturbación que existe en la unidad de análisis, se registraron perros callejeros que pueden estar depredando la mastofauna en el AP.

HERPETOFAUNA

A continuación se muestra un listado de la herpetofauna registrada en la época de secas y lluvias, a la cual se le aplico el coeficiente de Jaccard para conocer el nivel de similitud o disimilitud entre épocas:

Cuadro IV.203. Coeficiente de Jaccard entre época de secas y lluvias.

ID	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Presencia (1) / ausencia (0)		Consenso
					Lluvias	Secas	
1	Phrynosomatidae	Sceloporus	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa	1	1	2
2	Teiidae	Aspidoscelis	*Aspidoscelis parvisocius*	Huico pigmeo de Tehuacán	1	1	2
Número total de especies en lluvias (a)							**2**
Especies únicas en (a)							0
Número total de especies en secas (b)							**2**
Especies únicas en (b)							0
Similitud (c)							**2**
Coeficiente de similitud de Jaccard							**1**

Presencia = 1, Ausencia = 0, Similitud = 2.

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies. De acuerdo al coeficiente de similitud de Jaccard tenemos una similitud entre épocas alta lo que indica que no existe diferencia entre épocas.

Con los dos muestreos se acumularon y registraron 2 especies de herpetofauna, las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

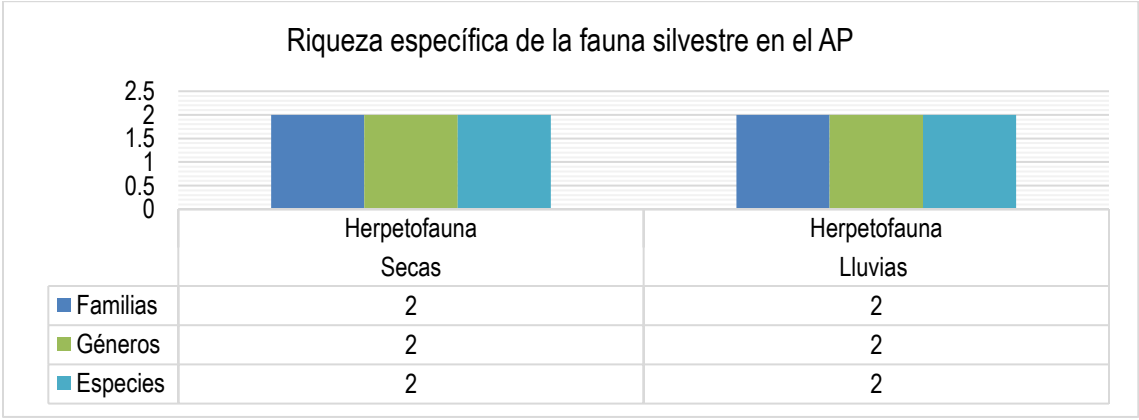


Figura IV.86. Riqueza específica por cada época (Secas y lluvias)

Se generó un consenso con los resultados de las épocas para realizar los índices de diversidad.

3. LISTADO DE ESPECIES

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

Cuadro IV.204 Listado de especies de herpetofauna registradas en los transectos establecidos en el AP.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus				Abund.	Alim.	Microhábitat	Imp. Eco.	No. registros
				NOM-059	IUCN	Ten. Pob.	Distr.					
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa	SC	LC	Desconocida	Nativa	Común	I	Roca/Suelo/Pasto	EE	**5**
2	Teiidae	*Aspidoscelis parvisocius*	Huico pigmeo de Tehuacán	Pr	LC	Desconocida	EN	Común	I	Roca/Suelo/Pasto	EE	**8**
2	**Total**											**13**

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 13 registros visuales, los cuales pertenecen a 2 especies de herpetofauna (Sauropsidos no aves, *sensu stricto*), de los cuales una especie (*Aspidoscelis parvisocius*); se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. De acuerdo a La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (por sus siglas en inglés IUCN); el total de las especies registradas presentan una tendencia poblacional estable y se encuentran en la categoría de preocupación menor (LC por sus siglas en ingles); por último, una especie es endémicas de México.

Una de las especies registradas corresponde a *Aspidoscelis parvisocius,* con 8 registros la cual se encuentra en Pr especies de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010; por lo que es imperativo que se asegure la supervivencia de esta especie con acciones de rescate y reubicación.

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 a 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 ésta 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 acabo 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.205 Matriz de abundancia y riqueza específica de la herpetofauna registrada en el Sistema ambiental.

MATRÍZ DE ABUNDANCIA								
ID	Nombre científico	Secas			Lluvias			ni
		1	2	3	1	2	3	
1	*Sceloporus spinosus*	0	2	0	0	2	1	5
2	*Aspidoscelis parvisocius*	2	1	3	1	0	1	8
N		**1**	**2**				**2**	**13**
							Riqueza (S)	**1.67**
							Desviación estándar	**0.58**
							Max ni	**8**
							Dominancia (D)	**0.62**

Se obtuvo un promedio de riqueza de S=1.67 especies y una total 2 especies. Por otro lado, de acuerdo a los valores máximos se obtuvo el nivel de dominancia de D= 0.62.

Cuadro IV.206 Riqueza específica de herpetofauna en el Sistema ambiental.

Familias	Géneros	Especies
2	2	2

Se registró la presencia de 2 familias de herpetofauna, en donde cada una estuvo representada por una especie.

Cuadro IV.207 Índice de Margalef de la Herpetofauna registrada.

ÍNDICE DE MARGALEF	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	2
Abundancia	13
DMg	**0.39**

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= 0.39, lo cual no habla de una diversidad baja.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

5. Dominancia

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.208 Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de herpetofauna presentes en el Sistema ambiental.

ÍNDICE DE SIMPSON MODIFICADO POR PIELOU (Dp)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**ni-1**	**ni (ni-1)**	**ni (ni-1) /N (N-1)**
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa	**5**	4	20	0.1282
2	Teiidae	*Aspidoscelis parvisocius*	Huico pigmeo de Tehuacán	**8**	7	56	0.3590
						N	**13**
						N (N-1)	**156**
						Dp	**0.487**
						1-Dp	**0.513**

El índice de Simpson nos indica que existe un 48.7 % de probabilidad de que dos individuos registrados correspondan a la misma especie de herpetofauna y una probabilidad del 51.3 % de que dos individuos correspondan a diferentes especies, esto nos habla de una diversidad poco favorable.

6. Equidad

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.209 Índice de Shannon-Wiener de las especies de herpetofauna registradas en el Sistema ambiental.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa	5	0.3846	38.4615	0.3675
2	Teiidae	*Aspidoscelis parvisocius*	Huico pigmeo de Tehuacán	8	0.6154	61.5385	0.2988
2	**Total**			**13**	**1**	**100**	**0.666**
						I. Shannon (H´)	**0.666**
						H´ max = Ln S	**0.693**
						JH´= H/Hmax	**0.961**

El índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de H´= 0.666, 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.210. Índice de diversidad verdadera de la herpetofauna presente en el Sistema ambiental.

DIVERSIDAD VERDADERA	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	2
Abundancia	13
I. Shannon – Wiener (H´)	0.666
^{1}D	**1.95**

El AP presentó un número efectivo de especies de herpetofauna de 1.95, lo cual indica un estatus de diversidad desfavorable.

ESFUERZO DE MUESTREO (CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES)

Debido a la baja diversidad no es posible que algunos de los modelos se ajuste, por lo tanto no podemos generar una curva de acumulación.

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 12 especies y desfavorable para el caso de la mastofauna y herpetofauna, los cuales se presentaron una riqueza de 3 y 2 especies respectivamente.

De acuerdo a 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.

Fue registrada una especie que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, correspondiente al grupo de herpetofauna (sauropsidos no aves, *sensu stricto*); por lo que es imperativo que se asegure su supervivencia por medio de acciones de rescate y reubicación.

IV.3.1.2.1 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FAUNA SILVESTRE PRESENTE EN LAS TRES UNIDADES DE ANÁLISIS (ÁREA DEL PROYECTO, ÁREA DE INFLUENCIA Y SISTEMA AMBIENTAL).

A continuación, se presenta un análisis comparativo de los principales aspectos encontrados de la fauna silvestre en el AP, AI y SA.

FAUNA EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010

De acuerdo a las especies registradas en el AP, AI y SA, se encontraron 5 especies de vida silvestre que se estén enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; de las cuales sólo una fue registrada en el AP y AI, la cual corresponde a *Aspidoscelis parvisocius*, con la categoría de protección especial (Pr).

Cuadro IV.211. Especies de fauna silvestre enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

ID	Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	N° de registros		
						AP	AI	SA
1	Herpetofauna	Colubridae	Pituophis deppei	Cincuatl	**A**	0	0	1
2	Herpetofauna	Phrynosomatidae	Phrynosoma orbiculare	Camanleón llora sangre	**A**	0	0	3
3	Herpetofauna	Phrynosomatidae	Phrynosoma taurus	Camanleón toro	**A**	0	0	3
4	Herpetofauna	Phrynosomatidae	Sceloporus grammicus	Lagartija espinosa del mezquite	**Pr**	0	0	6
5	Herpetofauna	Teiidae	Aspidoscelis parvisocius	Huico pigmeo de Tehuacán	**Pr**	6	10	16

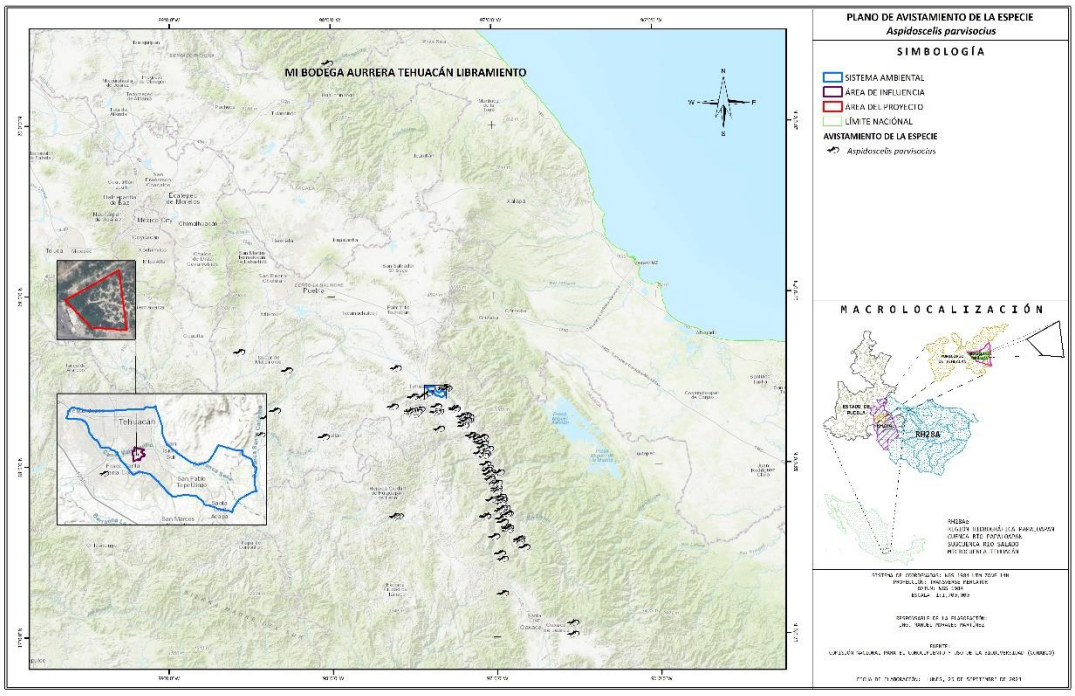


Figura IV.87. Avistamiento u observaciones de *Aspidoscelis parvisocius*. Fuente: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/ .

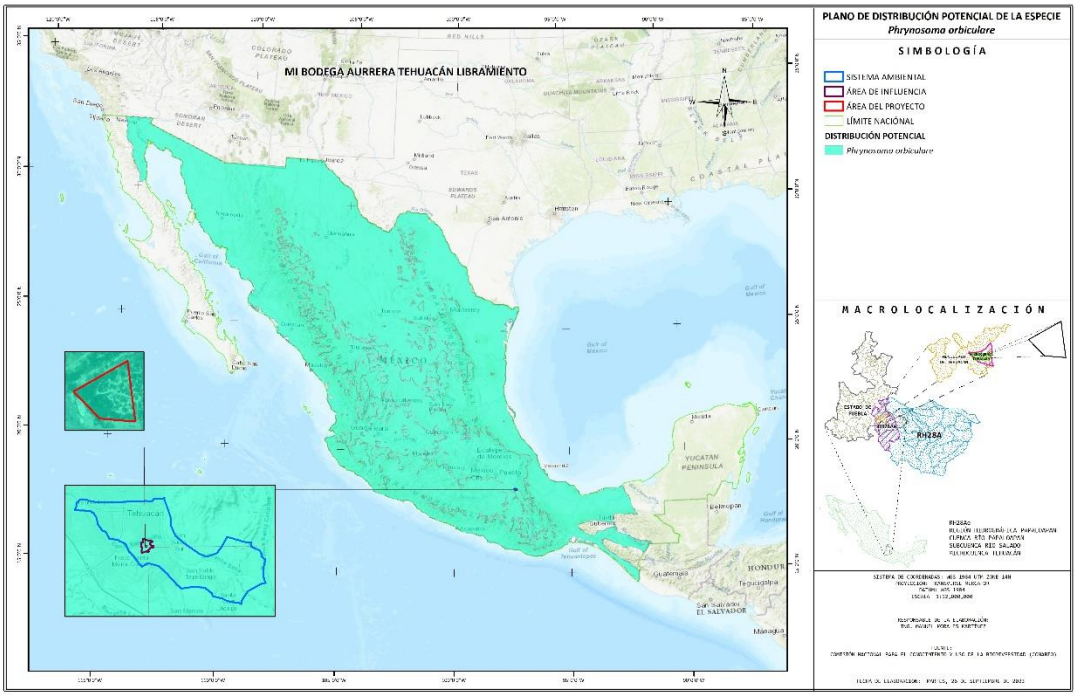


Figura IV.88. Distribución potencial permanente de *Phrynosoma orbiculare.* Fuente: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/

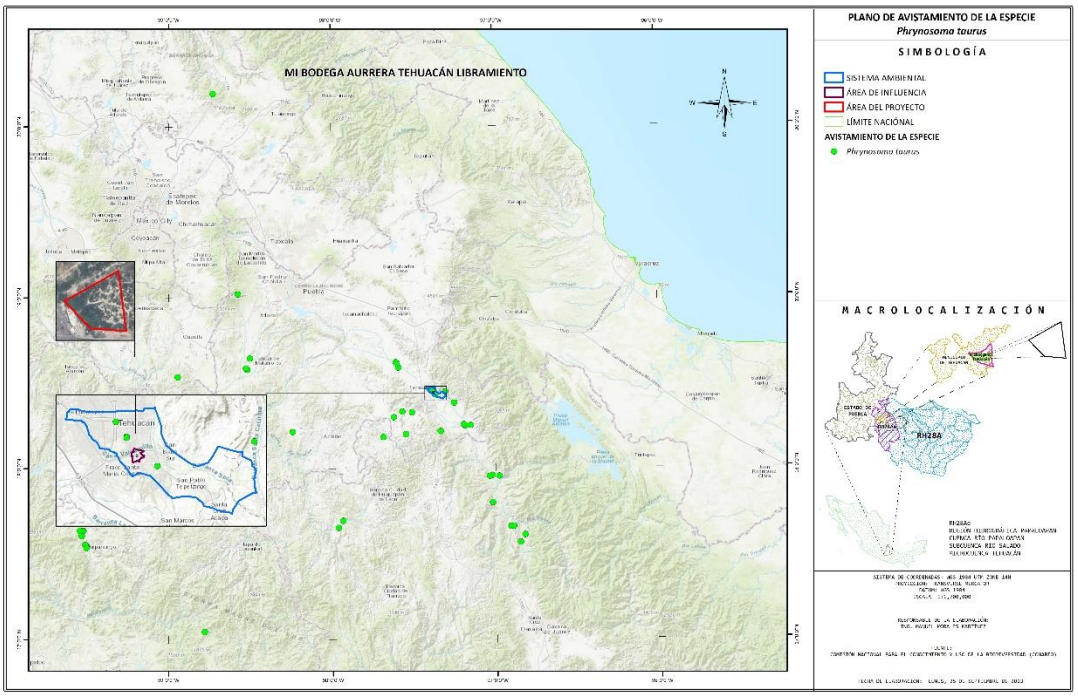


Figura IV.89. Avistamiento u observaciones de *Phrynosoma taurus*. Fuente: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/.

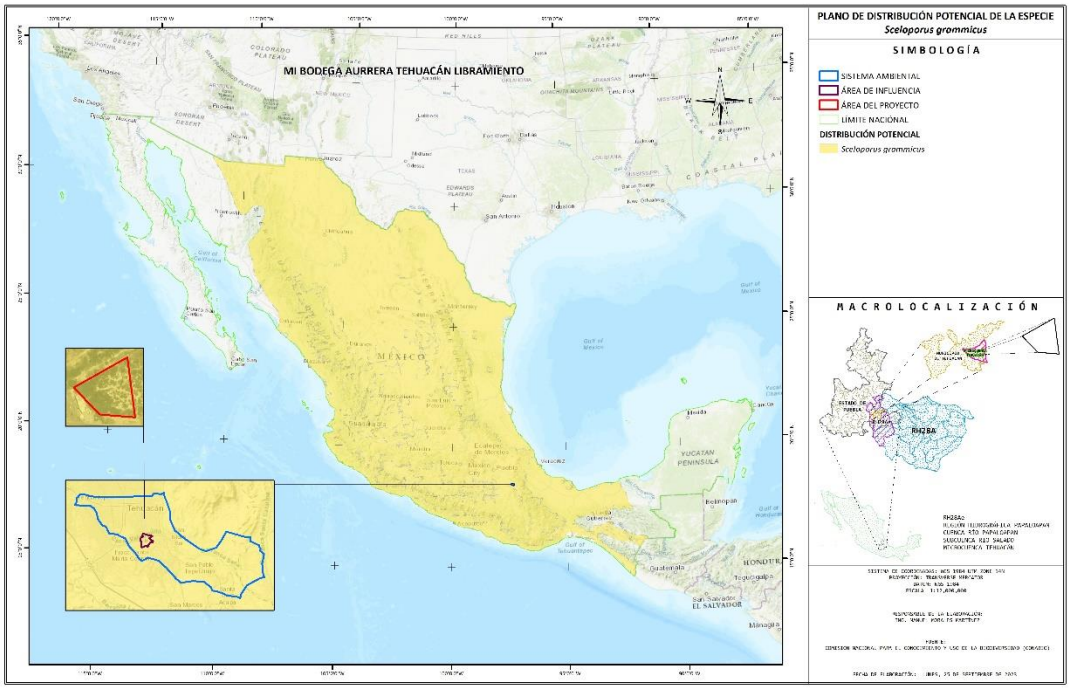


Figura IV.90. Distribución potencial permanente de *Sceloporus grammicus*. Fuente: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/ .

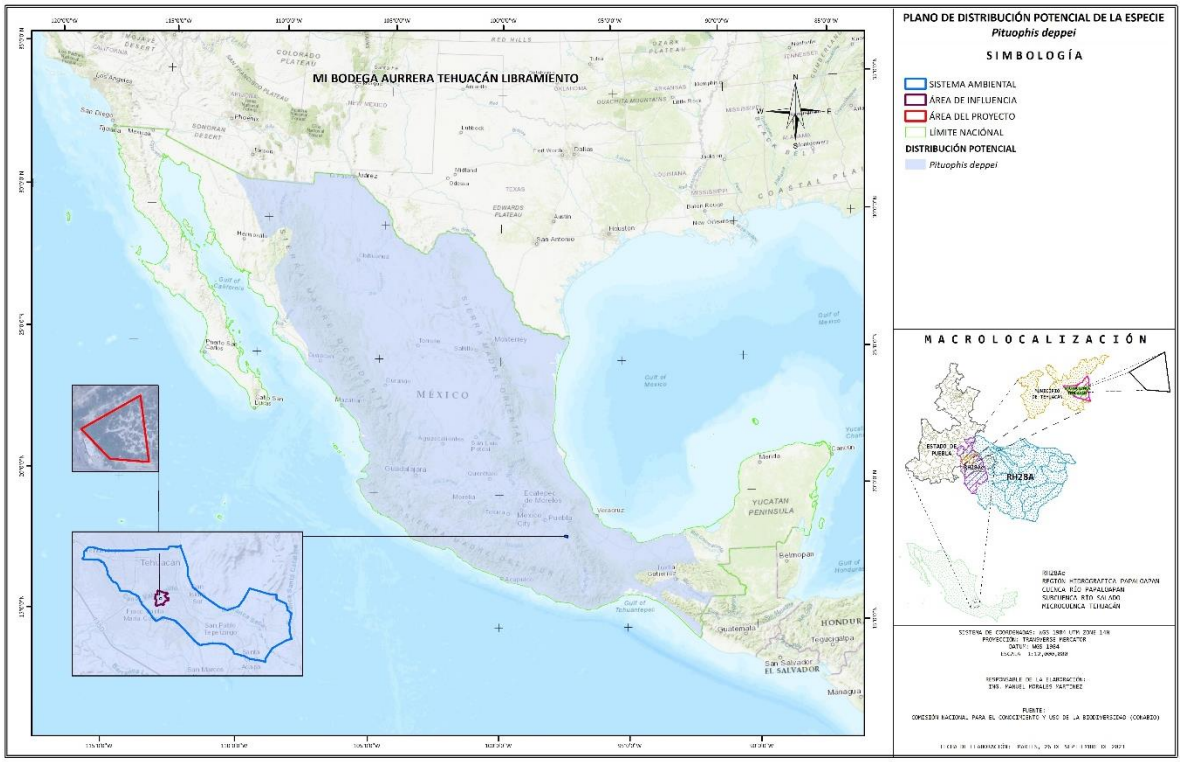


Figura IV.91. Distribución potencial permanente de *Pituophis deppei*. Fuente: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/ .

Como se observa en el cuadro y figuras anteriores, las especie *Pituophis deppei*, *Phrynosoma orbiculare* y *Sceloporus grammicus* son especies que presentan distribuciones amplias, por otro lado las especies *Aspidoscelis parvisocius* y *Phrynosoma taurus* presentan registros escasos en la región de Tehuacán, siendo así especies de importancia para la conservación, pues el conocimiento generado sobre sus historias naturales es escaso.

Cabe recalcar que sólo una de las especies mencionadas con antelación se registró en el área sujeta a AP, por lo tanto, se debe de prever el rescate y reubicación de esta especie a como de las que se lleguen a encontrar durante el desarrollo del proyecto y asegurar la supervivencia de los ejemplares.

FAUNA EN LA CITES

Cuadro IV.212 Especies de fauna silvestre enlistadas en algún apéndice perteneciente a la CITES.

ID	Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	CITES	N° de registros		
						AP	AI	SA
1	Avifauna	Accipitridae	Elanus leucurus	Milano cola blanca	II	0	0	2
2	Avifauna	Accipitridae	Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	II	0	0	3
3	Avifauna	Trcohilidae	Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho	II	0	0	3
4	Avifauna	Trcohilidae	Ramosomyia violiceps	Colibrí corona violeta	II	0	0	2
5	Herpetofauna	Phrynosomatidae	Phrynosoma orbiculare	Camanleón llora sangre	II	0	0	3
6	Herpetofauna	Phrynosomatidae	Phrynosoma taurus	Camanleón toro	II	0	0	3

Del total de especies registradas para el AP, AI y SA, cuatro de ellas se encuentran listadas en el Apéndice II de la Convención Internacional de Tráfico de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

(por su siglas en inglés CITES[38]). 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, AI y SA) y por grupo biológico, el número individuos, la riqueza específica y la diversidad. Es importante mencionar que tanto el AI, la SA y el AP tuvieron relativamente la misma superficie de muestreo, esto para fines de comparación entre ellos.

AVIFAUNA

Cuadro IV.213 Comparativo del número de individuos de avifauna en las dos unidades de análisis.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	IUCN	N° de registros		
							AP	AI	SA
1	Accipitridae	Elanus leucurus	Milano cola blanca	SC	II	LC	0	0	2
2	Accipitridae	Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	SC	II	LC	0	0	3
3	Cathartidae	Coragyps atratus	Zopilote común	SC	SC	LC	0	0	24
4	Columbidae	Columbina inca	Tortolita cola larga	SC	SC	LC	13	16	3
5	Columbidae	Streptopelia decaocto	Paloma turca de collar	SC	SC	LC	6	7	0
6	Columbidae	Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	SC	SC	LC	7	9	1
7	Emberizidae	Oriturus superciliosus	Zacatonero serrano	SC	SC	LC	0	0	15
8	Fringillidae	Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	SC	SC	LC	8	9	3
9	Hirundinidae	Hirundo rustica	Golondrina tijereta	SC	SC	LC	2	6	4
10	Icteridae	Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	SC	SC	LC	0	6	0
11	Mimidae	Mimus polyglottos	Cenzontle norteño	SC	SC	LC	2	0	3
12	Mimidae	Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche pico curvo	SC	SC	LC	4	0	4
13	Momotidae	Momotus mexicanus	Momoto corona canela	SC	SC	LC	0	1	0
14	Passerelidae	Peucaea mystacalis	Zacatonero embridado	SC	SC	LC	0	0	5
15	Passeridae	Passer domesticus	Gorrión doméstico	SC	SC	LC	8	9	14
16	Picidae	Melanerpes hypopolius	Carpintero del balsas	SC	SC	LC	2	0	5
17	Polioptilidae	Polioptila caerulea	Perlita azulgris	SC	SC	LC	3	0	5
18	Trcohilidae	Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho	SC	II	LC	0	0	3
19	Trcohilidae	Ramosomyia violiceps	Colibrí corona violeta	SC	II	LC	0	0	2
20	Trochilidae	Hylocharis leucotis	Zafiro oreja blanca	SC	SC	LC	2	0	3
21	Troglodytidae	Campylorhynchus jocosus	Matraca del balsas	SC	SC	LC	1	0	3
22	Troglodytidae	Thryomanes bewickii	Saltapared cola larga	SC	SC	LC	0	0	2
23	Tyranidae	Myiozetetes similis	Luisito común	SC	SC	LC	0	0	2
24	Tyranidae	Tyrannus crassirostris	Tirano pico grueso	SC	SC	LC	0	0	1
25	Tyranidae	Tyrannus melancholicus	Tirano pirirí	SC	SC	LC	0	2	6
26	Tyrannidae	Charadrius vociferus	Chorlo tildío	SC	SC	LC	0	0	5
						Total de especies	**12**	**9**	**23**
						Total de individuos	**58**	**65**	**118**

[38] 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.

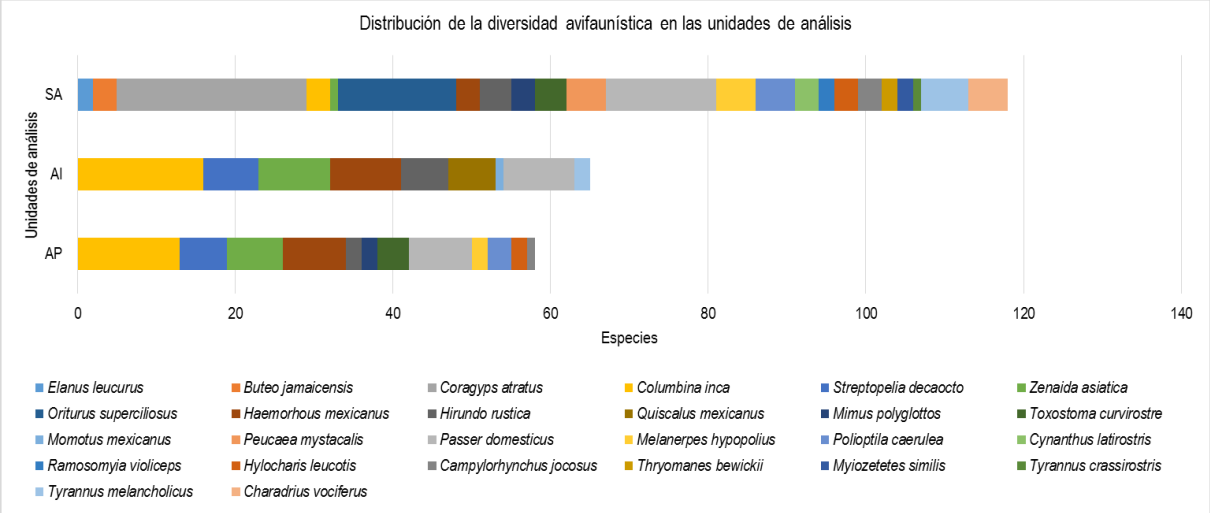


Figura IV.92. Distribución del número de individuos de avifauna en las tres unidades de análisis.

De acuerdo a la comparación en la distribución de la avifauna se puede observar una mayor diversidad y abundancia en el SA, respecto a al AI y AP.

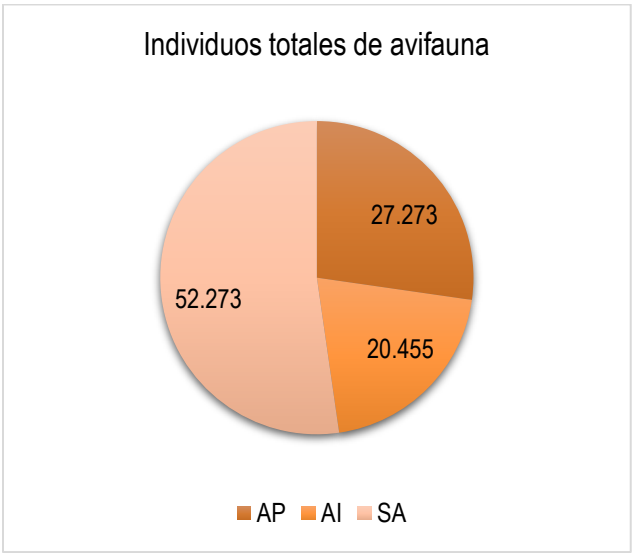


Figura IV.93. Comparativo de los individuos totales de avifauna en las dos unidades de análisis.

El número de individuos de avifauna en las tres unidades de estudio no fue homogénea 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 y AI); 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 microcuenca, es posible encontrar mayor cantidad de individuos que en el AP y AI debido a la mayor disponibilidad de microhábitats.

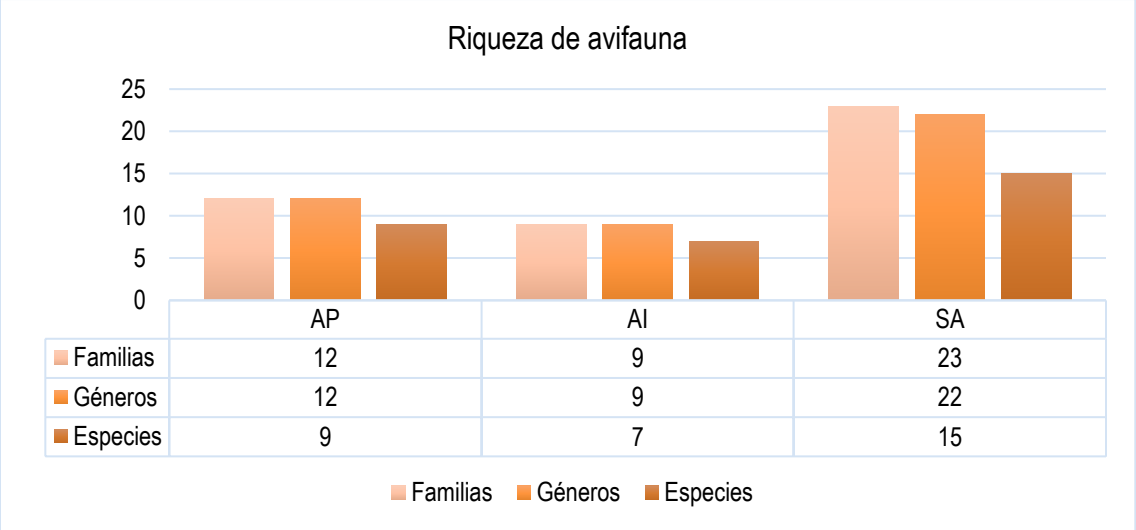


Figura IV.94. Comparativo de la riqueza específica de avifauna en las dos unidades de análisis

Comparando la riqueza taxonómica podemos observar que el AP y el AI es la menos diversa, mientras que la SA es la más diversa y presenta una mejor estructura.

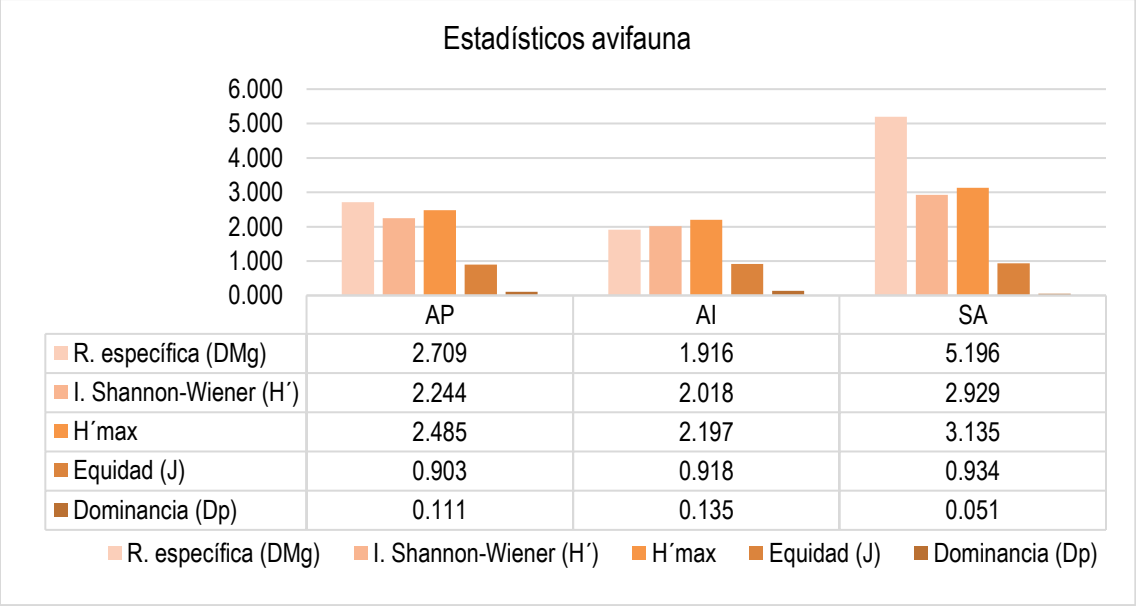


Figura IV.95. Comparativo de la diversidad de avifauna en las dos unidades de análisis

De acuerdo a los estadísticos aplicados la SA presenta una clara tendencia a la alza en cuestión de la diversidad, mientras que el AP y el AI presenta una tendencia hacia la baja.

La dominancia es mayor en el AP y AI y la equidad es menor, 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.214 Comparativo del número de individuos de mastofauna en las dos unidades de análisis.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	IUCN	N° de registros		
							AI	AP	SA
1	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	SC	SC	LC	0	0	1
2	Cricetidae	*Peromyscus maniculatus*	Ratón norteamericano	SC	SC	LC	0	0	1
3	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	SC	SC	LC	0	1	2
4	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	SC	SC	LC	0	5	7
5	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	SC	SC	LC	10	0	24
6	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	SC	SC	LC	0	0	7
7	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	SC	SC	LC	3	3	6
Total de especies							**2**	**3**	**7**
Total de individuos							**13**	**9**	**48**

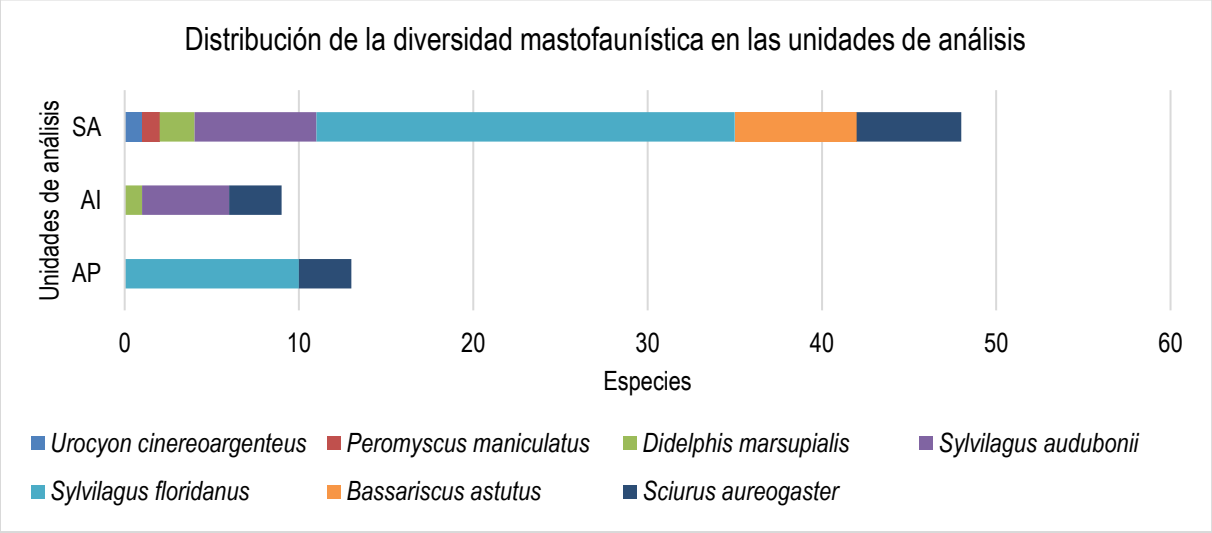


Figura IV.96. Distribución del número de individuos de mastofauna en las dos unidades de análisis

De acuerdo a la distribución de mastofauna registrada en las unidades de análisis podemos observar que la unidad más diversa corresponde al SA, respecto al AP y AI.

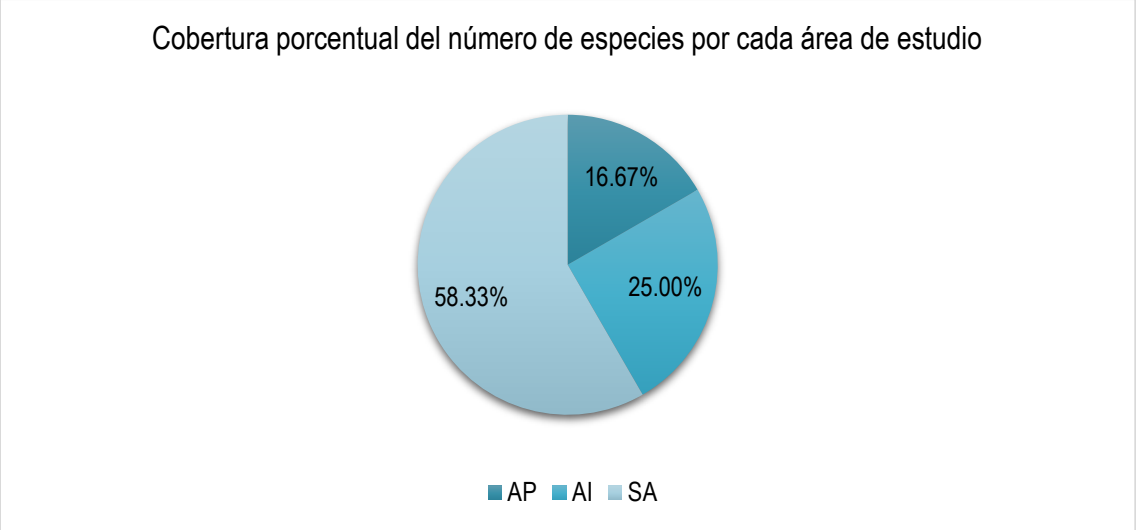


Figura IV.97. Comparativo de los individuos totales de mastofauna en las dos unidades de análisis

Se encontró un mayor número de especies en la SA, respecto a la AI y el AP.

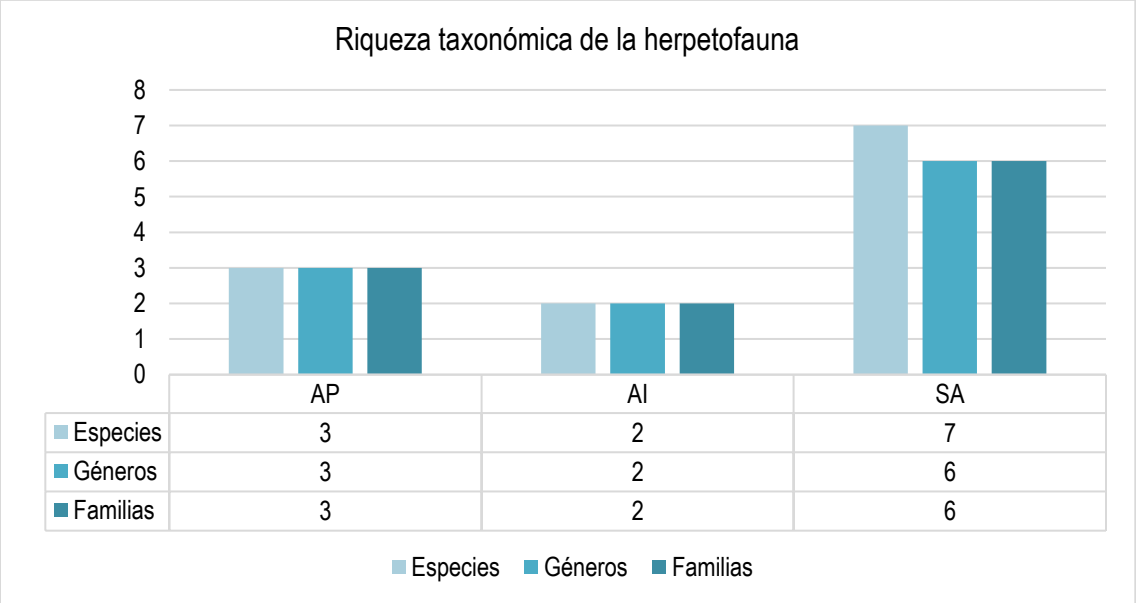


Figura IV.98. Comparativo de la riqueza específica de mastofauna en las dos unidades de análisis.

La riqueza específica de mastofauna es mayor en el SA con un total de seis especies, mientras que el AP y al AI sólo presentaron tres y dos especies respectivamente.

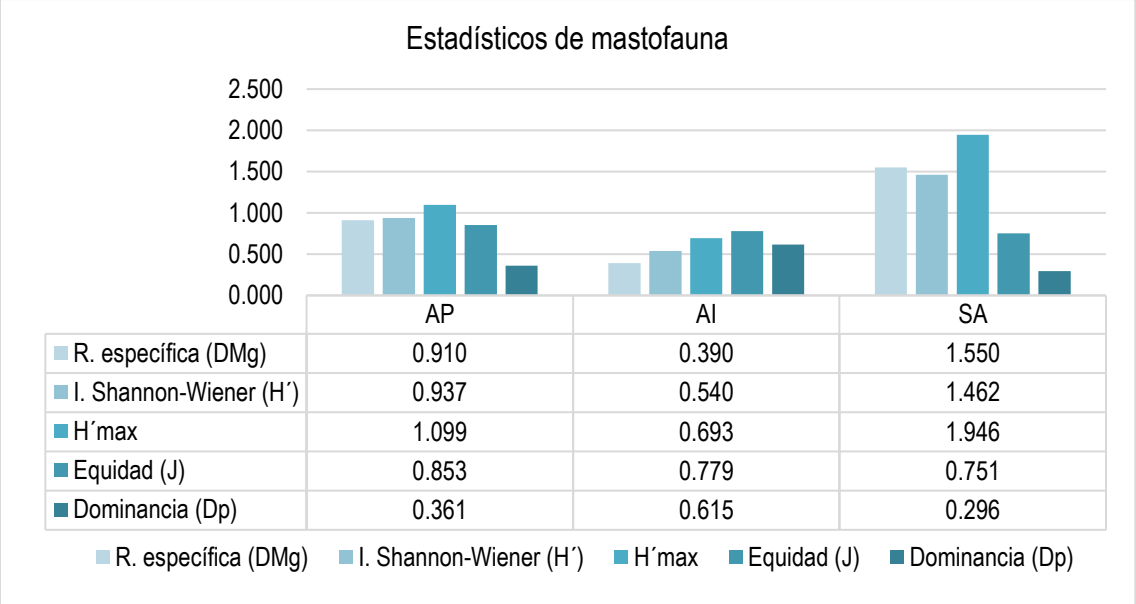


Figura IV.99. Comparativo de la diversidad de mastofauna en las tres unidades de análisis.

De acuerdo a los índices de diversidad podemos observar una equidad similar en las tres unidades de análisis con una dominancia superior en el AP y AI respecto a la SA. Por otro lado, las tres 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 (*Canis lupus familiaris*) y gatos (*Felis catus*); por lo que la diversidad cerca de asentamientos humanos será escaza.

De acuerdo a la diversidad en el AP, se observa una clara influencia por factores antropogénicos; desde la fragmentación del hábitat hasta la introducción de especies que pueden llegar a ser ferales. La especie *Sciurus aureogaster* es catalogada como especie sinantrópica, este tipo de especies se han adaptado a los entornos urbanos. La relación entre mamíferos sinantrópicos y ambientes urbanos generan condiciones de riesgo para la transmisión de enfermedades zoonóticas, situación documentada por diversas investigaciones (McFarlane, 2012; Rojo Vázquez, 2001; Bradley et al., 2008; Greger, 2007); ya que, por su gran movilidad entre las áreas silvestres y el entorno humano, representan una fuente natural de patógenos para los habitantes de las comunidades y fauna silvestre, generando desequilibrios ecológicos.

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.215 Comparativo del número de individuos de herpetofauna en las dos unidades de análisis.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	IUCN	N° de registros		
							AP	AI	SA
1	Colubridae	*Pituophis deppei*	Cincuatl	**A**	SC	LC	0	0	1
2	Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Camanleón llora sangre	**A**	**II**	SC	0	0	3
3	Phrynosomatidae	*Phrynosoma taurus*	Camanleón toro	**A**	**II**	LC	0	0	3

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	IUCN	N° de registros		
							AP	AI	SA
4	Phrynosomatidae	*Sceloporus gadoviae*	Lagartija espinosa del Alto Balsas	SC	SC	LC	0	0	9
5	Phrynosomatidae	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	**Pr**	SC	LC	0	0	6
6	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa	SC	SC	LC	2	6	10
7	Phrynosomatidae	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de árbol del Pacífico	**SC**	SC	LC	0	0	3
8	Teiidae	*Aspidoscelis parvisocius*	Huico pigmeo de Tehuacán	**Pr**	SC	LC	6	10	16
9	Teiidae	*Aspidoscelis sackii*	Huico manchado	SC	SC	LC	0	0	5
Total de especies							**2**	**2**	**9**
Total de individuos							**16**	**8**	**56**

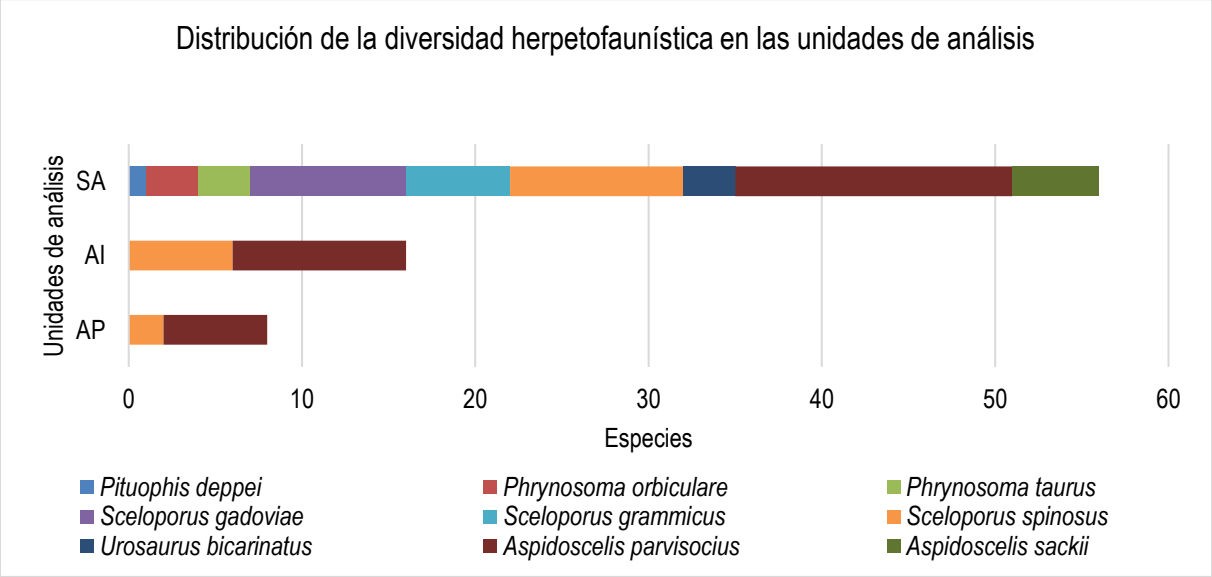


Figura IV.100. Distribución del número de individuos de herpetofauna en las dos unidades de análisis

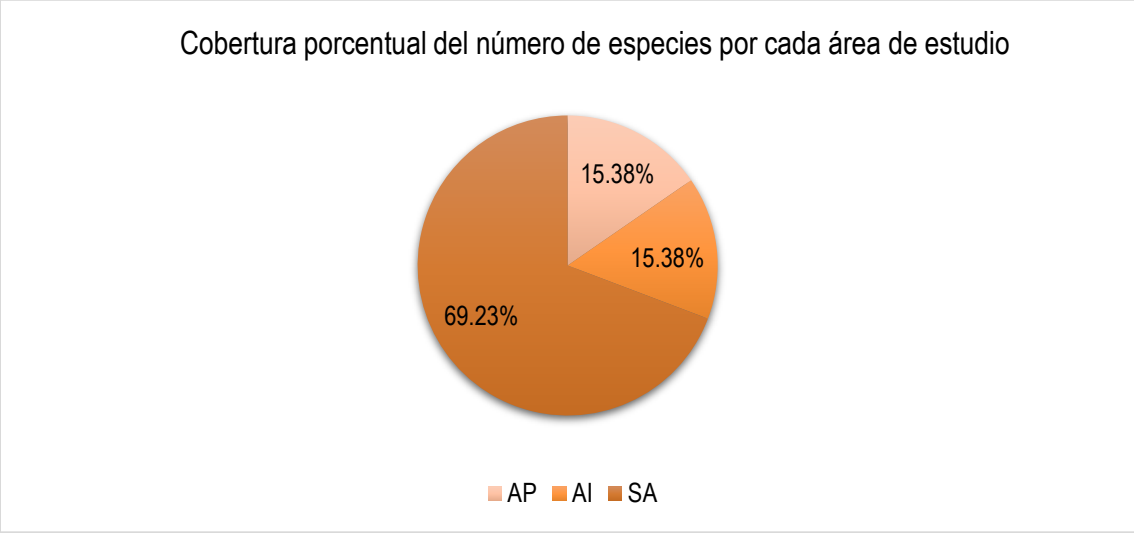


Figura IV.101. Comparativo de los individuos totales de herpetofauna en las dos unidades de análisis.

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 a la cobertura de especies, respecto al AP y AI.

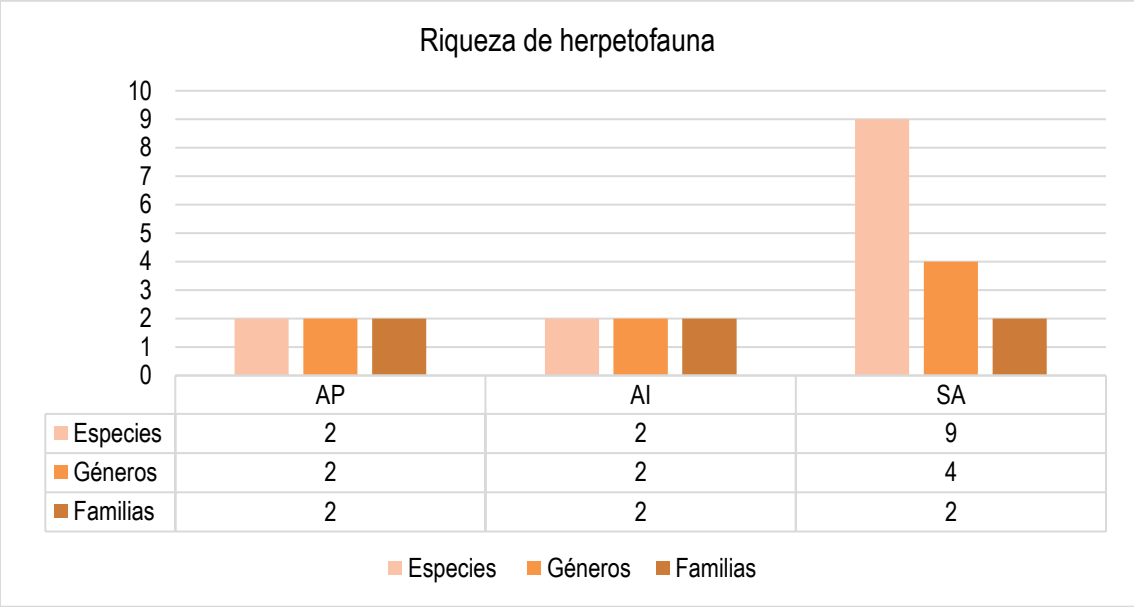


Figura IV.102. Comparativo de la riqueza específica de herpetofauna en las dos unidades de análisis.

Existe un mayor número de familias, géneros y especies en el SA, en comparación con el AP y AI.

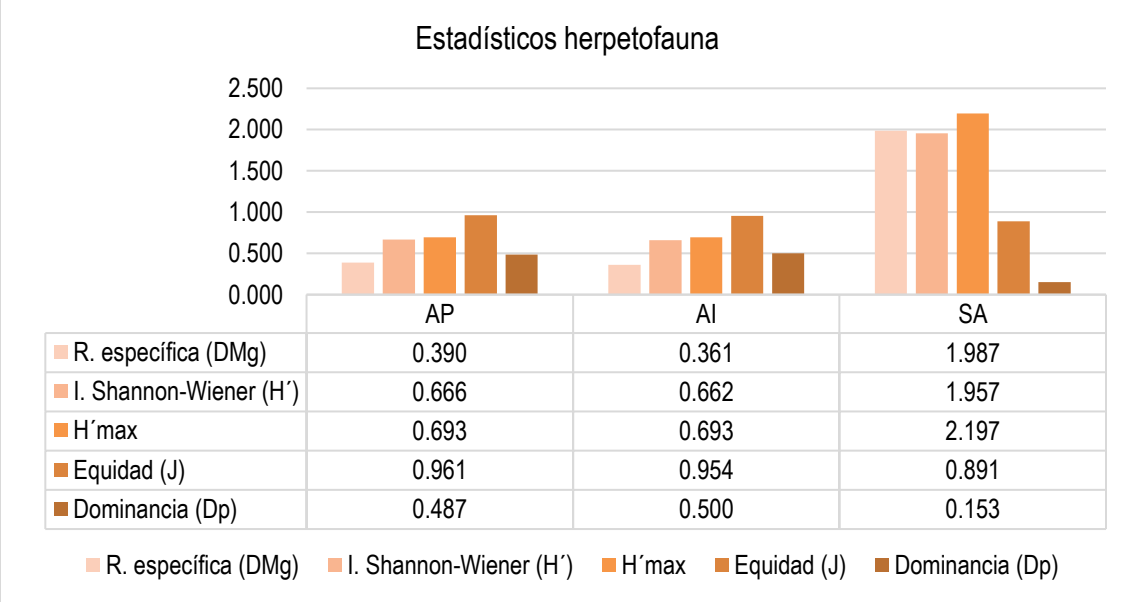


Figura IV.103. Comparativo de la diversidad de herpetofauna en las dos unidades de análisis.

En el AP sólo se presentaron dos especies de reptiles por lo que es de esperar que la diversidad en todos los índices indica valores bajos (inferiores a 0.9, que en la mayoría de los índices se interpreta como

una diversidad baja) aunado a ello, con estos datos la curva de acumulación no puede estabilizarse a la asíntota.

En el AP y AI podemos notar una dominancia mayor a 40%, mientras que en la SA apenas alcanza el 11%. Los índices nos muestran una diversidad baja para el AP y AI, resultado inequívoco de las condiciones actuales de las unidades de análisis AP y AI, 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 correspondiente al 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

EL número de especies avifaunísticas para las tres unidades de análisis consta de una muestra de 26 especímenes de las cuales, 23 se registraron en el SA , 9 en el AI y 12 en el AP, cabe resaltar que en el AP y AI se observaron y registraron especies que son consideradas sinantrópicas es decir, especies que suelen ser tolerantes y se adaptan mejor a las zonas antropizadas y/o perturbadas, en contraste las especies con poca tolerancia y/o susceptibles a cambios bruscos en el ambiente tienden a desplazarse, en busca de zonas mejor conservadas, generando un fenómeno de sucesión ecológica. Para el caso del AI presenta valores inferiores al AP, dado que las condiciones ambientales se han visto deterioradas en un mayor grado en esta área. El SA presenta resultados que indican una buena estructura en el ensamble avifaunístico, obteniendo mejores índices de diversidad que el AP.

La mastofauna, consta de una muestra total de 7 especies de las cuales sólo 3 se registraron en el AP, 2 en el AI y 6 en el SA. A pesar de que en el SA se registraron más especies los índices indican una baja diversidad, cabe señalar que se registró la presencia de fauna feral (*Canis lupus familiaris*), lo que podría estar afectando la diversidad de mastofauna pues pueden estar siendo presa de esta fauna feral.

EL número de especies herpetofaunísticas para las tres unidades de análisis consta de una muestra de 9 especímenes de las cuales, sólo dos especies se registraron en el AP al igual que en el AI y 9 en el SA. Respecto a los índices el AP y el AI presentan valores de diversidad bajos, mientras que la SA se mantiene con una diversidad media. En este grupo biológico es donde se registraron especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De acuerdo a la fauna descrita en este capítulo, 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 del AI y el 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.

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 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 Lòpez-Gonzàlez, C. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Volumen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología A. C. Querétaro, México. 377p.
- 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 Sánchez-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 Schalif, 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.
- Sánchez-Cordero, V., Botello, F., Flores-Martínez, J. J., Gómez-Rodríguez, R. A., Guevara, L., Gutiérrez-Granados, G. y Rodríguez-Moreno, A. 2014. Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad. Supl. 85:S496-S504. DOI: 10.7550/rmb.31688.
- 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 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.

IV.3.1.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

De acuerdo al marco Geoestadístico municipal del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), el AP se encuentra en el municipio de Tehuacán, Puebla. A continuación, se presentan los datos socioeconómicos del municipio.

TEHUACÁN, PUEBLA

Ubicación geográfica: Coordenadas y altitud: Entre los paralelos 18° 19' y 18° 37' de latitud norte; los meridianos 97° 12' y 97° 38' de longitud oeste; altitud entre 1 200 y 2 800 m.

Colindancias: Colinda al norte con los municipios de Tepanco de López, Santiago Miahuatlán, Nicolás Bravo y Vicente Guerrero; al este con los municipios de Vicente Guerrero, San Antonio Cañada, Ajalpan y Altepexi; al sur con los municipios de Altepexi, San Gabriel Chilac, Zapotitlán y Atexcal; al oeste con los municipios de Atexcal, Juan N. Méndez y Tepanco de López.

Población: La población total de Tehuacán en 2020 fue 327,312 habitantes, siendo 52.8% mujeres y 47.2% hombres. Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 15 a 19 años (31,522 habitantes), 20 a 24 años (29,963 habitantes) y 10 a 14 años (29,546 habitantes). Entre ellos concentraron el 27.8% de la población total como se puede observar en los siguientes cuadros y figuras:

Cuadro IV.216. Población para el 2020 fuente INEGI

SEXO	RANGO DE EDAD	PORCENTAJE	SEXO	RANGO DE EDAD	PORCENTAJE
Hombres	0 a 4 Años	4.32	Mujeres	0 a 4 Años	4.25
	5 a 9 Años	4.48		5 a 9 Años	4.44
	10 a 14 Años	**4.56**		**10 a 14 Años**	**4.47**
	15 a 19 Años	**4.80**		**15 a 19 Años**	**4.83**
	20 a 24 Años	**4.45**		**20 a 24 Años**	**4.70**
	25 a 29 Años	3.84		25 a 29 Años	4.38
	30 a 34 Años	3.49		30 a 34 Años	4.19
	35 a 39 Años	3.38		35 a 39 Años	4.10
	40 a 44 Años	3.11		40 a 44 Años	3.79
	45 a 49 Años	2.70		45 a 49 Años	3.25
	50 a 54 Años	2.19		50 a 54 Años	2.76
	55 a 59 Años	1.74		55 a 59 Años	2.14
	60 a 64 Años	1.46		60 a 64 Años	1.89
	65 a 69 Años	1.01		65 a 69 Años	1.32
	70 a 74 Años	0.69		70 a 74 Años	0.86
	75 a 79 Años	0.45		75 a 79 Años	0.60
	80 a 84 Años	0.27		80 a 84 Años	0.42
	85 o más	0.24		85 Años o más	0.44
	TOTAL	47.2		TOTAL	52.8

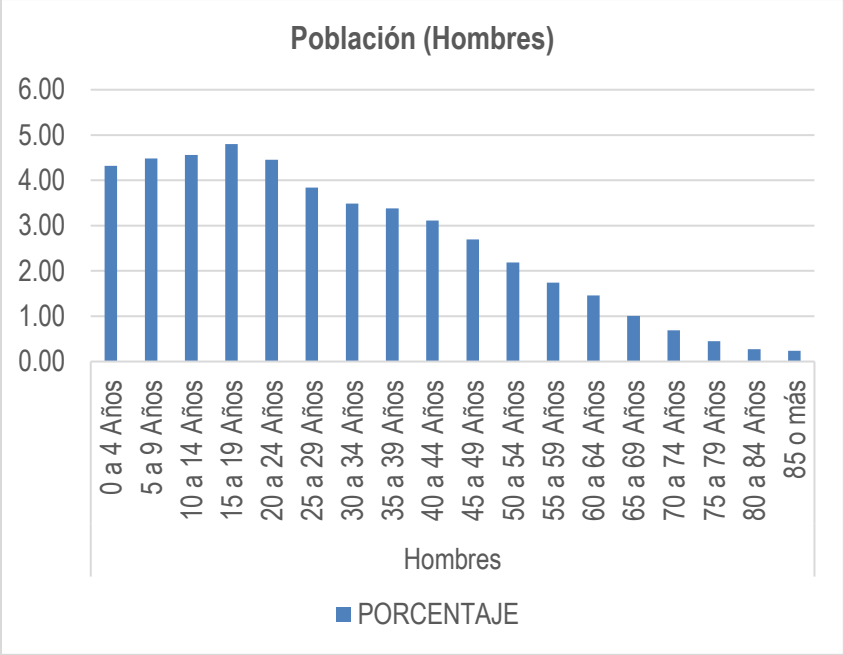


Figura IV.104. Población masculina para el 2020 INEGI.

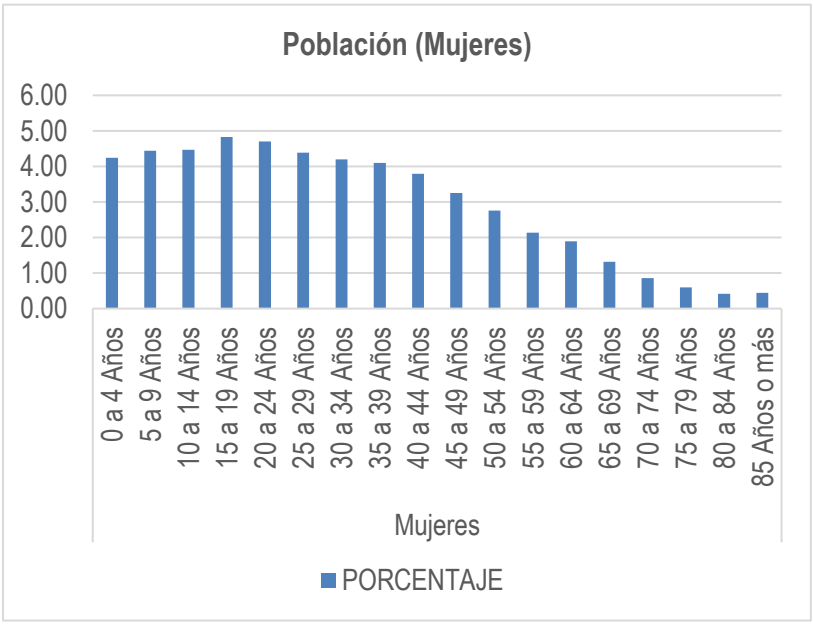


Figura IV.105. Población femenina para el 2020 INEGI.

Pobreza y Carencias.

La visualización siguiente compara diversos indicadores de pobreza y carencias sociales.

De la población que habita en el municipio de Tehuacán, 8.31% se encuentra en situación de pobreza extrema, 48.85% pobreza moderada, 20.72% vulnerables de carencias sociales 9.90% vulnerables por ingresos y 12.23 no vulnerable porcentaje del cual sólo 4.7% está en pobreza extrema. Las principales

carencias sociales de Tehuacán en 2020 fueron carencia por acceso a la seguridad social, carencia por acceso a los servicios de salud y carencia por acceso a la alimentación.

Cuadro IV.217. Situación de pobreza para el 2020 fuente INEGI

AÑO	TIPO	PORCENTAJE
2020	Moderada pobreza	48.85
	Extrema pobreza	8.31
	Vulnerables por carencias sociales	20.72
	Vulnerables por ingresos	9.90
	No vulnerable	12.23
	TOTAL	100

De la tipificación de las carencias mencionadas, tenemos que:

Cuadro IV.218. Carencias sociales a nivel municipal y estatal INEGI 2020

AÑO	TIPO	Porcentaje
2015	Rezago educativo	23
2020		20
2015	Carencia por calidad y espacios de la vivienda	14
2020		9
2015	Carencia por acceso a los servicios de salud	20
2020		37
2015	Carencia por acceso a la seguridad social	65
2020		62
2015	Carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda	15
2020		11
2015	Carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda	30
2020		30

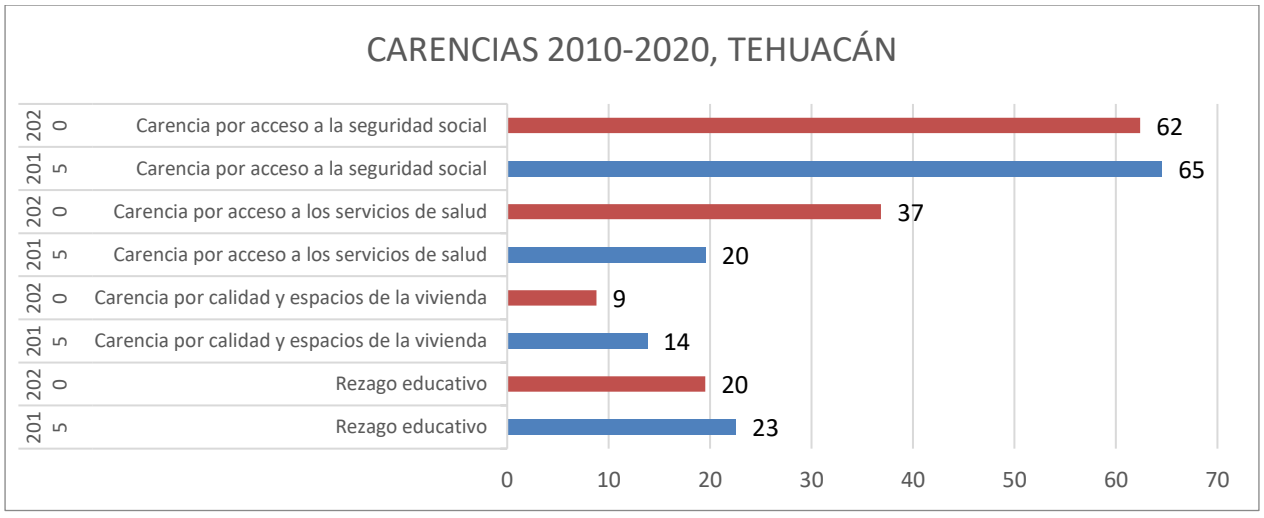


Figura IV.106. Carencias sociales 2010-2020 INEGI.

Como se logra apreciar en la tabla anterior, los indicadores más preocupantes son el acceso a la seguridad social, acceso a los servicios de salud ya que son los que más porcentaje tienen.

Vivienda.

En el 2010 se tiene que las viviendas con el mayor número de cuartos era el 20.31 para viviendas con tres cuartos y 23.04 con cuatro cuartos. Posteriormente en 2020, la mayoría de las viviendas particulares habitadas contaba con 3 y 4 cuartos, 27.1% y 23.6%, respectivamente. En el mismo periodo, destacan de las viviendas particulares habitadas con 2 y 1 dormitorios, 41.8% y 30.8%, respectivamente.

Cultura indígena.

La población de 3 años y más que habla al menos una lengua indígena fue personas, lo que corresponde a 7.53% del total de la población de Tehuacán. Las lenguas que se hablan en Tehuacán corresponden a Náhuatl, Mazateco, Mixteco, Popoloca, Cuicateco, Zapoteco, Chinanteco, Totonaco, Huasteco entre otras las cuales de acuerdo con el censo de INEGI 2020 no se especifican.

Salud

De acuerdo a la Encuesta Intercensal 2020 en Tehuacán, 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.

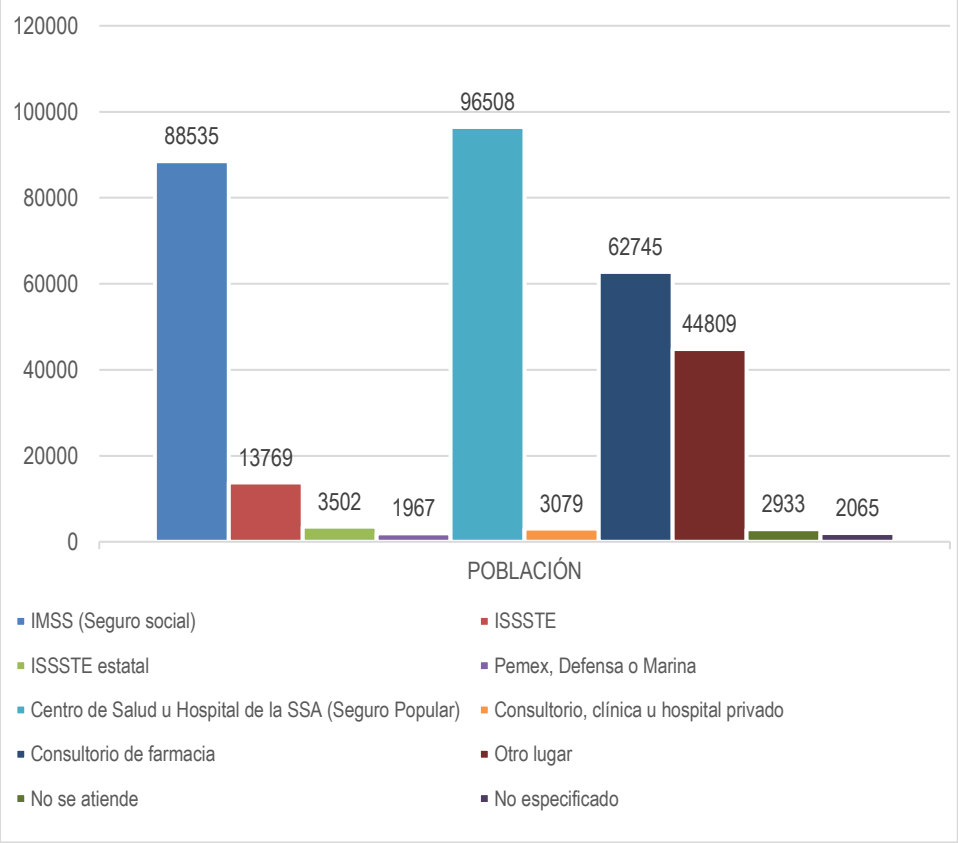


Figura IV.107. Distribución de porcentajes de afiliadas a diversos servicios de salud 2020.

** La sumatoria de la población afiliada es mayor a la población nacional debido a que una persona puede estar afiliada en múltiples instituciones de salud.*

IV.3.1.4 PAISAJE

Existen diferentes definiciones para el concepto paisaje, el cual puede considerarse como la percepción que se posee de un sistema ambiental; área en el que conviven los rasgos naturales, así como los influenciados por el hombre y que da lugar a una percepción visual y mental tanto individual como colectiva del conjunto en ese espacio (Abad Soria y García Quiroga, 2006).

Existen tres componentes importantes del paisaje los cuales son; la visibilidad, calidad paisajística y la fragilidad del paisaje a continuación se presenta la descripción de cada una de ellas.

Visibilidad

La visibilidad o cuenca visual es la porción de paisaje visualmente autocontenida, que abarca toda el área de visualización que un observador tiene del paisaje. También se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Esta visibilidad, suele estudiarse mediante datos topográficos tales como altitud, orientación, pendiente, etc. Posteriormente puede corregirse en función de otros parámetros como la altura de la vegetación y su densidad, las condiciones de transparencia atmosférica, distancia, etc.

Calidad paisajística

Por calidad paisajística o calidad visual de un paisaje se entiende como; "el grado de excelencia de éste, su mérito para no ser alterado o destruido o de otra manera, su mérito para que su esencia y su estructura actual se conserve" (Blanco, 1979).

La calidad paisajística, incluye tres aspectos de percepción: las características intrínsecas del sitio, que se definen habitualmente en función de su morfología, vegetación, puntos de agua, etc.; la calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia por ejemplo de 500 y 700 m; en él se aprecian otros valores tales como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc.; y la calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto.

Fragilidad del paisaje

La fragilidad de un paisaje es la "susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso o actuación sobre él". Se puede considerar como una cualidad de carácter genérico y por ello intrínseca al territorio (Aguiló et al., 1995). Puede entenderse además como, la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él. Los elementos que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelo, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

Elementos y componentes del paisaje.

Partiendo de los dos enfoques prioritarios del paisaje, artístico y científico, a la hora de describir y estudiar el paisaje es necesario considerar los elementos visuales básicos que lo definen estéticamente y los componentes intrínsecos que determinarán sobre todo la calidad de una unidad paisajista y la fragilidad de ese paisaje a determinadas actuaciones.

Los elementos visuales básicos del paisaje son la forma, la línea, el color y la textura:

Forma: Hace referencia al volumen o a la superficie de un objeto u objetos que por la propia configuración o emplazamiento aparecen unificados. Se acentúa con el relieve, y viene caracterizado fundamentalmente por la vegetación, la geomorfología y las láminas de agua.

Línea: Trazado real o imaginario que marca diferencias entre elementos visuales (línea del horizonte, límite entre tipos de vegetación, cursos de agua, carreteras, etcétera).

Textura: Hace referencia a las irregularidades de una superficie continua, por diferentes formas y colores principalmente. Viene caracterizada por el grano (tamaño relativo de las irregularidades), densidad (grado de dispersión), regularidad (ordenación y distribución espacial de las irregularidades), y contraste, (diversidad de colorido y luminosidad).

Color: Hace referencia a la variedad e intensidad de los colores desde un punto observado en el paisaje.

Los componentes intrínsecos del paisaje son los factores del medio físico y biológico en que pueden degradarse un territorio, perceptibles a la vista (Escribano, 1987). Más concretamente, son los aspectos del territorio diferenciables a simple vista y que lo configuran (Aguiló et al., 1993). Estos componentes paisajísticos se suelen agrupar en las siguientes categorías (González Alonso et al., 1995):

1 Relieve y forma del terreno, su disposición y naturaleza (llanuras colinas, valles etcétera).

2 Formas de agua superficial (mares, ríos, lagunas etcétera).

3 Vegetación (distintas formas de tipos vegetales, distribución densidad, etcétera).

4 Estructuras o elementos artificiales introducidos (cultivos, carreteras, tendidos eléctricos, núcleos urbanos, etcétera).

5 Entorno adyacente, sitios con características similares al estudiado.

Mediante la apreciación de uno o varios observadores, estos componentes o factores pueden ser diferenciados por sus características básicas visuales (forma, color, etcétera).

A continuación, se describen cada uno de ellos para conocer la contribución que tiene sobre la calidad intrínseca de un paisaje:

Relieve y geomorfología:

El relieve constituye la base sobre la que se asientan los demás componentes del paisaje, por lo que ejerce una fuerte influencia sobre la percepción del paisaje, induciendo además cambios notables en la composición y amplitud de las vistas (Aguiló et al, 1993). Tres parámetros se consideran básicos para definir el relieve y la geomorfología de una unidad paisajista para valorar su calidad:

- **Complejidad topográfica:** A mayor complejidad y variedad topográfica mayor calidad del paisaje, ya que se le imprime más riqueza de formas y mayor posibilidad de obtener vistas distintas en función de la posición del observador.
- **Pendiente:** De igual forma, y junto con la complejidad topográfica, se considera que una pendiente pronunciada confiere mayor valor al paisaje que una zona llana o con pendientes muy suaves, que resulta más homogénea.
- **Formaciones geológicas relevantes:** La presencia de una de estas formaciones (acantilados, agujas, grandes formaciones rocosas, etcétera), cualquiera que sea su tipo y extensión, confiere al paisaje un cierto rasgo de singularidad.

Vegetación:

La vegetación desempeña un papel fundamental en la caracterización del paisaje visible, ya que constituye la cubierta del suelo, determina en gran medida la estructura espacial, e introduce diversidad y contraste en el paisaje (González Alonso et al, 1995). Para valorar de forma global su calidad se analizan los parámetros siguientes:

- **Grado de cubierta:** Se atribuye más calidad vegetal y por lo tanto paisajista a los mayores porcentajes de superficie cubiertos por la vegetación. La valoración de este parámetro puede realizarse de forma global para el conjunto de la vegetación o atribuyendo un valor global medio según los distintos estratos o especies presentes en la zona en cuestión.
- **Densidad de la vegetación:** Una mayor densidad de vegetación contribuye de modo positivo a la calidad. En este caso, al referirse la densidad al número de individuos presentes de una especie se realizará la valoración en función de las especies más importantes, obteniendo finalmente un valor global conjunto para todas ellas.
- **Distribución horizontal de la vegetación:** Se considera que la vegetación cerrada ofrece mayor calidad visual al paisaje que a la vegetación dispersa, en la que hay gran cantidad de terreno sin vegetación entre los individuos.
- **Altura del estrato superior:** Siguiendo la estratificación vertical en función de la altura según Cain y Castro (1959), se considera mayor calidad del paisaje a mayores alturas de estrato.
- **Diversidad cromática entre especies:** cuanta mayor riqueza cromática exista en una formación, mayor será la calidad visual.
- **Contraste cromático entre especies:** El contraste cromático está producido por la presencia de colores complementarios o de características opuestas.
- **Estimación de la alteración paisajística**
- Para la valoración de la afectación paisajística es necesario el análisis cualitativo y cuantitativo de los elementos del paisaje para determinar de esta forma la calidad intrínseca visual del paisaje.
- Este método propuesto por Andrés et al. (2000), propone valorar el grado de cambio producido en la calidad visual intrínseca del paisaje posteriormente se hace la ponderación por un factor de visibilidad.

Calidad intrínseca visual del paisaje:

Tomando en cuenta que la calidad ambiental de un factor se considera como el mérito del mismo para su conservación, y que dicho mérito depende de las características propias del factor y del grado de excepcionalidad de las mismas (Conesa, 1997), la calidad intrínseca visual del paisaje se ha determinado a partir de los elementos del paisaje descritos anteriormente (relieve, vegetación, etcétera), y de la singularidad de los mismos.

$$CI = \frac{Ve+Vs}{\text{Valoración máxima de calidad}} x100$$

Dónde:

CI= Calidad intrínseca visual del paisaje
Ve=Elementos o componentes básicos del paisaje
Vs= Singularidad de los elementos del paisaje

Los elementos o componentes básicos del paisaje (relieve, vegetación, agua, elementos antrópicos, etcétera) se han puntuado a una escala de 0 a 4 unidades de calidad según criterios propuestos por diversos expertos, así como la singularidad de los elementos que ha sido puntuada de la misma forma.

Es necesario que una vez determinados los valores de los criterios, aplicar la expresión anterior relativizando la valoración de los elementos y de la singularidad, al valor máximo de calidad del paisaje (84 unidades, correspondientes a 21 criterios o parámetros considerados en la valoración, por 4 unidades o valor máximo de calidad cada uno de ellos).

Cuenca visual de la actuación

La cuenca visual es la superficie de actuación que puede ser divisada por un observador desde un determinado punto (De Bolós et al. 1992). La determinación de dicha superficie pasa entonces por identificar aquellos puntos transitados exteriores desde lo que es posible la observación del área afectada y determinar desde ellos la superficie del área de actuación que se observa (cuenca visual de tipo externa).

La posibilidad de observar un mayor porcentaje del área de actuación, ante una potencial alteración de ésta, resaltará la percepción de dicho paisajístico, ya sea positivo o negativo.

Los valores de estos 4 parámetros de visibilidad, han sido asignados teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

Si la actuación no es visible desde ninguna zona o punto transitado, el factor de visibilidad tomaría el valor 0.5. Ello significa que la alteración producida en el paisaje no se ve resaltada por la visibilidad.

Si el área de actuación fuera visible desde alguna zona o punto transitado, el factor estaría entre un valor mínimo de 0.2 para condiciones más adversas de visibilidad (máxima distancia de observación, mínima frecuencia y cuenca visual) y, un valor máximo de 2 para las condiciones más favorables (mínima distancia de observación, máxima frecuencia y máxima cuenca visual). En este caso se considera que el hecho de que exista visibilidad, aunque mínima, sobre la zona de actuación resaltaría una posible alteración sobre el paisaje.

Factor de visibilidad

El cambio que se produce en la calidad intrínseca del paisaje por la realización de un proyecto o de una actividad se verá agravado por el grado de visibilidad de la actuación. Este factor de visibilidad vendrá determinado por las condiciones visibles de las obras como los puntos de observación, la distancia de la observación, la frecuencia de la observación y la cuenca visual para ello es necesario aplicar la siguiente expresión:

$$Fv = A + B + C + D$$

Donde:

Fv = Factor de visibilidad

A= Puntos o zonas de observación

B= Distancia del punto de observación, al área de actuación

C=Frecuencia de observación

D= Cuenca visual de la actuación

A continuación, se presentan los criterios del factor de visibilidad:

Cuadro IV.219. Factor de visibilidad y valor de los criterios.

FACTOR DE VISIBILIDAD DE LA ACTUACIÓN		VALOR SIN PROYECTO
Puntos observados	Área no visible desde zonas transitadas	0.5
	Área visible desde puntos o zonas transitadas	0.2
Distancia (observación)	Lejana (>800 m)	0.5
	Media (200-800)	0.3
	Próxima (0-200)	0.4
Frecuencia (observación)	Zonas de observación escasamente transitadas.	0.5
	Zonas de observación poco frecuentadas, de forma esporádica.	0.4

FACTOR DE VISIBILIDAD DE LA ACTUACIÓN		VALOR SIN PROYECTO
	Zonas de observación frecuentadas periódicamente.	0.3
	Zonas muy frecuentadas de forma continua	0.2
Cuenca visual	0 a 25%	0.5
	26 a 50%	0.4
	51 a 75%	0.3
	76 a 100%	0.2

$$IP = CI\ (FV)$$

Dónde

IP= Índice de afectación paisajística

CI= Calidad visual intrínseca del paisaje

Fv= Factor de visibilidad

Finalmente, calculado el índice de alteración paisajística, categorizamos el paisaje en base al siguiente cuadro.

Cuadro IV.220. Criterios de categorización del paisaje.

ÍNDICE DE CALIDAD PAISAJÍSTICA	CATEGORIZACIÓN DEL PAISAJE
1 a 33	Mínimo (MI)
34 a 66	Ligero (L)
67 a 100	Medio (M)
100 a 200	Notable (N)

A continuación, se muestran los criterios de valoración de la calidad intrínseca del paisaje, así como la singularidad de los mismos.

Cuadro IV.221. Criterios de valoración.

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LA CALIDAD INTRÍNSECA DEL PAISAJE			VALOR
Relieve	Complejidad topográfica	Muy alta	4
		Alta	3
		Media	2
		Baja	1
		Muy baja	0
	Pendiente	Muy escarpada: >50%	4
		Fuerte: 30-50 %	3
		Moderada: 20-30%	2
		Suave: 10-20%	1
		Llana o muy suave: <10%	0
	Formaciones geológicas	Presencia de formaciones geológicas relevantes	4
		Ausencia de formaciones geológicas relevantes	0
Vegetación	Grado de cubierta	75-100%	4
		50-75%	3
		25-50%	2

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LA CALIDAD INTRÍNSECA DEL PAISAJE			VALOR
		5-25%	1
		< 5%	0
	Densidad	Especie muy abundante	4
		Especie abundante	3
		Especie frecuente	2
		Especie escasa	1
		Especie muy escasa	0
	Distribución horizontal	Vegetación cerrada	4
		Vegetación abierta	2
		Vegetación dispersa	1
		Ausencia de vegetación	0
	Altura del estrato superior	Estrato de árboles altos: > 15 m	4
		Estrato de árboles intermedios: 8-15 m	3
		Árboles bajos y/o matorral alto: 3-8 m	2
		Matorrales bajos y/o estrato herbáceo alto: < 3 m	1
		Ausencia casi total de vegetación	0
	Diversidad cromática	Muy alta	4
		Alta	3
		Media	2
		Baja	1
		Muy Baja	0
	Contraste cromático	Muy acusado: ricas combinaciones, variedad de colores fuertes	4
		Acusado: variaciones de color acusadas	3
		Medio: alguna variación, pero no dominante	2
		Bajo: tonos apagados, poca variedad colores	1
		Muy bajo: no hay variaciones ni contraste de color	0
	Estacionalidad	Formación vegetal mixta, con fuertes contrastes cromáticos estacionales	4
		Formación vegetal mixta, con contrastes cromáticos estacionales no muy acusados	3
		Formación uniforme, con fuerte variación estacional (caducifolias, herbáceas anuales)	2
		Vegetación monocromática uniforme, con contrastes estacional nulo o muy bajo	1
		Ausencia casi total de vegetación	0
Agua	Superficie de agua en vista	Presencia de agua en láminas superficiales (lagos pantanos, etc.)	4
		Presencia de agua en formas lineales (arroyos, ríos, etc.)	3
		Presencia puntual de carga (fuentes, manantiales, etc.)	2
		No presencia de agua	0
	Estacionalidad del caudal	Caudal permanente	4
		Caudal estacional, presente más de 6 meses al año	3
		Caudal estacional, presente menos de 6 meses al año	2
		Caudal sin presencia	1

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LA CALIDAD INTRÍNSECA DEL PAISAJE			VALOR
		Sin caudal	0
	Apariencia subjetiva del agua	Aguas de apariencia limpia y clara	4
		Aguas algo turbias; poco transparentes, pero no sucias	3
		Aguas muy turbias, sucias de apariencia poco agradable	1
		Sin presencia aguas	0
	Existencia de puntos singulares	Presencia de varios puntos singulares o muy perceptibles	4
		Presencia de pocos puntos singulares o poco perceptibles	3
		Ausencia de puntos singulares	1
Elementos antrópicos	Actividades agrícolas y ganaderas	Vegetación natural o formas de explotación racional ancestrales (dehesa, etc.)	4
		Explotaciones extensivas tradicionales o naturalizadas	3
		Superficie parcialmente dedicada a actividades de poca intensidad	2
		Cultivos recientemente abandonados o condicionados por anterior actividad intensiva	1
		Superficie totalmente ocupada por explotaciones intensivas	0
	Densidad viaria	No hay vías de comunicación interiores ni próximas	4
		Vías de tráfico bajo en las cercanías de la unidad	3
		Vías de tráfico intenso en las cercanías de la unidad	2
		Vías de tráfico bajo atravesando la unidad	1
		Vías de tráfico intenso atravesando la unidad	0
	Construcción infraestructura	Ausencia de construcciones e infraestructuras	4
		Construcciones tradicionales , integradas en el paisaje o con valor artístico	3
		Construcciones no tradicionales , de carácter puntual o lineal (líneas eléctricas., repetidores)	1
		Construcciones no tradicionales extensivas (núcleos urbanos, industriales)	0
	Explotaciones industriales o mineras	Ausencia de explotaciones en la unidad y sus cercanías	4
		Presencia cercana de explotaciones, pero sin incidencias en la unidad	2
		Presencia en la unidad o sus cercanías, con fuerte incidencia ambiental en la unidad	0
	R. Históricos culturales	Presencia de valores tradicionales únicos, frecuentados o en uso	4
		Presencia de algún valor poco relevante, no tradicional o en desuso	2
		Ausencia de cualquier valor	0
Entorno	Escenario adyacente	Realzan notablemente los valores paisajísticos del espacio	4
		Son inferiores a las del territorio, pero no lo realizan de forma notable	3
		Similares a las del espacio estudiado	2
		Superiores a las del espacio estudiado, pero sin desvirtuarlo	1
		Notablemente superiores a las del espacio estudiado	0
Singularidad de elementos del paisaje			
Rasgos paisajísticos singulares		Presencia de uno o varios elementos paisajísticos únicos o excepcionales	4
		Presencia de uno o varios elementos paisajísticos poco frecuentes	3
		Rasgos paisajísticos característicos, aunque similares a otros en la región	2
		Elementos paisajísticos bastante comunes en la región	1

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LA CALIDAD INTRÍNSECA DEL PAISAJE		VALOR
	Ausencia de elementos singulares relevantes	0

En el siguiente cuadro se presenta la evaluación intrínseca del paisaje, el factor de visibilidad y el índice de afectación paisajística del sistema ambiental.

Cuadro IV.222. Calidad intrínseca del paisaje.

Calidad intrínseca del paisaje		Valor
Elementos del paisaje		
Relieve	Complejidad topográfica	2
	Pendiente	0
	F. Geológicas	0
Vegetación	Grado de cubierta	2
	Densidad	2
	Distribución horizontal	2
	Altura del estrato superior	2
	Diversidad cromática	2
	Contraste cromático	2
	Estacionalidad	2
Agua	Superficie de agua vista	0
	Estacionalidad del caudal	0
	Apariencia subjetiva del agua	0
	Existencia de puntos singulares	1
Elementos antrópicos	Actividades agrícolas y ganaderas	3
	Densidad viaria	2
	Construcción infraestructura	0
	Explotaciones industriales o mineras	4
	R. Históricos-culturales	0
Entorno	Escenario adyacente	3
Singularidad de elementos del paisaje		
Rasgos paisajísticos singulares		2
Total		**31**

Cuadro IV.223. Factor de visibilidad

Factor de visibilidad de la actuación	Valor
Puntos observados	0.2
Distancia de observación	0.3
Frecuencia de observación	0.2
Cuenca visual	0.4
Total	**1.1**

Cuadro IV.224. Índice de calidad del paisaje.

Índice de calidad paisajística	Valor
Calidad intrínseca del paisaje	31
Factor de visibilidad	1.1
Calidad paisajística	**36.9**
Categorización del paisaje	**Ligero**

Una vez analizado los diferentes elementos que comprende el sistema ambiental, se pudo determinar que el índice de calidad paisajística corresponde a un valor de 36.9, lo que representa una categorización ligera, de esta manera se establece que las características actuales del área en donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentran en una zona de perturbación en el ecosistema.

IV.3.1.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Una vez identificado y analizado los diferentes componentes del medio biótico y abiótico, así como del medio socioeconómico en el sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto. Se presenta el inventario ambiental, así como el diagnóstico ambiental el cual tiene como finalidad identificar y analizar las tendencias del comportamiento de los procesos de alteración del entorno y el grado de conservación que existen en la zona en la cual se localiza el proyecto. Existen acciones que han deteriorado el ambiente, como lo son la superficie para agricultura, la extracción de madera y la ganadería extensiva.

Índice de Calidad Ambiental

Para conocer la calidad ambiental de cada factor dentro del SA, se tomaron en cuenta diferentes indicadores y se les asignó una valoración, para posteriormente ponderar cada uno y obtener una evaluación cuantitativa y así conocer la calidad ambiental del entorno. En cada uno de ellos se pretende abordar los factores que infieren de alguna manera en la calidad ambiental del sitio. A continuación, se presentan los factores e indicadores que se tomaron en cuenta para determinar la calidad ambiental.

Cuadro IV.225. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental factor aire.

FACTOR	INDICADOR AMBIENTAL
Aire	Temperatura
	Precipitación
	Dirección del viento
	Velocidad del viento
	Complejidad topográfica
	Grado de cubierta vegetal
	Altura de la vegetación
	Uso del suelo
	Infraestructura

Cuadro IV.226. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental del suelo.

FACTOR	INDICADOR AMBIENTAL
Suelo	Relieve
	Fallas y fracturas

FACTOR	INDICADOR AMBIENTAL
	Sismicidad
	Vulcanismo
	Erosión
	Capacidad productiva de los suelos
	Permeabilidad
	Degradación
	Grado de cobertura vegetal
	Uso del suelo
	Disposición de residuos
	Regiones terrestres prioritarias
	Complejidad topográfica

Cuadro IV.227. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental del agua.

FACTOR	INDICADOR AMBIENTAL
Agua	Permeabilidad
	Distancia a cuerpos y corrientes de agua
	Apariencia subjetiva del agua
	Uso de la corriente de agua (aguas arriba)
	Uso de la corriente de agua (aguas abajo)
	Acuíferos
	Disponibilidad de aguas subterráneas
	Pozos de agua
	Infraestructura hidráulica
	Infraestructura sanitaria
	Regiones hidrológicas prioritarias

Cuadro IV.228. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental de la flora y fauna.

FACTOR	INDICADOR AMBIENTAL
Flora y fauna	Tipo de vegetación
	Tasa de cambio de uso de suelo
	Especies protegidas de flora
	Especies protegidas de fauna
	Áreas naturales protegidas
	Regiones terrestres prioritarias
	Regiones hidrológicas prioritarias
	Áreas de importancia para la conservación de aves
	Programas de ordenamiento ecológico general del territorio
	Diversidad de flora
	Diversidad de fauna
	Complejidad topográfica

FACTOR	INDICADOR AMBIENTAL
	Grado de cubierta vegetal
	Altura de la vegetación
	Uso del suelo
	Cuerpos de agua
	Corrientes de agua

Cuadro IV.229. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental socioeconómica.

FACTOR	INDICADOR AMBIENTAL
Socioeconómico	Población económicamente activa
	Alfabetización
	Porcentaje de población ocupada
	Grado de marginación
	Actividades socioeconómicas
	Pueblos indígenas
	Educación
	Salud

Después de establecer los factores se les asignó un valor en base a sus características analizadas. El valor va de 1 a 3, siendo 3 el valor óptimo de calidad ambiental y el 1 el mínimo. Posteriormente se obtuvo el porcentaje que representa el valor de calidad con respecto al nivel máximo de calidad ambiental. La interpretación del valor final del índice de calidad ambiental, que estará expresado en una escala cuyo valor máximo será cien y el mínimo cero, correspondiendo los valores más altos a la situación ambiental más positiva. Para ello se realizó una clasificación dividida en 5, donde la clase 1 incluye valores de 1 al 19, en la cual se toma como criterio una valoración de la calidad ambiental como baja, la clase 2, de 20 a 39 con una valoración de moderadamente baja, la 3 entre 40 y 59 con valoración de media o intermedia, la 4 entre 60 y 79 como moderadamente alta y la 5 entre 80 y 100 como de calidad ambiental alta.

Después de obtener el índice de calidad ambiental respectivo se determinó su categorización con base en el siguiente cuadro:

Cuadro IV.230. Categorización de la calidad ambiental obtenida.

CLASE	RANGO	CATEGORÍA
1	1-19	Baja
2	20-39	Moderadamente Baja
3	40-59	Media
4	60-79	Moderadamente Alta
5	80-100	Alta

A continuación, se presenta la valoración de cada uno de los factores analizados para conocer su calidad ambiental.

Cuadro IV.231. Determinación del índice de calidad ambiental del factor suelo.

ELEMENTO	FACTOR	VALOR			VALOR ASIGNADO
Suelo	**A. Complejidad topográfica**	1	2	3	
	Alta	●			2

ELEMENTO	FACTOR	VALOR			VALOR ASIGNADO
	Media		●		
	Baja			●	
	B. Relieve	1	2	3	
	Fuerte (> 50%)	●			3
	Moderada (entre 20 a 50 %)		●		
	Baja (<20%)			●	
	C. Fallas y fracturas	1	2	3	
	Distancia mayor de 1 Km a fallas o fracturas			●	3
	Distancia menor de 1 Km a fallas o fracturas	●			
	D. Sismicidad	1	2	3	
	El sitio se ubica en zona sísmica	●			1
	El sitio no se ubica en zona sísmica			●	
	E. Vulcanismo	1	2	3	
	Distancia mayor de 1 Km de aparatos volcánicos			●	3
	Distancia menor de 1 Km de aparatos volcánicos	●			
	F. Erosión	1	2	3	
	La zona donde se llevara a cabo el proyecto se encuentra erosionada	●			3
	La zona donde se llevara a cabo el proyecto no se encuentra erosionada			●	
	G. Capacidad Productiva de los Suelos	1	2	3	
	Suelos Productivos			●	1
	Suelos No Productivos	●			
	H. Permeabilidad	1	2	3	
	Permeabilidad Alta			●	2
	Permeabilidad Media		●		
	Permeabilidad Baja	●			
	I. Degradación	1	2	3	
	Suelo con degradación	●			1
	Suelo sin degradación			●	
	J. Grado de Cubierta Vegetal	1	2	3	
	61 -100%			●	3
	31 - 60 %		●		
	0 - 30 %	●			
	K. Uso de Suelo	1	2	3	
	Urbano (Industrial, comercial, servicios, habitacional)	●			3
	Agropecuario		●		
	Vegetación Natural			●	
	L. Disposición de Residuos	1	2	3	
	La zona cuenta con relleno sanitario			●	3
	La zona no cuenta con relleno sanitario	●			
	M. Regiones Terrestres Prioritarias	1	2	3	
	Se encuentra dentro de una RTP			●	1
	No se encuentra dentro de una RTP	●			

ELEMENTO	FACTOR	VALOR	VALOR ASIGNADO
Total			**29**
Valor mínimo			**13**
Valor máximo			**39**
Calidad Ambiental Suelo			**74**
Categorización			**Moderadamente alta**

Cuadro IV.232. Determinación del índice de calidad ambiental del factor agua.

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
Agua	**A. Precipitación (mm/año)**	1	2	3	
	La precipitación es menor de 1,200	●			1
	La precipitación es entre 1,200 a los 3,500		●		
	La precipitación es mayor de 3,500			●	
	B. Precipitación (días/año)	1	2	3	
	En la zona llueve menos de 100	●			2
	En la zona llueve entre 100 y 200		●		
	En la zona llueve más de 200			●	
	C. Permeabilidad	1	2	3	
	Permeabilidad Alta			●	2
	Permeabilidad Media		●		
	Permeabilidad Baja	●			
	D. Distancia a cuerpos y corriente de agua	1	2	3	
	Mayor de 1 Km			●	1
	Menor de 1 Km	●			
	E. Apariencia subjetiva del agua	1	2	3	
	Aguas de apariencia limpia y clara			●	1
	Aguas algo turbias, poco transparentes, pero no sucias		●		
	Aguas muy turbias, sucias de apariencia poco agradable o ausencia de cuerpo de agua	●			
	F. Uso del Cuerpo de Agua (aguas arriba)	1	2	3	
	Agrícola		●		1
	Aprovechamiento humano	●			
	Sin Uso			●	
	G. Uso del Cuerpo de Agua (aguas abajo)	1	2	3	
	Agrícola		●		3
	Aprovechamiento humano	●			
	Sin Uso			●	
	H. Acuíferos	1	2	3	
	La zona se ubica sobre un acuífero			●	1
	La zona no se ubica sobre un acuífero	●			
	I. Disponibilidad de Aguas Subterráneas	1	2	3	
	Existe disponibilidad de agua subterránea			●	1
	No existe disponibilidad de agua subterránea	●			

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	J. Pozos de agua	1	2	3	
	Se encuentra en zona de concentración de pozos de agua	●			3
	No se encuentra en zona de concentración de pozos de agua			●	
	K. Infraestructura hidráulica	1	2	3	
	La zona cuenta con red de agua potable			●	3
	La zona no cuenta con red de agua potable	●			
	L. Infraestructura Sanitaria I	1	2	3	
	La zona cuenta con red de drenaje sanitario			●	3
	La zona no cuenta con red de drenaje sanitario	●			
	M. Infraestructura Sanitaria II	1	2	3	
	La zona cuenta planta de tratamiento de aguas residuales			●	3
	La zona no cuenta planta de tratamiento de aguas residuales	●			
	N. Regiones Hidrológicas Prioritarias	1	2	3	
	La zona se ubica dentro de una Región Hidrológica Prioritaria			●	1
	La zona no se ubica dentro de una Región Hidrológica Prioritaria	●			
Total					**26**
Valor mínimo					**14**
Valor máximo					**42**
Calidad Ambiental del Agua					**61**
Categorización					**Moderadamente Alta**

Cuadro IV.233. Determinación del índice de calidad ambiental factor aire.

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
Atmósfera	**A. Temperatura**	1	2	3	
	La temperatura máxima promedio anual es menor a 10 °C	●			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
	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	●			2
	En la zona llueve entre 100 y 200		●		
	En la zona llueve más de 200			●	
	D. Dirección del viento	1	2	3	
	La dirección dominante del viento es hacia zonas pobladas	●			3
	La dirección dominante del viento es contraria a zonas pobladas			●	
	E. Velocidad del viento (m/s)	1	2	3	
	La velocidad del viento es en promedio mayor de 10		●		2
	La velocidad del viento es en promedio entre 5 a 10			●	
	La velocidad del viento es en promedio menor de 5	●			

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	F. Complejidad topográfica	1	2	3	
	Alta	●			2
	Media		●		
	Baja			●	
	G. Grado de Cubierta vegetal	1	2	3	
	61 -100%			●	2
	31 - 60 %		●		
	0 - 30 %	●			
	H. Altura de la vegetación	1	2	3	
	Estrato de árboles altos: > 8 m	●			2
	Árboles bajos y/o matorral medio: 3 - 8 m		●		
	Ausencia casi total de vegetación			●	
	I. Uso de suelo	1	2	3	
	El sitio se ubica en zona industrial	●			1
	El sitio se ubica en zona urbana		●		
	El sitio se encuentra en zona rural			●	
	J. Infraestructura	1	2	3	
	El sitio se encuentra cercano a vías de comunicación (carreteras, ferrocarriles o aeropuertos)	●			1
	El sitio no se encuentra cercano a vías de comunicación			●	
Total					**18**
Valor mínimo					10
Valor máximo					30
Calidad Ambiental Atmosférica					**50**
Categorización					**Media**

Cuadro IV.234. Determinación del índice de calidad ambiental del factor flora y fauna.

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
Flora y fauna	**A. Tipo de Vegetación**	1	2	3	
	El sistema ambiental regional cuenta con menos del 30 % de vegetación natural	●			2
	El sistema ambiental regional cuenta del 31 % al 60 % de vegetación natural		●		
	El sistema ambiental regional cuenta con más del 61 % de vegetación natural			●	
	B. Tasa de cambio de uso de suelo	1	2	3	
	La tasa de cambio de uso de suelo de vegetación natural es menor al 30 %			●	3
	La tasa de cambio de uso de suelo de vegetación natural es entre 31 % al 60%		●		
	La tasa de cambio de uso de suelo de vegetación natural es mayor al 61 %	●			
	C. Especies Protegidas de flora	1	2	3	
	Se tiene especies listadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010			●	1
	No se tiene especies listadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010	●			
	D. Especies Protegidas de fauna	1	2	3	
	Se tiene especies listadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010			●	3
	No se tiene especies listadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010	●			
	E. Áreas Naturales Protegidas	1	2	3	

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	Esta dentro de un Área Natural Protegida			●	1
	No está dentro de un Área Natural Protegida	●			
	F. Regiones Terrestres Prioritarias	1	2	3	
	Esta dentro de una Región Terrestre Prioritaria			●	1
	No está dentro de una Región Terrestre Prioritaria	●			
	G. Regiones Hidrológicas Prioritarias	1	2	3	
	Esta dentro de una Región Hidrológica Prioritaria			●	1
	No está dentro de una Región Hidrológica Prioritaria	●			
	H. Ares de importancia para la conservación de aves	1	2	3	
	Esta dentro de un Área de Importancia para la Conservación de Aves			●	1
	No está dentro de un Área de Importancia para la Conservación de Aves	●			
	I. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	1	2	3	
	Se encuentra dentro de una política ambiental de conservación			●	2
	Se encuentra dentro de una política ambiental de aprovechamiento		●		
	Se encuentra dentro de una política ambiental de restauración	●			
	J. Diversidad de flora	1	2	3	
	La diversidad de flora es alta			●	2
	La diversidad de flora es media		●		
	La diversidad de flora es baja	●			
	K. Diversidad de Fauna	1	2	3	
	La diversidad de fauna es alta			●	2
	La diversidad de fauna es media		●		
	La diversidad de fauna es baja	●			
	L. Complejidad topográfica	1	2	3	
	Alta	●			2
	Media		●		
	Baja			●	
	M. Grado de Cubierta vegetal	1	2	3	
	61 -100%			●	2
	31 - 60 %		●		
	0 - 30 %	●			
	N. Altura de la vegetación	1	2	3	
	Estrato de árboles altos: > 8 m	●			2
	Árboles bajos y/o matorral medio: 3 - 8 m		●		
	Ausencia casi total de vegetación			●	
	O. Uso de suelo	1	2	3	
	El sitio se ubica en zona industrial	●			2
	El sitio se ubica en zona urbana		●		
	El sitio se encuentra en zona rural			●	
	P. Cuerpos de agua	1	2	3	
	Existencia de cuerpos de agua intermitentes	●			1
	Existencia de cuerpos de agua perennes			●	
	Q. Corrientes de agua	1	2	3	

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	Existencia de corrientes de agua intermitentes	●			1
	Existencia de corrientes de agua perennes			●	
Total					**29**
Valor mínimo					**17**
Valor máximo					**51**
Calidad Ambiental de Flora y Fauna					**68**
Categorización					**Moderadamente alta**

Cuadro IV.235. Determinación del índice de calidad ambiental del factor socioeconómico.

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
Socioeconómico	**A. Población Económicamente Activa (PEA)**	1	2	3	
	PEA es menor del 30% de la población total	●			2
	PEA es entre 31% al 60% de la población total		●		
	PEA en mayor del 61% de la población total			●	
	B. Alfabetización	1	2	3	
	Porcentaje de población alfabetizada menor al 30 % de la población total			●	3
	Porcentaje de población alfabetizada entre el 31 % al 60 % de la población total		●		
	Porcentaje de población alfabetizada mayor al 61% de la población total	●			
	C. Porcentaje de población ocupada	1	2	3	
	El porcentaje de PEA respecto a la PO es mayor del 50%			●	3
	El porcentaje de PEA respecto a la PO es menor del 50%	●			
	D. Grado de Marginación	1	2	3	
	De acuerdo a la CONAPO el grado de marginación es alto o muy alto	●			1
	De acuerdo a la CONAPO el grado de marginación es medio		●		
	De acuerdo a la CONAPO el grado de marginación es bajo o muy bajo			●	
	E. Actividades socioeconómicas	1	2	3	
	El porcentaje de las unidades económicas del municipio es menor del 30 % respecto al municipio con mayor porcentaje en relación al estado	●			1
	El porcentaje de las unidades económicas del municipio es entre el 31% al 60% respecto al municipio con mayor porcentaje en relación al estado		●		
	El porcentaje de las unidades económicas del municipio es mayor del 61 % respecto al municipio con mayor porcentaje en relación al estado			●	
	F. Pueblos Indígenas	1	2	3	
	El porcentaje de población indígena en el municipio es mayor del 40%			●	2
	El porcentaje de población indígena en el municipio es menor del 40%		●		
	No existe población indígena en el municipio	●			
	G. Educación	1	2	3	
	El máximo nivel de escuelas en el municipio es medio superior			●	3
	El máximo nivel de escuelas en el municipio es básica	●			
	H. Salud	1	2	3	
	El porcentaje de unidades médicas del municipio es menor del 30 % respecto al municipio con mayor porcentaje en relación al estado	●			1
	El porcentaje de unidades médicas del municipio es entre el 31% al 60% respecto al municipio con mayor porcentaje en relación al estado		●		

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	El porcentaje de unidades médicas del municipio es mayor del 61 % respecto al municipio con mayor porcentaje en relación al estado			•	
Total					**16**
Valor mínimo					**8**
Valor máximo					**24**
Calidad Ambiental Socioeconómica					**66**
Categorización					**Moderadamente alta**

A continuación, se presenta el resumen del índice de calidad ambiental de cada elemento.

Cuadro IV.236. Resumen del índice de calidad ambiental.

Elemento	Índice de Calidad Ambiental	Categoría
Atmósfera	50	Media
Suelo	74	Moderadamente - Alta
Agua	61	Moderadamente - Alta
Flora y fauna	68	Moderadamente - Alta
Socioeconómico	66	Moderadamente - Alta

En general la calidad ambiental del área de estudio se puede catalogar como media tendiendo a alta, siendo el factor atmósfera el que presenta la categoría de media, teniendo que el resto de categorías se estiman como moderadamente altas.

A partir de conocer la situación en la cual se encuentran los diferentes factores ambientales y que tienen relación con el proyecto, se realizará posteriormente la identificación y evaluación de los impactos ambientales para conocer el grado de incidencia que tendrá el proyecto sobre los diferentes factores. Como se mencionó anteriormente el área de estudio en general presenta una calidad ambiental media, por lo que se tendrán que realizar diferentes actividades con el fin no reducir la calidad ambiental que actualmente presenta el sitio.

Diagnóstico ambiental en el área de influencia

Respecto al diagnóstico ambiental en el área de influencia se hace mención que presenta condiciones similares en cuanto a la calidad ambiental de los diferentes factores que, en el sistema ambiental, a continuación, se realiza una descripción de las condiciones de los principales factores ambientales encontrados en el área de influencia.

Suelo

De acuerdo a los diferentes criterios utilizados para la valoración de la calidad ambiental como los siguientes; topográfico, relieve, permeabilidad, sismicidad, vulcanismo y fallas o fracturas, estos factores se encuentran bajo condiciones similares que el sistema ambiental, en el factor de erosión existe una pequeña variación, siendo catalogada en general como ligera o moderada tanto en el SA, AI y AP, ya que los tres factores posen las mismas condiciones y características de deterioro y/o conservación. Por otra parte, podemos mencionar que se contemplan obras de conservación de suelos que propician una reducción de la erosión, es así que no se presentara un deterioro en cuanto a la calidad del suelo.

Agua

Respecto a este elemento podemos decir que en el área de influencia no existen cuerpos de agua de manera natural o estos ya han sido perturbados por actividades como las descargas de residuos sólidos urbanos. En caso dado de perturbar algún elemento, se aplicarán las medidas emergentes correspondientes tomando en cuenta la reducción de impactos ambientales.

Aire

En el aspecto atmosférico podemos decir que en el área de influencia la mayor superficie esta predominada por el tipo de uso de suelo urbano construido, por lo que se puede decir que ya existe una afectación por los automóviles que desprenden gases de efecto invernadero a causa de la quema de combustibles fósiles.

Flora y fauna

Como ya se mencionó anteriormente, la mayor parte del área de influencia se encuentra provista de con un uso de suelo urbano construido. En el aspecto faunístico para el área del proyecto se encuentra una especie con categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, no obstante, dentro de las medidas contra impactos se propone el ahuyentamiento, rescate y reubicación de todo individuo que se encuentre dentro del AP y AI y que pudiese verse afectado.
En cuanto a flora, todas las especies encontradas dentro de la zona de interés están debidamente representadas en el área de influencia y sistema ambiental y ninguna de ellas con categoría de riesgo. Es así que podemos decir que la calidad de flora y fauna para esta área se determina como buena.

Nota: Se anexa cartografía del documento capitulo IV (ANEXO IV.E._CARTOGRAFÍA).

IV.4 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] Elaborado por Semarnat, Dirección General de Estadística e Información Ambiental, 2006, con base en : Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, Cuarto Informe de Ejecución del Plan Nacional de Desarrollo, Presidencia de la República , México, 2005. Instituto Mexicano del Transporte, Manual Estadístico del Sector Transporte, 2004, México 2004. Instituto Mexicano del Transporte, Manual Estadístico del Sector Transporte, 2005, México, 2005. Presidencia de la República, Sexto Informe de Gobierno, México, 2006. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Subsecretaria de Recursos Naturales. Diagnóstico de la Deforestación en México, México, 1998. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, La Gestión Ambiental en México, México, 2000. Semarnat, Indicadores para la evaluación del Desempeño Ambiental, México, 2000. Semarnat, Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México, 2005, México, 2005.

v 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.

[vi] 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.

[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 2
V.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS 2
V.1.1. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 2
V.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS 4
V.2.1. INDICADORES DE IMPACTO 4
V.2.2. LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO. 4
V.1 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS 5
V.1.1 ÍNDICE DE INCIDENCIA 7
V.1.2 ÍNDICE DE MAGNITUD. 10
V.1.3 VALORIZACIÓN DE IMPACTOS. 32
V.3. CONCLUSIONES. 35
V.4. BIBLIOGRAFÍA. 37

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro V.1. Lista de chequeo para la identificación de impactos ambientales. 2
Cuadro V.2. Matriz de interacciones de impactos ambientales. 3
Cuadro V.3. Matriz de causa-efecto para la identificación de impactos ambientales. 3
Cuadro V.4. Lista indicativa de indicadores de impacto. 4
Cuadro V.5. Tipificación del sinergismo por Gómez Orea (2003). 5
Cuadro V.6. Tipificación del sinergismo con caracteres de atributos de Conesa (2010). 5
Cuadro V.7. Valorización cuantitativa de la sinergia propuesta para la presente evaluación. 5
Cuadro V.8. Valores de los atributos para el atributo de acumulación. 6
Cuadro V.9. Valores de los atributos para el cálculo del índice de incidencia. 6
Cuadro V.10. Tipificación de impactos 7
Cuadro V.11. Matriz del índice de incidencia de impactos ambientales durante el proyecto. 8
Cuadro V.12. Infiltración con y sin proyecto. 13
Cuadro V.13. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la perdida de infiltración. 14
Cuadro V.14. Indicadores para determinar el índice de calidad del factor aire. 15
Cuadro V.15. Valores asignados a los indicadores en los diversos escenarios con y sin proyecto. 16
Cuadro V.16. Índice de calidad del aire con y sin proyecto. 17
Cuadro V.17. Valores establecidos para la generación de la función de transformación de la calidad ambiental de aire. 18
Cuadro V.18. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al índice de calidad del aire. 19
Cuadro V.19. Nivel de presión sonoro que se tendrá con y sin proyecto. 20
Cuadro V.20. Nivel de ruido diversos. 21
Cuadro V.21. Calidad ambiental establecida en función al nivel de presión sonoro emitido. 21
Cuadro V.22. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al nivel de presión sonoro. 22
Cuadro V.23. Erosión estimada con y sin proyecto. 23
Cuadro V.24. Clase de degradación con base en la erosión hídrica. 23
Cuadro V.25. Clase de degradación con base en la erosión eólica. 23
Cuadro V.26. Clase de degradación propuesta para la función de trasformación. 24
Cuadro V.27. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la perdida de material orgánico. 24
Cuadro V.28. Erosión presente en los diversos escenarios (con y sin proyecto). 25

Cuadro V.29. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la erosión. 25
Cuadro V.30. Valores de K establecidos en función de los índices de Shannon determinados. 27
Cuadro V.31. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación sin proyecto. 27
Cuadro V.32. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación con proyecto. 27
Cuadro V.33. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación. 28
Cuadro V.34. Valores de K establecidos en función de los índices de Shannon determinados. 29
Cuadro V.35. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación sin proyecto. 29
Cuadro V.36. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación con proyecto. 30
Cuadro V.37. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al porcentaje de distribución con base en hábitat. 30
Cuadro V.38. Valoración subjetiva del paisaje. 32
Cuadro V.39. Valores de juicio establecidos para la valoración de impacto ambientales. 32
Cuadro V.40. Valorización de los impactos detectados y valores de juicio establecidos. 33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura V.1. Determinación de unidades homogéneas. 12
Figura V.2. Determinación de la CA neta para el indicar de pérdida de suelo en hectáreas. 12
Figura V.3. Calidad ambiental de función a la perdida de infiltración con y sin proyecto. 14
Figura V.4. Calidad ambiental del aire en función al índice de calidad del aire con y sin proyecto. 18
Figura V.5. Nivel de presión sonoro emitida por diversas actividades (Brüel&Kjær, 2000, Ruido ambiental). 20
Figura V.6. Calidad ambiental en función al nivel de presión sonoro con y sin proyecto. 22
Figura V.7. Calidad ambiental en función a la pérdida de suelo (y material orgánico).. 24
Figura V.8. Calidad ambiental en función a la erosión con y sin proyecto. 25
Figura V.9. Calidad ambiental en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación con y sin proyecto. 28
Figura V.10. Calidad ambiental en función al porcentaje de distribución. 30

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Después de señalar la descripción de las obras y actividades que comprende el desarrollo del proyecto en el capítulo II, además del análisis de las condiciones actuales que presenta el sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto, en el capítulo IV, los cuales representan una línea base en la cual se describen el medio abiótico, biótico, perceptual y socioeconómico, en el presente capítulo se llevará a cabo la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales que podría generar el desarrollo del proyecto en el sitio, así como en su área de influencia y el sistema ambiental.

Una vez identificados y evaluados, en el capítulo siguiente se establecerán medidas de prevención, mitigación y/o compensación para evitar los efectos adversos que se produzcan por el desarrollo del proyecto.

Es importante destacar que este proyecto deberá ser evaluado para la actividad de cambio de uso de suelo, que contempla las actividades de, **delimitación del área del proyecto, instalación de obras temporales, desmonte y despalme.**

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 que se encuentran en el ambiente y que fueron descritos en el capítulo 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 Instalación de obras temporales Desmonte Despalme	Abiótico	Agua	Calidad
				Infiltración
			Aire	Calidad
				Ruido
			Suelo	Erosión
		Biótico	Flora	Diversidad
				Cobertura vegetal
				Abundancia
			Fauna	Diversidad
				Abundancia
				Hábitat
		Perceptual	Paisaje	Incidencia visual
				Calidad del paisaje
		Económico	Empleo	Empleo

Una vez que se identificaron los emisores y posibles receptores de impacto, se elaboró una matriz de interacciones, en la cual se presentan en las columnas las actividades y en las filas los factores ambientales, de esta forma se identificaron las interacciones o posibles impactos que el proyecto puede generar.

La matriz estuvo compuesta y fue analizada con 14 principales emisores de impactos colocados en las columnas y 4 elementos receptores de impactos en las filas, lo que genera un total de 56 interacciones, de las cuales 35 tienen un efecto por el desarrollo del proyecto y 21 no tuvieron un efecto identificado.

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
		Calidad	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					*									*
	Instalación de obras temporales				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Desmonte		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Despalme		*	*	*	*							*	*	*

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 el siguiente cuadro se presenta la matriz de interacciones y causa-efecto.

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			
		Calidad	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	2
	Instalación de obras temporales				a	A	a	a	a	a	a	a	a	a	B	10	1	11
	Desmonte		A	a	a	a	A	A	A	A	A	A	a	a	B	12	1	13
	Despalme		A	a	a	A	a	a	a	a	a	a	a	a	B	12	1	13
Impactos adversos		0	2	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	0	**35**		

Impactos benéficos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4		**4**	
Evaluación total	**0**	**2**	**2**	**3**	**4**	**3**	**3**	**3**	**3**	**3**	**3**	**3**	**3**	**4**			**39**

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
Abiótico	Agua	Calidad	Posible contaminación del agua
		Infiltración	Pérdida de la infiltración
	Aire	Calidad	Suspensión de partículas
		Ruido	Posible contaminación acústica ambiental
	Suelo	Erosión	Aumento de la erosión
			Pérdida de material orgánico
	Subsuelo	Colapso de suelo	Posible colapso de suelo
Biótico	Flora	Diversidad	Pérdida de la diversidad
		Cobertura vegetal	Pérdida de la cobertura vegetal
		Abundancia	Pérdida de la abundancia vegetal
	Fauna	Diversidad	Pérdida de la diversidad faunística
		Abundancia	Pérdida de la abundancia faunística
		Hábitat	Reducción del hábitat
Perceptual	Paisaje	Incidencia visual	Modificación de la calidad escénica
		Calidad del paisaje	Pérdida de las condiciones naturales
Económico	Empleo	Empleo	Ingresos económicos

V.1 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

Una vez identificados, se realizó la valoración cuantitativa de los impactos que se generarán por el desarrollo del proyecto, para lo cual se utilizó la metodología propuesta por Gómez O. y Gómez V., 2013[1], que consiste en calcular el índice de incidencia o importancia, que refiere la severidad y forma de alteración de cada uno de los impactos, y es definida por una serie de atributos que caracterizan dicha alteración.

En este apartado se caracterizan los atributos, para este caso la sinergia, a modo de graduar la intensidad de la misma dentro del proyecto, dentro de la metodología propuesta por Gómez Orea (2003) el atributo de sinergia presenta la siguiente tipificación.

Cuadro V.5. Tipificación del sinergismo por Gómez Orea (2003).

Atributo	Carácter de atributo	Código
Sinergia	Leve	1
	Media	2
	Fuerte	3

La cual se presta a confusión debido a que el carácter de atributo establece la idea de que existen impactos sinérgicos al tipificar como "leve" a la menor magnitud, asignándole un valor de 1, sin embargo, no se especifica la caracterización cuando no se prevén impactos sinérgicos, por lo que para un mejor análisis en este estudio se tomarán en cuenta los caracteres de los atributos establecidos por Conesa (2010).

Cuadro V.6. Tipificación del sinergismo con caracteres de atributos de Conesa (2010).

Atributo	Carácter de atributo	Código
Sinergia	Sin sinergismo o simple	1
	Sinergismo moderado	2
	Muy sinérgico	3

Tomando en cuenta lo anterior podemos deducir que para dicho atributo existe el mismo número de caracteres que el establecido por Gómez Orea (2003) el cual corresponde a 3, dando entender que los valores altos para la sinergia se consideran 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

[1] Gómez O. D. & Gómez V. M. 2013. Evaluación de Impacto Ambiental. Ediciones Nobel S. A., ISBN 13: 9788484766438

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 simple 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.**

Dentro de la evaluación de impactos, se presentan los siguientes atributos para el cálculo del índice de incidencia:

Cuadro V.9. Valores de los atributos para el cálculo del índice de incidencia.

Atributos	Descripción	Carácter de los atributos	Código
Signos del efecto	Se refiere a la consideración de benéfico o perjudicial.	Benéfico	+
		Perjudicial	-
		Difícil de calificar sin estudios	x
Inmediatez (Inm)	Efecto directo o primario es el que tiene repercusión inmediata en algún factor ambiental.	Directo	3
	Efecto indirecto o secundario es el que deriva de un efecto primario.	Indirecto	1
Acumulación (A)	Efecto imple es el que manifiesta en un solo componente ambiental y no induce efectos secundarios ni acumulativos ni sinérgicos.	Simple	1
	Efecto acumulativo es el que incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera.	Acumulativo	3
Sinergia (S)	Efecto sinérgico significa reforzamiento de efectos simples, se produce cuando la coexistencia de varios efectos simples supone un efecto mayor que su suma simple.	Sin sinergismo o simple	1
		Sinergismos moderado	2
		Muy sinérgico	3
Momento (M)	Efecto a corto plazo es el que se manifiesta en un ciclo anual.	Corto	3
	Efecto a medio plazo es el que se manifiesta antes de cinco años.	Medio	2
	Efecto a largo plazo es el que se manifiesta en un período mayor de cinco años.	Largo Plazo	1
Persistencia (P)	Efecto temporal supone una alteración que permanece un tiempo determinado.	Temporal	1
	Efecto permanente supone una alteración de duración indefinida.	Permanente	3
Reversibilidad (R)	Efecto reversible es el que puede ser asimilado por los procesos naturales, mientras el irreversible no puede serlo o sólo después de muy largo tiempo.	A corto plazo	1
		A medio plazo	2
		A largo plazo o no reversible	3
Recuperabilidad (Rc)	Efecto recuperable es el que puede eliminarse o reemplazarse por la acción natural humana, mientras no lo es el irrecuperable.	Fácil	1
		Media	2
		Difícil	3

Atributos	Descripción	Carácter de los atributos	Código
Continuidad (C)	Efecto continuo es el que produce una alteración constante en el tiempo.	Continuo	3
	Efecto discontinuo se manifiesta la alteración de forma intermitente o irregular.	Discontinuo	1
Periodicidad (Pr)	Efecto periódico es el que se manifiesta de forma de forma cíclica o recurrente.	Periódico	3
	Efecto de aparición irregular es el que se manifiesta de forma impredecible en el tiempo, debiendo evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia.	Irregular	1

La valoración cuantitativa de la tabla anterior tiene un significado para cada uno de los atributos, siendo que el valor 1 representa la mínima afectación o el panorama más benéfico, mientras que el 3 representa la máxima afectación o el panorama más desolador para el factor ambiental evaluado. Sin embargo, se retoma lo establecido en la "Guía Metodológica Para la Evaluación del Impacto Ambiental", de Vicente Conesa Fernández, ediciones Mundiprensa, 2010. Los valores para la calificación del atributo de sinergia pueden ser de 1 y 3, siendo que el 1 representa que una acción actuando sobre un factor no es sinérgica con otras acciones, es decir, que no existe sinergismo; mientras que el valor 3 significa un sinergismo alto. Por otro lado, los valores para el atributo de acumulación, según la misma literatura, pueden ser desde 1 hasta 4, siendo que cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), toma el valor de 1.

V.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, presentan algunos ejemplos de dichas expresiones las cuales se denominan típica, ponderada y simple:

Cuadro V.10. Tipificación de impactos

Simple	***Incidencia= I+A+S+M+P+R+RV+PD+C***
Ponderada	***Incidencia= 3I+2A+S+M+P+3R+Rv+PD+C***

- ✓ **Cuarto:** Estandarizar entre 0 y 1 los valores obtenidos mediante la expresión:

$$I_{std}\,\frac{(I - I_{\text{mín}})}{(I_{máx} - I_{mín})}$$

Donde:

I_{std} = el valor de incidencia estandarizado, obtenido por un impacto.
$I_{máx}$ = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el mayor valor.
$I_{mín}$ = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor.

De acuerdo a las características propias del proyecto, la expresión para el cálculo de la incidencia ponderada es la siguiente:

$$I=3I+A+S+2M+P+3R+Rv+2PD+C$$

(Valor máximo 45, valor mínimo 15).

En el siguiente cuadro se presenta la matriz de incidencia de los impactos identificados del presente proyecto (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 el proyecto.

Cálculo del índice de incidencia del proyecto													
Factor ambiental	Atributos	Signo	Inmediatez	Acumulación	Sinergia	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Continuidad	Periodicidad	Incidencia	Índice estandarizado
Agua	Posible contaminación del agua												**0.07**
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		3	1	1	4	1	3	1	2	1	**17**	
	Incidencia	-	1	1	1	2	1	1	1	1	1	10	
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	
	Incidencia max		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	
	Pérdida de la infiltración												**0.60**
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		9	1	1	2	3	9	3	2	3	**33**	
	Incidencia	-	3	1	1	1	3	3	3	1	3	19	
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	
	Incidencia max		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	
Aire	Suspensión de partículas												**0.13**
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		3	1	1	6	1	3	1	2	1	**19**	
	Incidencia	-	1	1	1	3	1	1	1	1	1	11	
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	
	Incidencia max		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	
	Posible contaminación acústica ambiental												**0.50**
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		9	1	1	2	3	9	2	2	1	**30**	
	Incidencia	-	3	1	1	1	3	3	2	1	1	16	
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	
	Incidencia max		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	
Suelo	Aumento de la erosión												**0.73**
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		9	1	1	4	3	9	3	6	1	**37**	
	Incidencia	-	3	1	1	2	3	3	3	3	1	20	
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	

Cálculo del índice de incidencia del proyecto													
Factor ambiental	Atributos	Signo	Inmediatez	Acumulación	Sinergia	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Continuidad	Periodicidad	Incidencia	Índice estandarizado
	Incidencia max		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	
	Pérdida de material orgánico												**0.73**
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		9	1	1	4	3	9	3	6	1	**37**	
	Incidencia	-	3	1	1	2	3	3	3	3	1	20	
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	
	Incidencia max		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	
	Posible colapso de suelo												**0.50**
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		9	1	2	6	1	3	1	6	1	**30**	
	Incidencia	-	3	1	2	3	1	1	1	3	1	16	
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	
	Incidencia max		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	
Flora	Pérdida de la diversidad												**0.57**
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		9	1	1	2	3	9	2	2	3	**32**	
	Incidencia	-	3	1	1	1	3	3	2	1	3	18	
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	
	Incidencia max		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	
	Pérdida de la cobertura vegetal												**0.57**
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		9	1	1	2	3	9	2	2	3	**32**	
	Incidencia	-	3	1	1	1	3	3	2	1	3	18	
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	
	Incidencia max		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	
	Pérdida de la abundancia vegetal												**0.57**
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		9	1	1	2	3	9	2	2	3	**32**	
	Incidencia	-	3	1	1	1	3	3	2	1	3	18	
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	
	Incidencia max		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	
Fauna	Pérdida de la diversidad faunística												**0.40**
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		3	1	1	2	3	6	2	6	3	**27**	
	Incidencia	-	1	1	1	1	3	2	2	3	3	17	
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	
	Incidencia max		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	
	Pérdida de la abundancia faunística												**0.40**
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		

Cálculo del índice de incidencia del proyecto													
Factor ambiental	Atributos	Signo	Inmediatez	Acumulación	Sinergia	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Continuidad	Periodicidad	Incidencia	Índice estandarizado
	Incidencia ponderada		3	1	1	2	3	6	2	6	3	**27**	
	Incidencia	-	1	1	1	1	3	2	2	3	3	17	
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	
	Incidencia max		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	
	Reducción del hábitat												**0.40**
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		3	1	1	2	3	6	2	6	3	**27**	
	Incidencia	-	1	1	1	1	3	2	2	3	3	17	
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	
	Incidencia max		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	
Paisaje	Modificación de la calidad escénica												**0.67**
	Ponderación de atributos		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		9	1	1	2	3	9	1	6	3	**35**	
	Incidencia	-	3	1	1	1	3	3	1	3	3	19	
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	
	Incidencia max		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	
	Pérdida de las condiciones naturales												**0.67**
	Ponderación de atributos		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		9	1	1	2	3	9	1	6	3	**35**	
	Incidencia	-	3	1	1	1	3	3	1	3	3	19	
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	
	Incidencia max		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 multidisciplinar de los estudios de impacto ambiental: la predicción de los cambios desencadenados por una acción sobre el clima, aire, agua, suelo, biocenosis, ecosistemas, procesos, patrimonio construido, confort sonoro, paisaje, población, etc. y su medición, requieren un conocimiento profundo y especializado de los mismos, así como de la legislación que les afecta y de los criterios utilizados por la comunidad científica.

La magnitud de las alteraciones sobre cada factor puede venir expresada de diferentes maneras según la naturaleza de cada uno de ellos y la unidad de medida que se pretende utilizar: se denomina indicador a la expresión a través de la cual se mide de forma cuantificada el impacto; el indicador es pues un mecanismo que se adopta para cuantificar un impacto. Unas veces el indicador coincide con el propio factor alterado, en otras ocasiones el indicador no es tan directo, y obvio, y hay que recurrir a índices algo más complejos.

La primera tarea, por tanto, para predecir la magnitud de los impactos es asignar un indicador cuantificable a cada uno de los identificados que lo representen lo mejor posible, tarea a la que conviene dedicar la mayor atención por su papel en el estudio, y porque ayuda a entender más profundamente la naturaleza del impacto y su significado ambiental.

Con esta fase termina lo que propiamente constituye la parte en principio objetiva del estudio de impacto ambiental: identificación y cuantificación de los efectos; a partir de ahora hay que dar entrada a elementos de juicio más o menos objetivos e incluso subjetivos, muchos de los cuales exigen un refrendo con la escala de valores y presencias sociales.

Para cumplir con lo anteriormente expuesto es necesario transformar la magnitud del impacto medido en unidades heterogéneas, a unidades homogéneas, adimensionales de valor ambiental, operación que se hace traduciéndolas a un intervalo que varía entre 0 y 1. Para ello se utiliza la metodología de las funciones de transformación.

La cual se trata de relaciones entre la magnitud de cada indicador, medida en las unidades propias de cada uno de ellos, y su calidad ambiental expresada ya en unidades comparables. Dicha relación se puede representar sobre un sistema de coordenadas cuyo eje de abscisas se dispone la magnitud del indicador ambiental y en el de ordenadas el valor ambiental estandarizado ente 0 y 1. La relación puede venir expresada por una línea quebrada de tramos rectos que unen los puntos de valor conocido o ajustarse a una curva.

Lo importante de las funciones de transformación es el concepto, la claridad con que expresan, gráficamente, la diferencia entre la modificación de un elemento o proceso del medio y el significado ambiental de tal modificación. El mecanismo de la función de transformación exige reflexionar explícitamente sobre el significado de las modificaciones, de tal manera que el esfuerzo de construir una función ayuda y obliga al evaluador a formar criterio y a hacerlo explícito.

Aplicando, por fin, las funciones de transformación a cada uno de los factores ambientales alterados se obtiene el valor del impacto ambiental sobre cada uno de ellos, pero ahora expresados en unidades homogéneas, por tanto, comparables. Teniendo en cuenta los parámetros de las funciones de transformación dicho valor queda limitado entre 0 y 1.

A continuación, se muestra el cálculo la magnitud determinada con base en los impactos ambientales generados por el proyecto.

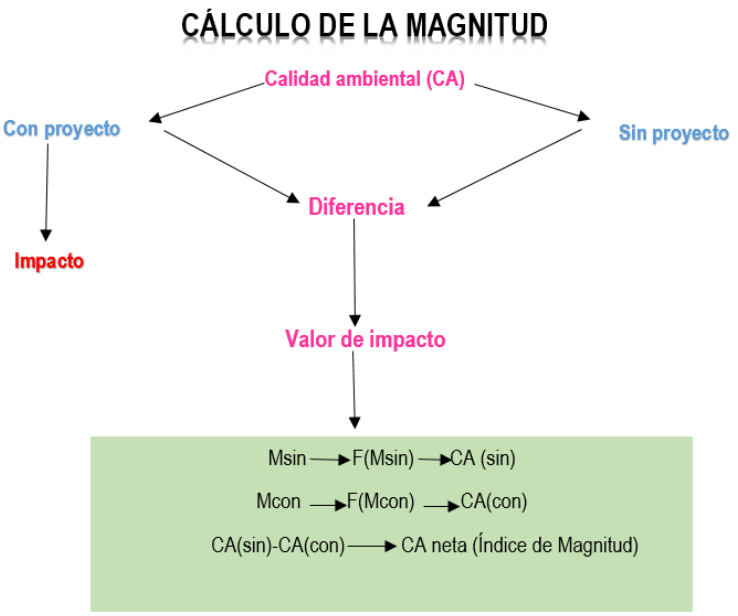


Figura V.1. Determinación de unidades homogéneas.

Ejemplificación*:*

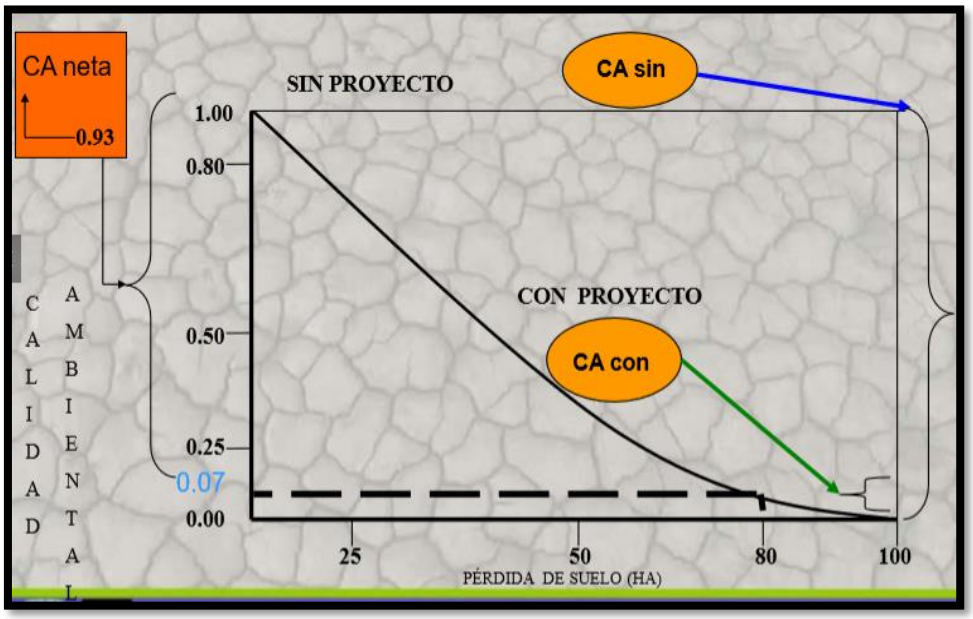


Figura V.2. Determinación de la CA neta para el indicar de pérdida de suelo en hectáreas.

REDUCCIÓN DE LA INFILTRACIÓN

Para el cálculo de la magnitud de la perdida de infiltración se implementó LA GUÍA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL de CONESA FDEZ. VÍTOR (4.ta edición) y los cálculos determinados para el balance hídrico establecido en el capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, en dicho cálculo se hace referencia a la infiltración presente actualmente y la infiltración que se tendría a raíz de la ejecución del presente proyecto, la diferencia de estos da resultado la perdida de infiltración.

Partiendo de lo establecido en el párrafo anterior se presenta lo siguiente:

$$I = 100(\frac{Perd_h}{Cdisp})$$

$I = porcentaje\ de\ perdida\ de\ infiltración\ respecto\ al\ total\ disponible\ (\%)$

$Perd_h = Pérdida\ de\ infiltración\ por\ actividad\ (infiltración\ actual - infiltración\ con\ proyecto)$

$C_{disp} = Cantidad\ total\ disponible\ (\ infiltración\ actual)$

A continuación, se muestra la infiltración presente actualmente en el área del proyecto y la infiltración que se tendrá con la ejecución del proyecto:

Cuadro V.12. Infiltración con y sin proyecto.

Unidad	Infiltración (m^3/año)	Porcentaje %
Infiltración sin proyecto	66.95	3
Infiltración con proyecto	0.00	0

Tomando de base lo expuesto anteriormente, se implementaron las fórmulas correspondientes dando como resultado la siguiente:

$$Perd_h = (66.95 - 00) = 66.95$$

$$I = 100 * \left(\frac{2{,}478.38}{66.95}\right) = 3\%$$

Función de transformación

La función de transformación implementada (Conesa, 2010) para el cálculo de la magnitud de la infiltración como se menciona anteriormente toma de base la infiltración actual como la calidad ambiental máxima asignándole un valor de 1 y a partir de la cual con base en lo determinado en los cálculos se establece la calidad ambiental que se tendrá con la implementación del proyecto.

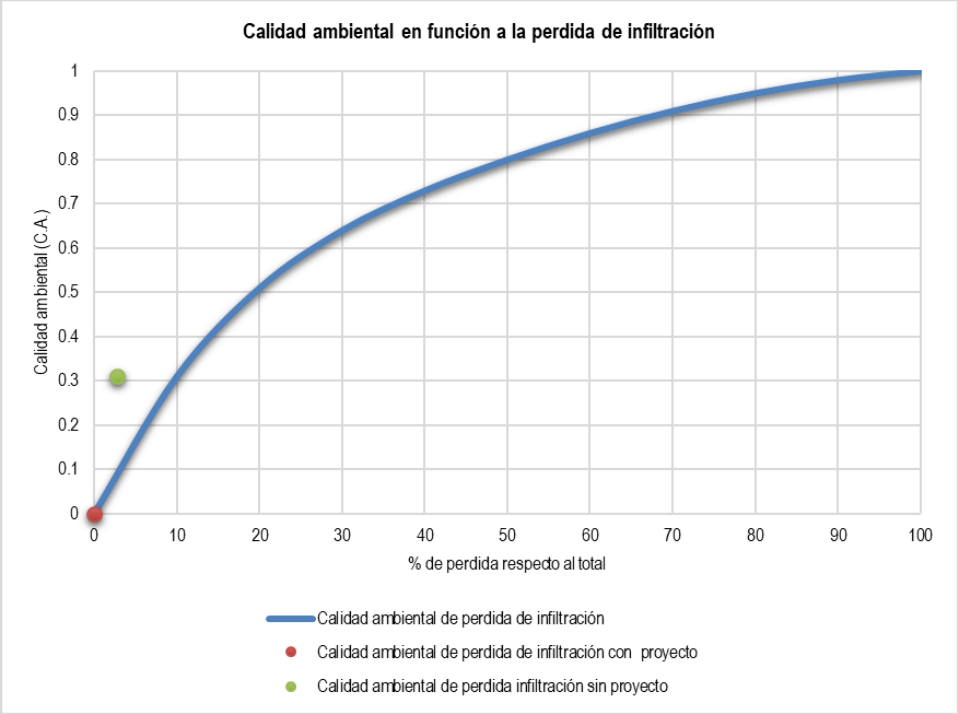


Figura V.3. Calidad ambiental de función a la perdida de infiltración con y sin proyecto.

Calidad ambiental neta o índice de magnitud.

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula.

$$C.A.Neta\ (indice\ de\ magnitu) = C.A\ \text{sin}\ proyecto - C.A.con\ proyecto$$

Cuadro V.13. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la perdida de infiltración.

Escenario	Infiltración (%)	Calidad ambiental
I Sin proyecto	3%	0.31
I con proyecto	0%	0.00
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.31**

SUSPENSIÓN DE PARTÍCULAS

Entorno a la determinación del índice de magnitud referente a la suspensión de partículas, se tomó de base la propuesta metodología del cálculo de la calidad del aire determinada en el diagnóstico ambiental correspondiente al capítulo 4, la cual se le hizo pequeñas modificaciones, con el objetivo de que se reflejara de una mejor manera el estatus de calidad del aire, tomando en cuenta aspectos relevantes en la determinación de su estatus a través de los diversos escenarios, la metodología implementada se presenta a continuación:

Índice de calidad del aire.

Para conocer el índice de la calidad del factor aire, se tomaron en cuenta diferentes indicadores y se les asignó una valoración, para posteriormente ponderar cada uno y obtener una evaluación cuantitativa, de esta manera conocer el índice de calidad, en dicha valoración se pretende abordar los factores que infieren de alguna manera en la calidad del aire en el sitio. A continuación, se presentan los factores e indicadores que se tomaron en cuenta.

Cuadro V.14. Indicadores para determinar el índice de calidad del factor aire.

Factor	Indicador ambiental	
Aire	1	Temperatura
	2	Precipitación
	3	Precipitación (días/año)
	4	Dirección del viento
	5	Velocidad del viento
	6	Complejidad topográfica
	7	Grado de cubierta vegetal
	8	Altura de la vegetación
	9	Uso del suelo
	10	Infraestructura
	11	Nivel de partículas en suspensión

Después de establecer los indicadores, se les asignó un valor en base a las características analizadas. El valor va de 1 a 3, siendo 3 el valor óptimo y 1 el mínimo. Posteriormente, se obtuvo el porcentaje que representa el valor obtenido, con respecto al nivel máximo de índice de calidad de aire. La interpretación del valor final del índice de calidad aire, que estará expresado en una escala cuyo valor máximo será 100 y el mínimo 0, correspondiendo los valores 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 establece que se les asigna a todos los indicadores considerados un valor de 3 dado 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 la 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	3
	La temperatura máxima promedio anual es entre 10 y 26°C			●		
	La temperatura máxima promedio anual es mayor a 26° C		●			
	B. Precipitación total anual (mm/año)	1	2	3		
	La precipitación total anual es menor de 1,200	●			1	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
	31 - 60 %		●			

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado sin proyecto	Valor asignado con proyecto
	0 - 30 %	●				
	H. Altura de la vegetación	1	2	3		
	Estrato de árboles altos: > 8 m	●			2	3
	Árboles bajos y/o matorral medio: 3 - 8 m		●			
	Ausencia casi total de vegetación			●		
	I. Uso de suelo	1	2	3		
	El sitio se ubica en zona industrial o minera	●			2	2
	El sitio se ubica en zona urbana		●			
	El sitio se encuentra en zona rural			●		
	J. Infraestructura	1	2	3		
	El sitio se encuentra cercano a vías de comunicación (carreteras, ferrocarriles o aeropuertos)	●			2	2
	Vías de comunicación en la zona		●			
	El sitio no se encuentra cercano a vías de comunicación			●		
	K. nivel de partículas suspendidas en la zona (24 horas)	1	2	3		
	Menor a 35 mg/m^3			●	3	2
	Entre 35-74 mg/m^3		●			
	Mayor o igual a 75 mg/m^3	●				
Total					**22**	**20**
Valor mínimo					11	
Valor máximo					33	
Calidad Ambiental Atmosférica					**50**	**41**

*Para la determinación del nivel de suspensión de partículas se consultó la página: https://weather.com/es-US/forecast/air-quality/l/Tehuac%C3%A1n+Puebla+M%C3%A9xico?canonicalCityId=70b909abc10a5c86daf3324bf07336acfda3c57ec42635c6ad19fa6ece2bc8c9.

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	50
Con proyecto	41

Función de transformación.

Para la generación de la función de transformación correspondiente se toma de base el máximo valor que se puede obtener con base en los cálculos realizados respecto al índice de calidad del aire (ICA), la cual corresponde a un valor de 100 y el valor mínimo que se puede obtener la cual corresponde a 0, a partir de esto se da a conocer la relación entre el índice de calidad del aire y la calidad ambiental del aire, misma que se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro V.17. Valores establecidos para la generación de la función de transformación de la calidad ambiental de aire.

Índice de calidad del aire	Calidad ambiental del aire
0	0
5	0.05
10	0.10
15	0.15
20	0.20
25	0.25
30	0.30
35	0.35
40	0.40
45	0.45
50	0.50
55	0.55
60	0.60
65	0.65
70	0.70
75	0.75
80	0.80
85	0.85
90	0.90
95	0.95
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.

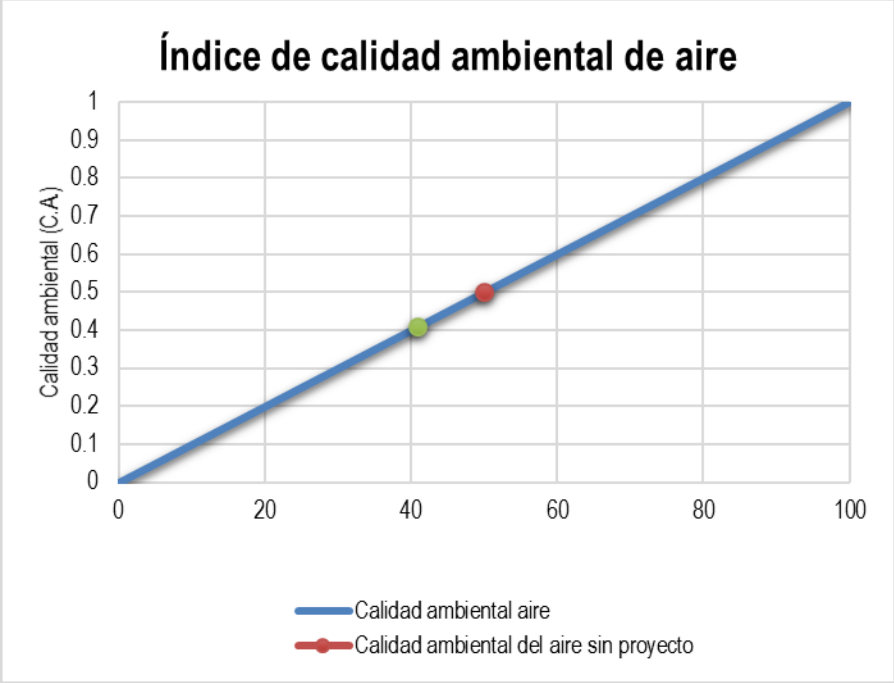


Figura V.4. Calidad ambiental del aire en función al índice de calidad del aire con y sin proyecto.

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.

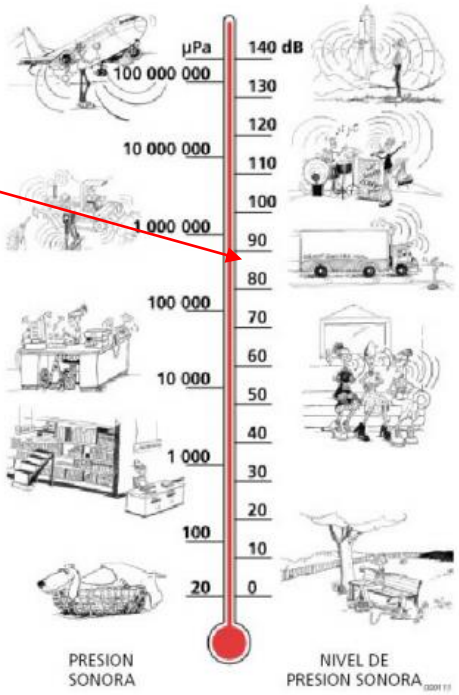
Escenario	Índice de calidad del aire	Calidad ambiental
Sin proyecto	50	0.50
Con proyecto	41	0.41
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.09**

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 tomando de referencia el estudio denominado “ruido ambiental” realizada en el años 2000 por brüel&kjær, que es una empresa líder en soluciones para los profesionales en el campo del ruido ambiental y del ruido en puestos de trabajo que, durante más de 50 años, se han encargado de las mediciones de vibración y de sonido del núcleo de nuestras actividades, en dicho estudio a modo de ejemplificación y para un mayor entendimiento se presenta la siguiente figura.

Nivel de presión sonoro generado por la maquinaria a implementar.



Tomada de: BRÜEL & KJÆR, 2000, *Ruido Ambiental*, por cortesía de Brüel & Kjær Sound & Vibration Measurement A/S.

Figura V.5. Nivel de presión sonoro emitida por diversas actividades (Brüel&Kjær, 2000, Ruido ambiental).

Con base en lo expuesto anteriormente se puede determinar que el nivel de presión sonoro emitido por la maquinaria y equipo a implementar oscila entre los 101 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 70 dB.

Cuadro V.19. Nivel de presión sonoro que se tendrá con y sin proyecto.

Escenario	Nivel de presión sonoro (dB)	Calidad ambiental
Sin proyecto	70	0.61
Con proyecto	101	0.38
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.23**

FUNCIÓN DE TRANSFORMACIÓN

Para la generación de la función de trasformación correspondiente se consultaron diversos estudios referentes a la generación de ruido y sus diversos niveles, de forma concreta se tomó de referencia el termómetro de ruido de Howard Leight, considerando el ruido que emite una motosierra al realizar el derribo del arbolado, cabe hacer mención que el personal que labore durante la ejecución de cambio de uso de suelo usara equipo de protección auditivo.

Cuadro V.20. Nivel de ruido diversos.

Nivel de presión sonoro dB(A)	Sensación acústica	Ejemplo
0	No audible o umbral de audibilidad	Cámara anecoica o Test de audiometría
10	Muy silenciosa	Estudio de grabación
20		Grutas
30	Silenciosa	Dormitorio
40		Oficina tranquila
50	Moderada	Oficina
60	Molesta (para un trabajo intelectual)	Conversación a 1 metro
70	Moderadamente desagradable	Calle peatonal – taller de confección
80	Desagradable	Estación de tren
90	Umbra de peligro si se soporta más de 8 horas al día	Taller con maquinaria
100	Muy fuerte	Maquinaria de laminado
110	Los gritos no son audibles	
120	"Sondera"	
130	Umbral de dolor	Avión despegando

En el cuadro anterior se presenta los niveles de presión sonoro con su correspondiente sensación acústica y ejemplos, en donde se da a conocer los niveles más bajos de sensación acústica hasta los niveles críticos, ahora bien, es necesario tomar en cuenta las diversas disposiciones establecidas en las normas oficiales mexicanas.

En el siguiente cuadro se establecen los rangos y parámetros que determinan la calidad ambiental sonoro, en la cual se recalca que el límite máximo permisible de nivel sonoro establecido por norma se considerara un límite aceptable a partir de la cual el aumento del nivel sonoro genera efectos críticos a la salud.

Cuadro V.21. Calidad ambiental establecida en función al nivel de presión sonoro emitido.

Categoría	Nivel de presión sonoro dB(A)	Calidad ambiental
Ligero	0	1.00
	10	0.94
	20	0.89
	30	0.83
	40	0.78
Moderado	50	0.72
	60	0.67
	70	0.61
	80	0.56
	90	0.50
Severo	100	0.38
	110	0.25
Critico	120	0.13
	130	0.00

En la siguiente figura se presenta la función de transformación correspondiente en conjunto con los escenarios con y sin proyecto.

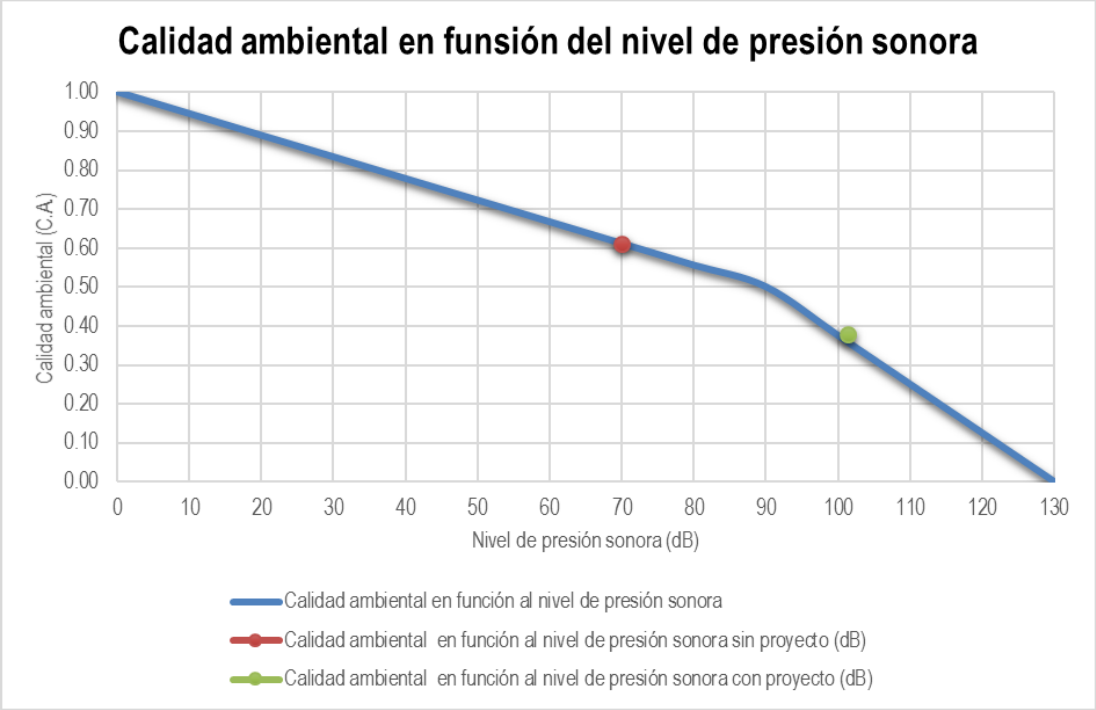


Figura V.6. Calidad ambiental en función al nivel de presión sonoro con y sin proyecto.

Calidad ambiental neta o índice de magnitud

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula:

$$C.A.Neta\ (indice\ de\ magnitu) = C.A\ \text{sin}\ proyecto - C.A.con\ proyecto.$$

Cuadro V.22. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al nivel de presión sonoro.

Unidad	Nivel de presión sonora Db (A)	Calidad ambiental
Calidad ambiental en función al nivel de presión sonora sin proyecto (dB)	70	0.61
Calidad ambiental en función al nivel de presión sonora con proyecto (dB)	101	0.38
C.A. Neta		**0.23**

AUMENTO DE LA EROSIÓN Y PÉRDIDA DEL MATERIAL ORGÁNICO

Para la determinación de la magnitud de la erosión y la pérdida de material orgánico con y sin proyecto, se toma en de base la pérdida de suelo a través de la erosión, misma determinada en el capítulo IV, en donde se establece lo siguiente:

Cuadro V.23. Erosión estimada con y sin proyecto.

Erosión	Sin proyecto (ton/ha/año)	Con proyecto (ton/ha/año)
Hídrica	0.37	1.49
Eólica	9.25	36.98
Total	**9.62**	**38.47**

La pérdida representa un valor de 28.85 toneladas de suelo (cantidad con proyecto menos la cantidad con proyecto. Cabe señalar que el suelo es un cuerpo natural que consiste en capas de suelo (horizontes del suelo) compuestas de materiales de minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua. Lo que quiere decir que dentro de las 28.85 toneladas se incluye la pérdida de materia orgánica.

FUNCIÓN DE TRASFORMACIÓN

Para la determinación de la función de transformación de la pérdida de suelo (entre el 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	Mayo de 400	0

Con la ayuda de la nueva categorización se estableció la función de transformación correspondiente, en conjunto con la calidad ambiental determinada para cada clase de degradación generando la siguiente gráfica:

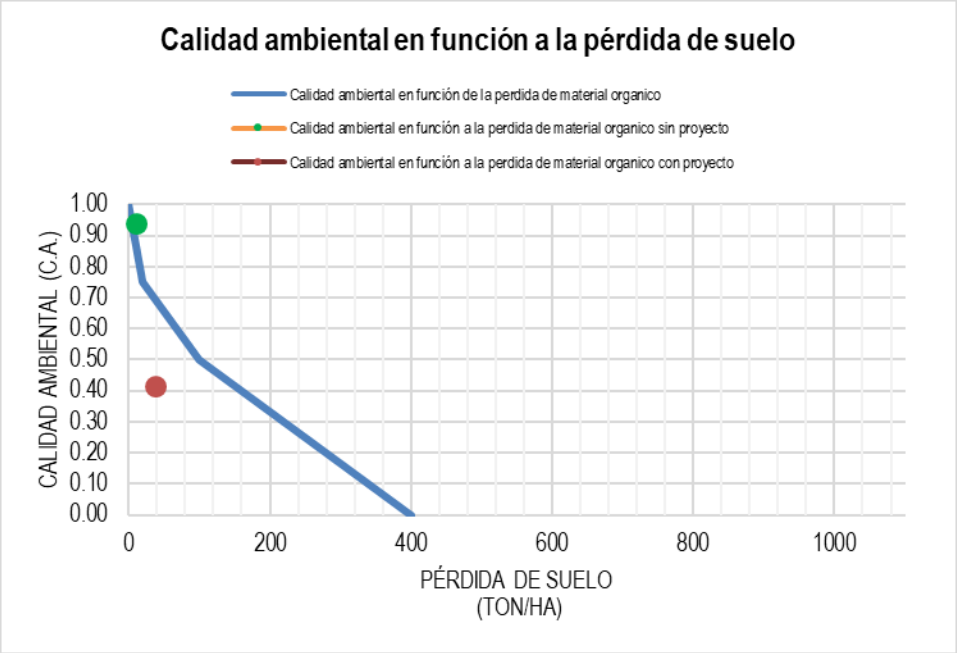


Figura V.7. Calidad ambiental en función a la pérdida de suelo (y material orgánico)..

Calidad ambiental neta o índice de magnitud

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula

$$C.A.Neta\ (indice\ de\ magnitud) = C.A\ \mathrm{sin}\ proyecto - C.A.con\ proyecto$$

Cuadro V.27. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la perdida de material orgánico.

Escenario	Pérdida de suelo (ton/ha)	Calidad ambiental
Sin proyecto	9.62	0.94
Con proyecto	38.47	0.42
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.52**

Para la determinación de la magnitud, se tomaron nuevamente 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.	0.37	1.49
Erosión eólica	9.25	36.98
Total	**9.62**	**38.47**

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.

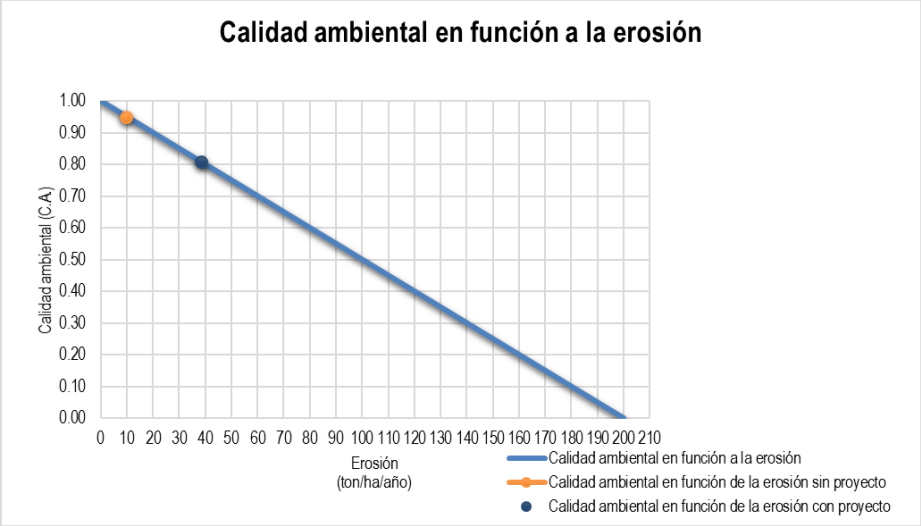


Figura V.8. Calidad ambiental en función a la erosión con y sin proyecto.

Calidad ambiental neta o índice de magnitud

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula.

$$C.A.\,Neta\ (indice\ de\ magnitud) = C.A\,\text{sin}\,proyecto - C.A.\,con\,proyecto$$

Cuadro V.29. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la erosión.

Escenario	Erosión (ton/ha/año)	Calidad ambiental
Sin proyecto	9.62	0.95
Con proyecto	38.47	0.81
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.14**

POSIBLE COLAPSO DEL SUELO

Para la determinación de la magnitud del posible colapso, se tomó el método de Priklonski (1952) para determinar el potencial de colapso, tomado del estudio de mecánica de suelos:

$$Kd = \frac{Contenido\ de\ humedad\ natural - Limite\ plastico}{Indice\ de\ plasticidad}$$

En donde se tienen los siguientes rangos

Kd < 0: Suelos colapsables
Kd > 0.5: Suelos no colapsables
Kd > 1.0: Suelos expansibles

De acuerdo con lo anterior y con los resultados de laboratorio de dos muestras al azar, se tienen los siguientes parámetros para cada uno de los sondeos mixtos:

$$Kd_1 = \frac{10.58 - 20.99}{5.43} = -1.97 < 0.0 \quad \therefore es\ un\ suelo\ colapsable$$

$$Kd_2 = \frac{13.55 - 22.79}{6.72} = -1.38 < 0.0 \quad \therefore es\ un\ suelo\ colapsable$$

Con base en los criterios de análisis realizados, se concluye que los suelos que conforman el primer estrato de suelo que va de 0.0 m a 3.60 m de profundidad, son susceptibles a colapso.

El valor a considerar de ambas muestras es de 1.67 (promedio de ambos).

Para el caso del suelo con remoción, es decir, una vez realizado el proyecto, el tiempo en que se tiene programada esta actividad es de únicamente dos meses, tiempo en el que no se considera que pueda existir variaciones en cuanto a la estabilidad del suelo, por lo que el valor del kd se considerara igual, es decir 1.67.

Calidad ambiental neta o Índice de magnitud

Para la determinación del índice de magnitud se aplicó la siguiente expresión:

$$C.A.Neta\ (indice\ de\ magnitud) = C.A\ \mathrm{sin}\ proyecto - C.A.con\ proyecto$$

$$C.A.Neta\ (indice\ de\ magnitud) = 1.67 - 1.67 = 0$$

PÉRDIDA DE LA DIVERSIDAD, COBERTURA Y ABUNDANCIA VEGETAL

Para el cálculo de la magnitud de la perdida de cobertura vegetal se tomó lo expuesto en LA GUÍA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL de CONESA FDEZ. VÍTORA (4.a edición) y la superficie sometida a cambio de uso de suelo que se considera como la superficie provista de vegetación, misma expuesta a lo largo de los diversos capítulos de la presente manifestación de impacto ambiental, en el libro de Conesa, 2010 se da a conocer lo siguiente:

$$PSCV = \left(\frac{((\sum_i (SCTV * K)) * 100)}{STCV}\right)$$

$PSCV = Porcentage\ de\ superficie\ cubierta\ de\ vegetación$ (%)

$STCV = Superficie\ total\ cubierta\ por\ vegetación$ (ha)

$SCTV = Superficie\ cubierta\ por\ tipo\ de\ vegetación$ (ha)

$K = Shannon$

Para el cálculo de K en función de Shannon se establece los siguientes valores

Cuadro V.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 en índice de Shannon para el sitio a afectar, la cual servirá de parámetro para valorar la diversidad de especies existentes y de esta manera determinar el valor en cuanto a calidad ambiental se refiere en torno a la vegetación presente en sitio, es de recalcarse que los índices de Shannon determinados para el presente proyecto se tomaron de los cálculos de diversidad realizado en el capítulo IV y promediando los resultado obtenidos de los estratos presentados.

Tomando en cuenta las 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 mezquite	0.5109	0.1	10%	0.1
STCV	0.5109		10%	0.1

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 mezquite	0	0.1	0%	0
STCV	0.5109	-	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 la función lo expuesto en el libro de Vicente Conesa (2010), la cual contempla el porcentaje del 100% de cubertura de vegetal y el índice de diversidad más alta (5) como la calidad ambiental máxima (1) respecto a la cobertura vegetal y a partir de ahí se establece los valores menores en cuanto a calidad ambiental se refiere, en el siguiente figura se presenta la función de transformación implementada en conjunto con los escenarios con y sin proyecto.

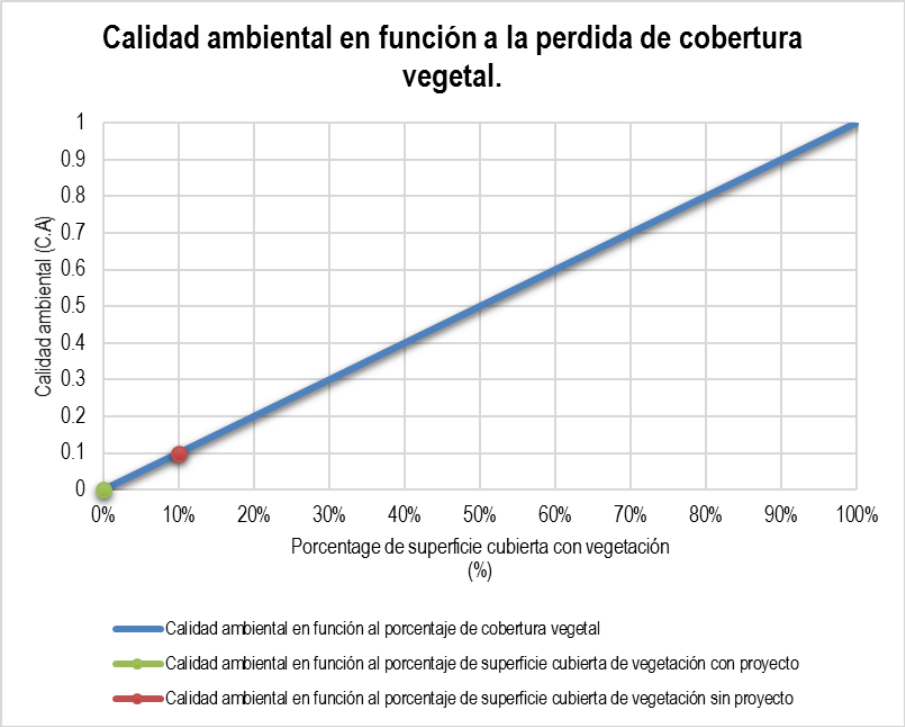


Figura V.9. Calidad ambiental en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación con y sin proyecto.

Calidad ambiental neta o índice de magnitud

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula.

$$C.A.Neta\ (indice\ de\ magnitu) = C.A\ \mathrm{sin}\ proyecto - C.A.con\ proyecto$$

Cuadro V.33. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación.

Escenario	PSCV (%)	Calidad ambiental
Sin proyecto	10%	0.1
Con proyecto	0%	0
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.1**

PÉRDIDA DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA FAUNÍSTICA Y REDUCCIÓN DEL HÁBITAT

Respecto a la fauna para el cálculo de la magnitud de la modificación del hábitat se tomó la misma metodología expuesta para la perdida de cobertura vegetal establecida en LA GUÍA METODOLÓGICA PARA

LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL de CONESA FDEZ. VÍTORA (4.a edición), esto se debe a que ambos subfactores están íntimamente ligados y que exista uno depende mucho del otro, por lo que se toma de base la misma metodología, con pequeñas adecuaciones, misma expuesta a continuación.

$$PDH = \left(\frac{((\sum_i (STV * K)) * 100)}{STCV} \right)$$

$PDH = Porcentaje\ de\ distribución\ con\ base\ en\ hábitat$ (%)

$STV = Superficie\ por\ tipo\ de\ vegetación$ ($área\ de\ custf\ (ha)$)

$STC = Superficie\ total\ a\ considerar$ ($área\ del\ proyecto\ (ha)$)

$K = Shannon$

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)*	Sin proyecto
Muy Común	*0.1*	0-1	*Mal estado (Diversidad muy baja)*	

Para la determinación del índice de magnitud correspondiente a la modificación del hábitat, 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 hábitat, 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.

Calidad ambiental en función al porcentaje de distribución de habitad sin proyecto				
Tipo de vegetación	**Superficie (ha)**	**K**	**PSCV**	**Calidad ambiental**
Bosque de mezquite	0.5109	0.2	20%	0.2
STV	0.5109			
STC	0.5109			

Cuadro V.36. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación con proyecto.

Calidad ambiental en función al porcentaje de distribución de habitad con proyecto (PDH) %				
Tipo de vegetación	**Superficie (ha)**	**K**	**PSCV**	**Calidad ambiental**
Bosque de mezquite	0	0	0%	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 y un índice de calidad neta de 0.

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 de vegetal y el índice de diversidad más alta (5) como la calidad ambiental máxima (1) respecto al porcentaje de distribución, con base en el hábitat de las especies y a partir de ahí se establece los valores menores en cuanto a calidad ambiental. La siguiente figura presenta la función de transformación implementada en conjunto con los escenarios con y sin proyecto.

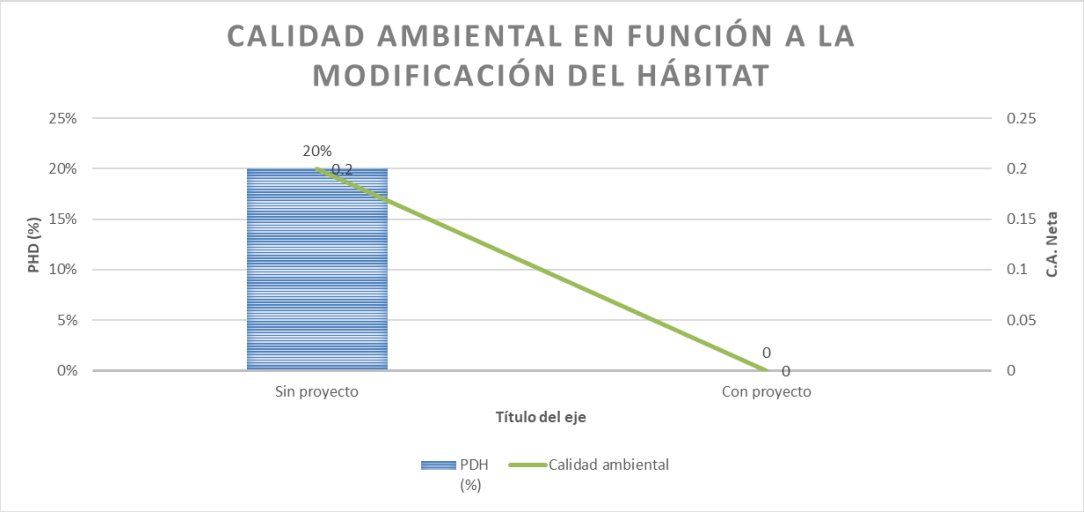


Figura V.10. Calidad ambiental en función al porcentaje de distribución.

Calidad ambiental neta o índice de magnitud.

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula.

$$C.A.Neta\ (indice\ de\ magnitud) = C.A\ \mathrm{sin}\ proyecto - C.A.con\ proyecto.$$

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 estéricas. se utiliza una escala universal de valores absolutos, ***Va.***

Paisaje	Va
Espectacular	16 a 25
Soberbio	8 a 16
Distinguido	4 a 8
Agradable	2 a 4
Vulgar	1 a 2
Feo	0 a 1

Los valores obtenidos se corrigen en función de la cercanía a núcleos urbanos, a vías de comunicación, al tráfico de estas, a la población potencial de observadores, y a la accesibilidad a los puntos de observación, obteniéndose un valor relativo del paisaje, 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 a media en km, a las poblaciones próximas.

Ac= Accesibilidad a los puntos de observación, o a la cuenca visual (Inmediata 4, Buena 3, Regular 2, Mala 1, Inaccesible 0).

S= Superficie desde la que es percibida la actuación (cuenca visual), función del número de puntos de observación (Muy grande 4, Grande 3, Pequeña 2, Muy pequeña 1).

N° Habitantes	P	Distancia (km)	d
1-1000	1	0-1	1
1000-2000	2	1-2	2
2000-4000	3	2-4	3
4000-8000	4	4-6	4
8000-16000	5	6-8	5
16000-50000	6	8-10	6
50000-100000	7	10-15	7
100000-500000	8	15-25	8
500000-1000000	9	25-50	9
>100000	10	>50	10

Tomando como indicador de impacto, el valor relativo del paisaje, VR, acorde con el modelo descrito, viniendo la unidad de medida expresada como un rango adimensional de 0 a 100.

El área de estudio se encuentra inmerso dentro de la ciudad de Tehuacán, en el estado de Puebla.

Tomando en cuenta las fórmulas expuestas anteriormente se determinaron los cálculos para los diversos escenarios, con y sin proyecto.

Cuadro V.38. Valoración subjetiva del paisaje.

Escenario	Categorización del paisaje %	Calidad ambiental
Sin proyecto	4	0.04
Con proyecto	2	0.03
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.01**

V.1.3 VALORIZACIÓN DE IMPACTOS.

Una vez determinada el índice de incidencia y el índice de magnitud correspondiente a los impactos ambientales detectados, y siguiendo la metodología propuesta por Gómez Orea 2003, el siguiente paso consiste en la valoración de dichos impactos, tomando de referencia los índices antes calculados, para ello se presenta la siguiente formula.

$$V_i = I_i * C.A_{.neta}$$

V_i=Valorización de impacto

I_i= Índice de incidencia

C.A. $_{neta}$ =Calidad ambiental neta (índice de magnitud)

Como aspecto final para la valorización de impactos, en el siguiente cuadro se establece los valores de juicio en función al valor de impacto determinado.

Cuadro V.39. 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 realizó los cálculos pertinentes determinando la siguiente valoración para los impactos detectados.

Cuadro V.40. 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	Calidad	Posible contaminación del agua	0.07	0.31	0.02	Compatibles	No significativo
		Infiltración	Pérdida de la infiltración	0.6	0.31	0.19	Compatibles	No significativo
	Aire	Calidad	Suspensión de partículas	0.13	0.09	0.01	Compatibles	No significativo
		Ruido	Posible contaminación acústica ambiental	0.5	0.23	0.12	Compatibles	No significativo
	Suelo	Erosión	Aumento de la erosión	0.73	0.14	0.1	Compatibles	No significativo
			Pérdida de material orgánico	0.73	0.69	0.5	**Moderados**	No significativo
	Subsuelo	Colapso del suelo	Posible colapso del suelo	0.50	0.00	0.00	Compatibles	No significativo
Biótico	Flora	Diversidad	Pérdida de la diversidad	0.57	0.1	0.06	Compatibles	No significativo
		Cobertura vegetal	Pérdida de la cobertura vegetal	0.57	0.1	0.06	Compatibles	No significativo
		Abundancia	Pérdida de la abundancia vegetal	0.57	0.1	0.06	Compatibles	No significativo
	Fauna	Diversidad	Pérdida de la diversidad faunística	0.4	0.2	0.08	Compatibles	No significativo
		Abundancia	Pérdida de la abundancia faunística	0.4	0.2	0.08	Compatibles	No significativo
		Hábitat	Reducción del hábitat	0.4	0.2	0.08	Compatibles	No significativo
Perceptual	Paisaje	Incidencia visual	Modificación de la calidad escénica	0.67	0.01	0.01	Compatibles	No significativo
		Calidad del paisaje	Pérdida de las condiciones naturales	0.67	0.01	0.01	Compatibles	No significativo

De acuerdo a la evaluación de impactos presentada anteriormente para el presente proyecto (cambio de uso de suelo), se detectaron un total de 15 impactos de la cuales 14 presentan compatibilidad y 1 se considera como moderado, todos de con la significancia de "*no significativos*". A continuación, se presenta un análisis para cada impacto detectado.

Agua

Posible contaminación del agua

Este impacto se considera compatible, debido a que no se considera que sea un impacto directo o propio de la ejecución del proyecto. Además, la implementación de medidas de prevención, reducirán o, en su caso, anularán la posibilidad de que suceda la contaminación.

Reducción de la infiltración.

Para el caso de la reducción de la infiltración este impacto se considera compatible, esto se debe principalmente a que con base en los cálculos determinados para el balance hídrico la perdida de infiltración no se considera de manera relevante ya que únicamente se pierde el 9% de infiltración total disponible, dando como resultado en la función de transformación una calidad ambiental no significativa y considerando el tipo de suelo presente en el sitio del proyecto el cual se considera favorecedor para la infiltración. Por lo tanto, no se verá afectada de manera drástica y significativa, además de se propondrán obras para compensar el impacto.

Suelo

Aumento de la erosión.

Respecto a erosión se puede decir que al igual que la mayoría de los impactos, este se considera un impacto compatible con el ambiente al llevar a cabo el proyecto, esto se debe principalmente a que con base en los cálculos de erosión estimados con la ejecución del proyecto la calidad ambiental disminuye de

0.95 a 0.81, disminuyendo a una calidad ambiental neta de 0.14, por lo que se propondrán las medidas de mitigación necesarias para mejorar la calidad ambiental durante la ejecución del proyecto.

Perdida de material orgánico.

En cuanto a la perdida de material orgánico se refiere, este impacto se considera uno de los impactos con mayor afectación aunque se clasifica como no significativo, esto se debe principalmente a que en las diversas actividades contempladas durante la ejecución del proyecto se contempla la remoción total de la capa fértil e la etapa de preparación el sitio, sin embargo, este impacto no se considera de manera crítica debido a que esta actividad solo se llevara a cabo en una superficie establecida y se propondrán medidas de mitigación en apartados siguientes para minimizar el impacto.

Posible colapso del suelo

Dado que el suelo en donde se propone realizar el proyecto, es susceptible a colapso, es importante considerarlo dentro del análisis, sin embargo, el periodo en el que se espera llevar a cabo el cambio de uso de suelo es menor al estimado dentro del Atlas de Riesgos del Municipio de Tehuacán, por lo que dicho impacto se considera como compatible y sin posibles efectos alternos.

Aire

Suspensión de partículas.

Para el caso de dicho impacto con base en el análisis establecido durante su determinación, se puede establecer como un impacto compatible, esto se debe principalmente a que como se expuso en la determinación del índice de magnitud para el escenario con la ejecución del proyecto, los niveles de suspensión de partículas no rebasaran los niveles máximos permisibles por la legislación vigente y por ende los niveles de suspensión que existirá no representaran efectos significativos al ambiente, además de que en las actividades en donde se contempla pudiera existir dicho impacto no se consideran de manera relevante.

Contaminación acústica ambiental.

Respecto a este impacto al igual que los impactos en torno al factor aire, se considera como un impacto compatible con el ambiente, la valorización de este impacto se realizó estimando el índice de magnitud correspondiente, con los niveles de emisiones de ruido en la ejecución del proyecto, considerando que no irán más allá de los límites del proyecto.

Flora

Pérdida de la diversidad, cobertura y abundancia vegetal

La pérdida de la diversidad, cobertura y abundancia vegetal se determinaron como impactos no significativos, ya que, aunque se pudría considerar con un nivel más alto, con base en el proceso de los cálculos realizados para su valoración, el sitio no presenta una relevancia en cuanto a diversidad (Shannon) se refiere, lo que establece su condición idéntica al entorno y considerando la superficie total de vegetación a remover en comparación a la superficie de vegetación presente en el entorno, no se considera de gran magnitud, puesto que se seguirá conservando la mayor parte la cobertura vegetal a nivel sistema ambiental y la diversidad en cuanto a individuos de flora se refiere se seguirán conservando, lo que no pone en riesgo la distribución ni permanencia de las especies existente actualmente en el área del proyecto.

Fauna

Pérdida de la diversidad y abundancia faunística y reducción del hábitat

Para el caso de la fauna al igual que la flora, se considera como un impacto compatible, ya que tanto la flora como la fauna están íntimamente ligados y si existe vegetación alguna genera los mecanismos para el establecimiento de especies de fauna en dicho sitio, sin embargo, este impacto se estableció en un nivel de compatibilidad con el ambiente ya que como se mencionó en el caso de la perdida de cobertura vegetal la diversidad de organismos en los sitios a intervenir se establece en un nivel bajo, dando como resultado la incidencia de pocos individuos en dicho sito, además de que debido a la capacidad de movilidad que presentan los organismos que pudieran ser afectados estos podrán desplazarse hacia sitios aledaños y retomando lo que se expuso respecto a la proporción de superficie con vegetación a afectar respecto a las superficie total con vegetación presente en el sistema ambiental, la superficie no se considera de gran relevancia y puesto a que la condición a lo largo de la vegetación presente en sistema ambiental presenta las mismas características que el sitio a afectar por tratarse del mismo tipo de vegetación, el habitad de los organismos presentes se seguirán conservando.

Paisaje

Modificación del paisaje

En cuanto a la modificación de paisaje podemos decir que con base en el análisis establecido se determinó dicho impacto como compatible con el ambiente, esto se considera de esta manera ya que de acuerdo a los cálculos realizados la inserción del proyecto al ambiente no generaría efectos significativos, esto se establece de esta manera ya que la magnitud del proyecto a nivel paisajístico en contraste con las características presentes de manera general en el entono no se considera de gran magnitud y además de que en el inventario realizado se establece que el proyecto se encuentra con poca visibilidad al entorno reduciendo aún más el efecto paisajístico presente en el sitio.

V.3. CONCLUSIONES.

Como conclusión general, se puede decir que los niveles de impactos determinados en un 88% presentan compatibilidad ambiental, estableciendo que, la inserción del proyecto al medio no generarían efectos significativos, al llevar a cabo el proyecto se generan oportunidades de empleo previo, durante y posterior a las actividades de cambio de uso de suelo, haciendo hincapié y puntualizando que se cumplirán los lineamientos necesarios en materia ambiental, para garantizar que su realización sea factible y viable, ya que sus actividades buscan minimizar y atenuar cualquier tipo de impacto generado, complementando lo anterior con la aplicación de medidas de mitigación, prevención y/o compensación que permitirán un desarrollo compatible con su entorno natural. Asimismo, el proyecto se justifica ampliamente por su compatibilidad con el desarrollo regional, considerándose además la factibilidad con la vinculación con las normas y regulaciones vigentes sobre los usos de suelo establecidas a nivel municipal, estatal y federal. A continuación, se presentan las conclusiones del proyecto:

A. El proyecto que se pretende realizar corresponde al cambio de uso de suelo, actividades que son compatibles con el ambiente.
B. Los principales impactos ambientales determinados se presentarán en los atributos físicos del escenario ambiental, como son vegetación y hábitat.
C. La mayoría de los impactos ambientales identificados serán de carácter local, temporales, reversibles y mitigables.
D. La obra por incorporar se integra a un escenario el cual no había sufrido ningún tipo de alteración, con vegetación y fauna terrestre.
E. El necesario establecer programas y acciones para la capacitación ambiental a todos los involucrados, principalmente en las fases previas, generando un agente importante en la protección

de los recursos faunísticos y florísticos locales, que coadyuven a reducir la intensificación de los impactos ambientales identificados.

F. Es necesario establecer controles, como normas y reglamentaciones estrictas a fin de evitar afectaciones innecesarias o irresponsables a la flora y fauna silvestre.

G. Las actividades indicadas en las medidas de mitigación deben iniciarse desde el principio del proyecto, de tal manera que, a la conclusión de la etapa de construcción, muchas de ellas ya muestren un avance considerable de su aplicación.

H. Este proyecto está considerado dentro de los esquemas de sustentabilidad, de tal manera, que es compatible ambientalmente con su espacio físico y con la variable tiempo, lo cual permite tener una visión de su factibilidad ambiental y que habrá de derivar múltiples y permanentes beneficios ambientales y sociales, en consecuencia, de la integración del proyecto se tendrán beneficios económicos a sus pobladores y a la región adyacente que corresponde principalmente al municipio.

I. El proyecto, es compatible con las políticas en materia ambiental, federales y estatales, establecidos en el Plan de Desarrollo, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como las Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto.

V.4. BIBLIOGRAFÍA.

Brüel&Kjær A/S. Ruido ambiental, (2000) Sound & Vibration Measurement, San Sebastián de los Reyes– Madrid, España. 69 p.

Cabrera Fernández Jorge A. (2012), Aplicación de un modelo de dispersión atmosférica, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Química, Valparaiso, Chile, 165 p.

Conesa Fdez,-Vitora Vicente. (2010), Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental, 4.ª edición, Madrid, Barcelona, 853 p.

Contreras V. M., García S. G., Lcaza H., B. (2003) Calidad del aire: una práctica de vida, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Primera edición, México, D.F. 25 p.

Cruz M. V., Gallego M. E., González de, P. L. (2009), Sistema de evaluación de impacto ambiental, 2009, Universidad Complutense de Madrid, Facultad de informática, Madrid España, 146 p.

Cruzado M. A., Valdez A. B., Guía metodológica para la estimación de emisiones de fuentes fijas, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), México, D.F. 142p.

Damián H. S., Flores, P. A., Flores, F. M., Téllez, Estudio del ruido generado por la operación del transporte carretero. Caso II, Jalisco, Secretaría de comunicaciones y transportes instituto mexicano del transporte, Jalisco, 140 p.

https://es.weatherspark.com/y/7427/Clima-promedio-en-Tehuac%C3%A1n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o

https://weather.com/es-US/forecast/air-quality/l/Tehuac%C3%A1n+Puebla+M%C3%A9xico?canonicalCityId=70b909abc10a5c86daf3324bf07336acfda3c57ec42635c6ad19fa6ece2bc8c9.

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 IMPACTOS IDENTIFICADOS POR COMPONENTE AMBIENTAL. 5

VI.1.2 MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PROPUESTAS 5

VI.1.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MEDIDAS POR COMPONENTE AMBIENTAL 9

VI.1.3.1 AGUA 9

VI.1.3.2 AIRE 18

VI.1.3.3 SUELO 21

VI.1.3.1 SUBSUELO 28

VI.1.3.2 FLORA 29

VI.1.3.3 FAUNA 36

VI.1.3.1 PAISAJE 39

VI.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA) 50

VI.2.1 INTRODUCCIÓN 50

VI.2.2 OBJETIVOS 50

VI.2.2.1 OBJETIVO GENERAL 50

VI.2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 50

VI.2.3 RESPONSABILIDAD DEL SEGUIMIENTO 50

VI.2.4 ACCIONES DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL 51

VI.2.5 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS 51

VI.2.6 CRONOGRAMA DE LAS ACTIVIDADES DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y MEDIDAS CONTRA IMPACTOS 57

VI.3 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO) 58

VI.3.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN 60

VI.3.2 INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN. 60

VI.4 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS DE FIANZAS. 60

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro VI.1. Impactos identificados por componente ambiental. 5
Cuadro VI.2. Resumen de las medidas propuestas. 6
Cuadro VI.3. Cuadro de medidas a establecer por la ejecución del proyecto. 7
Cuadro VI.4. Comparativo de infiltración del Sistema ambiental, Área de influencia y Área del proyecto. 9
Cuadro VI.5. Pérdida de la infiltración con el proyecto 10
Cuadro VI.6. Costos para la delimitación del área del proyecto. 11
Cuadro VI.7. Costos para la colocación de una barrera de sacos. 11
Cuadro VI.8. Costos estimados para el mantenimiento de la maquinaria y equipo. 18
Cuadro VI.9. Costos estimados para el humedecimiento de las superficies. 20
Cuadro VI.10. Erosión actual en el AP. 21
Cuadro VI.11. Erosión en el AP sin vegetación. 21
Cuadro VI.12. Volumen del material orgánico a extraer 22
Cuadro VI.13. Costos estimados para el manejo de residuos 27
Cuadro VI.14. Índice de riesgos y vulnerabilidades del AP. Fuente: Gobierno de Tehuacán. (2021). Atlas de Riesgo Municipal Tehuacán, Puebla. CENAPRED. SEDATU. Página web consultada en http://atlasderiesgo.tehuacan.gob.mx/portal-atlas-riesgo/atlas.html 28
Cuadro VI.15. Especies propuestas para su rescate y reubicación. 30
Cuadro VI.16. Coordenadas UTM WGS84 de los polígonos dentro de la Unidad Deportiva Sur. 32
Cuadro VI.17. Costos estimados del rescate y reubicación de las especies de flora. 34
Cuadro VI.18. Costos estimados del mantenimiento de la flora rescatada. 35
Cuadro VI.19. Cotización de material de gasto único. 37
Cuadro VI.20. Cotización de personal y activos de gasto constante. 37
Cuadro VI.21. Costos estimados para la impartición de pláticas de concientización ambiental. 39
Cuadro VI.22. Costos estimados para la colocación de carteles preventivos. 40
Cuadro VI.23. Costos para la limpieza y el retiro de la maquinaria. 41
Cuadro VI.24. Carbono almacenado en ecosistemas terrestres de México. 41
Cuadro VI.25. Ecuaciones alométricas usadas para determinar la biomasa de la vegetación en la superficie del AP. 42
Cuadro VI.26. Carbono presente en la biomasa aérea. 42
Cuadro VI.27. Carbono almacenado en la biomasa subterránea (raíces) 42
Cuadro VI.28. Carbono almacenado en ecosistemas terrestres de México. 43
Cuadro VI.29. Contenido de carbono en la vegetación y suelo del AP. 43
Cuadro VI.30. Especies a plantar para la compensación de carbono. 44
Cuadro VI.31. Ecuación alométrica para la especie a colocar en la plantación. 44
Cuadro VI.32. Acumulación de la biomasa aérea y carbono en la plantación 44
Cuadro VI.33. Coordenadas UTM WGS84 de los polígonos dentro de la Unidad Deportiva Sur 46
Cuadro VI.34. Costos estimados de la plantación. 49
Cuadro VI.35. Programa de vigilancia ambiental. 52
Cuadro VI.36. Cronograma general y de las actividades y medidas contra impactos. 57
Cuadro VI.37. Indicadores del seguimiento de las medidas propuestas. 58
Cuadro VI.38. Estimación de los costos totales de las actividades del proyecto y medidas. 61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VI.1. Acomodo de una barrera de sacos de arena. 12
Figura VI.2. Plano de ubicación de las obras temporales. 26
Figura VI.3. Plano de los polígonos para la reubicación de individuos de flora. 33
Figura VI.4. Predicción de la captura de carbono en la plantación. 45
Figura VI.5. Plano para la plantación y reubicación de individuos de flora 48

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen VI.1. Ejemplo de una terraza individual 13
Imagen VI.2. Ejemplo del trazo de una terraza. 15
Imagen VI.3. Representación del volumen de un cilindro. 15
Imagen VI.4. Terraza individual con taludes estabilizados 16
Imagen VI.5. Ejemplo del humedecimiento en el AP 19
Imagen VI.6. Parque eólico PIER 220 año 2018, humedecimiento de las áreas con suspensión de partículas. 20
Imagen VI.7. Representación del volumen de un prisma rectangular. 22
Imagen VI.8. Parque eólico PIER 220 año 2018-2019, colocación de contenedores de residuos sólidos urbanos. 27
Imagen VI.9. Características de la vegetación en el AP 29
Imagen VI.10. Rescate y reubicación de los individuos propuestos en el Documento Técnico Unificado (DTU) del trámite de cambio de uso de suelo forestal, modalidad A, para la Construcción y operación del CRIT, en el municipio de Apetatitlán de Antonio de Carvajal, Tlaxcala. 31
Imagen VI.11. Ejemplo de las actividades post-reubicación. 34
Imagen VI.12. Ejemplo de pláticas de concientización ambiental. 39
Imagen VI.13. Ejemplo de la colocación de carteles preventivos. 40
Imagen VI.14. Parque eólico PIER 220 año 2018-2019, limpieza del área 1. 40
Imagen VI.15. Reforestación en el Ejido San Jerónimo Ocotitlán (1). 46
Imagen VI.16. Reforestación en el Ejido San Jerónimo Ocotitlán (2). 46

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 y el suelo; se indica que las medidas de mitigación se orientan más hacia la compensación vegetal (plantación 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 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 **MI BODEGA AURRERA TEHUACÁN LIBRAMIENTO**, se ocasionarán los siguientes impactos:

Cuadro VI.1. Impactos identificados por componente ambiental.

Medio	Factor	Subfactor	Indicador de impacto
Abiótico	Agua	Calidad	Posible contaminación del agua
		Infiltración	Pérdida de la infiltración
	Aire	Calidad	Suspensión de partículas
		Ruido	Posible contaminación acústica ambiental
	Suelo	Erosión	Aumento de la erosión
			Pérdida de material orgánico
	Subsuelo	Colapso de suelo	Posible colapso de suelo*
Biótico	Flora	Diversidad	Pérdida de la diversidad
		Cobertura vegetal	Pérdida de la cobertura vegetal
		Abundancia	Pérdida de la abundancia vegetal
	Fauna	Diversidad	Pérdida de la diversidad faunística
		Abundancia	Pérdida de la abundancia faunística
		Hábitat	Reducción del hábitat
Perceptual	Paisaje	Incidencia visual	Modificación de la calidad escénica
		Calidad del paisaje	Pérdida de las condiciones naturales
Económico	Empleo	Empleo	Ingresos económicos

VI.1.2 MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PROPUESTAS

Los métodos propuestos se consideran como una estrategia de protección y conservación ambiental, es por ello que las medidas a aplicar han sido previstas para los impactos ambientales negativos producto de la implementación del proyecto, sobre el medio natural, conceptual y socioeconómico.

Las medidas propuestas se clasifican como a continuación se presenta:

a) Medidas preventivas
b) Medidas de mitigación
c) Medidas de compensación
d) Medidas de restauración

Para la identificación y adopción de las medidas se deben de tener en cuenta los siguientes criterios.

- **Medidas preventivas.** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente, para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente. Evitan el impacto modificando alguno de los factores definitorios del proyecto.
- **Medidas de mitigación**. Propiamente dichas se encaminan a la eliminación, reducción o modificación del efecto. Pueden operar sobre las causas (acciones del proyecto o sobre el receptor). Estas medidas son las que se proyectan para eliminar los efectos ambientales negativos o están dirigidas a anular, atenuar, corregir, modificar las acciones y efectos de las actividades del proyecto.
- **Medidas compensatorias.** Estas medidas se aplican a impactos irrecuperables e inevitables, su función no evita la aparición del efecto, ni lo anula o atenúa, pero contrapesa de alguna manera la alteración del factor. Son todas aquellas que como su nombre lo indica son para resarcir o indemnizar a alguien (persona, población, institución u organización) que se produce por el daño inevitable que se genera por una actividad o una obra. Por ejemplo, el pago de una suma por la afectación de árboles removidos en una zona donde los habitantes los valoren, y el costeo de volver a sembrarlos.
- **Medidas de restauración.** Consiste en llevar a cabo una serie de medidas correctoras en el ambiente degradado para que pueda retornar o asimilar a las condiciones ambientales anteriores a la modificación del mismo.

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.

A continuación, se presenta un resumen de las medidas contra impactos ambientales para cada elemento ambiental y posteriormente se desglosa el sistema de medidas por factor.

Cuadro VI.2. Resumen de las medidas propuestas.

NÚMERO	MEDIDAS CONTRA IMPACTOS	TIPO DE MEDIDA
M1	Restringir las actividades solo al área del proyecto	Prevención
M2	Colocación de una barrera de sacos de arena	Prevención
M3	Obras de conservación para el agua	Compensación
M4	Horarios de trabajo bajo normativa	Prevención
M5	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Prevención
M6	Humedecimiento de las superficies	Prevención
M7	Evitar la exposición prolongada del suelo desnudo	Prevención
M8	Rescate del material orgánico	Mitigación
M9	Manejo de residuos	Prevención
M10	Programa de rescate y reubicación de flora	Mitigación
M11	Ahuyentamiento de fauna silvestre	Prevención
M12	Programa de rescate y reubicación de fauna	Mitigación
M13	Pláticas de concientización ambiental	Prevención
M14	Colocación de carteles preventivos	Prevención
M15	Limpieza y retiro de la maquinaria	Mitigación
M16	Plantación en la Unidad Deportiva Sur	Compensación

Cuadro VI.3. Cuadro de medidas a establecer por la ejecución del proyecto.

MEDIO	FACTOR	IMPACTO	MEDIDAS		ETAPAS DE LA PREPARACIÓN DEL SITIO EN LA QUE SE APLICARÁN LAS MEDIDAS				DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS	TIPO DE MEDIDA	CANTIDAD
					DELIMITACIÓN DEL SITIO	DESMONTE	DESPALME	TRANSPORTE DEL MATERIAL			
Abiótico	Agua	Posible contaminación del agua	M1	Restringir las actividades solo al Área del proyecto	✓				Antes de iniciar con las actividades de preparación del sitio, se delimitará el perímetro del AP para evitar la afectación a las colindancias del mismo.	Prevención	En el perímetro del AP, de 300 m
			M2	Colocación de una barrera de sacos de arena	✓				La colocación de una barrera de sacos de arena impedirá la posible inundación al área del proyecto, en caso de que las condiciones meteorológicas lo suscitaran así.	Prevención	Colocación de 11 sacos de arena en el perímetro norte del AP
		Pérdida de infiltración	M3	Obras de conservación para el agua				✓	Para compensar la pérdida que se generará por el proyecto, se propone la construcción de 176 terrazas individuales para la captura de agua de lluvia, a construir para los individuos a rescatar de flora.	Compensación	176 terrazas individuales
	Aire	Suspensión de partículas	M4	Horarios de trabajo bajo normativa	✓	✓	✓	✓	Se establecerán horarios de trabajo fijos señalados por las normas oficiales aplicables vigentes, con lo que se busca establecer un ritmo de trabajo a modo de que exista un balance entre el AP y la suspensión de partículas y el confort sonoro.	Prevención	Se trabajaran 8 horas diarias
			M5	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	✓	✓	✓	✓	Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo, evitando así la generación innecesaria de partículas.	Prevención	Toda la maquinaria y el equipo
			M6	Humedecimiento de superficies		✓	✓	✓	Durante las actividades de trabajo y en caso de que éste se lleve a cabo en época de estiaje, se humedecerán las superficies en las que existan polvos, con el objetivo de evitar la dispersión de partículas.	Prevención	Humedecimiento del AP en caso de que el proyecto se ejecute en época de estiaje
		Posible contaminación acústica ambiental	M4	Horarios de trabajo bajo normativa	✓	✓	✓	✓	Las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria serán vertidas directamente a la atmósfera, por lo que se utilizarán vehículos, maquinaria y equipo con el sistema de escape y silenciadores en buenas condiciones de operación, así como, adecuada afinación de los motores de combustión interna por lo que las emisiones estarán debajo de los niveles máximos permisibles establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas.	Prevención	Se trabajaran 8 horas diarias
			M5	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	✓	✓	✓	✓	Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo.	Prevención	Toda la maquinaria y el equipo.
	Suelo	Aumento de la erosión y pérdida del material orgánico	M7	Evitar la exposición prolongada del suelo desnudo		✓	✓		Para evitar la erosión del suelo, se respetaran los tiempos establecidos para el desmonte y despalme, o de ser posible, se reducirán.	Prevención	A toda la superficie del AP
			M8	Rescate del material orgánico			✓	✓	Se realizará el rescate del material orgánico a remover en el AP, con la finalidad de reutilizarlo para acondicionar los polígonos de la UDS o, en su caso, para el área permeable del proyecto.	Mitigación	61.31 toneladas de material orgánico

MEDIO	FACTOR	IMPACTO	MEDIDAS		ETAPAS DE LA PREPARACIÓN DEL SITIO EN LA QUE SE APLICARÁN LAS MEDIDAS				DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS	TIPO DE MEDIDA	CANTIDAD
					DELIMITACIÓN DEL SITIO	DESMONTE	DESPALME	TRANSPORTE DEL MATERIAL			
		Contaminación del suelo	M9	Manejo de residuos	✓	✓	✓	✓	Durante las actividades del proyecto y en todo momento, se tendrá especial cuidado en el manejo de los RSU y RP.	Prevención	9 contenedores para RSU y RP
	Subsuelo	Posible colapso del suelo	M6	Se apegará a las recomendaciones de la mecánica de suelos		□	□	✓	Se apegará a las recomendaciones de la mecánica de suelos.	Prevención	Se apegará a las recomendaciones de la mecánica de suelos
Biótico	Flora	Perdida de la diversidad, cobertura y abundancia vegetal	M10	Programa de rescate y reubicación de flora silvestre	✓	✓	✓	✓	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 9. PROGRAMA DE RESCATE DE FLORA), con el cual se pretende proteger y conservar especies de flora nativa mediante técnicas apropiadas para garantizar su permanencia.	Mitigación	189 individuos a rescatar y reubicar
	Fauna	Pérdida de la diversidad y abundancia, y reducción del hábitat	M11	Ahuyentamiento de fauna silvestre	✓	✓	✓	✓	Se realizarán recorridos para el ahuyentamiento de fauna silvestre, con lo que se pretende establecer un mecanismo que disipe las especies presentes en el área del proyecto, de modo que estos no sean afectados por la implementación del mismo.	Prevención	En la superficie total del área del proyecto, 0.5109 ha.
			M12	Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre	✓	✓	✓	✓	En caso de encontrar especies de fauna cuya movilidad sea difícil, se realizará el rescate y reubicación de éstas, a partir del ANEXO 10 PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA y del ANEXO 11 PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA CON ESTATUS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010.	Mitigación	En la superficie total del área del proyecto, 0.5109 ha.
Perceptual	Paisaje	Modificación del paisaje	M13	Pláticas de concientización ambiental	✓	✓	✓	✓	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.	Prevención	1 vez a la semana, durante el periodo de dos meses para el proyecto
			M14	Colocación de carteles preventivos	✓				No se permitirá molestar o atrapar ejemplares de fauna silvestre por los trabajadores y/o personas desconocidas. Por lo que se colocarán carteles o letreros preventivos sobre el cuidado y respeto hacia la flora y la fauna silvestre.	Prevención	4 carteles en toda el área de 0.9463 ha.
			M15	Limpieza y retiro de la maquinaria				✓	Se retirará la maquinaria y se llevará a cabo la limpieza del área del proyecto, removiendo todos aquellos objetos que no sean propios de la naturaleza del sitio intervenido.	Mitigación	En la superficie total del área del proyecto, 0.9463 ha.
		Pérdida de las condiciones naturales	M16	Plantación con especies nativas				✓	El proyecto contempla la implementación de un Programa de Plantación para compensar la pérdida de captura de carbono que se dará por el cambio de uso de suelo (ANEXO 12. PROGRAMA DE PLANTACIÓN Y OBRAS DE CONSERVACIÓN).	Compensación	605 individuos a plantar

VI.1.3 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.1.3.1 AGUA

De acuerdo a las estimaciones del balance hídrico presentado en el capítulo IV de este estudio, sabemos que en la superficie del SA se presenta una infiltración de -1,201,790.79 m^3 de agua cada año; así mismo, respecto al área del proyecto correspondiente a 0.5109 ha., con una precipitación de 485.1 mm, se tiene una infiltración de 66.95 m^3 de agua anualmente.

Cuadro VI.4. Comparativo de infiltración del Sistema ambiental, Área de influencia y Área del proyecto.

SISTEMA AMBIENTAL (m^3/año)		
Balance hídrico	**m^3/año**	**%**
Volumen precipitado	18,143,418.17	100.00
Volumen EVT	17,191,133.14	94.75
Volumen escurrimiento	2,154,075.82	11.87
Volumen infiltración	**-1,201,790.79**	**-6.62**

BH	**1**

ÁREA DE INFLUENCIA (m^3/año)		
Balance hídrico	**m^3/año**	**%**
Volumen precipitado	237,527.27	100.00
Volumen EVT	225,060.29	94.75
Volumen escurrimiento	28,678.06	12.07
Volumen infiltración	**-16,211.08**	**-6.82**

BH	**1**

ÁREA DEL PROYECTO (m^3/año)		
Balance hídrico	**m^3/año**	**%**
Volumen precipitado	2,478.38	100.00
Volumen EVT	2,348.29	94.75
Volumen escurrimiento	63.14	2.55
Volumen infiltración	**66.95**	**2.70**

BH	**1**

Al realizar la proyección del balance hídrico una vez llevado a cabo el CUS, tenemos como resultado un aumento en el escurrimiento de 63.14 m^3 a 296.37 m^3 y por ende una disminución en el volumen de agua que se infiltra, pasando de 66.95 m^3 a -166.28 m^3, y debido a que dicha cantidad no puede considerarse negativa, a partir de este momento se le considerará como un valor de 0 m^3:

Cuadro VI.5. Pérdida de la infiltración con el proyecto

Infiltración	Volumen (m^3/año)
Infiltración actual	66.95
Infiltración con remoción	0.00
Infiltración a compensar	**66.95**

Por lo tanto, la cantidad de agua que se perderá con la ejecución del proyecto es de 66.95 m^3.

A continuación, se presentan las medidas a ejecutar para los impactos estimados.

INDICADOR DE IMPACTO: POSIBLE CONTAMINACIÓN DEL AGUA

MEDIDAS DE PREVENCIÓN

RESTRINGIR LAS ACTIVIDADES SÓLO AL ÁREA DEL PROYECTO

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 estimados para la delimitación de la superficie del AP se presentan a continuación:

Cuadro VI.6. Costos para la delimitación del área del proyecto.

COLOCACIÓN DE UNA BARRERA DE SACOS DE ARENA

De la mano con la medida anterior, la colocación de una barrera de sacos de arena impedirá la *posible inundación* al área del proyecto, en caso de que las condiciones meteorológicas lo suscitaran así. Los costos estimados para la realización de esta medida, se presentan a continuación:

Cuadro VI.7. Costos para la colocación de una barrera de sacos.

La barrera se colocará en el perímetro norte del AP, como se muestra en la siguiente figura:

Figura VI.1. Acomodo de una barrera de sacos de arena.

INDICADOR DE IMPACTO: PÉRDIDA DE INFILTRACIÓN

MEDIDAS DE COMPENSACIÓN

- **OBRAS DE CONSERVACIÓN PARA EL AGUA**

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 plantación por lo que el número de piezas por hectárea debe ser acorde a la densidad de plantas a plantar, 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:

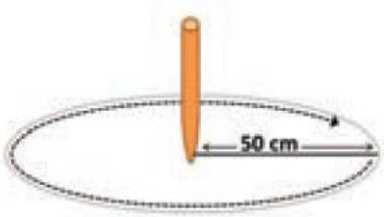


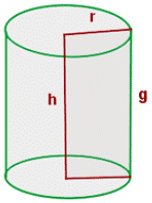
Imagen VI.2. Ejemplo del trazo de una terraza.

Precipitación

Se considera una precipitación promedio de 485.1 mm, correspondientes a 64.8 días de lluvia al año, de acuerdo a la estación meteorológica de influencia 21083 Tehuacán.

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 en 4 polígonos dentro de la Unidad Deportiva Sur, lugar que tiene por estación meteorológica de influencia la 21083 Tehuacán y cuya precipitación es de 485.1 mm, lo que quiere decir que por cada 1m^2 llueve dicha cantidad.

Con el valor de precipitación anterior tenemos que:

485.1 mm = 485.1 litros / año en 1 m^2

Y si recordamos, la superficie que ocupa una terraza individual circular es de 0.7854 m^2, por lo tanto, la cantidad que cada terraza capturaría se obtiene con una regla de 3:

485.1 litros/año - 1 m^2

¿? - 0.7854 m^2

= 381 litros/año

Entonces, cada terraza individual construida en la Unidad Deportiva Sur va a capturar 381.00 litros de agua al año

Para conocer la cantidad de terrazas individuales que necesitamos para compensar la pérdida de los **66.95 m^3** tenemos que:

66.95 m^3 de agua = 66,950 litros

Y si cada terraza individual va a capturar 381 litros de agua:

66,950 litros / 381 litros = 176 terrazas individuales.

De acuerdo al "*Estudio hidrológico de los escurrimientos pluviales que inciden en el predio donde se pretende construir "Mi bodega Aurrera Tehuacán Libramiento" en Tehuacán, Puebla",* la cantidad promedio de lluvia máxima que cae en un día es de 51.51 mm, por lo que no habría desbordamiento de la capacidad de captación de las terrazas.

Por lo tanto, para compensar la pérdida de los **66.95 m^3** de agua que se ocasionará por el cambio de uso de suelo, se requiere de la construcción de **176 terrazas individuales**.

Condiciones de las obras

Es importante mencionar que las terrazas que se construirán tendrán un talud estabilizado, como se muestra en la imagen siguiente:

Imagen VI.4. Terraza individual con taludes estabilizados

UBICACIÓN DE LAS MEDIDAS:

Como se ha mencionado, las terrazas individuales se realizarán para las especies a reubicar en la Unidad Deportiva Sur, por lo tanto, ese lugar es la ubicación de estas obras.

COSTOS

Para la determinación de los costos de las actividades, se tomó en cuenta el **ACUERDO[1] mediante el cual se expiden los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación**[iii]. Los costos se presentan a continuación:

Cuadro VI.11. Costos estimados para la construcción de las terrazas individuales del recurso agua.

MANTENIMIENTO

Se estima una vida útil de 3 años para las terrazas individuales, razón por la cual se realizarán 2 mantenimiento anuales para garantizar la compensación del recurso agua. Dicho mantenimiento consistirá en el deshierbe de la terraza y el reacomodo de la tierra alrededor de la misma. A continuación, se presentan los costos estimados para esta actividad:

Cuadro VI.11. Costos estimados para el mantenimiento de las terrazas individuales del recurso agua.

[1] Comisión Nacional Forestal, ACUERDO mediante el cual se expiden los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación, Diario Oficial, jueves 31 de julio de 2014.

VI.1.3.2 AIRE

INDICADOR DE IMPACTO: SUSPENSIÓN DE PARTÍCULAS Y POSIBLE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA AMBIENTAL

MEDIDAS DE PREVENCIÓN

- **HORARIOS DE TRABAJO BAJO NORMATIVA**

Durante el periodo de operación y mantenimiento enfocado al cambio de uso de suelo se establecerán horarios de trabajo fijos señalados por las normas oficiales aplicables vigentes, con lo que se busca establecer un ritmo de trabajo a modo de que exista un balance entre el AP y la suspensión de partículas y el confort sonoro, además se busca que los trabajadores no sean sometidos a periodos largos y continuos de trabajo que pudieran ocasionar accidentes en el aspecto laboral.

PERSPECTIVA DE ÉXITO

Con el establecimiento de los horarios fijos para los trabajadores, no existirá un exceso en la suspensión de partículas, además, se evitarán accidentes en el aspecto labora, que pudieran ser ocasionados por falta de descanso en los trabajadores.

- **MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO**

Como la medida lo indica se le dará mantenimiento a la maquinaria y al equipo a utilizar, esto será realizado previamente a las actividades del proyecto, pero fuera de dicha superficie, en caso necesario se deberán utilizar kits-antiderrame para la carga de combustible, evitando así la generación innecesaria de partículas y la contaminación del suelo.

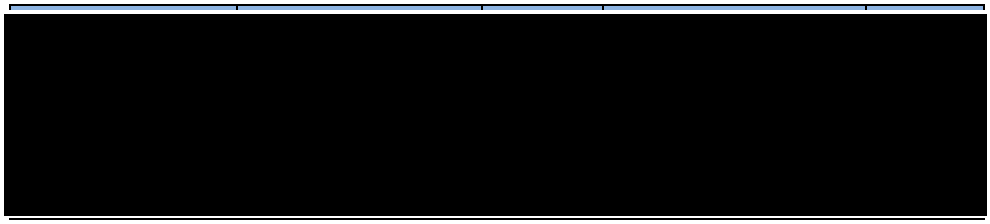
PERSPECTIVA DE ÉXITO

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.

COSTOS

Los costos para el mantenimiento de la maquinaria y equipo se presentan a continuación:

Cuadro VI.8. Costos estimados para el mantenimiento de la maquinaria y equipo.



HUMEDECIMIENTO DE SUPERFICIES

Debido al tipo de actividad principal a realizar, se prevé la generación de partículas suspendidas (polvo), mismas que tendrían un impacto directo a la atmosfera, por lo que se contempla el humedecimiento de aquellas zonas en donde exista la probabilidad de generación de dichas partículas de modo que *no se rebasen aquellos límites permisibles establecidos por las diversas normas legales aplicables*, **esta actividad estará a cargo de la misma empresa promovente.**

En la imagen siguiente, se muestra un diagrama de lo que ocurrirá al realizar riegos en la zona del AP, pues el agua provocará una compactación temporal, lo que evitará la erosión de la misma.

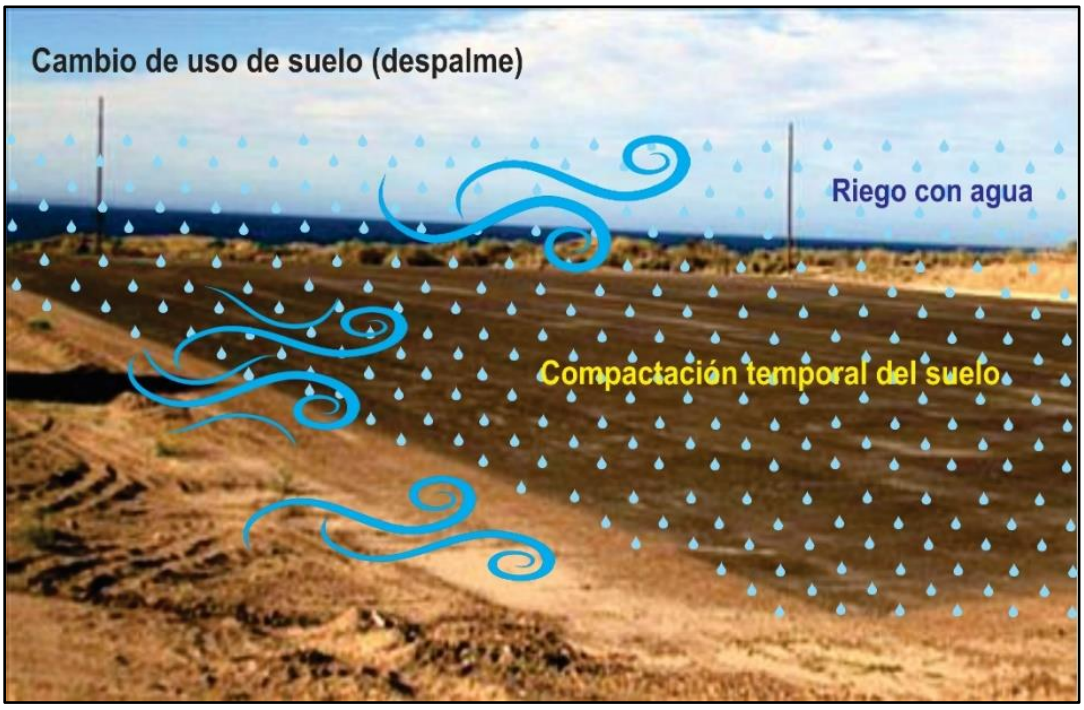


Imagen VI.5. Ejemplo del humedecimiento en el AP.

Esta medida se realizará en caso de que el proyecto se lleve a cabo en época de estiaje o en los lugares en donde exista una mayor generación de partículas suspendidas, por ende, en periodos de lluvias esta actividad no se llevará acabo.

PERSPECTIVA DE ÉXITO

La ausencia de polvos suspendidos en el ambiente demostrará la eficacia de la medida aplicada. Ejemplos del éxito de dicha prueba son los riegos que se realizaron en el Proyecto Parque eólico PIER 220 del año 2018, el ejemplo se presenta en la imagen:

Imagen VI.6. Parque eólico PIER 220 año 2018, humedecimiento de las áreas con suspensión de partículas.

COSTOS

Se presenta la estimación de los costos para llevar a cabo la medida:

Cuadro VI.9. Costos estimados para el humedecimiento de las superficies.

[redacted]

Nota: Esta medida será considerada únicamente si se realiza el CUS en periodos de estiaje.

VI.1.3.3 SUELO

De acuerdo con la estimación de la erosión presentada en el capítulo IV, tenemos una erosión actual en el área del proyecto de 9.62 ton/año, de las cuales 0.37 ton/año corresponden a la hídrica y 9.25 ton/año para la eólica.

Cuadro VI.10. Erosión actual en el AP.

TIPO DE EROSIÓN	EROSIÓN ACTUAL TON/AÑO
Hídrica	0.37
Eólica	9.25
Total	**9.62**

Al realizar la estimación una vez removida la vegetación en el AP, la erosión hídrica aumenta a 1.49 ton/año y la eólica aumenta a 36.98 ton/año, lo que quiere decir que la erosión con la remoción de la vegetación aumenta a 38.47 ton/año.

Cuadro VI.11. Erosión en el AP sin vegetación.

TIPO DE EROSIÓN	EROSIÓN ACTUAL TON/AÑO	EROSIÓN CON REMOCIÓN TON/AÑO
Hídrica	0.37	1.49
Eólica	9.25	36.98
Total	**9.62**	**38.47**

Por lo tanto, la erosión total que se generaría con la realización del proyecto es de 28.85 ton/año, cantidad que resulta de la erosión con remoción menos la erosión actual y que se deberá compensar.

A continuación, se presentan las medidas a ejecutar para los impactos estimados.

INDICADOR DE IMPACTO: AUMENTO DE LA EROSIÓN Y PÉRDIDA DEL MATERIAL ORGÁNICO

MEDIDAS DE PREVENCIÓN

EVITAR LA EXPOSICIÓN PROLONGADA DEL SUELO DESNUDO

Para impedir la exposición prolongada del suelo desnudo y que éste pierda calidad, se realizarán las actividades de cambio de uso de suelo apegadas a la calendarización propuesta.

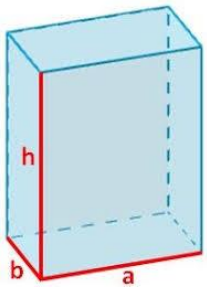
PERSPECTIVA DE ÉXITO

Para impedir la erosión del suelo por escurrimiento o por acción del viento, en la medida de lo posible se deberá reducir el tiempo entre el desmonte y el despalme, o en su caso, respetar los tiempos establecidos por la calendarización presentada.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN

RESCATE DEL MATERIAL ORGÁNICO

Se realizará el rescate del material orgánico resultado del despalme del área del proyecto. La estimación del volumen a extraer se realiza considerando el supuesto de que el área es una figura geométrica rectangular, aplicando la siguiente fórmula:



$$V = b * a * h$$

Imagen VI.7. 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 área del proyecto, y la altura es un estimado de la profundidad que podría tener el suelo, sin embargo, **como las condiciones no son regulares, se considerará una medida de 1 cm únicamente para la estimación.**

$$V = Área\ de\ cambio\ (m^2) * profundidad\ del\ suelo\ (m)$$

El volumen de suelo se calcula de la siguiente forma:

$$V = 5{,}109\ m^2 * 0.01\ m$$
$$V = 51.09\ m^3$$

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[iv], se identificó una densidad aparente de 1.2 g/cm3.

$$V_{ton} = 51.09\ m^3 * 1.2\ g/cm^3$$
$$V_{ton} = 61.31\ toneladas$$

Por lo tanto, de las 0.5109 ha. que se requieren para ejecutar el proyecto, se rescatarán 61.31 ton., lo que compensará la pérdida de las 28.85 toneladas. Se considera que la maquinaria utilizada para realizar esta actividad será una excavadora o retroexcavadora y camiones de transporte tipo volteo.

Cuadro VI.12. Volumen del material orgánico a extraer

Obra propuesta	Superficie del AP (ha)	Erosión Total en el AP (ton)	Profundidad del suelo (cm)	Toneladas por hectárea a obtener	Azolve Total rescatado (ton)
Rescate de material orgánico	0.5109	28.85	1.00	120	61.31
TOTAL	**0.5109**	**28.85**	**-**	**-**	**61.31**

El procedimiento para su extracción, así como los tiempos en los que se llevará a cabo se describen a detalle en el Programa de rescate y resguardo del material orgánico que se presenta en el ***ANEXO 8. PROGRAMA DE RESCATE DEL MATERIAL ORGÁNICO.***

Es importante señalar que, debido a las condiciones del sitio, las 61.31 toneladas a remover pueden encontrarse de manera irregular dentro del predio, es decir, que en algunas partes se encuentre mayor profundidad del suelo y por lo tanto más cantidad a rescatar y que en otras no se encuentre cantidad.

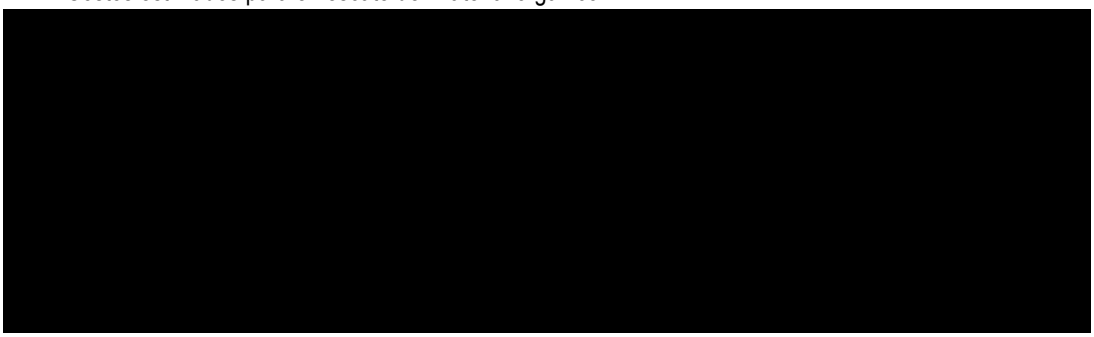
EMPLEO DEL MATERIAL ORGÁNICO

Este material será utilizado para acondicionar la superficie en donde se llevará a cabo la plantación, dentro de la Unidad Deportiva Sur. El material que no se utilice será utilizado para conformación de las áreas verdes y área de gravilla (permeable).

COSTOS

A continuación, se presenta una estimación de los costos que se tendrán para aplicar esta medida.

Cuadro VI.11. Costos estimados para el rescate del material orgánico.



INDICADOR DE IMPACTO: CONTAMINACIÓN DEL SUELO

Aunque este impacto no es estimado dentro del análisis del capítulo V, ya que no se considera como un efecto que vaya a tener relevancia o permanencia dentro del proyecto, se proponen medidas preventivas, ya que su objetivo es prevenir afectaciones al ambiente a corto, mediano y largo plazo.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN

MANEJO DE RESIDUOS

La ejecución del proyecto, provocará la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y Residuos Peligrosos (RP). Cada uno de estos tendrá su manejo especial, como se describe a continuación:

- **Residuos sólidos urbanos (RSU)**

Este tipo de residuos se generarán a raíz de la preparación y consumo de alimentos (restos de comida, botellas, bolsas, papel, etc.) por los trabajadores durante el desarrollo de las obras.

De acuerdo con el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos del año 2020 de la SEMARNAT[2], en México una persona genera al día alrededor de 0.944 kg de basura. Bajo este entendido, si durante el desarrollo de las obras trabajaran alrededor de 80 personas, se estima entonces que se producirán diariamente 75.52 kilogramos.

[2] Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2020). Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos. Archivo digital en PDF consultado en línea en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf

Para conocer la cantidad de residuos que se generarán con el proyecto, hay que recordar que éste considera un periodo de 2 meses para ser ejecutado, de los cuáles los días laborables serán únicamente de lunes a viernes, por lo tanto, se considera que en 40 días laborables se llevará a cabo el proyecto, generando la cantidad de 37.76 kg de residuos sólidos urbanos. Lo anterior se presenta de manera resumida en el siguiente cuadro:

Cuadro VI.11. Estimación de los residuos sólidos urbanos.

Residuos sólidos urbanos (RSU)		
Concepto	**Cantidad**	**Unidad**
Generación de residuos x día x persona	0.944	kg
Número de trabajadores	40	trabajadores
Generación de residuos x día	37.76	kg
Tiempo estimado para el proyecto	2	meses
Días laborables en el periodo de tiempo	40	días
Generación total de residuos	**3,020.80**	**kg**

La recolección, transporte y disposición final de este tipo de residuos estará a cargo del servicio de limpia municipal, o bien, por una empresa legalmente conformada contratada para tal fin.

El almacenamiento temporal de estos residuos se llevará a cabo en contenedores debidamente identificados, asignados con etiquetas correspondientes al tipo de residuos que serán depositados. Los contenedores se ubicarán en el "Almacén de residuos sólidos urbanos".

- **Residuos peligrosos (RP)**

Como en el caso anterior, de acuerdo con el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos del año 2020 de la SEMARNAT[3], en México, **una pequeña empresa genera al año alrededor de 400 kg de residuos peligrosos, esta es la cantidad que se tomará como máxima a generar con la ejecución del proyecto.**

Los principales residuos peligrosos que se producirían serían: envases que contuvieron materiales peligrosos, tales como aceites y/o grasas, materiales que estuvieron en contacto o están impregnadas con sustancias peligrosas como trapos, estopas, artículos de limpieza, etc., y en caso de que suceda, suelos donde se tuvieron derrames de sustancias peligrosas como combustibles, solventes, etc.

Como en el caso de los RSU, éstos residuos se almacenarán temporalmente en el "Almacén de residuos peligrosos". A continuación, se presentan las coordenadas en formato UTM WGS84 y el plano de ubicación de las obras temporales, en donde, de color verde se observa el sitio para el almacén de residuos peligrosos y sólidos urbanos.

[3] Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2020). Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos. Archivo digital en PDF consultado en línea en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf

Cuadro VI.11. Coordenadas UTM WGS84 de las obras temporales.

ALMACÉN DE MAQUINARIA		
SUPERFICIE 181 m²		
NO	X	Y
1	671164.68	2039807.77
2	671166.93	2039792.03
3	671167.79	2039781.71
4	671158.68	2039781.53
5	671154.80	2039806.32

ALMACÉN DE MATERIALES Y HERRAMIENTA		
SUPERFICIE: 9 m²		
NO	X	Y
1	671167.65	2039781.66
2	671164.89	2039781.63
3	671164.55	2039784.77
4	671167.43	2039784.92

SANITARIO PORTÁTIL		
SUPERFICIE 6 m²		
NO	X	Y
1	671155.26	2039803.93
2	671154.84	2039806.21
3	671157.36	2039806.58
4	671157.79	2039804.24

ALMACÉN TEMPORAL DEL MATERIAL ORGÁNICO Y DE RESIDUOS DE LA PREPARACIÓN DEL SITIO		
SUPERFICIE 40 m²		
NO	X	Y
1	671157.42	2039806.62
2	671164.69	2039807.76
3	671165.50	2039802.15
4	671158.53	2039801.29

ALMACÉN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS		
SUPERFICIE: 8 m²		
NO	X	Y
1	671161.46	2039781.63
2	671158.73	2039781.52
3	671158.31	2039784.32
4	671161.03	2039784.40

ALMACÉN DE RESIDUOS PELIGROSOS		
SUPERFICIE 6 m²		
NO	X	Y
1	671167.52	2039784.93
2	671164.53	2039784.75
3	671164.49	2039786.75
4	671167.37	2039786.79

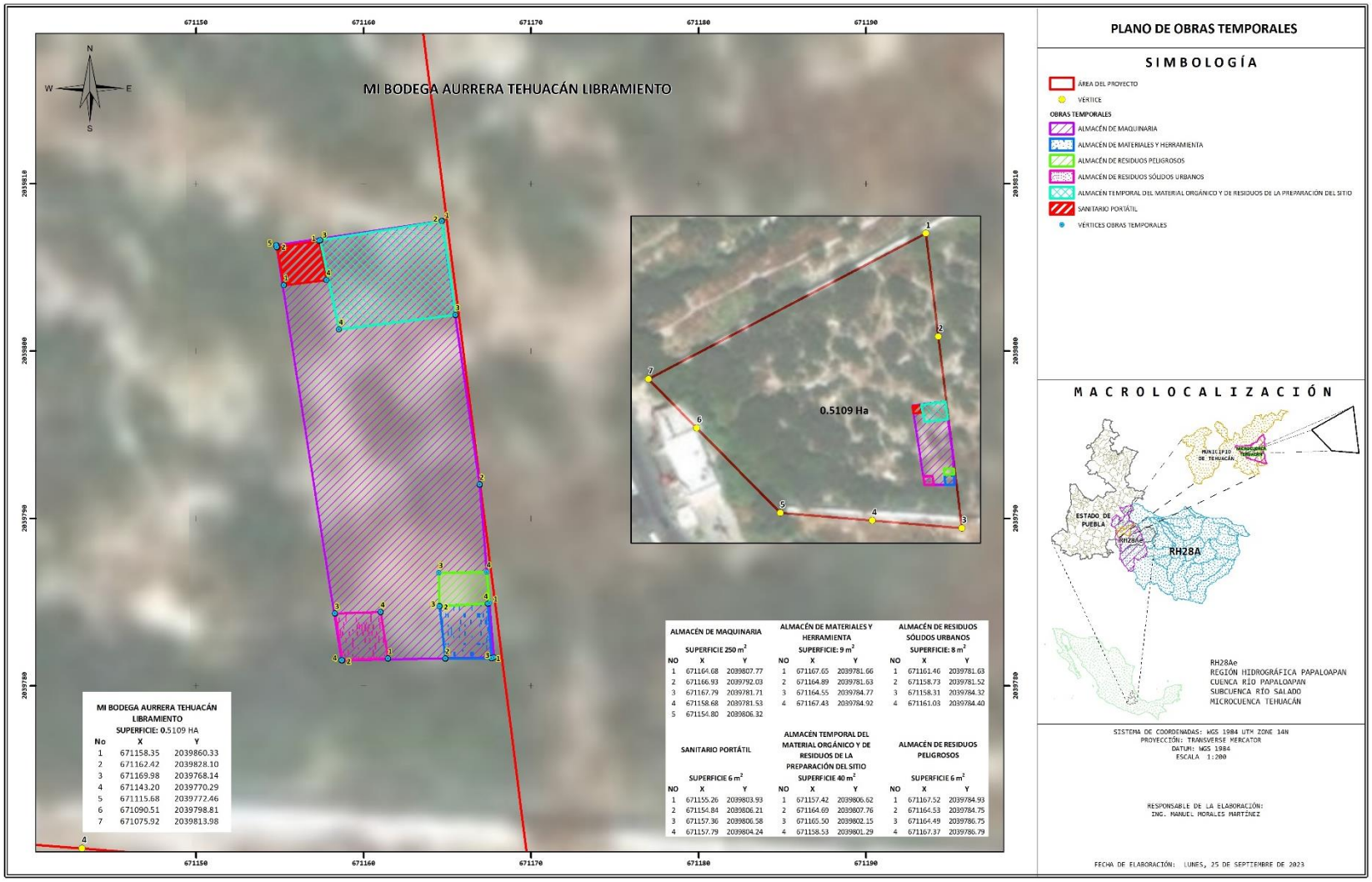


Figura VI.2. Plano de ubicación de las obras temporales.

PERSPECTIVA DE ÉXITO

La supervisión de esta medida aumentará en gran porcentaje su grado de éxito.

Imagen VI.8. Parque eólico PIER 220 año 2018-2019, colocación de contenedores de residuos sólidos urbanos.

COSTOS

La estimación de los costos para la colocación de contenedores para el manejo de residuos, se presenta a continuación:

Cuadro VI.13. Costos estimados para el manejo de residuos

[redacted]

VI.1.3.1 SUBSUELO

De acuerdo a la información del Atlas de riesgo del municipio de Tehuacán, el área del proyecto se ubica en una zona susceptible a colapso:

Cuadro VI.14. Índice de riesgos y vulnerabilidades del AP. Fuente: Gobierno de Tehuacán. (2021). Atlas de Riesgo Municipal Tehuacán, Puebla. CENAPRED. SEDATU. Página web consultada en http://atlasderiesgo.tehuacan.gob.mx/portal-atlas-riesgo/atlas.html

Riesgos	Grado
Inundaciones	Valor medio
Tormentas eléctricas	Valor bajo
Granizo	Valor bajo
Temperaturas mínimas	Valor alto
Temperaturas máximas	Valor medio
Sísmico	Valor medio
Inflamables	Valor medio
Incendios forestales	Valor bajo
Subsidencia y hundimientos	Valor alto
Concentraciones masivas	Valor más bajo
Relleno sanitario	Valor más bajo
Vulnerabilidades	**Grado**
Carencias sociales	Valor más bajo
Índice de vulnerabilidad social	Valor más bajo
Índice de vulnerabilidad física	Valor más bajo
Grado de marginación	Valor más bajo
Discapacidad	Valor más bajo
Hacinamiento	Sin dato
Pobreza	Valor más bajo

INDICADOR DE IMPACTO: POSIBLE COLAPSO DEL SUELO

MEDIDA DE PREVENCIÓN

HUMEDECIMIENTO DE SUPERFICIES: SE APEGARÁ A LAS RECOMENDACIONES DE LA MECÁNICA DE SUELOS

Al finalizar las actividades de cambio de uso de suelo, se contempla se contempla la ejecución de riegos con agua en la superficie, con la finalidad de estabilizar el suelo después del movimiento y extracción del despalme, y apertura de caja para poder prevenir su posible colapso. Lo anterior se realizará tomando en cuenta las recomendaciones del estudio de mecánica de suelos del proyecto, que es aplicable para la etapa de preparación del sitio y construcción y no es competencia del cambio de uso de suelo.

Esta actividad estará a cargo de la misma empresa promovente.

PERSPECTIVA DE ÉXITO

El humedecimiento del suelo generará en éste una saturación para llegar a cierto grado de compactación y posteriormente aplicar las medidas recomendadas por la mecánica de suelos relacionadas al posible colapso del suelo.

COSTOS

Tal como se informó al inicio, esta actividad se ejecutará al finalizar las actividades de cambio de uso de suelo, por lo tanto, no se omite señalar que los costos asociados formarán parte de etapas posteriores del alcance de este estudio, por lo que todo lo asociado a esta compete a la promovente.

VI.1.3.2 FLORA

De acuerdo a la información presentada en el Capítulo IV del estudio, en el área del proyecto se cuenta con una cantidad de 1,499 individuos del estrato arbóreo, 528 individuos del estrato de epífitas y/o cactáceas y 62,091 individuos del estrato herbáceo.

Imagen VI.9. Características de la vegetación en el 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.**

INDICADOR DE IMPACTO: PÉRDIDA DE DIVERSIDAD, COBERTURA Y ABUNDANCIA VEGETAL

MEDIDAS DE MITIGACIÓN

PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA

Se pondrá en operación un programa de rescate y reubicación de vegetación que considere las especies susceptibles de ser rescatadas, a partir del conjunto que conforman la vegetación natural del área seleccionada para el proyecto. A continuación, se presenta el listado de las especies que fueron seleccionadas para el programa:

Cuadro VI.15. Especies propuestas para su rescate y reubicación.

ESTRATO ARBÓREO							
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N**	**% RESCATE**	**TOTAL DE INDIVIDUOS**
1	Fabaceae	*Parkinsonia*	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	17	**13%**	2
2	Fabaceae	*Prosopis*	*Prosopis laevigata*	Mezquite	153	**12%**	18
ESTRATO CACTÁCEAS Y EPÍFITAS							
3	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	26	**62%**	16
4	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	349	**32%**	112
5	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia tomentosa*	Nopal	128	**32%**	41
TOTAL					**672**		**189**

Por lo tanto, se rescatarán y reubicarán 189 individuos pertenecientes a los estratos arbóreo, y de cactáceas.

El número de individuos anterior corresponde a los extrapolados de acuerdo a los sitios de muestreo, por lo que es probable que exista una variación en los encontrados en campo, sin embargo, se deberán de tomar las **medidas necesarias para cumplir con las metas establecidas.**

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 90% de los mismos.

Ejemplos de éxito de la correcta aplicación de esta medida son el rescate y reubicación de las especies del proyecto denominado “Documento Técnico Unificado (DTU) del trámite de cambio de uso de suelo forestal, modalidad A, para la Construcción y operación del CRIT, en el municipio de Apetatitlán de Antonio de Carvajal, Tlaxcala”.

Imagen VI.10. Rescate y reubicación de los individuos propuestos en el Documento Técnico Unificado (DTU) del trámite de cambio de uso de suelo forestal, modalidad A, para la Construcción y operación del CRIT, en el municipio de Apetatitlán de Antonio de Carvajal, Tlaxcala.

UBICACIÓN

El área para la reubicación de las especies constara de una superficie desprovista de vegetación, en la periferia de un campo deportivo dentro de la Unidad Deportiva Sur, con un área de 0.7150 ha. A continuación, se presenta el plano y las coordenadas y de ubicación:

Cuadro VI.16. Coordenadas UTM WGS84 de los polígonos dentro de la Unidad Deportiva Sur.

PLANTACIÓN Y REUBICACIÓN DE FLORA					
POLÍGONO	**SUPERFICIE**	**UM**	**NO**	**X**	**Y**
1	0.1623	HA	1	671102.21	2038179.4
			2	671082.21	2038261.56
			3	671102.54	2038263.19
			4	671120.66	2038188.24
2	0.1188	HA	1	671125.51	2038310.99
			2	671128.22	2038321.66
			3	671133.24	2038329.96
			4	671140.54	2038336.55
			5	671152.8	2038343.05
			6	671171.41	2038343.61
			7	671182.01	2038340.38
			8	671193.36	2038329.17
3	0.3105	HA	1	671265.79	2038227.77
			2	671264.01	2038261.14
			3	671284.91	2038267.24
			4	671274.74	2038307.03
			5	671338.52	2038314.58
			6	671328.78	2038280.78
			7	671310.64	2038264.51
4	0.1234	HA	1	671152.57	2038205.57
			2	671151.2	2038208.48
			3	671219.86	2038226.8
			4	671217.29	2038214.27
			5	671202.57	2038198.43
			6	671184.29	2038192.41
			7	671166.98	2038195.98
			8	671157.56	2038201.49
SUPERFICIE TOTAL	**0.7150**	**HA**			

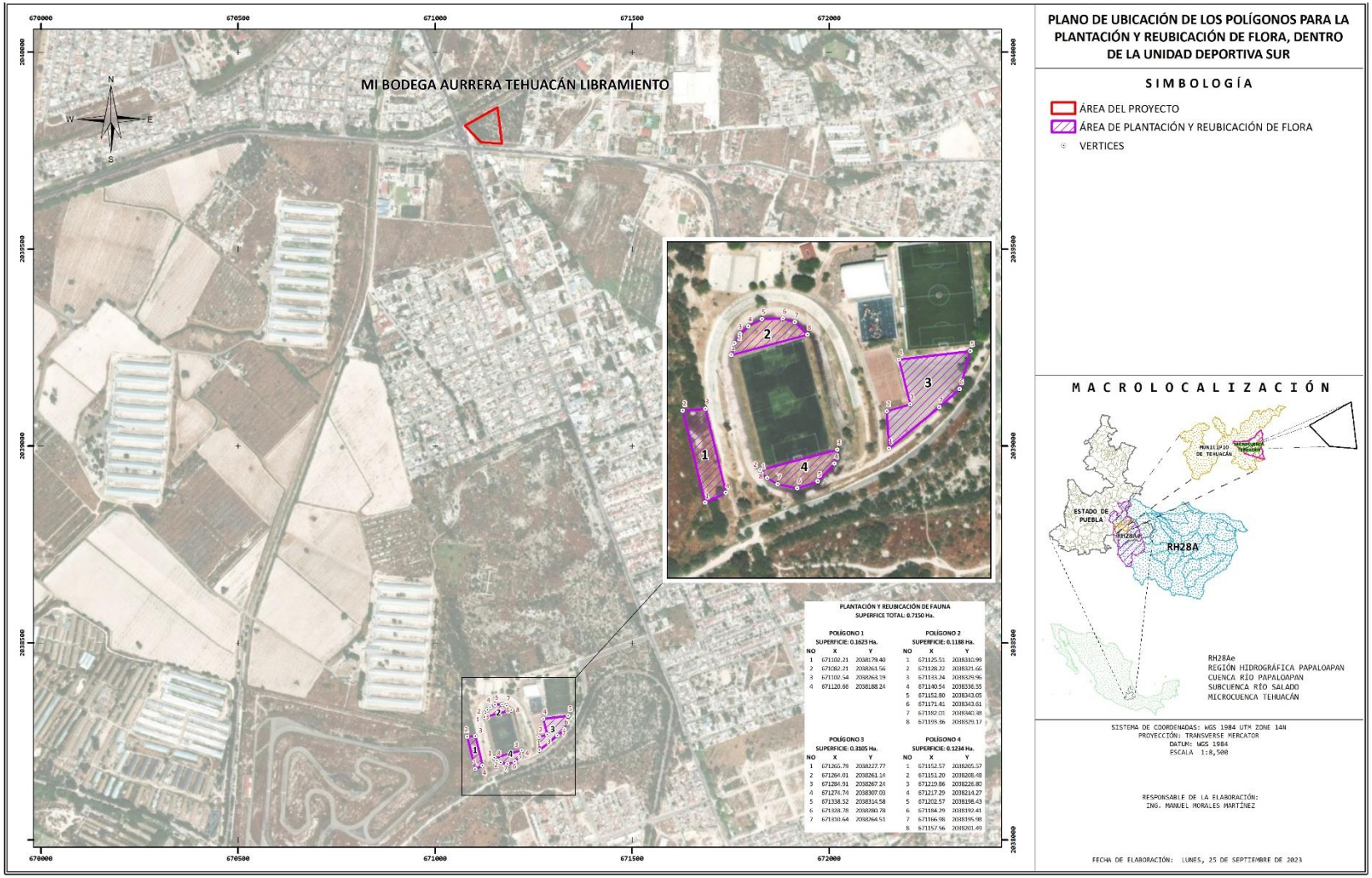


Figura VI.3. Plano de los polígonos para la reubicación de individuos de flora.

COSTOS

Los costos estimados para ejecutar el programa se presentan a continuación:

Cuadro VI.17. Costos estimados del rescate y reubicación de las especies de flora.

[redacted]

MANTENIMIENTO

El mantenimiento se debe llevar a cabo con la finalidad de asegurar la supervivencia propuesta en el programa. Las actividades a realizar pueden incluir riego, deshierbe, fertilización y eliminación de pudriciones. En casos extremos, como con la detección de pudriciones avanzadas, la planta debe ser extraída y tratada hasta su recuperación. Esta actividad se realizará durante el rescate de flora y en los 5 años posteriores a la ejecución del proyecto.

Imagen VI.11. Ejemplo de las actividades post-reubicación.

COSTOS

Los costos estimados para el mantenimiento de la flora recatada se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro VI.18. Costos estimados del mantenimiento de la flora rescatada.

Para mayor detalle, se presenta el **Programa de rescate y reubicación de flora en el Anexo 9** del capítulo VIII.

VI.1.3.3 FAUNA

La fauna tiene menores consecuencias por el cambio de uso de suelo, debido a su gran movilidad, sin embargo, el grupo más susceptible será la herpetofauna. Durante los transectos recorridos por todas las áreas de cambio de uso de suelo, se reporta lo siguiente:

- Reptiles – 2 especies con 8 individuos.
- Aves – 11 especies con 32 individuos.
- Mamíferos – 3 especies con 5 individuos.

INDICADOR DE IMPACTO: PÉRDIDA DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA, Y REDUCCIÓN DEL HÁBITAT

MEDIDAS DE PREVENCIÓN

AHUYENTAMIENTO DE FAUNA SILVESTRE

El proyecto cuenta con un Programa de Ahuyentamiento de Fauna cuyo objetivo es prevenir los posibles impactos ambientales negativos hacia la fauna en donde se desarrollará el proyecto, con especial énfasis hacia los organismos vertebrados, crías en nidos o aquellos que ocupan hábitats muy particulares (troncos huecos, principalmente).

Previo a las actividades de cambio de uso de suelo, se realizarán las medidas de prevención, que, como primer paso, consistirán en realizar el ahuyentamiento de la fauna, esto es, generar condiciones de tipo ecológico que causen estrés ambiental y por consiguiente, un desplazamiento de los animales que se encuentren en la zona a intervenir. El segundo paso es el rescate; en éste, se capturarán los organismos que no puedan migrar por el ahuyentamiento o que tengan un lento desplazamiento. El tercer paso, muy ligado al segundo, es la reubicación de los organismos capturados en un lugar seguro para ellos.

Con lo anterior, se establecerá un mecanismo que disipe a las especies presentes en el área del proyecto, de modo que no se vean afectadas por la ejecución del mismo.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN

PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE

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. Dentro de la fauna encontrada en el AP, ninguna presenta categoría de riesgo, sin embargo, en el programa anexo a este documento no se hace distinción del rescate de fauna silvestre con y sin estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La captura, traslado y reubicación de las especies, se realizará tomando en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Evitar al máximo la manipulación y en caso de que sea indispensable, reducir al máximo el tiempo de manejo.
- Mantener en todo momento a los organismos dentro de sus contenedores, los cuales no deberán ser expuestos directamente al sol, lluvia o condiciones extremas de frío.

- Se deberán acondicionar los contenedores con agua y vegetación con el fin de conservar la humedad para aquellos que lo requieran.
- En la medida de lo posible, se deberá tener un contenedor por cada individuo, y nunca mezclarán individuos de diferentes especies.
- Realizar las liberaciones de los individuos el mismo día de su captura, o a más tardar al día siguiente. Los horarios para llevar a cabo estas actividades deberán coincidir con los horarios de actividad propios de cada especie.

La metodología para el ahuyentamiento de las especies y en caso de que alguna especie sea rescatada, así como la calendarización de cómo se llevara a cabo esta actividad, se explica más a detalle en el anexo del programa de ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre (ANEXO 10. PROG. RESCATE FAUNA).

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.19. Cotización de material de gasto único.

[redacted]

Cuadro VI.20. Cotización de personal y activos de gasto constante.

[redacted]

El "Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre" contempla un gasto único aproximado al inicio del proyecto d[redacted]) 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 e[redacted] 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 [redacted]

[redacted]). Aquí es importante mencionar que dicho costo incluye el ahuyentamiento, rescate y reubicación de las especies reportadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya que se utilizaría al mismo personal y al mismo material para dicha actividad.

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.

Se presentan a detalle los **Programa de rescate de fauna y el Programa de rescate de fauna con estatus en la NOM-059** del capítulo VIII (Anexos 10 y 11).

VI.1.3.1 PAISAJE

INDICADOR DE IMPACTO: MODIFICACIÓN DE LA CALIDAD ESCÉNICA

MEDIDAS DE PREVENCIÓN

- **PLÁTICAS DE CONCIENTIZACIÓN AMBIENTAL**

El supervisor ambiental impartirá pláticas e instrucciones semanales 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 semanales permitirá al personal comprender el cuidado del medio ambiente.

Imagen VI.12. Ejemplo de pláticas de concientización ambiental.

COSTOS

Los costos estimados para la impartición de pláticas de concientización ambiental semanales se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro VI.21. Costos estimados para la impartición de pláticas de concientización ambiental.

[redacted]

- **COLOCACIÓN DE CARTELES PREVENTIVOS**

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.

Imagen VI.13. Ejemplo de la colocación de carteles preventivos.

COSTOS

Los costos estimados para la colocación de carteles preventivos se presentan a continuación:

Cuadro VI.22. Costos estimados para la colocación de carteles preventivos.

[redacted]

MEDIDAS DE MITIGACIÓN

LIMPIEZA Y RETIRO DE LA MAQUINARIA

Una vez concluidas cada una de las actividades de cambio de uso de suelo, se contempla el retiro de la maquinaria implementada dentro del área del proyecto, de modo que esto permita la realización de la limpieza del mismo.

PERSPECTIVA DE ÉXITO

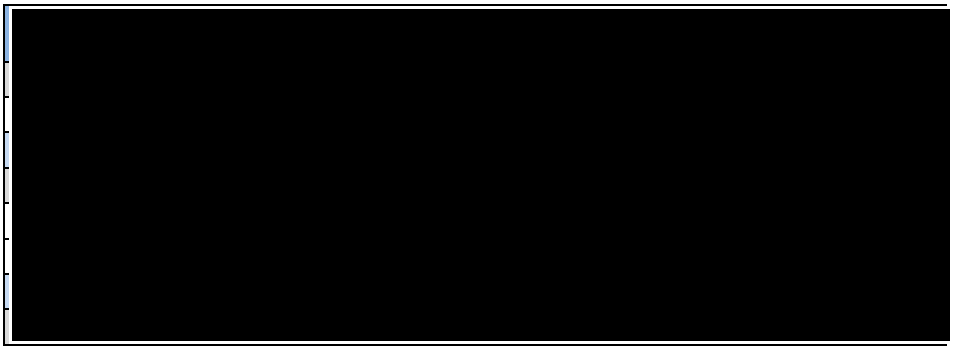
El éxito se reflejará en la ausencia de maquinaria y la ausencia de residuos.

Imagen VI.14. Parque eólico PIER 220 año 2018-2019, limpieza del área 1.

COSTOS

Los costos estimados para la limpieza y el retiro de la maquinaria se muestran en el Cuadro VI.22.

Cuadro VI.23. Costos para la limpieza y el retiro de la maquinaria.



* Costo único de adquisición de material

INDICADOR DE IMPACTO: PÉRDIDA DE LAS CONDICIONES NATURALES

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.24. 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.

Para estimar el contenido de carbono (CO_2) presente en la vegetación a remover por el CUS en el área, se usaron ecuaciones alométricas 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.

De acuerdo a las especies a remover, se eligió la ecuación alométrica de la especie que más parecido tiene a éstas, es decir, de fisonomía similar.

Cuadro VI.25. Ecuaciones alométricas usadas para determinar la biomasa de la vegetación en la superficie del AP.

FORMA DE VIDA	ESPECIE	ECUACIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	REFERENCIA	OTRAS ESPECIES
Árbol	*Acacia cochliacantha*	[Exp[-1.566]*[DBH^2.276]]	kg	Gómez, 2008	*Celtis pallida, Parkinsonia praecox, Prosopis laevigata*

En el **ANEXO 17 MEMORIAS CÁLCULO (DIGITAL)** se muestran las ecuaciones alométricas usadas en cada especie, cálculos y resultados obtenidos de dicho proceso. A continuación, se muestran los resultados obtenidos:

CARBONO EN LA VEGETACIÓN AÉREA DEL AP

Una vez elegidas las ecuaciones, se estimó la cantidad de carbono presente en la vegetación aérea del AP, los resultados se presentan a continuación:

Cuadro VI.26. Carbono presente en la biomasa aérea.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° DE ÁRBOLES TOTALES	DN PROMEDIO (cm)	ALT PROMEDIO (m)	VOLUMEN TOTAL (m^3 V.T.A.)	BIOMASA TOTAL CUS (t)	CARBONO VEGETACIÓN AÉREA (t)
Acacia farnesiana	Huizache	162	3	2	0.373	**0.315**	**0.158**
Celtis pallida	Naranjillo	9	1	2	0.000	**0.002**	**0.001**
Parkinsonia praecox	Palo verde	170	4	2	0.788	**0.699**	**0.349**
Prosopis laevigata	Mezquite	937	5	3	7.653	**7.060**	**3.530**
TOTAL		**1277**	**-**	**-**	**8.813**	**8.076**	**4.038**

Como resultado, se tiene una concentración de 4.038 ton de carbono 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 de las raíces en función de la biomasa aérea y por tipo de ecosistema, a partir de la metodología propuesta por Cairns et al (1997) citada 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. Dicho documento 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)**

Como la vegetación presente en la superficie del AP no corresponde a ninguna de las dos, se consideró la ecuación que se considera más apropiada, siendo la ecuación de bosques tropicales. Los resultados se muestran a continuación:

Cuadro VI.27. Carbono almacenado en la biomasa subterránea (raíces).

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° DE ÁRBOLES TOTALES	DN PROMEDIO (cm)	ALT PROMEDIO (m)	VOLUMEN TOTAL (m^3 V.T.A.)	BIOMASA TOTAL CUS (t)	CARBONO VEGETACIÓN AÉREA (t)	CARBONO TOTAL RAÍCES (t)
Acacia farnesiana	Huizache	162	3	2	0.373	**0.315**	**0.158**	0.352
Celtis pallida	Naranjillo	9	1	2	0.000	**0.002**	**0.001**	0.285
Parkinsonia praecox	Palo verde	170	4	2	0.788	**0.699**	**0.349**	0.421
Prosopis laevigata	Mezquite	937	5	3	7.653	**7.060**	**3.530**	1.341
		1277	**-**	**-**	**8.813**	**8.076**	**4.038**	**2.399**

Conforme a la ecuación para bosques templados, el carbono almacenado en la biomasa de las raíces de la vegetación presente en la superficie del AP es de 2.399 toneladas.

CARBONO EN EL SUELO DE LA SUPERFICIE DEL AP

Finalmente, para conocer el contenido de carbono que se encuentra en el suelo de la vegetación que se encuentra en la superficie del AP, se tomará la cantidad propuesta en la publicación de Índices de contenido y captura de carbono en áreas forestales, UNAM, México, Información citada en Ordóñez, José Antonio (2004), mencionada anteriormente.

Cuadro VI.28. 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.

De acuerdo a la información, el contenido de carbono que se almacena en el suelo de los ecosistemas de *Matorral xerófilo y vegetación semiárida* es de 60 ton/ha. y con dicha cantidad estimamos la cantidad en las 0.5109 ha del proyecto, lo que nos da como resultado un contenido de **carbono en el suelo de 31 ton.**

Cuadro VI.29. Contenido de carbono en la vegetación y suelo del AP.

VEGETACIÓN AÉREA (ton)	RAÍCES (TON)	SUELO (TON)	TOTAL A COMPENSAR
4.038	2.399	31	37.091

Por lo tanto, el contenido de carbono total que se encuentra en la superficie del CUS es de 37.091 ton., resultado de la suma de las 4.038 ton de carbono en la vegetación aérea, 2.399 ton de carbono contenido en las raíces y 31 ton de carbono en el suelo.

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 proyecto, **NO EXISTIRÁ CAPTURA DE CARBONO.**

MEDIDA DE COMPENSACIÓN

PLANTACIÓN EN LA UNIDAD DEPORTIVA SUR

Para compensar la pérdida de carbono que se tendrá con la ejecución del proyecto, se realizará una plantación de 605 individuos de *Prosopis laevigata* en la Unidad Deportiva Sur, en una superficie de 0.7150 ha., a una densidad de 3.22 m x 3.22 m con el diseño de tres bolillo, es decir, a una densidad de 1,110 plantas por hectárea. Es importante mencionar que, dentro de esa misma superficie se llevará a cabo la reubicación de las especies que se rescaten del área del proyecto.

Cuadro VI.30. Especies a plantar para la compensación de carbono.

TIPO DE MEDIDA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	SUP. A PLANTAR	NÚMERO DE INDIVIDUOS
PLANTACIÓN	*Prosopis laevigata*	Mezquite	0.715	605
REUBICACIÓN	*Prosopis laevigata*	Mezquite		18
REUBICACIÓN	*Parkinsonia praecox*	Palo verde		2
TOTAL			**0.715**	**794**

RESULTADOS

La estimación de la compensación de captura de carbono se generó con el mismo modelo empleado para estimar la cantidad de carbono que hay actualmente en la vegetación del AP. Como en el caso anterior, la estimación de la biomasa de la especie propuesta para la plantación, se realizó utilizando el modelo elegido anteriormente.

Cuadro VI.31. Ecuación alométrica para la especie a colocar en la plantación.

FORMA DE VIDA	ESPECIE	ECUACIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	REFERENCIA	OTRAS ESPECIES
Árbol	*Acacia cochliacantha*	[Exp[-1.566]*[DBH^2.276]]	kg	Gómez, 2008	*Prosopis laevigata*

Para conocer la cantidad de carbono que retendrán las 605 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.32. Acumulación de la biomasa aérea y carbono en la plantación.

ACUMULACIÓN DE BIOMASA Y CARBONO EN LA PLANTACIÓN				
AÑOS	BIOMASA ACUMULADA PLANTACIÓN (T)	CARBONO ACUMULADO PLANTACIÓN (T)	BIOMASA TOTAL CUS (T)	CARBONO TOTAL CUS (T)
1	0.130	0.131	8.076	37.091
2	0.758	0.713	8.076	37.091
3	2.339	2.108	8.076	37.091
4	5.382	4.708	8.076	37.091
5	10.438	8.928	8.076	37.091
6	18.095	15.198	8.076	37.091
7	28.970	23.966	8.076	37.091
8	43.707	35.693	8.076	37.091
9	***62.976***	***50.852***	***8.076***	***37.091***
10	87.466	69.928	8.076	37.091

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 noveno año, el contenido de carbono capturado en la plantación compensará la pérdida que se dará por la ejecución del proyecto.***

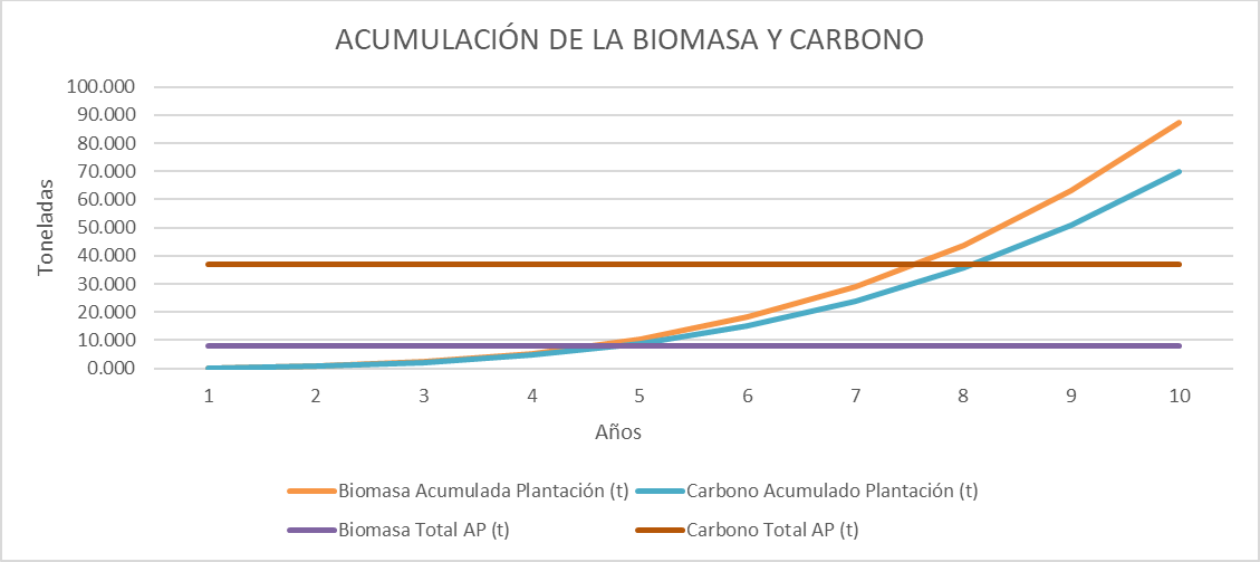


Figura VI.4. Predicción de la captura de carbono en la plantación.

En conclusión, el contenido de carbono que se perderá por la remoción de la vegetación en las 0.5109 ha que se proponen en el proyecto es de 37.091 ton., suma del carbono contenido en la vegetación aérea, biomasa de las raíces y del contenido de carbono en el suelo. Con el establecimiento de la plantación en la Unidad Deportiva Sur, equivalente a 0.7150 ha., se generarán a lo largo de 9 años 50.852 ton., lo que *compensará* la pérdida por la ejecución del proyecto.

PERSPECTIVA DE ÉXITO

Como ejemplo de éxito, la empresa Calidra de Oriente S.A. de C.V. y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) cuentan con un convenio para la reforestación, conservación y mantenimiento de 500 hectáreas de terreno deforestadas. El objetivo principal de dicho convenio es conjuntar recursos financieros y operativos de ambas partes para incentivar la creación y el fortalecimiento de mecanismos Locales de Pago por Servicios Ambientales a través de Fondos Concurrentes con el fin de reforestar las áreas indicadas en tres ejidos cercanos a la empresa.

Imagen VI.15. Reforestación en el Ejido San Jerónimo Ocotitlán (1).

Imagen VI.16. Reforestación en el Ejido San Jerónimo Ocotitlán (2).

UBICACIÓN

Como se ha mencionado, la plantación de los 605 individuos de *Prosopis laevigata,* se realizará en una superficie de 0.7150 ha. dentro de la Unidad Deportiva Sur. A continuación, se presentan las coordenadas UTM DATUM WGS84 de dicha superficie, así como su plano de ubicación.

Cuadro VI.33. Coordenadas UTM WGS84 de los polígonos dentro de la Unidad Deportiva Sur

PLANTACIÓN Y REUBICACIÓN DE FLORA					
POLÍGONO	**SUPERFICIE**	**UM**	**NO**	**X**	**Y**
1	0.1623	HA	1	671102.21	2038179.4
			2	671082.21	2038261.56
			3	671102.54	2038263.19
			4	671120.66	2038188.24
2	0.1188	HA	1	671125.51	2038310.99

PLANTACIÓN Y REUBICACIÓN DE FLORA					
POLÍGONO	**SUPERFICIE**	**UM**	**NO**	**X**	**Y**
			2	671128.22	2038321.66
			3	671133.24	2038329.96
			4	671140.54	2038336.55
			5	671152.8	2038343.05
			6	671171.41	2038343.61
			7	671182.01	2038340.38
			8	671193.36	2038329.17
3	0.3105	HA	1	671265.79	2038227.77
			2	671264.01	2038261.14
			3	671284.91	2038267.24
			4	671274.74	2038307.03
			5	671338.52	2038314.58
			6	671328.78	2038280.78
			7	671310.64	2038264.51
4	0.1234	HA	1	671152.57	2038205.57
			2	671151.2	2038208.48
			3	671219.86	2038226.8
			4	671217.29	2038214.27
			5	671202.57	2038198.43
			6	671184.29	2038192.41
			7	671166.98	2038195.98
			8	671157.56	2038201.49
SUPERFICIE TOTAL	**0.7150**	**HA**			

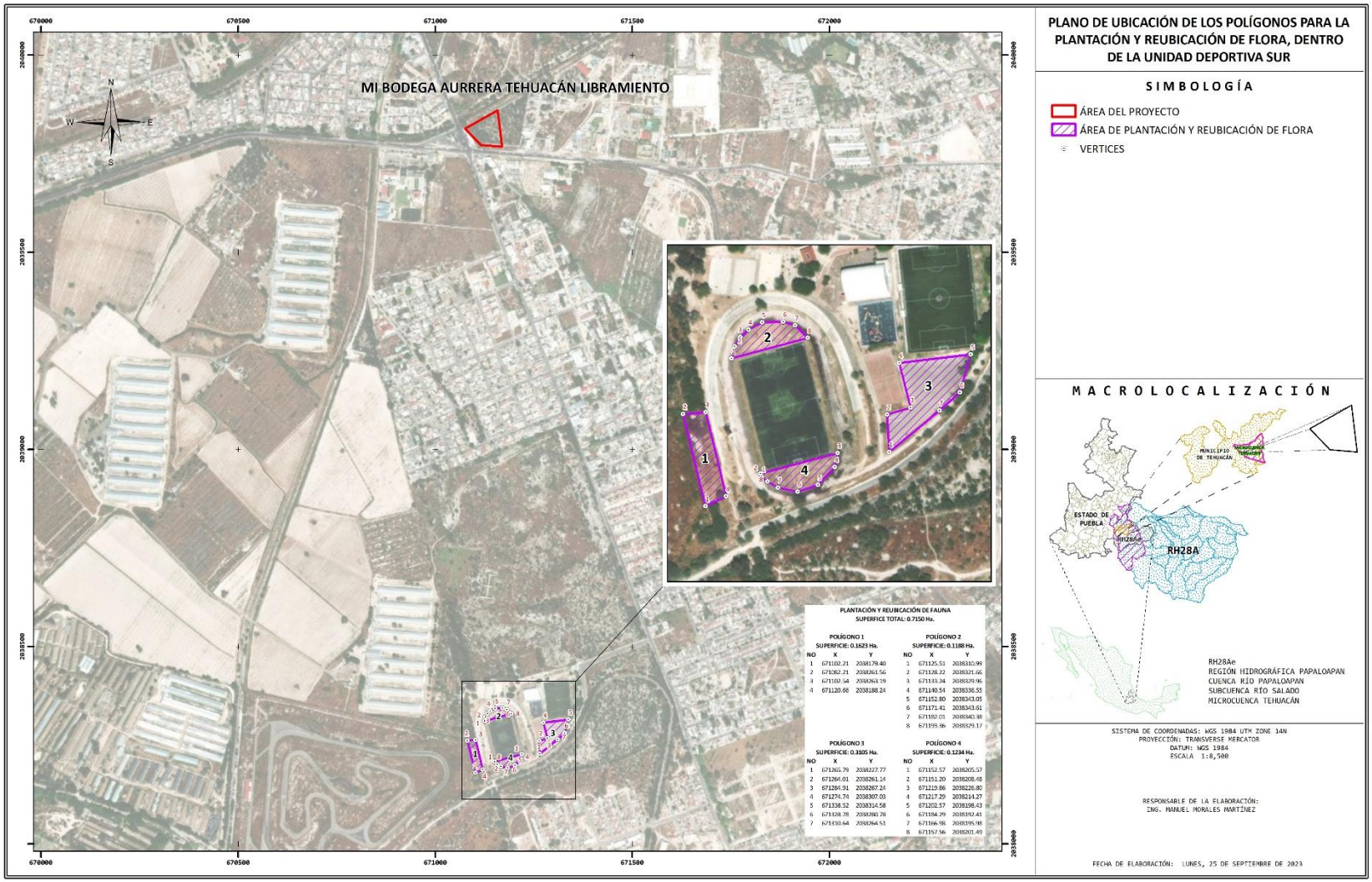


Figura VI.5. Plano para la plantación y reubicación de individuos de flora.

COSTOS

Los costos establecidos para el programa de plantación se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro VI.34. Costos estimados de la plantación.

Dentro del capítulo VIII, se presenta en el **Anexo 12 el Programa de plantación y obras de conservación**, en el que se detalla la metodología para la puesta en marcha de esta medida.

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.35. Programa de vigilancia ambiental.

MEDIO	FACTOR	IMPACTO	MEDIDAS		DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS	TIPO DE MEDIDA	META	INDICADOR	ENCARGADO	DURACIÓN	RECURSOS NECESARIOS	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO	CANTIDAD
Abiótico	Agua	Posible contaminación del agua	M1	Restringir las actividades solo al Área del proyecto	Antes de iniciar con las actividades de preparación del sitio, se delimitará el perímetro del AP para evitar la afectación a las colindancias del mismo.	Prevención	Establecer límites de trabajo y afectación	Perímetro de la superficie sujeta a evaluación	Coordinador del proyecto y trabajadores	Durante las actividades del proyecto	Material para la delimitación	Registro por medio de evidencia fotográfica	En el perímetro del AP, de 300 m
			M2	Colocación de una barrera de sacos de arena	La colocación de una barrera de sacos de arena impedirá la posible inundación al área del proyecto, en caso de que las condiciones meteorológicas lo suscitaran así.	Prevención	Impedir la posible inundación en el AP	Que no exista inundación en el AP	Coordinador del proyecto y trabajadores	Durante las actividades del proyecto	Sacos de arena	Registro por medio de evidencia fotográfica	Colocación de 11 sacos de arena en el perímetro norte del AP
		Pérdida de infiltración	M3	Obras de conservación para el agua	Para compensar la pérdida que se generará por el proyecto, se propone la construcción de 176 terrazas individuales para la captura de agua de lluvia, a construir para los individuos a rescatar de flora.	Compensación	Compensar la pérdida de agua por la ejecución del proyecto, en otro sitio diferente	Cantidad de agua recuperada	Coordinador del proyecto y trabajadores	Posterior al proyecto, durante 3 años	Equipo para realizar las terrazas (pala, pico, entre otros)	Registro de cumplimiento y memoria fotográfica	176 terrazas individuales
	Aire	Suspensión de partículas	M4	Horarios de trabajo bajo normativa	Se establecerán horarios de trabajo fijos señalados por las normas oficiales aplicables vigentes, con lo que se busca establecer un ritmo de trabajo a modo de que exista un balance entre el AP y la suspensión de partículas y el confort sonoro.	Prevención	Establecer horarios de trabajo de acuerdo a las leyes aplicables.	Horas de trabajo	Coordinador del proyecto y trabajadores	Durante las actividades del proyecto	No aplica	Registro de entrada y salida de los trabajadores	Se trabajaran 8 horas diarias
			M5	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo, evitando así la generación innecesaria de partículas.	Prevención	Establecer los niveles de generación de partículas aceptables	Número de equipo y maquinaria con mantenimiento	Coordinador del proyecto, trabajadores y operadores	Durante el transporte del material producto del despalme	Se tiene una cantidad estimada de $22,400.00 pesos para el mantenimiento	Bitácora de mantenimiento de maquinaria y equipo	Toda la maquinaria y el equipo

MEDIO	FACTOR	IMPACTO	MEDIDAS		DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS	TIPO DE MEDIDA	META	INDICADOR	ENCARGADO	DURACIÓN	RECURSOS NECESARIOS	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO	CANTIDAD
			M6	Humedecimiento de superficies	Durante las actividades de trabajo y en caso de que éste se lleve a cabo en época de estiaje, se humedecerán las superficies en las que existan polvos, con el objetivo de evitar la dispersión de partículas.	Prevención	Evitar la generación de partículas suspendidas que dañen la calidad del aire y provoquen la pérdida de suelo	Pipas de riego o litros de agua	Coordinador del proyecto y trabajadores	Durante las actividades del proyecto	Se tiene una cantidad estimada [redacted] pesos para la compra de pipas	Bitácora de registro de cumplimiento y evidencia fotográfica	Humedecimiento del AP en caso de que el proyecto se ejecute en época de estiaje
		Posible contaminación acústica ambiental	M4	Horarios de trabajo bajo normativa	Las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria serán vertidas directamente a la atmósfera, por lo que se utilizarán vehículos, maquinaria y equipo con el sistema de escape y silenciadores en buenas condiciones de operación, así como, adecuada afinación de los motores de combustión interna por lo que las emisiones estarán debajo de los niveles máximos permisibles establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas.	Prevención	Reducir al máximo las emisiones sonoras	Maquinaria con silenciadores	Coordinador del proyecto y trabajadores	Durante las actividades del proyecto	Camiones y maquinaria con silenciador	Bitácora de camiones utilizados y memoria fotográfica	Se trabajaran 8 horas diarias
			M5	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo.	Prevención	Establecer los niveles de generación de partículas aceptables	Número de equipo y maquinaria con mantenimiento	Coordinador del proyecto y operadores.	Durante las actividades del proyecto	Se tiene una cantidad estimada de [redacted] pesos para el mantenimiento	Bitácora de mantenimiento de maquinaria y equipo	Toda la maquinaria y el equipo.
	Suelo	Aumento de la erosión y pérdida del material orgánico	M7	Evitar la exposición prolongada del suelo desnudo	Para evitar la erosión del suelo, se respetaran los tiempos establecidos para el desmonte y despalme, o de ser posible, se reducirán.	Prevención	Realizar el desmonte y despalme en el menor tiempo posible y de la mejor manera	No exceder el tiempo estimado para realizar las actividades	Coordinador del proyecto y trabajadores	Durante las actividades del proyecto	Programación	Registro de cumplimiento de los trabajadores y memoria fotográfica	A toda la superficie del AP

MEDIO	FACTOR	IMPACTO	MEDIDAS		DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS	TIPO DE MEDIDA	META	INDICADOR	ENCARGADO	DURACIÓN	RECURSOS NECESARIOS	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO	CANTIDAD
			M8	Rescate del material orgánico	Se realizará el rescate del material orgánico a remover en el AP, con la finalidad de reutilizarlo para acondicionar los polígonos de la UDS o, en su caso, para el área permeable del proyecto.	Mitigación	Mitigar la posible pérdida de material orgánico por la implementación del proyecto	Cantidad de toneladas de material orgánico rescatadas	Coordinador del proyecto y trabajadores	Durante las actividades del proyecto	Se estima un costo de [redacted] pesos	Registro de cumplimiento y memoria fotográfica	61.31 toneladas de material orgánico
		Contaminación del suelo	M9	Manejo de residuos	Durante las actividades del proyecto y en todo momento, se tendrá especial cuidado en el manejo de los RSU y RP.	Prevención	Evitar la contaminación del suelo	Limpieza en las áreas de trabajo y en el AP	Coordinador del proyecto y trabajadores	Durante las actividades del proyecto	Se estima un [redacted] e [redacted] pesos	Registro de cumplimiento y memoria fotográfica	9 contenedores para RSU y RP
	Subsuelo	Posible colapso del suelo	M6	Se apegará a las recomendaciones de la mecánica de suelos	Se apegará a las recomendaciones de la mecánica de suelos	Prevención	La meta no forma parte de la etapa de cambio de uso de suelo	Los indicadores no forman parte de la etapa de cambio de uso de suelo	Coordinador del proyecto y trabajadores de la etapa de preparación del sitio y construcción	La duración no forma parte de la etapa de cambio de uso de suelo	Los costos no forman parte de la etapa de cambio de uso de suelo	Los registros no forman parte de la etapa de cambio de uso de suelo	Se apegará a las recomendaciones de la mecánica de suelos
Biótico	**Flora**	Perdida de la diversidad, cobertura y abundancia vegetal	M10	Programa de rescate y reubicación de flora silvestre	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 9. PROGRAMA DE RESCATE DE FLORA), con el cual se pretende proteger y conservar especies de flora nativa mediante técnicas apropiadas para garantizar su permanencia.	Mitigación	Conservar la diversidad presente en el AP	Número de ejemplares rescatados y reubicados	Coordinador del proyecto y trabajadores	Previo y durante las actividades del proyecto	El costo estimado para el programa de rescate de flora es de [redacted]	Bitácora de los individuos rescatados, reubicados y memoria fotográfica	189 individuos a rescatar y reubicar

MEDIO	FACTOR	IMPACTO	MEDIDAS		DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS	TIPO DE MEDIDA	META	INDICADOR	ENCARGADO	DURACIÓN	RECURSOS NECESARIOS	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO	CANTIDAD
	Fauna	Pérdida de la diversidad y abundancia, y reducción del hábitat	M11	Ahuyentamiento de fauna silvestre	Se realizarán recorridos para el ahuyentamiento de fauna silvestre, con lo que se pretende establecer un mecanismo que disipe las especies presentes en el área del proyecto, de modo que estos no sean afectados por la implementación del mismo.	Prevención	Evitar el daño a la fauna presente en el AP	Especies encontradas durante el ahuyentamiento	Coordinador del proyecto y trabajadores	Previo y durante las actividades del proyecto	Técnico especialista en rescate de fauna y brigada de trabajadores	Bitácora de registro de los ejemplares ahuyentados y encontrados, y memoria fotográfica	En la superficie total del área del proyecto, 0.5109 ha.
			M12	Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre	En caso de encontrar especies de fauna cuya movilidad sea difícil, se realizará el rescate y reubicación de éstas, a partir del ANEXO 10 Programa de rescate y reubicación de fauna y del ANEXO 11 Programa de rescate y reubicación de fauna con estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Mitigación	Conservar la diversidad faunística presente en el AI y SA	Reubicar a los ejemplares encontrados en el AP	Coordinador del proyecto y trabajadores	Previo y durante las actividades del proyecto	El costo estimado para el programa de ahuyentamiento de fauna será de [redacted]	Registros de los ejemplares rescatados y reubicados, y evidencia fotográfica	En la superficie total del área del proyecto, 0.5109 ha.
Perceptual	Paisaje	Modificación del paisaje	M13	Pláticas de concientización ambiental	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.	Prevención	Que se respete el medio ambiente en el que se va a llevar a cabo el proyecto	La realización de las pláticas al personal	Técnico especialista en el medio ambiente	Durante las actividades del proyecto	Se estima un costo de [redacted]	Registro de cumplimiento, del personal que asistió a la plática y memoria fotográfica.	1 vez a la semana, durante el periodo de dos meses para el proyecto
			M14	Colocación de carteles preventivos	No se permitirá molestar o atrapar ejemplares de fauna silvestre por los trabajadores y/o personas desconocidas. Por lo que se colocarán carteles o letreros preventivos sobre el cuidado y respeto hacia la flora y la fauna silvestre.	Prevención	Que se respete el medio ambiente en el que se va a llevar a cabo el proyecto	La realización de las pláticas al personal	Técnico especialista en el medio ambiente	Durante las actividades del proyecto	Se estima un costo de [redacted]	Registro de cumplimiento, del personal que asistió a la plática y memoria fotográfica.	4 carteles en toda el área de 0.5109 ha.

MEDIO	FACTOR	IMPACTO	MEDIDAS		DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS	TIPO DE MEDIDA	META	INDICADOR	ENCARGADO	DURACIÓN	RECURSOS NECESARIOS	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO	CANTIDAD
				Limpieza y retiro de la maquinaria	Se retirará la maquinaria y se llevará a cabo la limpieza del área del proyecto, removiendo todos aquellos objetos que no sean propios de la naturaleza del sitio intervenido.	Mitigación	Colocación de los carteles en el área del proyecto	Carteles instalados en el área del proyecto	Coordinador del proyecto y trabajadores	Durante las actividades del proyecto	Se estima un costo de [redacted] pesos	Registro de cumplimiento, memoria fotográfica y de la información presentada en los carteles	En la superficie total del área del proyecto, 0.5109 ha.
		Pérdida de las condiciones naturales	M16	Plantación con especies nativas	El proyecto contempla la implementación de un Programa de Plantación para compensar la pérdida de captura de carbono que se dará por el cambio de uso de suelo (ANEXO 12. PROGRAMA DE PLANTACIÓN Y OBRAS DE CONSERVACIÓN).	Compensación	Mitigar los impactos causados en el área del proyecto	Compensar la pérdida de captura de carbono por la remoción de la vegetación	Superficie y número de ejemplares plantados	Coordinador del proyecto y trabajadores	Una vez desarrollado el proyecto y 5 años posteriores	El costo para el programa de plantación y su mant[redacted]á	Registro de cumplimiento de la plantación y memoria fotográfica

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 cambio de uso de suelo o proyecto, es de 2 meses. Para prevenir, mitigar y/o compensar los impactos ocasionados por la implementación del mismo, se proponen acciones específicas para los componentes (agua, suelo, aire, flora, fauna y paisaje), algunas de estas medidas se realizarán durante el plazo solicitado del cambio de uso de suelo, sin embargo, se proponen 5 años posteriores al proyecto para el mantenimiento de las medidas de compensación que corresponden a las actividades de mantenimiento de la plantación.

A continuación, se presenta el cronograma general de las actividades y de medidas previas, durante y posterior al cambio de uso de suelo.

Cuadro VI.36. Cronograma general y de las actividades y medidas contra impactos.

ACTIVIDADES		PERIODO						
		MES		AÑO				
		1	2	1	2	3	4	5
Obras temporales (previas al cambio de uso de suelo)	Delimitación del almacén de maquinaria	X						
	Delimitación del almacén de materiales y herramientas	X						
	Delimitación del almacén de residuos (peligrosos y sólidos urbanos)	X						
	Delimitación de la superficie para el resguardo del material proveniente del despalme	X						
	Instalación de las obras temporales (provisionales)	X						
	Instalación de un sanitario portátil	X						
Actividades del cambio de uso de suelo	Desmonte	X	X					
	Despalme	X	X					
Medidas de prevención, mitigación y/o compensación durante el proyecto	Delimitación de las áreas de trabajo	X						
	Platicas de concientización ambiental	X	X					
	Identificación y rescate de flora silvestre	X	X					
	Ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre	X	X					
	Colocación de carteles preventivos	X						
	Manejo de residuos	X						
	Colocación de sanitarios portátiles	X						
	Rescate del material orgánico	X	X					
	Reubicación de flora silvestre en la Unidad Deportiva Sur	X	X					
	Construcción de las terrazas individuales		X					
	Plantación en la Unidad Deportiva Sur		X					
Mantenimiento y seguimiento de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación	Seguimiento y control de las especies de flora reubicadas			X	X	X		
	Monitoreo de las especies de fauna silvestre			X	X	X		
	Mantenimiento de las terrazas individuales			X	X	X		
	Mantenimiento de la plantación			X	X	X	X	X

VI.3 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO)

El procedimiento para el monitoreo de las medidas a ejecutar, se llevará a cabo por un asesor técnico (director de obra), quien será el responsable de corroborar la correcta implementación de las medidas de manejo propuestas y de acuerdo a una planeación. De la misma manera, tiene como propósito concretar la forma, tiempo y periodicidad en que deberán ser llevadas a cabo las actividades relativas al monitoreo y evaluación de dichas medidas de acuerdo a la calendarización establecida anteriormente.

Cuadro VI.37. Indicadores del seguimiento de las medidas propuestas.

MEDIO	FACTOR	IMPACTO	MEDIDAS		TIPO DE MEDIDA	INDICADOR	MEDIDA ADICIONAL
Abiótico	Agua	Posible contaminación del agua	M1	Restringir las actividades solo al Área del proyecto	Prevención	Perímetro de la superficie sujeta a evaluación	Para evitar la afectación a áreas aledañas al proyecto se prevé la vigilancia constante de las actividades.
			M2	Colocación de una barrera de sacos de arena	Prevención	Que no exista inundación en el AP	En caso de requerirse, se reemplazarán los sacos para que la función de la barrera no se pierda.
		Pérdida de infiltración	M3	Obras de conservación para el agua	Compensación	Cantidad de agua recuperada	Se le dará el mantenimiento a las terrazas individuales por tres años posteriores al proyecto.
	Aire	Suspensión de partículas	M4	Horarios de trabajo bajo normativa	Prevención	Horas de trabajo	Vigilar que no se realicen actividades fuera del horario permitido.
			M5	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Prevención	Número de equipo y maquinaria con mantenimiento	Se verificará constantemente el estado físico y funcional de la maquinaria.
			M6	Humedecimiento de superficies	Prevención	Pipas de riego o litros de agua	Riego en las superficies aledañas al cambio cuando exista acumulación de partículas.
		Posible contaminación acústica ambiental	M4	Horarios de trabajo bajo normativa	Prevención	Maquinaria con silenciadores	Vigilar que no se realicen actividades fuera del horario permitido.
			M5	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Prevención	Número de equipo y maquinaria con mantenimiento	Se verificará constantemente el estado físico y funcional de la maquinaria.
	Suelo	Aumento de la erosión y pérdida del material orgánico	M7	Evitar la exposición prolongada del suelo desnudo	Prevención	No exceder el tiempo estimado para realizar las actividades	Respetar los tiempos establecidos para la preparación del sitio evitando tiempos muertos.
			M8	Rescate del material orgánico	Mitigación	Cantidad de toneladas de material orgánico rescatadas	Se le dará el mantenimiento respectivo mientras no sea utilizado.
		Contaminación del suelo	M9	Manejo de residuos	Prevención	Limpieza en las áreas de trabajo y en el AP	Se realizará el mantenimiento periódico y recolección de los desechos.
	Subsuelo	Posible colapso del suelo	M6	Se apegará a las recomendaciones de la mecánica de suelos	Prevención	Los indicadores no forman parte de la etapa de cambio de uso de suelo	Se apegará a las recomendaciones de la mecánica de suelos
Biótico	Flora	Perdida de la diversidad, cobertura y abundancia vegetal	M10	Programa de rescate y reubicación de flora silvestre	Mitigación	Número de ejemplares rescatados y reubicados	Establecer el cuidado previo y posterior al trasplante de los individuos, por lo que se le dará seguimiento a las medidas emergentes si es requerido.

MEDIO	FACTOR	IMPACTO	MEDIDAS		TIPO DE MEDIDA	INDICADOR	MEDIDA ADICIONAL
	Fauna	Pérdida de la diversidad y abundancia, y reducción del hábitat	M11	Ahuyentamiento de fauna silvestre	Prevención	Especies encontradas durante el ahuyentamiento	Ahuyentamiento preventivo durante todo el proceso del proyecto.
			M12	Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre	Mitigación	Reubicar a los ejemplares encontrados en el AP	Rescate durante todo el proceso del proyecto.
Perceptual	Paisaje	Modificación del paisaje	M13	Pláticas de concientización ambiental	Prevención	La realización de las pláticas al personal	Establecer el cuidado previo y posterior al trasplante de los individuos, por lo que se le dará el seguimiento correspondiente al programa.
			M14	Colocación de carteles preventivos	Prevención	La realización de las pláticas al personal	Asistencia obligatoria del personal a las pláticas.
				Limpieza y retiro de la maquinaria	Mitigación	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.
		Pérdida de las condiciones naturales	M16	Plantación con especies nativas	Compensación	Compensar la pérdida de captura de carbono por la remoción de la vegetación	Se supervisará en todo momento la implementación en orden de las actividades de cambio, por lo que al final de la jornada se hará lo posible por ordenar el espacio de trabajo. Así mismo, se supervisará el retiro de la maquinaria de las áreas de trabajo.

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 plantación 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 **MI BODEGA AURRERA TEHUACÁN LIBRAMIENTO**, se desarrolla sobre el tipo de vegetación de Bosque de mezquite (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, [redacted] ferentes medidas de mitigación y las actividades, el costo total de la inversión estimada [redacted] En el siguiente cuadro se presenta el costo de la inversión total del proyecto.

Cuadro VI.38. Estimación de los costos totales de las actividades del proyecto y medidas.

[redacted]

[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] CONAFOR, 2014. ACUERDO mediante el cual se expiden los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación. Primera sección (DOF 31/Julio/2014). Diario Oficial, México.

[iv] 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 Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. 2
VII.1 ESCENARIO SIN PROYECTO (CONDICIONES ACTUALES). 2
VII.2 ESCENARIO CON PROYECTO (SIN APLICAR MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y/O COMPENSACIÓN). 12
VII.3 ESCENARIO CON PROYECTO (APLICANDO LAS MEDIDAS CORRESPONDIENTES). 21
VII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL 27
VII.5 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL 28
VII.6 BIBLIOGRAFÍA. 28

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro VII.1. Erosión hídrica actual de las tres unidades de análisis. 3
Cuadro VII.2. Erosión eólica actual de las tres unidades de análisis. 3
Cuadro VII.3. Índice de riesgos y vulnerabilidades del AP. Fuente: Gobierno de Tehuacán. (2021). Atlas de Riesgo Municipal Tehuacán, Puebla. CENAPRED. SEDATU. Página web consultada en http://atlasderiesgo.tehuacan.gob.mx/portal-atlas-riesgo/atlas.html 4
Cuadro VII.4. Resultados del balance hídrico de las tres unidades de análisis. 5
Cuadro VII.5. Resultados del IVI para el estrato Arbóreo. 7
Cuadro VII.6. Resultados del IVI para el estrato Epífitas y/o cactáceas. 7
Cuadro VII.7. Resultados del IVI para el estrato Herbáceo. 8
Cuadro VII.8. Comparativo de especies encontradas en el SA, AI y AP. 8
Cuadro VII.9. Listado de especies de avifauna registradas en el AP. 10
Cuadro VII.10. Listado de especies de mastofauna registradas en el AP. 11
Cuadro VII.11. Listado de especies de herpetofauna registradas en el AP. 11
Cuadro VII.12. Erosión hídrica con remoción en el AP. 12
Cuadro VII.13. Erosión eólica con remoción en el AP. 13
Cuadro VII.15. Balance hídrico con remoción en el AP. 14
Cuadro VII.16. Comparativo de especies encontradas en el SA, AI y AP. 15
Cuadro VII.17. Riqueza florística en las tres unidades de análisis. 16
Cuadro VII.18. Comparativo del número de individuos de avifauna en las unidades de análisis. 17
Cuadro VII.19. Comparativo del número de individuos de mastofauna en las unidades de análisis. 18
Cuadro VII.20. Comparativo del número de individuos de herpetofauna en las unidades de análisis. 19
Cuadro VII.21. Volumen de material orgánico a rescatar. 21
Cuadro VII.22. Volumen a compensar con las medidas de compensación. 23

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen VII.1. Ejemplo de extracción de material orgánico. 22
Imagen VII.2. Ejemplo de empleo de material orgánico en proyectos similares. 22
Imagen VII.3. Ejemplo de construcción de terrazas individuales en proyectos similares. 24
Imagen VII.4. Ejemplo de actividades de rescate en proyectos similares. 25
Imagen VII.5. Ejemplo de actividades de reubicación en proyectos similares. 25
Imagen VII.6. Ejemplo de actividades de rescate de fauna en proyectos similares. 26
Imagen VII.7. Ejemplo de actividades de reubicación de fauna en proyectos similares. 27

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

Considerando la detallada descripción ecológica de las tres unidades de análisis (Sistema Ambiental, Área de Influencia 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 hipotéticos de la zona bajo estudio: 1) Escenario sin proyecto (condiciones actuales), 2) Escenario con proyecto (sin aplicar las medidas de prevención, mitigación y/o compensación) y el 3) Escenario con proyecto (aplicando las medidas correspondientes).

El procedimiento a seguir para establecer dichos escenarios y estimaciones, se detallan a lo largo del presente capítulo; donde se han tomado como base los componentes ambientales e indicadores de impacto en el Sistema Ambiental (SA) identificados para el área del proyecto.

VII.1 ESCENARIO SIN PROYECTO (CONDICIONES ACTUALES).

En este apartado se formula un escenario para el área de estudio sin considerar el proyecto como variable de cambio (condición actual). Se abordarán cada uno de los componentes ambientales considerados (abióticos, bióticos), en cada uno de ellos se presentan datos concisos de las condiciones actuales.

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.

ASPECTOS ABIÓTICOS

FACTOR SUELO

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.

EROSIÓN HÍDRICA

El cálculo de la erosión hídrica actual se hizo contemplando las condiciones de precipitación, suelo, pendiente y cobertura vegetal en el área del proyecto, el tipo de vegetación presente en dicha superficie corresponde a bosque de mezquite (MK) con una superficie total de 0.5109 hectáreas (se presenta la memoria de cálculo realizada para la presente área) (**ANEXO 17. MEMORIAS CÁLCULO (DIGITAL)-ANEXO IV.A. CÁLCULO EROSIÓN_UA**).

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la estimación de pérdida de suelo (erosión hídrica).

Los resultados de la estimación de la erosión actual en el Sistema ambiental, Área de influencia y Área del proyecto, se presentan en los cuadros siguientes:

Cuadro VII.1. Erosión hídrica actual de las tres unidades de análisis.

Unidad de análisis	Erosión hídrica laminar (ton/ha/año)	Clase de degradación
Sistema ambiental (SA)	3.82	Ligera
Área de influencia (AI)	4.98	Ligera
Área del proyecto actual (AP)	**0.73**	**Ligera**

Como se puede observar, el área del proyecto se estima un valor de erosión hídrica laminar de 0.73 toneladas por hectárea por año en condiciones actuales.

Para conocer el valor TOTAL DE EROSIÓN EN LA SUPERIFICE DE AP, multiplicamos el resultado obtenido de 0.73 ton/ha/año por la superficie de AP:

$$Erosión\ hídrica\ del\ AP = Ehl * A$$

Donde

Ehl = Erosión hídrica laminar

A = Superficie del AP

Sustituyendo los valores

Ehl = 0.73 ton/ha/año

A = 0.5109 ha

$$Erosión\ hídrica\ del\ AP = 0.73 * 0.5109$$

$$Erosión\ hídrica\ del\ AP = 0.37\ ton/año$$

La erosión hídrica actual en la superficie de AP es de **0.37 ton/año**

EROSIÓN EÓLICA

Tomando en cuenta las condiciones actuales del área del proyecto se realizaron los cálculos para estimar la perdida de suelo por factores eólicos, la metodología empleada se presenta en el **ANEXO 7. METODOLOGÍA EROSIÓN Y BALANCE H** del presente estudio, así como la memoria de cálculo (**ANEXO 17. MEMORIAS CÁLCULO (DIGITAL)- ANEXO IV.A. CÁLCULO EROSIÓN_UA**). En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos para la erosión eólica.

Cuadro VII.2. Erosión eólica actual de las tres unidades de análisis.

Unidad de análisis	Erosión eólica laminar (ton/ha/año)	Clase de degradación
Sistema ambiental (SA)	86.96	Moderada
Área de influencia (AP)	123.45	Alta
Área del proyecto actual (AP)	**18.10**	**Ligera**

Como se puede observar, el área del proyecto se estima un valor de erosión eólica laminar de 18.10 toneladas por hectárea por año en condiciones actuales.

Para conocer el valor TOTAL DE EROSIÓN EN LA SUPERIFICE DE AP, multiplicamos el resultado obtenido de 18.10 ton/ha/año por la superficie de AP:

$$Erosión\ eólica\ del\ CUSTF = Eel * A$$

Donde

Eel = Erosión eólica laminar

A = Superficie del AP

Sustituyendo los valores

Eel = 18.10 ton/ha/año

A = 0.5109 ha

$$Ee = 18.10 * 0.5109$$

$$Ee = 9.25\ ton/año$$

La erosión eólica actual en la superficie de AP es de **9.25 ton/año**

En relación a los datos mostrados podemos concluir que la erosión de menor impacto es la hídrica considerándose como ligera, mientras que la erosión de mayor impacto dentro de las tres unidades de análisis es ocasionada por el viento (erosión eólica), considerando que son vientos de una velocidad de 130 a 160 km, indicar que las condiciones del área pasan la mayor parte del año bajo condiciones de sequias extremas.

Considerando los resultados que actualmente se están perdiendo en la superficie del AP entre erosión hídrica 0.37 Ton/año y erosión eólica 9.25 Ton/año tenemos un total de erosión actual de **9.62 Ton/año.**

FACTOR SUBSUELO

De acuerdo a la información del Atlas de riesgo del municipio de Tehuacán, el área del proyecto se ubica en una zona susceptible a colapso:

Cuadro VII.3. Índice de riesgos y vulnerabilidades del AP. Fuente: Gobierno de Tehuacán. (2021). Atlas de Riesgo Municipal Tehuacán, Puebla. CENAPRED. SEDATU. Página web consultada en http://atlasderiesgo.tehuacan.gob.mx/portal-atlas-riesgo/atlas.html

Riesgos	Grado
Inundaciones	Valor medio
Tormentas eléctricas	Valor bajo
Granizo	Valor bajo
Temperaturas mínimas	Valor alto
Temperaturas máximas	Valor medio
Sísmico	Valor medio
Inflamables	Valor medio
Incendios forestales	Valor bajo
Subsidencia y hundimientos	Valor alto
Concentraciones masivas	Valor más bajo
Relleno sanitario	Valor más bajo

Vulnerabilidades	Grado
Carencias sociales	Valor más bajo
Índice de vulnerabilidad social	Valor más bajo
Índice de vulnerabilidad física	Valor más bajo
Grado de marginación	Valor más bajo
Discapacidad	Valor más bajo
Hacinamiento	Sin dato
Pobreza	Valor más bajo

Lo que quiere decir que, sin proyecto, el área por sí sola, sufre un hundimiento.

FACTOR AGUA

En referencia al componente agua, se evaluó en términos de los procesos hidrológicos los cuales son; escurrimiento, infiltración y evapotranspiración real, considerando la cobertura forestal como uno de los factores con mayor importancia en el mantenimiento del ciclo hidrológico.

Para el presente estudio se anexa la memoria de cálculo realizada, para la atención de los valores en la estimación del balance hídrico del área del proyecto, contemplando las condiciones actuales del sitio **(ANEXO 17. MEMORIAS CÁLCULO (DIGITAL)- ANEXO IV.B. CÁLCULO BALANCE H._UA).**

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.4. Resultados del balance hídrico de las tres unidades de análisis.

BALANCE HÍDRICO ACTUAL		
SISTEMA AMBIENTAL (m^3/año)		
Balance hídrico	**m^3/año**	**%**
Volumen precipitado	18,143,418.17	100.00
Volumen EVT	17,191,133.14	94.75
Volumen escurrimiento	2,154,075.82	11.87
Volumen infiltración	**-1,201,790.79**	**-6.62**
ÁREA DE INFLUENCIA (m^3/año)		
Balance hídrico	**m^3/año**	**%**
Volumen precipitado	237,527.27	100.00
Volumen EVT	225,060.29	94.75
Volumen escurrimiento	28,678.06	12.07
Volumen infiltración	**-16,211.08**	**-6.82**
ÁREA DEL PROYECTO (m^3/año)		
Balance hídrico	**m^3/año**	**%**
Volumen precipitado	**2,478.38**	100.00
Volumen EVT	**2,348.29**	94.75
Volumen escurrimiento	**63.14**	2.55
Volumen infiltración	**66.95**	2.70

Por lo tanto, podemos observar que del 100% de lluvia precipitada, que cae en el AP, solo el 2.70% es absorbido por el suelo, el 2.55% es volumen que escurre a través de los cauces presentes en las áreas cercanas al AP, mientras que el 94.75% es volumen que se evapora. Lo que nos indica que como consecuencia dentro de las unidades de análisis la erosión ocasionada por el viento (erosión eólica) es la de mayor impacto, debido a los tiempos de sequía prolongados.

ASPECTOS BIÓTICOS

FACTOR FLORA

Para dar a conocer la composición florística en el Área del proyecto, se presentarán los cálculos del IVI e índices de diversidad para el tipo de vegetación de MK que será afectado con la realización del proyecto, cabe mencionar que los datos fueron retomados del Capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

En los siguientes apartados se presentan los resultados del cálculo del IVI para el tipo de vegetación MK por estratos (Arbóreo, Arbustivo, herbáceo, Epífitas y/o cactáceas), para una mejor interpretación de los valores obtenidos se optó por expresar el IVIE de manera gráfica y en una escala del 0 al 300 %.

ESTRATO ARBÓREO

Para este estrato se realizaron 3 sitios de muestreo en donde se registraron un total de 1,499 individuos distribuidos en 4 especies, de las cuales ninguna de las especies se encuentra listada en la **NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Cuadro VII.5. Resultados del IVI para el estrato Arbóreo.

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	*Celtis pallida*	Naranjillo	17	0.0001	0.0002	0.0318	33	1.14	1	3	0.3	11	12.3
2	*Acacia farnesiana*	Huizache	196	0.0117	0.0230	4.7532	383	13.07	3	3	1.0	33	51.2
3	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	196	0.0200	0.0392	8.1154	383	13.07	2	3	0.7	22	43.4
4	*Prosopis laevigata*	Mezquite	1090	0.2152	0.4211	87.0996	2,133	72.73	3	3	1.0	33	193.2
4	**∑**		**1,499**	**0.2470**	**0**	**100**	**2,933**	**100**	**9**	**-**	**3**	**100**	**300**

Con base en los resultados presentados en el cuadro anterior, se observa que las especies mayor representadas en este estrato son: *Prosopis laevigata con* un IVI del 193.2*% y Acacia farnesiana* con el 51.2*%,* siendo estas las más dominantes en frecuencia, densidad y cobertura, es decir, estas especies definen en gran proporción la estructura arbórea de la vegetación.

ESTRATO ARBUSTIVO

En este estrato no se registraron especies, por lo tanto, no se muestran resultados.

ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS

Para este estrato se registraron un total de 528 individuos distribuidos en 4 especies, de las cuales ninguna se encuentra listada en la **NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Cuadro VII.6. Resultados del IVI para el estrato Epífitas y/o cactáceas.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS													
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*	Gallitos	26	3	0.05	5	50	5	1	3	0.33	13	22.2
2	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	26	3	0.05	5	50	5	1	3	0.33	13	22.2
3	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	349	41	0.66	66	683	66	3	3	1.00	38	169.8
4	*Opuntia tomentosa*	Nopal	128	15	0.24	24	250	24	3	3	1.00	38	85.9
4	**∑**		**528**	**62**	**1**	**100**	**1,033**	**100**	**8**	**-**	**3**	**100**	**300**

Con base en los resultados presentados en el cuadro anterior, se observa que las especies mayor representadas en este estrato son: *Opuntia streptacantha con* un IVI del 169.8*% y Opuntia tomentosa* con el 85.9*%,* siendo estas las más dominantes en frecuencia y densidad.

ESTRATO HERBÁCEO

En este estrato se registraron 63,722 individuos distribuidos en 4 especies, de las cuales ninguna se encuentra bajo la **NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Cuadro VII.7. Resultados del IVI para el estrato Herbáceo.

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	*Viguiera dentata*	Chimalacate	783	46	0.56	56	1,533	1	3	3	1.00	37.5	94.8
2	*Chenopodium fremontii*	S/N	3,333	1	0.01	1	6,524	5	1	3	0.33	12.5	19.0
3	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	20,436	12	0.15	15	40,000	32	2	3	0.67	25.0	71.7
4	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	39,169	23	0.28	28	76,667	61	2	3	0.67	25.0	114.5
4	**∑**		**63,722**	**82**	**1**	**100**	**124,724**	**100**	**8**	**-**	**3**	**100**	**300**

De acuerdo con el cuadro anterior se puede observar que las especies mejor representadas para este estrato son: *Enneapogon desvauxii con* un IVIE del 114.5*% y Viguiera dentata* con 94.8% es decir, estas especies son dominantes en cuanto a frecuencia y densidad en el AP.

Cuadro VII.8. Comparativo de especies encontradas en el SA, AI y AP.

Estrato	Familia	Género	Especie	Nombre común	AP	AI	SA
Arbóreo	Anacardiaceae	Schinus	Schinus molle	Pirul			●
	Apocynaceae	Vallesia	Vallesia glabra	Peralillo		●	
	Asparagaceae	Yucca	Yucca periculosa	Izote			●
	Cannabaceae	Celtis	Celtis pallida	Naranjillo	●	●	●
	Celastraceae	Maytenus	Maytenus phyllanthoides	Mangle dulce			●
	Fabaceae	Acacia	Acacia farnesiana	Huizache	●	●	●
	Fabaceae	Acacia	Acacia pennatula	Huizache blanco			●
	Fabaceae	Caesalpinia	Caesalpinia cacalaco	Chalala		●	
	Fabaceae	Leucaena	Leucaena esculenta	Guaje rojo		●	●
	Fabaceae	Parkinsonia	Parkinsonia praecox	Palo verde	●	●	●
	Fabaceae	Prosopis	Prosopis laevigata	Mezquite	●	●	●
	Rutaceae	Megastigma	Megastigma galeottii	S/N			●
	Scrophulariaceae	Buddleja	Buddleja parviflora	Sayolisco			●

Estrato	Familia	Género	Especie	Nombre común	AP	AI	SA
Arbustivo	Acanthaceae	Ruellia	Ruellia rosea	S/N			●
	Asteraceae	Montanoa	Montanoa tomentosa	Zoapatle		●	●
	Asteraceae	Verbesina	Verbesina neotenoriensis	Chimalacate			●
	Convolvulaceae	Ipomoea	Ipomoea orizabensis	Quiebraplatos			●
	Euphorbiaceae	Croton	Croton ciliato-glanduliiferus	Solemancillo			●
	Euphorbiaceae	Euphorbia	Euphorbia cymbifera	Zapatito			●
	Solanaceae	Solanum	Solanum lanceolatum	Tomatillo			●
	Stericuliaceae	Ayenia	Ayenia ovata	S/N			●
	Verbenaceae	Lantana	Lantana camara	Cinco negritos		●	●
	Verbenaceae	Lantana	Lantana hirta	Oreganillo de monte		●	●
Cactáceas y/o epífitas	Asparagaceae	Agave	Agave salmiana	Maguey pulquero			●
	Bromeliaceae	Tillandsia	Tillandsia recurvata	Gallitos	●	●	●
	Cactaceae	Cylindropuntia	Cylindropuntia pubescens	Chile de perro			●
	Cactaceae	Hylocereus	Hylocereus undulatus	Pitahaya			●
	Cactaceae	Mammillaria	Mammillaria carnea	Biznaga lechuda			●
	Cactaceae	Marginatocereus	Marginatocereus marginatus	Órgano			●
	Cactaceae	Opuntia	Opuntia cochenillifera	Nopal chamacuero	●	●	
	Cactaceae	Opuntia	Opuntia pubescens	Chile de perro			●
	Cactaceae	Opuntia	Opuntia streptacantha	Nopal cardón	●	●	●
	Cactaceae	Opuntia	Opuntia tehuacana	Nopal			●
	Cactaceae	Opuntia	Opuntia tomentosa	Nopal	●	●	●
	Cactaceae	Pachycereus	Pachycereus grandis	Órgano			●
	Cactaceae	Pachycereus	Pachycereus weberi	Candelabro			●
Herbáceo	Amaranthaceae	Amaranthus	Amaranthus hybridus	Quintonil		●	
	Asteraceae	Viguiera	Viguiera dentata	Chimalacate	●	●	●
	Chenopodiaceae	Chenopodium	Chenopodium berlandieri	Quelite cenizo			●
	Chenopodiaceae	Chenopodium	Chenopodium fremontii	S/N	●	●	●
	Convolvulaceae	Ipomoea	Ipomoea orizabensis	Quiebraplatos			●
	Euphorbiaceae	Euphorbia	Euphorbia hyssopifolia	Hierba de la golondrina	●	●	
	Fabaceae	Senna	Senna covesii	Ejotillo		●	
	Poaceae	Chloris	Chloris virgata	Barbas de indio			●
	Poaceae	Enneapogon	Enneapogon desvauxii	Zacate ladera	●	●	●
	Poaceae	Panicum	Panicum maximum	Zacate guinea		●	
	Polemoniaceae	Loeselia	Loeselia coerulea	Huizizile morado		●	
	Solanaceae	Solanum	Solanum nigrum	Tomatillo del diablo		●	
Lianas	Vitaceae	Cissus	Cissus tubulosa	Bejuco			●

Considerando el cuadro anterior en el SA, se obtuvo un mayor número de especies encontradas, registrando un total de 40 especies distribuidas en los diferentes estratos en el SA, mientras que en el AI se encontraron un total de 23 especies, y para el AP se registraron un total de 12 especies.

FACTOR FAUNA

AVIFAUNA

Durante el muestreo de fauna silvestre, realizado dentro del área del área del AP, se registraron: 58 individuos divididos en 9 familias y 12 especies de las cuales ninguna se encuentran enlistadas bajo de la categoría de acuerdo a la **NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Cuadro VII.9. Listado de especies de avifauna registradas en el AP.

ID	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Estatus						Abund.	Sociabilidad	Alim.	Imp. Eco.	No. registros
					NOM-059	IUCN	CITES	Ten. Pob.	Distr.	Resi.					
1	Columbidae	Columbina	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R	Abundante	Pareja	G	EE	13
2	Columbidae	Streptopelia	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	SC	LC	SC	Creciente	I	I	Abundante	Gregario	I, G, F	–	6
3	Columbidae	Zenaida	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R,MI	Abundante	Pareja	G-F	EE	7
4	Fringillidae	Haemorhous	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R	Abundante	Gregario	I-G	EE	8
5	Hirundinidae	Hirundo	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	SC	LC	SC	Decreciente	Nativa	R, Mi	Abundante	Gregaria	I	EE	2
6	Mimidae	Mimus	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	SC	LC	SC	Estable	Nativa	R	Común	Solitario	I	EE	2
7	Mimidae	Toxostoma	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	SC	LC	SC	Decreciente	Nativa	R	Abundante	Solitario	F-I	EE	4
8	Passeridae	Passer	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	SC	LC	SC	Decreciente	Exótica-invasora	R	Abundante	Gregaria	I-G	EE	8
9	Picidae	Melanerpes	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del balsas	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	EN	Poco común	Solitario	I, G, F	EE	2
10	Polioptilidae	Polioptila	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R,MI	Poco común	Solitario	I	EE	3
11	Trochilidae	Hylocharis	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	SC	LC	SC	Desconocida	Nativa	R	común	Solitario	N	EE	2
12	Troglodytidae	Campylorhynchus	*Campylorhynchus jocosus*	Matraca del balsas	SC	LC	SC	Desconocida	Nativa	EN	Poco común	Solitario	I	EE	1
12	**TOTAL**														**58**

MASTOFAUNA

Durante el muestreo de fauna silvestre, realizado dentro del área del área del AP, se registraron: 9 individuos divididos en 3 familias y 3 especies de las cuales ninguna se encuentran enlistadas bajo de la categoría de acuerdo a la **NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Cuadro VII.10. Listado de especies de mastofauna registradas en el AP.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus				Abund.	Alim.	Imp. Eco.	No. registros
				NOM-059	IUCN	Ten. Pob.	Distr.				
1	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	SC	LC	Desconocida	**CE**	Muy Común	O	DS	**1**
2	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo serrano	SC	LC	Creciente	Nativa	Común	H	EE	**5**
3	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	SC	LC	Estable	Nativa	Común	O	DS	**3**
3	**Total**										**9**

HERPETOFAUNA

Durante el muestreo de fauna silvestre, realizado dentro del área del área del AP, se registraron: 13 individuos divididos en 2 familias y 2 especies de las cuales *Aspidoscelis parvisocius*; se encuentra en categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010

Cuadro VII.11. Listado de especies de herpetofauna registradas en el AP.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus				Abund.	Alim.	Microhábitat	Imp. Eco.	No. registros
				NOM-059	IUCN	Ten. Pob.	Distr.					
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa	SC	LC	Desconocida	Nativa	Común	I	Roca/Suelo/Pasto	EE	**5**
2	Teiidae	*Aspidoscelis parvisocius*	Huico pigmeo de Tehuacán	Pr	LC	Desconocida	EN	Común	I	Roca/Suelo/Pasto	EE	**8**
2	**Total**											**13**

VII.2 ESCENARIO CON PROYECTO (SIN APLICAR MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y/O COMPENSACIÓN).

En este apartado se presentan los resultados obtenidos para los componentes ambientales implicados en la ejecución del proyecto, es decir, aquellas que presentan un impacto directo durante el proyecto y corresponde únicamente a la superficie forestal a impactar (0.5109 hectáreas).

ASPECTOS ABIÓTICOS

El principal indicador del factor suelo es la erosión, por lo que se evaluaron los tipos de erosión hídrica y eólica; en la presente estimación el factor de cobertura vegetal, se modificó en las ecuaciones utilizadas (erosión hídrica y eólica) para estimar la pérdida de suelo.

FACTOR SUELO

EROSIÓN HÍDRICA CON REMOCIÓN

Se estima la modificación en la capacidad de retención de suelo de la cobertura vegetal, esto debido a la realización del proyecto, por tal motivo se prevé el aumento en el valor de la erosión hídrica actual en el Área del Proyecto.

Para determinar la erosión hídrica en el escenario con proyecto, el factor (cobertura vegetal y/o uso de suelo) según la metodología empleada se utiliza el valor de **Sin vegetación aparente,** los resultados se muestran en los siguientes cuadros.

Cuadro VII.12. Erosión hídrica con remoción en el AP.

Unidad de análisis	Erosión hídrica(ton/ha/año)	Clase de degradación
Área del proyecto actual (AP)	**2.92**	**Ligera**

De acuerdo con los resultados obtenidos, con la realización del proyecto, se estima el aumento en la erosión hídrica en 2.92 toneladas por hectárea por año, lo que representa un aumento de 2.19 ton/ha/año.

Para conocer el valor TOTAL DE EROSIÓN EN LA SUPERIFICE DE AP a compensar, multiplicamos el resultado obtenido de 2.92 ton/ha/año por la superficie de AP:

$$Erosión\ hídrica\ del\ AP = Eh * A$$

Donde

Eh = Erosión hídrica

A = Superficie del AP

Sustituyendo los valores

Eh = 2.92 ton/ha/año

A = 0.5109 ha

$$Erosión\ hídrica\ del\ CUSTF = 2.92 * 0.5109$$

$$Erosión\ hídrica\ del\ CUSTF = 1.49\ ton/año$$

La erosión hídrica en la superficie de AP después de la remoción de vegetación es de **1.49 ton/año.**

EROSIÓN HEÓLICA CON REMOCIÓN

Cuadro VII.13. Erosión eólica con remoción en el AP.

Unidad de análisis	Erosión eólica (ton/ha/año)	Clase de degradación
Área del proyecto actual (AP)	**72.39**	**Moderada**

De acuerdo con los resultados obtenidos, con la realización del proyecto, se estima el aumento en la erosión eólica en 72.39 toneladas por hectárea por año, lo que representa un aumento de 54.29 ton/ha/año.

Para conocer el valor TOTAL DE EROSIÓN EN LA SUPERIFICE DE AP, multiplicamos el resultado obtenido de 72.39 ton/ha/año por la superficie de AP **clasificándose como erosión de tipo moderada.**

$$Erosión\ eólica\ del\ AP = Ee * A$$

Donde

Ee = Erosión eólica

A = Superficie del AP

Sustituyendo los valores

Ee = 72.39 ton/ha/año

A = 0.5109 ha

$$Ee = 72.39 * 0.5109$$

$$Ee = 36.98\ ton/año$$

La erosión eólica en la superficie de AP después de la remoción de vegetación es de **36.98 ton/año.**

Considerando los resultados de erosión del suelo que se perderán en la superficie de AP **con remoción**, entre erosión hídrica 1.49 Ton/año y erosión eólica 36.98 Ton/año, tenemos un total de erosión de **38.47 Ton/año volumen de suelo que se perderá con la ejecución del proyecto.** ver **(ANEXO 17. MEMORIAS CÁLCULO (DIGITAL)-ANEXO IV.A. CÁLCULO EROSIÓN_UA).**

FACTOR SUBSUELO

Al llevar a cabo el proyecto, sin aplicar ningún tipo de medida para este impacto, se provocará un hundimiento mayor al que naturalmente se presenta en la superficie del área del proyecto.

Cabe señalar que las medidas asociados formarán parte de etapas posteriores del alcance de este estudio, por lo que todo lo asociado a esta compete a la promovente.

FACTOR AGUA

BALANCE HÍDRICO

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del cálculo del balance hídrico una vez realizado el proyecto, indicando que el 11.96% de la precipitación que cae en el AP se convierte en escurrimiento lo que equivale a un valor de 296.37 m^3/año. Indicar que de acuerdo a los resultados obtenidos la infiltración se pierde totalmente en la superficie del AP.

Cuadro VII.14. Balance hídrico con remoción en el AP.

BALANCE HÍDRICO CON REMOCIÓN		
ÁREA DEL PROYECTO (m^3/año)		
Balance hídrico	**m^3/año**	**%**
Volumen precipitado	**2,478.38**	**100.00**
Volumen EVT	**2,348.29**	**94.75**
Volumen escurrimiento	**296.37**	**11.96**
Volumen infiltración	**-166.28**	**-6.71**

De manera práctica, no puede existir una infiltración negativa, por lo que, de aquí en adelante, se le considerará a la ***INFILTRACIÓN CON REMOCIÓN = 0.0 m^3***

De acuerdo con los resultados y el análisis de los 2 escenarios (sin y con proyecto) se estima un incremento en el valor de escurrimiento de 9.41% considerando un valor de 233.23 m^3/año. Y una pérdida de la infiltración existente de 66.95 m^3/año, ver **(ANEXO 17. MEMORIAS CÁLCULO (DIGITAL)- ANEXO IV.B. CÁLCULO BALANCE H._UA)**

ASPECTOS BIÓTICOS

FACTOR FLORA

Con la finalidad de tener un punto comparativo de la afectación que implica el desarrollo del proyecto en el factor flora, a continuación, se presenta una relación de las especies que se infirieron para el Área del proyecto (AP) y el Sistema ambiental (SA), demostrando así que todas y cada una de las especies que se presentaban en el AP, se encuentran representadas en el SA. Los datos fueron retomados del análisis presentado en el capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

En este apartado se presenta una comparativa entre las especies presentes en el área del proyecto (AP) Área de influencia (AI) y el sistema ambiental (SA), el análisis se divide por estratos.

Cuadro VII.15. Comparativo de especies encontradas en el SA, AI y AP.

ESTRATO	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	AP	AI	SA
Arbóreo	Anacardiaceae	Schinus	Schinus molle	Pirul			●
	Apocynaceae	Vallesia	Vallesia glabra	Peralillo		●	
	Asparagaceae	Yucca	Yucca periculosa	Izote			●
	Cannabaceae	Celtis	Celtis pallida	Naranjillo	●	●	●
	Celastraceae	Maytenus	Maytenus phyllanthoides	Mangle dulce			●
	Fabaceae	Acacia	Acacia farnesiana	Huizache	●	●	●
	Fabaceae	Acacia	Acacia pennatula	Huizache blanco			●
	Fabaceae	Caesalpinia	Caesalpinia cacalaco	Chalala		●	
	Fabaceae	Leucaena	Leucaena esculenta	Guaje rojo		●	●
	Fabaceae	Parkinsonia	Parkinsonia praecox	Palo verde	●	●	●
	Fabaceae	Prosopis	Prosopis laevigata	Mezquite	●	●	●
	Rutaceae	Megastigma	Megastigma galeottii	S/N			●
	Scrophulariaceae	Buddleja	Buddleja parviflora	Sayolisco			●
Arbustivo	Acanthaceae	Ruellia	Ruellia rosea	S/N			●
	Asteraceae	Montanoa	Montanoa tomentosa	Zoapatle		●	●
	Asteraceae	Verbesina	Verbesina neotenoriensis	Chimalacate			●
	Convolvulaceae	Ipomoea	Ipomoea orizabensis	Quiebraplatos			●
	Euphorbiaceae	Croton	Croton ciliato-glanduliiferus	Solemancillo			●
	Euphorbiaceae	Euphorbia	Euphorbia cymbifera	Zapatito			●
	Solanaceae	Solanum	Solanum lanceolatum	Tomatillo			●
	Stericuliaceae	Ayenia	Ayenia ovata	S/N			●
	Verbenaceae	Lantana	Lantana camara	Cinco negritos		●	●
	Verbenaceae	Lantana	Lantana hirta	Oreganillo de monte		●	●
Cactáceas y/o epífitas	Asparagaceae	Agave	Agave salmiana	Maguey pulquero			●
	Bromeliaceae	Tillandsia	Tillandsia recurvata	Gallitos	●	●	●
	Cactaceae	Cylindropuntia	Cylindropuntia pubescens	Chile de perro			●
	Cactaceae	Hylocereus	Hylocereus undulatus	Pitahaya			●
	Cactaceae	Mammillaria	Mammillaria carnea	Biznaga lechuda			●
	Cactaceae	Marginatocereus	Marginatocereus marginatus	Órgano			●
	Cactaceae	Opuntia	Opuntia cochenillifera	Nopal chamacuero	●	●	
	Cactaceae	Opuntia	Opuntia pubescens	Chile de perro			●
	Cactaceae	Opuntia	Opuntia streptacantha	Nopal cardón	●	●	●
	Cactaceae	Opuntia	Opuntia tehuacana	Nopal			●
	Cactaceae	Opuntia	Opuntia tomentosa	Nopal	●	●	●
	Cactaceae	Pachycereus	Pachycereus grandis	Órgano			●
	Cactaceae	Pachycereus	Pachycereus weberi	Candelabro			●
Herbáceo	Amaranthaceae	Amaranthus	Amaranthus hybridus	Quintonil		●	
	Asteraceae	Viguiera	Viguiera dentata	Chimalacate	●	●	●
	Chenopodiaceae	Chenopodium	Chenopodium berlandieri	Quelite cenizo			●

ESTRATO	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	AP	AI	SA
	Chenopodiaceae	Chenopodium	Chenopodium fremontii	S/N	●	●	●
	Convolvulaceae	Ipomoea	Ipomoea orizabensis	Quiebraplatos			●
	Euphorbiaceae	Euphorbia	Euphorbia hyssopifolia	Hierba de la golondrina	●	●	
	Fabaceae	Senna	Senna covesii	Ejotillo		●	
	Poaceae	Chloris	Chloris virgata	Barbas de indio			●
	Poaceae	Enneapogon	Enneapogon desvauxii	Zacate ladera	●	●	●
	Poaceae	Panicum	Panicum maximum	Zacate guinea		●	
	Polemoniaceae	Loeselia	Loeselia coerulea	Huizizile morado		●	
	Solanaceae	Solanum	Solanum nigrum	Tomatillo del diablo		●	
Lianas	Vitaceae	Cissus	Cissus tubulosa	Bejuco			●

Considerando el cuadro anterior en el SA, se obtuvo un mayor número de especies encontradas, registrando un total de 40 especies distribuidas en los diferentes estratos en el SA, mientras que en el AI se encontraron un total de 23 especies, y para el AP se registraron un total de 12 especies.

Cuadro VII.16. Riqueza florística en las tres unidades de análisis.

RIQUEZA ESPECÍFICA				
ÁREA	**ESTRATO**	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**
Área del proyecto (AP)	Arbóreo	2	4	4
	Arbustivo	0	0	0
	Herbáceo	4	4	4
	Epifitas y cactáceas	2	2	4
TOTAL		**8**	**10**	**12**
ÁREA	**ESTRATO**	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**
Área de influencia (AI)	Arbóreo	3	7	7
	Arbustivo	2	2	3
	Herbáceo	8	9	9
	Epifitas y cactáceas	2	2	4
TOTAL		**15**	**20**	**23**
ÁREA	**ESTRATO**	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**
Sistema ambiental (SA)	Arbóreo	7	10	11
	Arbustivo	7	9	10
	Herbáceo	4	5	6
	Epifitas y cactáceas	3	8	12
	Lianas	1	1	1
TOTAL		**22**	**33**	**40**

FACTOR FAUNA

Al llevar a cabo el análisis de fauna silvestre, se procedió a realizar la comparación de las especies presentes en el área del SA, AI con el AP para el tipo de vegetación analizado, arrojando los siguientes resultados

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.

AVIFAUNA

A continuación, se presentan por unidad de estudio (AP, AI y SA) y por grupo biológico, el número individuos, la riqueza específica y la diversidad. Es importante mencionar que tanto el AI, la SA y el AP tuvieron relativamente la misma superficie de muestreo, esto para fines de comparación entre ellos.

Cuadro VII.17. Comparativo del número de individuos de avifauna en las unidades de análisis.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	IUCN	N° de registros		
							AP	AI	SA
1	Accipitridae	Elanus leucurus	Milano cola blanca	SC	II	LC	0	0	2
2	Accipitridae	Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	SC	II	LC	0	0	3
3	Cathartidae	Coragyps atratus	Zopilote común	SC	SC	LC	0	0	24
4	Columbidae	Columbina inca	Tortolita cola larga	SC	SC	LC	13	16	3
5	Columbidae	Streptopelia decaocto	Paloma turca de collar	SC	SC	LC	6	7	0
6	Columbidae	Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	SC	SC	LC	7	9	1
7	Emberizidae	Oriturus superciliosus	Zacatonero serrano	SC	SC	LC	0	0	15
8	Fringillidae	Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	SC	SC	LC	8	9	3
9	Hirundinidae	Hirundo rustica	Golondrina tijereta	SC	SC	LC	2	6	4
10	Icteridae	Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	SC	SC	LC	0	6	0
11	Mimidae	Mimus polyglottos	Cenzontle norteño	SC	SC	LC	2	0	3
12	Mimidae	Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche pico curvo	SC	SC	LC	4	0	4
13	Momotidae	Momotus mexicanus	Momoto corona canela	SC	SC	LC	0	1	0
14	Passerelidae	Peucaea mystacalis	Zacatonero embridado	SC	SC	LC	0	0	5
15	Passeridae	Passer domesticus	Gorrión doméstico	SC	SC	LC	8	9	14
16	Picidae	Melanerpes hypopolius	Carpintero del balsas	SC	SC	LC	2	0	5
17	Polioptilidae	Polioptila caerulea	Perlita azulgris	SC	SC	LC	3	0	5
18	Trcohilidae	Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho	SC	II	LC	0	0	3
19	Trcohilidae	Ramosomyia violiceps	Colibrí corona violeta	SC	II	LC	0	0	2
20	Trochilidae	Hylocharis leucotis	Zafiro oreja blanca	SC	SC	LC	2	0	3
21	Troglodytidae	Campylorhynchus jocosus	Matraca del balsas	SC	SC	LC	1	0	3
22	Troglodytidae	Thryomanes bewickii	Saltapared cola larga	SC	SC	LC	0	0	2

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	IUCN	N° de registros		
							AP	AI	SA
23	Tyranidae	Myiozetetes similis	Luisito común	SC	SC	LC	0	0	2
24	Tyranidae	Tyrannus crassirostris	Tirano pico grueso	SC	SC	LC	0	0	1
25	Tyranidae	Tyrannus melancholicus	Tirano pirirí	SC	SC	LC	0	2	6
26	Tyrannidae	Charadrius vociferus	Chorlo tildío	SC	SC	LC	0	0	5
Total de especies							**12**	**9**	**23**
Total de individuos							**58**	**65**	**118**

De acuerdo a la comparación en la distribución de la avifauna se puede observar una mayor diversidad y abundancia en el SA, respecto a al AI y AP.

El número de individuos de avifauna en las tres unidades de estudio no fue homogénea 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 y AI); 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 microcuenca, es posible encontrar mayor cantidad de individuos que en el AP y AI debido a la mayor disponibilidad de microhábitats.

MASTOFAUNA

Cuadro VII.18. Comparativo del número de individuos de mastofauna en las unidades de análisis.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	IUCN	N° de registros		
							AI	AP	SA
1	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	SC	SC	LC	0	0	1
2	Cricetidae	*Peromyscus maniculatus*	Ratón norteamericano	SC	SC	LC	0	0	1
3	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	SC	SC	LC	0	1	2
4	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	SC	SC	LC	0	5	7
5	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	SC	SC	LC	10	0	24
6	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	SC	SC	LC	0	0	7
7	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	SC	SC	LC	3	3	6
Total de especies							**2**	**3**	**7**
Total de individuos							**13**	**9**	**48**

De acuerdo a la distribución de mastofauna registrada en las unidades de análisis podemos observar que la unidad más diversa corresponde al SA, respecto al AP y AI.

De acuerdo a los índices de diversidad podemos observar una equidad similar en las tres unidades de análisis con una dominancia superior en el AP y AI respecto a la SA. Por otro lado, las tres 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 (*Canis lupus familiaris*) y gatos (*Felis catus*); por lo que la diversidad cerca de asentamientos humanos será escaza.

De acuerdo a la diversidad en el AP, se observa una clara influencia por factores antropogénicos; desde la fragmentación del hábitat hasta la introducción de especies que pueden llegar a ser ferales. La especie *Sciurus aureogaster* es catalogada como especie sinantrópica, este tipo de especies se han adaptado a los entornos urbanos. La relación entre mamíferos sinantrópicos y ambientes urbanos generan condiciones de riesgo para la transmisión de enfermedades zoonóticas, situación documentada por diversas investigaciones (McFarlane, 2012; Rojo Vázquez, 2001; Bradley et al., 2008; Greger, 2007); ya que, por su gran movilidad entre las áreas silvestres y el entorno humano, representan una fuente natural de patógenos para los habitantes de las comunidades y fauna silvestre, generando desequilibrios ecológicos.

Cuadro VII.19. Comparativo del número de individuos de herpetofauna en las unidades de análisis.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	IUCN	N° de registros		
							AP	AI	SA
1	Colubridae	*Pituophis deppei*	Cincuatl	**A**	SC	LC	0	0	1
2	Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Camanleón llora sangre	**A**	**II**	SC	0	0	3
3	Phrynosomatidae	*Phrynosoma taurus*	Camanleón toro	**A**	**II**	LC	0	0	3
4	Phrynosomatidae	*Sceloporus gadoviae*	Lagartija espinosa del Alto Balsas	SC	SC	LC	0	0	9
5	Phrynosomatidae	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	**Pr**	SC	LC	0	0	6
6	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa	SC	SC	LC	2	6	10
7	Phrynosomatidae	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de árbol del Pacífico	**SC**	SC	LC	0	0	3
8	Teiidae	*Aspidoscelis parvisocius*	Huico pigmeo de Tehuacán	**Pr**	SC	LC	6	10	16
9	Teiidae	*Aspidoscelis sackii*	Huico manchado	SC	SC	LC	0	0	5
Total de especies							**2**	**2**	**9**
Total de individuos							**16**	**8**	**56**

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 a la cobertura de especies, respecto al AP y AI.

EL número de especies avifaunísticas para las tres unidades de análisis consta de una muestra de 26 especímenes de las cuales, 23 se registraron en el SA , 9 en el AI y 12 en el AP, cabe resaltar que en el AP y AI se observaron y registraron especies que son consideradas sinantrópicas es decir, especies que suelen ser tolerantes y se adaptan mejor a las zonas antropizadas y/o perturbadas, en contraste las especies con poca tolerancia y/o susceptibles a cambios bruscos en el ambiente tienden a desplazarse, en busca de zonas mejor conservadas, generando un fenómeno de sucesión ecológica. Para el caso del AI presenta valores inferiores al AP, dado que las condiciones ambientales se han visto deterioradas en un mayor grado en esta área. El SA presenta resultados que indican una buena estructura en el ensamble avifaunístico, obteniendo mejores índices de diversidad que el AP.

La mastofauna, consta de una muestra total de 7 especies de las cuales sólo 3 se registraron en el AP, 2 en el AI y 6 en el SA. A pesar de que en el SA se registraron más especies los índices indican una baja diversidad, cabe señalar que se registró la presencia de fauna feral (*Canis lupus familiaris*), lo que podría estar afectando la diversidad de mastofauna pues pueden estar siendo presa de esta fauna feral.

El número de especies herpetofaunísticas para las tres unidades de análisis consta de una muestra de 9 especímenes de las cuales, sólo dos especies se registraron en el AP al igual que en el AI y 9 en el SA. Respecto a los índices el AP y el AI presentan valores de diversidad bajos, mientras que la SA se mantiene con una diversidad media. En este grupo biológico es donde se registraron especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

VII.3 ESCENARIO CON PROYECTO (APLICANDO LAS MEDIDAS CORRESPONDIENTES).

En este apartado se discuten los componentes ambientales que tendrán un impacto en el desarrollo del proyecto, mismos que se deberán mitigar mediante la realización de medidas, por lo que el enfoque del presente apartado es describirlas.

Para factor suelo se utilizarán los indicadores de pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica, para el componente agua se utilizaron los factores de escurrimiento superficial e infiltración del agua, para los aspectos de diversidad se consideró el Índice de Valor de Importancia de las especies de flora, así como la superficie que será sujeta a remoción de vegetación en el área del proyecto.

ASPECTOS ABIÓTICOS

FACTOR SUELO

EROSIÓN HÍDRICA Y EÓLICA CON REMOCIÓN Y APLICANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

En condiciones actuales la pérdida de suelo es de 9.62 tonelada por año, sin embrago, con la ejecución del proyecto implica un incremento en la perdida de suelo en comparación con el escenario original, llegando a perderse 38.47 toneladas por año, el incremento en la perdida de suelo es de 28.85 toneladas por año, misma cantidad que deberá ser mitigada.

Con el objetivo de mitigar dicho impacto, se propone el rescate del material orgánico resultado del despalme del área del proyecto.

Cuadro VII.20. Volumen de material orgánico a rescatar.

Obra propuesta	Superficie del AP (ha)	Erosión Total en el AP (ton)	Profundidad del suelo (cm)	Toneladas por hectárea a obtener	Azolve Total rescatado (ton)
Rescate de material orgánico	0.5109	28.85	1.00	120	61.31
TOTAL	**0.5109**	**28.85**	**-**	**-**	**61.31**

El procedimiento para su extracción, así como los tiempos en los que se llevará a cabo se describen a detalle en el Programa de rescate y resguardo del material orgánico que se presenta en el **ANEXO 8. PROGRAMA DE RESCATE DEL MATERIAL ORGÁNICO.**

Es importante señalar que, debido a las condiciones del sitio, las 61.31 toneladas a remover pueden encontrarse de manera irregular dentro del predio, es decir, que en algunas partes se encuentre mayor profundidad del suelo y por lo tanto más cantidad a rescatar y que en otras no se encuentre cantidad.

EMPLEO DEL MATERIAL ORGÁNICO

Este material será utilizado para acondicionar la superficie en donde se llevará a cabo la plantación, dentro de la Unidad Deportiva Sur. El material que no se utilice será utilizado para conformación de las áreas verdes y área de gravilla (permeable)

Imagen VII.1. Ejemplo de extracción de material orgánico.

Imagen VII.2. Ejemplo de empleo de material orgánico en proyectos similares.

FACTOR SUBSUELO

Al finalizar las actividades de cambio de uso de suelo, se contempla la ejecución de riegos con agua en la superficie, con la finalidad de estabilizar el suelo después del movimiento y extracción del despalme, y apertura de caja para poder prevenir su posible colapso. Lo anterior se realizará tomando en cuenta las recomendaciones del estudio de mecánica de suelos del proyecto, que es aplicable para la etapa de preparación del sitio y construcción y no es competencia del cambio de uso de suelo.

El humedecimiento del suelo generará en éste una saturación para llegar a cierto grado de compactación y posteriormente aplicar las medidas recomendadas por la mecánica de suelos relacionadas al posible colapso del suelo.

FACTOR AGUA

En el siguiente cuadro se presentan los valores de infiltración del agua en condiciones actuales y una vez realizado el proyecto; además de la captación de agua con las medidas de mitigación.

Cuadro VII.21. Volumen a compensar con las medidas de compensación.

Infiltración	Volumen (m3/año)
Infiltración actual	66.95
Infiltración con remoción	0.00
Infiltración a compensar	**66.95**

La cantidad de agua que se infiltra una vez realizado el proyecto es de 0.0 m^3 por año, sumando la cantidad de agua retenida con las 176 terrazas individuales (66.95 m^3) genera un total de 66.95 m^3, esta cantidad es igual a la que originalmente se infiltra (66.95 m^3), por lo que es notable la efectividad de las obras, ya que con estas medidas de mitigación se logrará compensar la infiltración con un margen de estabilidad positivo.

A continuación, se presenta el escenario esperado con la implementación de las obras de captación de agua, lo cual se describe a detalle en el programa de plantación y obras de conservación **(ANEXO 12. PROGRAMA DE PLANTACIÓN Y OBRAS DE CONSERVACIÓN),** al igual se pretende el establecimiento de una plantación con el cual se promoverá un incremento en la cobertura de vegetal que permitirá una mayor capacidad de captación de agua en el suelo.

Imagen VII.3. Ejemplo de construcción de terrazas individuales en proyectos similares.

Por lo tanto, para compensar la pérdida de los **66.95 m^3** de agua que se ocasionará por el cambio de uso de suelo, se requiere de la construcción de **176 terrazas individuales**.

ASPECTOS BIÓTICOS

FACTOR FLORA

El área del proyecto contará con una superficie de remoción de vegetación de 0.5109 hectáreas, en las que será necesario la remoción de la vegetación de forma permanente, por lo que para compensar esta superficie removida y reducir los daños ocasionados por la remoción, se propone realizar las medidas de prevención y de mitigación. En este caso se propone la realización de un programa de plantación en una superficie de 0.7150 ha, y el rescate y reubicación de flora. Estos programas se presentan en el **ANEXO 9. PROGRAMA DE RESCATE DE FLORA** y **ANEXO 12. PROGRAMA DE PLANTACIÓN Y OBRAS DE CONSERVACIÓN**.

Imagen VII.4. Ejemplo de actividades de rescate en proyectos similares.

Imagen VII.5. Ejemplo de actividades de reubicación en proyectos similares.

FACTOR FAUNA

La remoción de la vegetación afectara al componente fauna, principalmente con la disminución de la disposición de refugios y lugares de anidación, así como la reducción de las fuentes de alimento, no obstante, se espera que con las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de los ejemplares, estas se adapten al nuevo sitio de reubicación.

Se proponen la ejecución de los programas de rescate de fauna silvestre indicados en los anexos **ANEXO 10. PROGRAMA DE RESCATE DE FAUNA** y **ANEXO 11. PROGRAMA DE RESCATE DE FAUNA CON ESTATUS NOM-059,** con el propósito de evitar dañar a los ejemplares que podrían encontrarse dentro de la superficie del AP.

Imagen VII.6. Ejemplo de actividades de rescate de fauna en proyectos similares.

Imagen VII.7. Ejemplo de actividades de reubicación de fauna en proyectos similares.

VII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL

El pronóstico ambiental esperado para el escenario con proyecto y una vez implementadas las medidas de prevención, mitigación y compensación, es que en general las condiciones de los componentes suelo, agua, flora, fauna no serán afectadas de manera significativa.

El componente flora es el de mayor afectación debido a que se va a remover la vegetación en el AP, sin embargo, con la medida de mitigación propuesta (rescate y reubicación de flora) se pretende minimizar dicho impacto, ya que las especies que se rescatarán serán reubicadas en condiciones similares, manteniendo una composición florística similar al tipo de vegetación existente. Mientras que la cobertura vegetal será compensada con actividades referentes a la plantación.

El otro componente que se afectaría de manera directa con el proyecto y la remoción de la vegetación es la fauna, por consecuencia del personal, maquinaria, vehículos y/o al mal manejo de los ejemplares faunísticos, sin embargo, para evitar este impacto se considera como medida de mitigación el ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna con o sin estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010, previo a las actividades concernientes al cambio de uso de suelo.

Con la implementación de obras de conservación y restauración, se retendrá suelo y agua en superficies degradadas, favoreciendo también el crecimiento de vegetación por efecto de la retención de humedad. No habrá contaminación del suelo y agua, ya que se realizará el manejo adecuado de residuos que se generen durante las actividades del proyecto, así como el mantenimiento preventivo a la maquinaria utilizada, esto con base en la Normatividad ambiental vigente. Así mismo, no se prevé generación de gases por encima de los niveles máximos establecidos por la normatividad vigente, ya que los vehículos y maquinaria utilizada cumplirán con los mantenimientos necesarios para evitar este impacto.

De manera general lo sitios del sistema ambiental elegidos presentarán mejores condiciones que las del AP, debido a que en ellos es en donde serán implementadas las obras de conservación de suelo y agua, así como las actividades de plantación y la reubicación de flora, promoviendo el desarrollo de cobertura con la cual se brinde mayor protección al suelo reduciendo la tasa de erosión, el escurrimiento superficial y aumentando la infiltración del agua.

Así mismo, se presentarán un beneficio económico local y regional, ya que se generarán empleos en las diferentes etapas, favoreciendo el ingreso familiar, así como oportunidad de ingresos por la atención a servicios de personal que labore en el proyecto.

VII.5 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) es un instrumento de gestión que tiene como función básica establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas de mitigación incluidas en la Manifestación de Impacto Ambiental, en el que se incluye la acción u obra de mitigación, y se señalan los procedimientos de supervisión para verificar el cumplimiento de estas medidas.

Por lo que, con este PVA la autoridad ambiental y la promovente podrán dar seguimiento puntual e integral a cada una de las medidas ambientales propuestas para el Proyecto "MI BODEGA AURRERA TEHUACÁN LIBRAMIENTO", la eficacia de estas y en su defecto la aplicación de otras.

La base para el éxito en el cumplimiento de las medidas ambientales y la incorporación oportuna de sus consideraciones para la toma de decisiones que determinan el desarrollo del proyecto radica en el hecho de considerar a la vigilancia ambiental como parte de la organización de este. En ningún caso debe ser asumida como una acción accesoria, sino como un elemento sustantivo para incrementar la eficiencia en la ejecución del proyecto y disminuir los esfuerzos técnicos y financieros. Esta directriz indica que el manejo ambiental se llevará a cabo como una actividad permanente, considerada clave para la eficiente ejecución del proyecto, lo cual conlleva como necesidad que toda la organización, tanto interna, como del contratista, asuma la vigilancia como una actividad que se ejecuta a lo largo de todo el proceso, mediante acciones programadas, con visión positiva, proactiva y de respaldo técnico ambiental a la ingeniería del proyecto.

Asimismo, se acatará lo establecido en la LGEEPA, RLGEEPA, las Normas Oficiales Mexicanas y demás ordenamientos legales aplicables al desarrollo del proyecto sin prejuicio por lo establecido por otra Unidad Administrativa (federal, estatal y/o municipal) competentes al caso, debiendo acatar y cumplir con las medidas propuestas, las cuales son necesarias para asegurar la sustentabilidad del proyecto y la conservación del equilibrio ambiental en su entorno.

Mencionar que el PVA se describe a mayor detalle dentro del **ANEXO 13. PROGRAMA VIGILANCIA AMBIENTAL.**

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 región. 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 LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÒN DE IMPACTO AMBIENTAL

ÍNDICE GENERAL

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÒN DE IMPACTO AMBIENTAL. 2
VIII.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN 2
VIII.1.1 CARTOGRAFÍA 2
VIII.1.2 FOTOGRAFÍAS 2
VIII.1.3 VIDEOS 2
VIII.2 OTROS ANEXOS 2
VIII.2.1 MEMORIAS 2
VIII.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS 2
VIII.4 LISTA DE ANEXOS 2

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÒN DE IMPACTO AMBIENTAL.

VIII.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

De acuerdo al artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entregarán 1 ejemplar impreso y 4 en archivo electrónico (uno de ellos para consulta pública) de la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular.

VIII.1.1 CARTOGRAFÍA

En el proyecto se utilizó cartografía para la ubicación y la delimitación de la superficie, la descripción de la región de estudio y sus diferentes elementos. Dicha cartografía se elaboró con un análisis de la información geográfica, usando imágenes satelitales y cartografía de INEGI series III y VI; los planos definitivos se presentan en el contenido del documento y también se presentan por capítulos para su mejor observación en el ANEXO 14. ANEXO CARTOGRÁFICO.

VIII.1.2 FOTOGRAFÍAS

Se integró un anexo (ANEXO 15. ANEXO FOTOGRÁFICO) con fotografías del proyecto y sus inmediaciones que reflejan las condiciones ambientales predominantes en la actualidad del área del proyecto.

VIII.1.3 VIDEOS

Siendo opcional este apartado, no se consideró necesario anexar un video del sitio.

VIII.2 OTROS ANEXOS

No se incluyen otros anexos diferentes a los ya mencionados.

VIII.2.1 MEMORIAS

Se adjunta el ANEXO 17. MEMORIAS CÁLCULO (DIGITAL), el cual contiene las memorias de cálculo en formato digital con la información de los procesos y cálculos usados durante el desarrollo de la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular para este proyecto.

VIII.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS

Se incluye un anexo (ANEXO 16. GLOSARIO TÉRMINOS) referente a la definición de palabras relacionadas con la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular realizada para este proyecto.

VIII.4 LISTA DE ANEXOS

En cumplimiento con el capítulo VIII se presentan los siguientes anexos (obligatorios y adicionales) para la MIA presente.

ANEXO 1. ACTA

ANEXO 2. ESCRITURA

ANEXO 3. PODER NOTARIAL Y RFC

ANEXO 4. IDENTIFICACIÓN OFICIAL

ANEXO 5. DATOS DEL ASESOR TÉCNICO

ANEXO 6. COORDENADAS UTM DEL SA-AI-AP

ANEXO 7. METODOLOGÍA EROSIÓN Y BALANCE H

ANEXO 8. PROGRAMA DE RESCATE DEL MATERIAL ORGÁNICO

ANEXO 9. PROGRAMA DE RESCATE DE FLORA

ANEXO 10. PROGRAMA DE RESCATE DE FAUNA

ANEXO 11. PROGRAMA DE RESCATE DE FAUNA CON ESTATUS NOM-059

ANEXO 12. PROGRAMA DE PLANTACIÓN Y OBRAS DE CONSERVACIÓN

ANEXO 13. PROGRAMA VIGILANCIA AMBIENTAL

ANEXO 14. ANEXO CARTOGRÁFICO

ANEXO 15. ANEXO FOTOGRÁFICO

ANEXO 16. GLOSARIO TÉRMINOS

ANEXO 17. MEMORIAS CÁLCULO (DIGITAL)

- ANEXO II.A. VOLUMEN FORESTAL
- ANEXO IV.A. CÁLCULO EROSIÓN_UA
- ANEXO IV.B. CÁLCULO BALANCE H._UA
- ANEXO IV.C._FLORA_SA_AI_AP
- ANEXO IV.D._FAUNA_SA_AI_AP
- ANEXO V.A. ESTIMACIÓN DE LOS IMPACTOS
- ANEXO VI.A. CAPTURA DE CARBONO

ANEXO 18. SHAPE OBRAS TEMPORALES

ANEXO 19. CONVENIO UDS