MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR

Privada Colinas del Padre Sexta Sección

Fraccionamiento habitacional de Interés Social

Municipio de Zacatecas, Zacatecas

Consulta pública

Tabla de Contenido

CAPÍTULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 7

I.1 DATOS DEL PROYECTO 7

I.1.1 Nombre del proyecto y Generales. 7

I.5 UBICACIÓN DEL PROYECTO 7

I.5.1 Representación Gráfica de la Ubicación Geográfica y Geopolítica. 10

I.5.2 Ubicación y Delimitación Física de la Superficie del Proyecto 11

I.6 DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES 12

I.6.1 Obras y actividades principales 12

I.6.2 Obras y actividades complementarias 13

I.6.3 Obras temporales previstas 14

I.7 COSTO DE INVERSIÓN Y COSTO DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES 15

I.8 DURACIÓN ESTIMADA DEL PROYECTO Y CRONOGRAMA DE TRABAJO 16

I.10 SUPERFICIES GENERALES DEL PROYECTO 19

CAPÍTULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO 20

II.1 METODOLOGÍA Y CRITERIOS DE LA VINCULACIÓN 20

II.1.1 Ordenamientos Jurídicos Federales 20

II.1.2 Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) 27

II.1.3 Decretos y Programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas. 31

II.1.4 Normas Oficiales Mexicanas 40

II.1.5 Planes o Programas de Desarrollo Urbano (PDU) 41

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA 45

III.1 DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA: CRITERIOS, MÉTODO Y SUPERFICIE 45

III.2 USO DE SUELO Y VEGETACIÓN PRESENTES EN LA REGIÓN ECOLÓGICA 47

Especies de flora bajo alguna categoría de riesgo o de comercio regulado 71

Conclusiones 82

Distribución de las especies 85

Distribución real de las especies (Especies encontradas durante los muestreos) 90

Especies bajo alguna categoría de protección, conservación o uso controlado 91

Índices de biodiversidad 92

III.7 ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES DE LA REGIÓN ECOLÓGICA 98

III.7.1 Componente abiótico 98

III.7.3 Componente Socioeconómico 130

III.8 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL: GRADO DE CONSERVACIÓN O DETERIORO 134

III.9 PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES DE LA REGIÓN ECOLÓGICA 136

III.10 REPORTE GENERAL DE INCIDENCIAS DEL PROYECTO Y DE SU ÁREA DE INFLUENCIA 139

Consulta pública

CAPÍTULO IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN 140

IV.1 METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS Y JUSTIFICACIÓN DE SU SELECCIÓN 140

IV.1.1 Lista de Chequeo de Factores ambientales 143
IV.1.2 Indicadores de Impacto Ambiental 146
IV.1.3 Criterios y Metodologías de la Evaluación de los impactos ambientales 148
IV.1.4 Caracterización de los Impactos 157

IV.2 IMPACTOS AMBIENTALES EXISTENTES EN LA REGIÓN ECOLÓGICA 164
IV.3 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS DEL PROYECTO POR ETAPA 167
IV.4 IMPACTOS SIGNIFICATIVOS, SINÉRGICOS, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES 174

IV.4.1 Impactos Significativos 174
IV.4.2 Impactos sinérgicos 175
IV.4.3 Impactos acumulativos 175
IV.4.4 Impactos residuales 176
IV.4.5 Síntesis 178

IV.6 RESUMEN DEL ANÁLISIS DE IMPACTOS Y DEL RESULTADO DE LA APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS 178

IV.7 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 180
IV.8 MEDIDAS DE COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN AMBIENTAL 183
IV.9 PRONÓSTICO AMBIENTAL Y CONCLUSIONES 185

IV.9.1 Escenario sin proyecto 185
IV.9.2 Escenario con proyecto y sin medidas ambientales 185
IV.9.3 Escenario con proyecto y aplicación de medidas ambientales 186
IV.9.4 Evolución esperada de los componentes ambientales 186

ANEXOS. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA MIA 188

ANEXO A. DOCUMENTACIÓN LEGAL 188

Documentación Legal de la Empresa que Elaboro el Estudio 188

ANEXO B. ESTUDIOS ESPECÍFICOS Y DE PROYECTO 188
ANEXO C. CARTOGRAFÍA Y ARCHIVOS GEOESPACIALES 188
ANEXO D. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS 189

Glosario 189
Bibliografía y Documentación Consultada para la Elaboración de este Documento 193

Referencia de Imágenes

Ilustración 1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio 29

Referencia de Gráficos

Gráfico 1 Relación de Áreas Naturales Protegidas 32
Gráfico 2 Valor de importancia del estrato arbóreo en el AP, el AI y la RE 60

Consulta pública

Gráfico 3 Valor de importancia del estrato arbustivo en el AP, el AI y la RE 60
Gráfico 4 Valor de importancia del estrato herbáceo en el AP, el AI y la RE 61
Gráfico 5 Curva de acumulación de especies de la Región Ecológica. 78
Gráfico 6 Curva de acumulación de especies del Área de Influencia. 79
Gráfico 7 Curva de acumulación de especies del Área del Proyecto. 80
Gráfico 8 Dendrograma de similitud por Área. 81
Gráfico 9 Dendrograma de similitud por sitio de muestreo. 81
Gráfico 10 Abundancia en AI 92
Gráfico 11 Abundancia en AP 94
Gráfico 12 Abundancia en la Región Ecológica 95
Gráfico 13 Temperatura Máxima Normal 104
Gráfico 14 Temperatura media 104
Gráfico 15 Temperatura mínima 105
Gráfico 16 Precipitación 106
Gráfico 17 Evaporación 106
Gráfico 18. Balance de Interacciones 150
Gráfico 19. Balance de Interacciones Negativas 151
Gráfico 20 Porcentaje por Interacciones Negativas 152
Gráfico 21 Valor Global de Afectación por Factor 152

Referencia de Planos

Plano 1. Estado de Zacatecas. 8
Plano 2. Ubicación Geográfica y Geopolítica del proyecto. 10
Plano 3. Contexto Hidrográfico del Proyecto 10
Plano 4. Regiones Terrestres Prioritarias 35
Plano 5. RHP 36
Plano 6. AICAS 39
Plano 7. Región Ecológica 45
Plano 8. Uso de suelo y vegetación, INEGI Serie VII – Región Ecológica 49
Plano 9. Uso de suelo y vegetación, INEGI Serie VII – Área del Proyecto y Área de Influencia 50
Plano 10 Clima 100
Plano 11 Estaciones Climáticas 103
Plano 12. Región Hidrológica 36 108
Plano 13. RH37Ec 111
Plano 14 RE delimitado 111
Plano 15. Acuífero 114
Plano 16 Provincia Fisiográfica 121
Plano 17 Subprovincia fisiográfica 123
Plano 18. Sistema de Topoformas 125
Plano 19. Edafología 126
Plano 20 Geología 128
Plano 21. Región Sísmica 130
Plano 22. Área de Influencia del proyecto 181

Referencia de Tablas

Tabla 1 Generales del Proyecto 7
Tabla 2. Datos de Identificación de la Empresa Promovente ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 3. Dirección de la Empresa Promovente ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 4. Firma Autógrafa del Responsable del Estudio ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Consulta pública

Tabla 5. Dirección del Prestador de Servicios ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 6 Referencia de Ubicación General 7
Tabla 7. Ubicación Geográfica del Estado de Zacatecas 8
Tabla 8. Ubicación geográfica del Municipio de Zacatecas 9
Tabla 9. Cuadro Constructivo del predio para fraccionamiento 11
Tabla 10 Detalles del Proyecto 12
Tabla 11 Detalles de obras 13
Tabla 12 Obras temporales 15
Tabla 13 Inversión Estimada ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 14 Cronograma de Actividades 17
Tabla 15. Región Ecológica 13.1 29
Tabla 16 Región Ecológica 30
Tabla 17. Información del ANP más Cercana al AP 33
Tabla 18 Normas Oficiales Mexicanas 40
Tabla 19 Criterios de Delimitación 46
Tabla 20 Delimitación 47
Tabla 21 USV SVII RE 47
Tabla 22. Uso de suelo y vegetación en la Región Ecológica 50
Tabla 23. Uso de suelo y vegetación en el Área del Proyecto 50
Tabla 24. Uso de suelo y vegetación en el Área de Influencia 51
Tabla 25 Ubicación geográfica de los sitios de muestreo, Datum WGS84, zona UTM 13 Q 53
Tabla 26 Materiales utilizados para el levantamiento de los muestreos. 54
Tabla 27. Especies identificadas en la RE 55
Tabla 28 Valor de importancia de las especies en la RE. 57
Tabla 29 Especies identificadas en el área de influencia 61
Tabla 30 Valor de importancia de las especies en el AI. 64
Tabla 31 Especies identificadas en el Área del Proyecto 66
Tabla 32 Valor de importancia de las especies en el AP. 69
Tabla 33 Especies de flora bajo alguna categoría de riesgo o de comercio regulado 71
Tabla 34 Índices de diversidad RE 74
Tabla 35 Índices de diversidad del Área de Influencia (por estrato) 75
Tabla 36 Índices de diversidad del área del proyecto (por estrato) 76
Tabla 37 Distribución potencial 85
Tabla 38 Especies observadas en la RE 90
Tabla 39 Especies de fauna observadas en el área de influencia. 90
Tabla 40 Especies de fauna observadas en el área del proyecto. 91
Tabla 41 Especies con características de Riesgo y conservación 91
Tabla 42 Índices de diversidad en el área de influencia 92
Tabla 43 Índices de diversidad en el área del proyecto 93
Tabla 44 Índices de diversidad en la Región Ecológica 94
Tabla 45 Presencia de especies de fauna por zona de estudio 96
Tabla 46 Clima Municipio 99
Tabla 47 Clasificación climática de Köppen 100
Tabla 48 Clasificación climática 100
Tabla 49. Áreas de estudio Clima 101
Tabla 50. Clima AI 101
Tabla 51. Clasificación Koppen 102
Tabla 52 Estaciones Climatológicas consideradas dentro del polígono 102
Tabla 53 Estación 32086 103
Tabla 54 Temperatura máxima 103
Tabla 55 Temperatura media 104

consulta pública

Tabla 56 Temperatura mínima 105
Tabla 57 Precipitación 106
Tabla 58 Evaporación 106
Tabla 59. Zacatecas Descripción Hidrográfica 107
Tabla 60. Descripción hidrográfica del AII 108
Tabla 61 Datos de Cuenca 110
Tabla 62. RH37Ec 110
Tabla 63 Índices del Cause principal de la AI 113
Tabla 64. Acuíferos RE 114
Tabla 65. Fisiografía Municipio 120
Tabla 66 Fisiografía 123
Tabla 67 Distribuciones de topoformas en el RE 125
Tabla 68 Distribuciones de topoformas en el AI 125
Tabla 69. Edafología ER_INEGI 127
Tabla 70. Geología del Municipio 127
Tabla 71. Geología de la RE 128
Tabla 72. Geología del AI 129
Tabla 73. Clasificación de Impactos Ambientales 140
Tabla 74. Componentes y factores ambientales (Canter, 2003) modificada para el proyecto 143
Tabla 75. Factores Ambientales. 145
Tabla 76. Indicadores de Impacto Ambiental 147
Tabla 77. Valoración Modificada 150
Tabla 78 Valoración Conesa 154
Tabla 79 Metodología Conesa 156
Tabla 80 Impactos preexistentes 165
Tabla 81 Interacciones significativas identificadas en la matriz de Leopold 174
Tabla 82 Impactos significativos (severos) conforme al algoritmo de Conesa 174
Tabla 83 Impactos adversos severos considerando el escenario acumulativo 176
Tabla 84 Importancia residual de los impactos adversos tras la aplicación de las medidas 177

Consulta pública

Capítulo I. Datos generales del proyecto, del promovente, del responsable del estudio y descripción del proyecto

I.1 Datos del proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto y Generales.

El proyecto que es presentado para consideración de la Secretaría de Medio y Recursos Naturales (SEMARNAT), su Oficina de Representación en el Estado de Zacatecas será denominado a lo largo de este documento como:

"Privada Colinas del Padre Sexta Sección, en Zacatecas, Zac."

Que pretende ubicarse en el Municipio de Zacatecas, Estado de Zacatecas. A lo largo de este documento podrá ser aludido como "**Privada Colinas del Padre Sexta Sección, Zacatecas, Zac**" o en su defecto, solo se indicará como **proyecto**.

Tabla 1 Generales del Proyecto

Concepto	Contenido
Nombre del proyecto	Privada Colinas del Padre Sexta Sección, Zacatecas, Zac
Modalidad de la MIA	Particular
Sector y subsector	**Sector**: Desarrollo Urbano **Subsector**: Vivienda / Desarrollo habitacional **Tipo de proyecto**: Fraccionamiento habitacional
Tipo de obra conforme al artículo 5 del REIA	Fundamentado en el Artículo 5, inciso O), por requerir del Cambio de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.
Área lotificada	8,305.97
Superficie total del predio (ha)	16,106.94 m^2

I.5 Ubicación del Proyecto

Tabla 2 Referencia de Ubicación General

Concepto	Contenido
Entidad federativa	Zacatecas
Municipio	Zacatecas
Localidad	Zacatecas
Calle, número y código postal	
Coordenadas UTM del centroide (Datum WGS84, zona 13N)	X= 747,004.993 m E Y= 2,516,450.169 m N
Clave catastral del predio	

Consulta pública

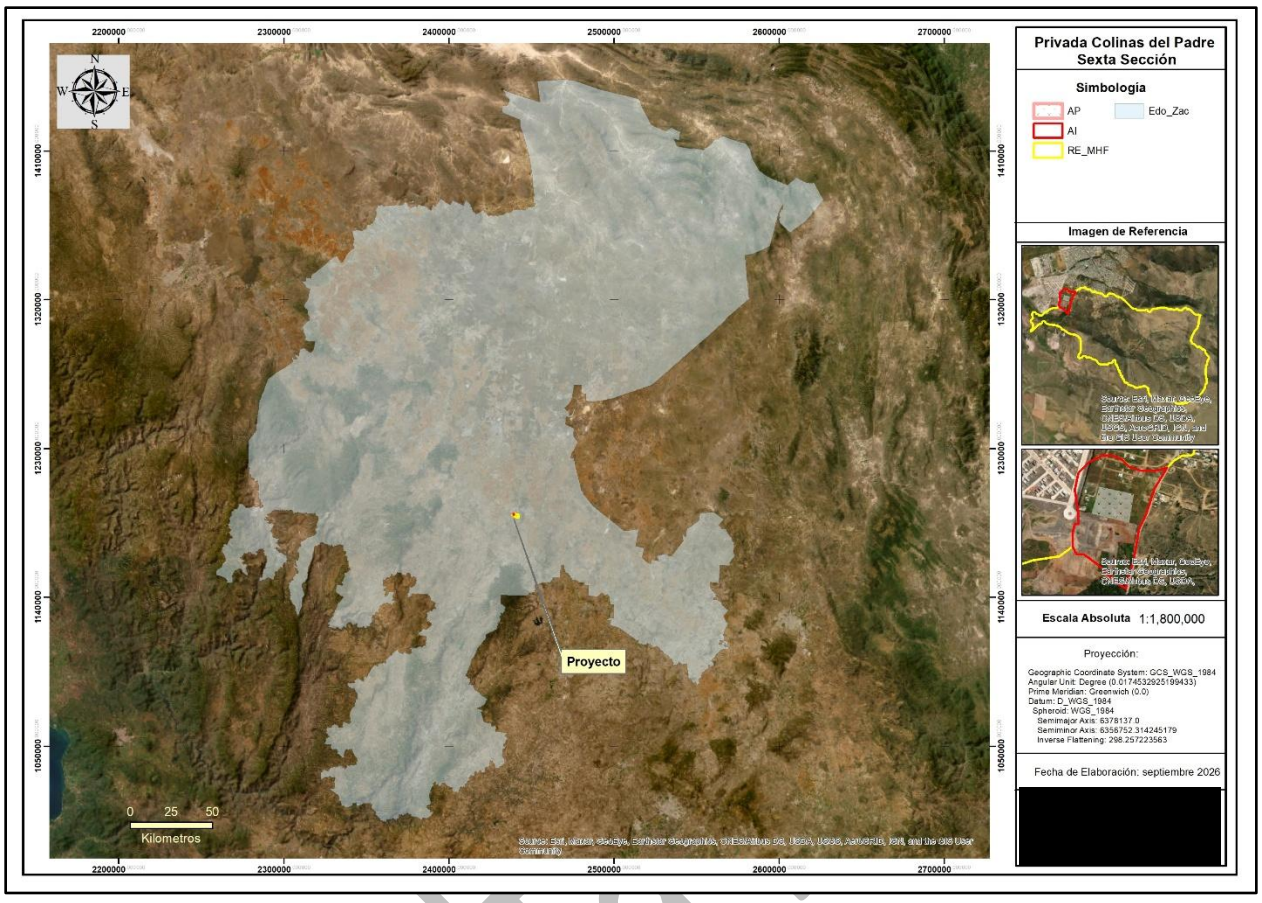
El proyecto "**Privada Colinas del Padre Sexta Sección.”** se ubica en el estado de Zacatecas, como se ilustra en el Plano 1. Estado de Zacatecas., a aproximadamente 4.7 km al suroeste, en línea recta, del centro de la ciudad de Zacatecas, en el municipio de Zacatecas identificado con clave geoestadística (32010). A continuación, se presentan las condiciones generales del estado, municipio y áreas geoestadísticas de ocupación del proyecto.

Tabla 3. Ubicación Geográfica del Estado de Zacatecas

Coordenadas	El estado de Zacatecas se localiza en la parte centro-norte de la República Mexicana al noreste de la capital. Sus coordenadas son: del paralelo 25° 09’-21° 01’ de latitud norte y del meridiano 100° 48’ 104° 20’ de longitud oeste, a una altura media sobre el nivel del mar 2230 metros.
Colindancias	Los límites del estado son muy irregulares y han sufrido frecuentes variaciones con el tiempo. Colinda al norte con Coahuila, al noreste con Nuevo León en un vértice que es común a cuatro entidades, al este con San Luis Potosí al sur con Aguascalientes y Jalisco, al sureste con Nayarit. La división política de Zacatecas de acuerdo con la Constitución Estatal es de 57 municipios con un total de 4,882 localidades, su capital es Zacatecas.
Extensión	La extensión es de 75,040 Km. cuadrados, 10ª Entidad federativa por su tamaño. Ocupa el 3.83 % de la superficie total del país con una densidad de población de 18.13 habitantes por Km2. La mayor parte del territorio zacatecano está ubicado dentro de una gran región de la Sierra Madre Occidental.

Plano 1. Estado de Zacatecas.

Consulta



A menor escala las obras se ubicarán en el municipio de Zacatecas, que a su vez se entre los paralelos 22° 32’ y 23° 02’ de latitud norte; los meridianos 102° 11’ y 102° 40’ de longitud oeste; altitud entre 2 000 y 2 800 m, Colinda al norte con los municipios de Vetagrande, Pánuco, Villa de Cos y el estado de San Luis Potosí; al este con el estado de San Luis Potosí, los municipios de General Pánfilo Natera y Trancoso; al sur con los municipios de Trancoso, Ojocaliente y Genaro Codina; al oeste con los municipios de Genaro Codina, Zacatecas y Vetagrande.

Tabla 4. Ubicación geográfica del Municipio de Zacatecas

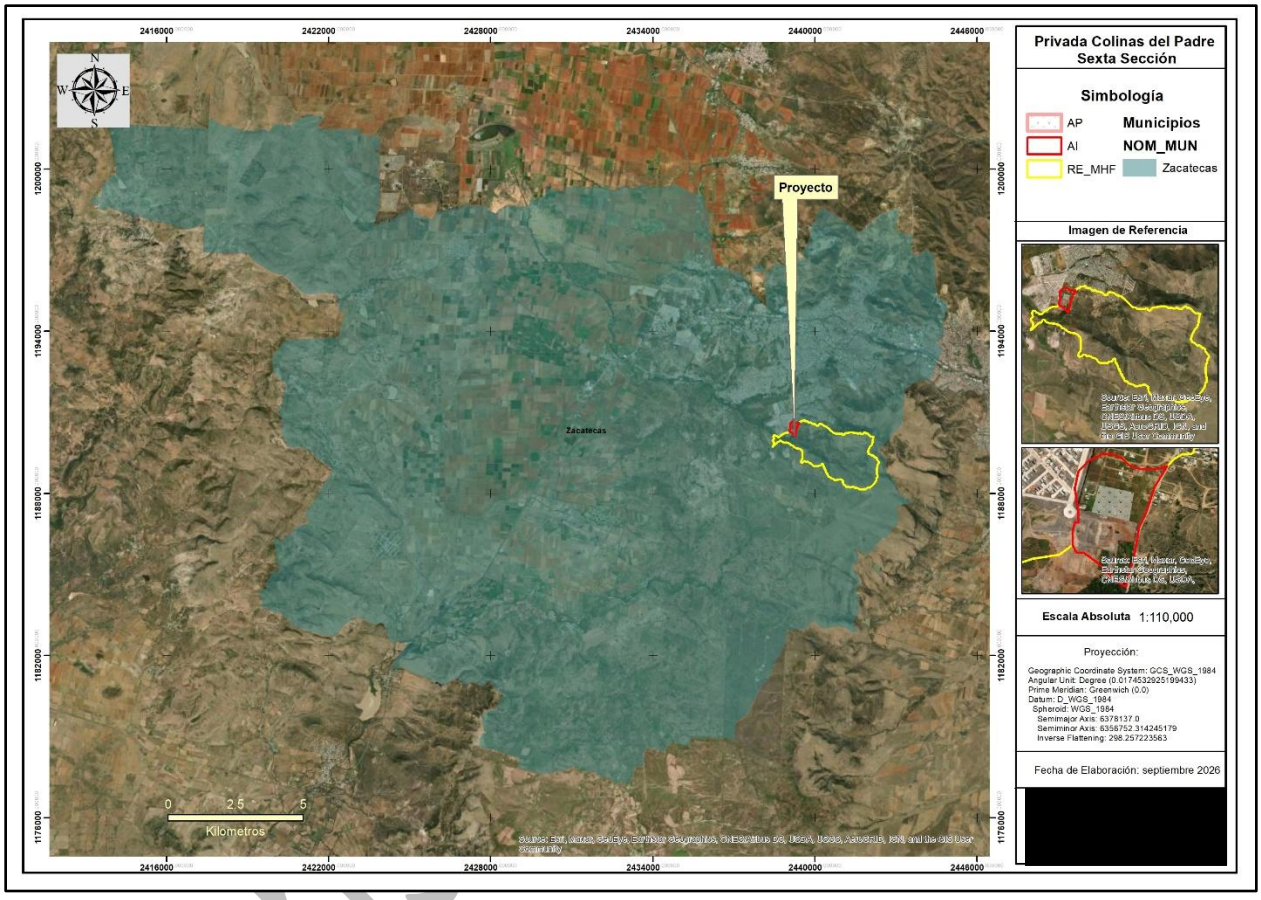
Municipio Zacatecas

Coordenadas	Sus coordenadas geográficas extremas son: al norte 25° 07' 31", al sur 21° 02' 31" de latitud norte; al este 100° 44' 32", al oeste 104° 21' 13" de longitud oeste
Colindancias	Colinda al norte con Durango y Coahuila de Zaragoza; al este con Coahuila de Zaragoza, Nuevo León y San Luis Potosí; al sur con Guanajuato, Jalisco y Aguascalientes; al oeste con Jalisco, Nayarit y Durango.

consulta

Otros datos	Por su extensión territorial, ocupa el 8° lugar con 75 275.3 km^2 que representan 3.8 % de la superficie total nacional. Las localidades más importantes en la entidad son: Zacatecas, Guadalupe y Fresnillo

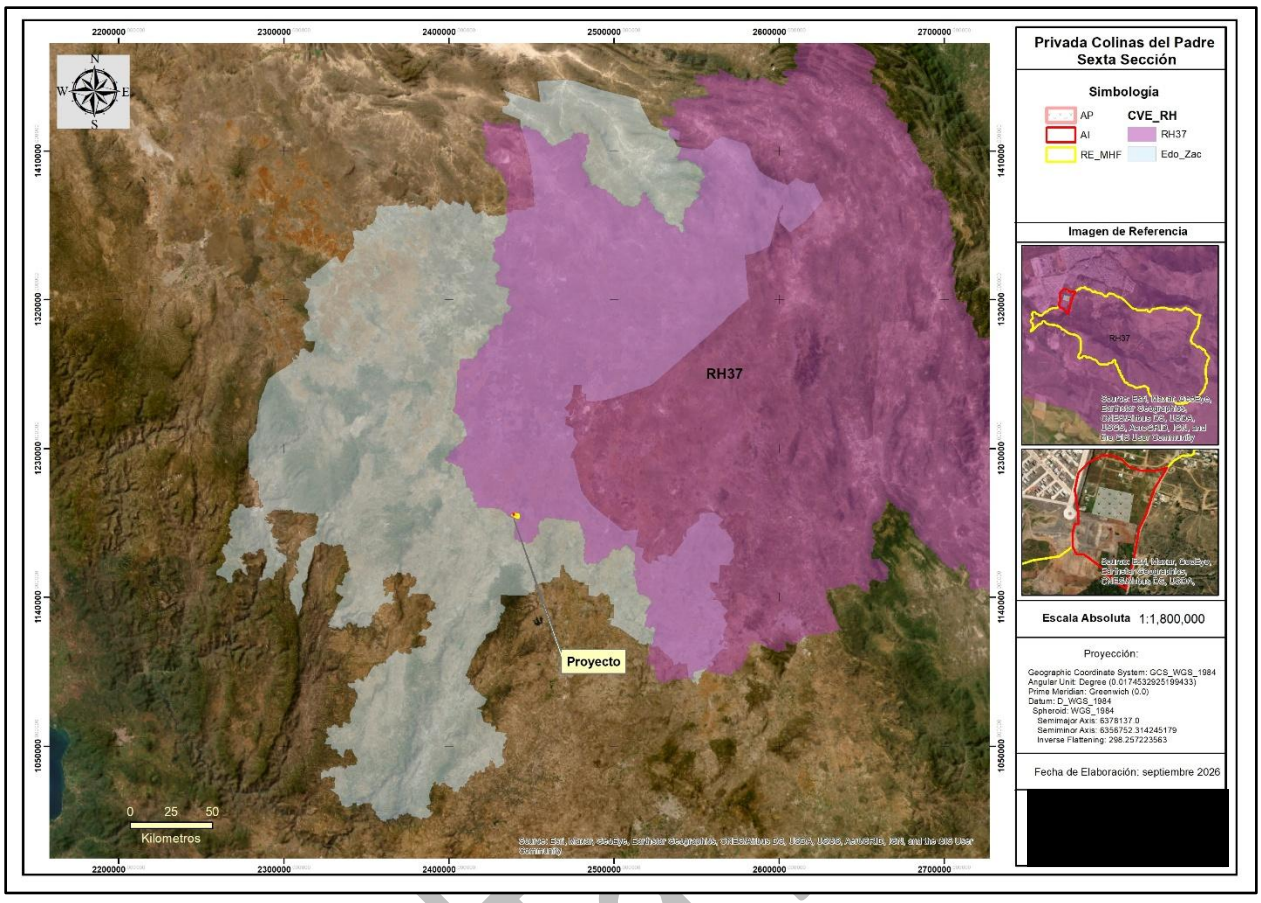
Plano 2. Ubicación Geográfica y Geopolítica del proyecto.



I.5.1 Representación Gráfica de la Ubicación Geográfica y Geopolítica.

El proyecto "**Privada Colinas del Padre Sexta Sección.”** se localiza dentro de la Región Hidrológica RH37 el Salado en la Cuenca Hidrológica RH37E Fresnillo Yescas, en la subcuenca RH37Ec Fresnillo (de acuerdo con el Sistema de Información del Agua y Territorio (SIATL)). En el Plano 3. Contexto Hidrográfico del Proyecto, se muestra la ubicación del proyecto en el contexto de la cuenca, subcuenca y microcuencas.

Plano 3. Contexto Hidrográfico del Proyecto



I.5.2 Ubicación y Delimitación Física de la Superficie del Proyecto

En términos específicos, el proyecto "**Privada Colinas del Padre Sexta Sección.**" se ubica en la parte Suroeste de la cabecera municipal de Zacatecas, a aproximadamente 4.7 km, en línea recta, del centro de la ciudad de Zacatecas, en el municipio de Zacatecas, en el estado de Zacatecas, inmerso en la cabecera municipal del mismo nombre. En las siguientes coordenadas específicas:

Tabla 5. Cuadro Constructivo del predio para fraccionamiento

Lado (EST)	Lado (PV)	Rumbo	Distancia	V	Coordenadas (Y)	Coordenadas (X)
				1	2,516,376.654	747,064.923
1	**2**	N 75°41'23.90" W	146.74	**2**	2,516,412.923	746,922.738
2	**3**	N 13°18'10.33" E	18.04	**3**	2,516,430.479	746,926.889
3	**4**	N 14°06'54.80" E	93.51	**4**	2,516,521.161	746,949.692
4	**5**	S 78°14'08.61" E	134.12	**5**	2,516,493.817	747,080.990

consulta

5	**1**	S 07°48'31.27" W	118.26	**1**	2,516,376.654	747,064.923
		Superficie = 16,106.94 m²				

I.6 Descripción específica de las obras y actividades

I.6.1 Obras y actividades principales

El presente proyecto que es ingresado para la consideración de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en el estado de Zacatecas se integra, de acuerdo a las disposiciones de los artículos 28 fracción VII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, así como el inciso O de su Reglamento en Materia de Impacto ambiental por considerar en su desarrollo acciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, necesarias para llevar a cabo la construcción de un fraccionamiento habitacional de nivel medio en una superficie de 16,106.94 m^2 (1.6106 ha), a ubicarse en el municipio de Zacatecas, en el estado de Zacatecas.

De lo anterior se tiene entonces, que el proyecto consiste en el desarrollo de un fraccionamiento habitacional sobre una superficie total de 16,106.94 m² (1.61 ha), destinado a la conformación de un conjunto habitacional integrado por 72 lotes, distribuidos en dos manzanas. La distribución del proyecto contempla una Manzana 1, conformada por 60 lotes, con una superficie conjunta de 6,795.09 m², y una Manzana 2, integrada por 12 lotes, con una superficie de 3,926.92 m². En conjunto, las áreas destinadas a lotes habitacionales comprenden 10,722.01 m², equivalentes aproximadamente al 66.57 % de la superficie total del predio. Asimismo, el proyecto contempla áreas destinadas a donación por una superficie de 2,416.04 m², equivalente al 15.00 % del predio, así como 5,384.92 m² destinados a vialidades, que representan el 33.43 % de la superficie total.

Tabla 6 Detalles del Proyecto

Concepto	Superficie (m²)	%
Área lotificada	8,305.97	51.57
Área de donación	2,416.04	15.00
Área de vialidades	5,384.92	33.43
Superficie total	**16,106.94**	**100.00**

El esquema de lotificación se estructura a partir de dos manzanas, cuya superficie conjunta es de 10,722.01 m², destinadas principalmente a la conformación de los lotes habitacionales. La Manzana 1 contempla 60 lotes, mientras que la Manzana 2 contempla 12 lotes y un área destinada a donación, de acuerdo con el diseño del proyecto. La superficie restante se distribuye entre las áreas de donación y la red de vialidades internas, esta última destinada a proporcionar acceso y comunicación entre las diferentes áreas del fraccionamiento, así como conectividad con la vialidad existente en el entorno del proyecto.

Consulta pública

Tabla 7 Detalles de obras

Obra o actividad	Superficie (m² o ha)	% respecto del predio	Descripción breve
Área lotificada / lotes habitacionales	8,305.97 m² (0.8306 ha)	51.57 %	Superficie destinada a la conformación de 72 lotes habitacionales, distribuidos en dos manzanas. La Manzana 1 comprende 60 lotes y la Manzana 2, 12 lotes.
Área de donación	2,416.04 m² (0.2416 ha)	15.00 %	Superficie destinada a áreas de donación conforme al diseño del fraccionamiento y a las disposiciones urbanísticas aplicables.
Vialidades	5,384.92 m² (0.5385 ha)	33.43 %	Superficie destinada a la construcción y habilitación de las vialidades internas del fraccionamiento, incluyendo las áreas necesarias para circulación y acceso a los lotes.
Superficie total del predio	16,106.94 m² (1.6107 ha)	100.00 %	Superficie total sobre la cual se desarrollará el proyecto de fraccionamiento habitacional.

I.6.2 Obras y actividades complementarias

No se consideran obras adicionales o complementarias al cambio de uso de suelo para la construcción del fraccionamiento, adicional al proyecto general solo se consideran las obras correspondientes a la lotificación y conformación de las manzanas habitacionales, el proyecto contempla la ejecución de diversas obras necesarias para la urbanización, operación y funcionamiento del fraccionamiento. Estas obras estarán asociadas principalmente con la habilitación de vialidades, instalación de infraestructura y servicios, manejo de aguas pluviales, suministro de servicios básicos, manejo de residuos y adecuación de las áreas de donación.

Vialidades y accesos

Se contempla la construcción y habilitación de las vialidades internas del fraccionamiento, con una superficie aproximada de 5,384.92 m², equivalente al 33.43 % de la superficie total del predio. Estas vialidades permitirán el acceso a las diferentes manzanas y lotes habitacionales, así como la circulación de vehículos y peatones.

Infraestructura para servicios básicos

Como parte de la urbanización del fraccionamiento se considera la instalación de la infraestructura necesaria para proporcionar los servicios básicos a los lotes habitacionales, incluyendo:

- Red de distribución de agua potable.
- Sistema de drenaje sanitario.
- Red de distribución de energía eléctrica.
- Alumbrado público.
- Infraestructura para telecomunicaciones.

La instalación de estas redes se realizará preferentemente dentro de las áreas destinadas a vialidades y derechos de vía correspondientes, evitando en lo posible afectar superficies adicionales a las consideradas dentro del proyecto.

Manejo de aguas pluviales

Consulta pública

El proyecto considera obras destinadas al manejo y conducción de los escurrimientos pluviales, particularmente en las áreas de vialidades y superficies urbanizadas. Estas obras incluirán pendientes, cunetas, rejillas, alcantarillas, pozos de absorción, canales u otros elementos de conducción o infiltración, de acuerdo con las condiciones topográficas, hidrológicas y de diseño del fraccionamiento.

Áreas de donación

El proyecto contempla una superficie de 2,416.04 m² de áreas de donación, equivalente al 15.00 % de la superficie total del predio. Estas áreas serán destinadas al uso establecido por la normatividad urbana y, en el incorpora obras de acondicionamiento, vegetación, áreas verdes o equipamiento urbano.

Señalización y elementos de seguridad

Como parte de las obras complementarias se considera la instalación de señalización vial y elementos de seguridad, incluyendo señalamiento horizontal y vertical, nomenclatura de calles, señalización preventiva y restrictiva, así como los elementos necesarios para favorecer la circulación segura dentro del fraccionamiento.

Manejo de residuos

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se habilitarán áreas temporales para el manejo, almacenamiento y separación de los residuos generados por las actividades de obra. Los residuos serán recolectados y transportados hacia sitios autorizados, de acuerdo con sus características y con la legislación ambiental aplicable.

Durante la etapa de operación, los residuos sólidos urbanos generados por los habitantes serán manejados mediante el sistema de recolección municipal de Zacatecas.

Instalaciones temporales de obra

Durante la preparación del sitio y construcción podrán establecerse instalaciones provisionales para apoyar las actividades de construcción, tales como almacenes temporales de materiales, áreas para herramientas y equipo menor, servicios sanitarios portátiles y áreas de descanso para los trabajadores.

Estas instalaciones tendrán carácter estrictamente temporal y serán retiradas una vez concluidos los trabajos, procurando que su establecimiento se realice dentro de las superficies destinadas al proyecto y que no implique afectaciones adicionales al predio.

I.6.3 Obras temporales previstas

Durante la etapa de construcción del fraccionamiento se habilitarán instalaciones provisionales para apoyar el desarrollo de las actividades. La principal será la bodega de obra para el resguardo de materiales, herramientas y equipos menores, ubicada dentro del área del proyecto y acondicionada de acuerdo con las necesidades constructivas.

Asimismo, se establecerán temporalmente servicios sanitarios, área de descanso para trabajadores, estacionamiento de maquinaria y vehículos, y zonas de acopio de materiales. Todos estos dentro del área que

Consulta pública

sea autorizada, sin que estos representen actividades adicionales u obras distintas a las manifestadas, por lo que no implican impactos ambientales adicionales a los manifestados para el proyecto.

El almacenamiento de pinturas, solventes, combustibles, aceites y otros materiales que puedan generar contaminación se realizará en áreas delimitadas y con medidas preventivas para evitar derrames o afectaciones al suelo.

Al finalizar la construcción, las instalaciones temporales serán desmanteladas y retiradas, junto con los materiales y residuos generados, dejando las áreas utilizadas libres para continuar con las obras permanentes del fraccionamiento.

Tabla 8 Obras temporales

Obra temporal	Superficie (m^2)	Etapa y duración	Destino final del sitio
Bodega para materiales y herramientas	12.0 (3 × 4 m)	Preparación y construcción; durante toda la obra	Desmantelamiento y uso como área del fraccionamiento
Oficina de obra	6.0 (2 × 3 m)	Construcción; durante toda la obra	Desmantelamiento
Sanitario portátil	2.0	Construcción; durante toda la obra	Retiro por empresa prestadora del servicio
Área de almacenamiento temporal de materiales	10.0	Construcción; conforme al avance de obra	Retiro de materiales y acondicionamiento del área
Área para residuos de construcción	4.0	Construcción; durante la generación de residuos	Retiro de residuos y limpieza del área
Área de estacionamiento temporal	12.0	Construcción; durante la ejecución de los trabajos	Integración al área destinada al proyecto

I.7 Costo de inversión y costo de las medidas ambientales

La inversión requerida para la ejecución del proyecto contempla los costos asociados con la preparación del sitio, construcción de las obras de urbanización, infraestructura, instalaciones y demás actividades necesarias para el desarrollo del fraccionamiento.

Las medidas ambientales consideradas durante las diferentes etapas del proyecto estarán orientadas principalmente a la prevención y control de impactos sobre el suelo, agua, aire, vegetación y fauna, así como al manejo adecuado de residuos, control de emisiones de polvo, prevención de contaminación y seguimiento de las condiciones ambientales del sitio.

El costo de las medidas ambientales podrá encontrarse distribuido dentro de los conceptos generales de construcción y operación del proyecto; no obstante, para efectos de la presente evaluación se identifican de manera específica los principales conceptos ambientales y su costo estimado.

Consulta Pública

I.8 Duración estimada del proyecto y cronograma de trabajo

Por las características y alcance del proyecto, se contempla que las etapas de preparación del sitio y construcción se desarrollen durante un periodo de **10 años**, de acuerdo con el programa de ejecución y el avance de las obras del fraccionamiento. Durante este periodo se realizarán de manera progresiva las actividades de preparación del terreno, urbanización, construcción de infraestructura y demás obras necesarias para el desarrollo del proyecto.

Las actividades de construcción se programarán de acuerdo con las condiciones del sitio y las necesidades de cada etapa, procurando que aquellas que puedan generar mayores emisiones de polvo, movimiento de suelo o afectaciones temporales se realicen bajo condiciones que permitan su adecuado control.

Una vez concluidas las obras correspondientes a cada etapa, se realizarán las actividades de limpieza, retiro de instalaciones temporales y acondicionamiento de las áreas intervenidas.

La etapa de mantenimiento se desarrollará posteriormente de manera permanente, conforme a las necesidades de la infraestructura y áreas que integran el fraccionamiento. Las actividades comprenderán principalmente inspección, conservación y, en su caso, reparación o reposición de los elementos que presenten deterioro, así como el mantenimiento de vialidades, áreas comunes, instalaciones y servicios.

Anexo a este documento se integra el cronograma de urbanización del proyecto, en el que se muestra un periodo de 6 meses, sin embargo, aquí debe aclararse que este programa refiere a la urbanización de obras y no al periodo de obtención de permisos, desmonte, despalme, urbanización y venta progresiva, en la que debe llevarse el mantenimiento de obras y la vegetación dispuesta a compensación, así como el desarrollo de las medidas propuestas para acompañamiento del proyecto. Por lo anterior se integral la Tabla 14 Cronograma de Actividades, que muestra el programa de 10 anualidades como vida útil del proyecto solicitado.

Consulta pública

Tabla 9 Cronograma de Actividades

Etapa	Actividad	Meses												Anualidades							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Preparación del sitio	Delimitación, trazo y señalización del predio																					
	Rescate/reubicación de flora y fauna																					
	Arribo y operación de maquinaria y equipo																					
	Desmonte y despalme																					
	Excavación, cortes y nivelación del terreno																					
	Manejo y conservación de suelo superficial																					
	Nivelación																					
Urbanización y construcción de infraestructura	Movimiento de tierras y excavaciones																					
	Construcción de vialidades y accesos																					
	Instalación de infraestructura hidráulica y sanitaria																					
	Instalación de infraestructura eléctrica y servicios																					
	Construcción de viviendas																					
Áreas verdes y acondicionamiento	Acondicionamiento de áreas no construidas																					
	Revegetación / establecimiento de áreas verdes																					
	Limpieza y retiro de instalaciones temporales																					
Operación del fraccionamiento	Ocupación progresiva de viviendas																					

Consulta pública

Compensación ambiental	Mantenimiento de vialidades e infraestructura	
	Mantenimiento de áreas verdes	
	Manejo de residuos sólidos urbanos	
	Manejo y mantenimiento de drenaje pluvial	
	Supervisión de medidas ambientales	
	Ejecución de medidas de compensación	
	Seguimiento de medidas de compensación	

Consulta p

Respecto al abandono del sitio, no se contempla esta etapa debido a que el proyecto corresponde a infraestructura habitacional de carácter permanente. En caso de que en el futuro se determinara el abandono o desmantelamiento de alguna infraestructura, las actividades correspondientes deberán realizarse conforme a la normatividad ambiental aplicable y a las condiciones que establezca la autoridad competente.

I.10 Superficies generales del proyecto

Concepto	Superficies	
Superficie del predio o superficie total para el desarrollo del Proyecto	16,106.94 m^2	
Superficie de desplante de construcciones, obras y/o instalaciones	16,106.94 m^2	
Superficie por intervenir sin construcciones o instalaciones proyectadas	0	
	Existente	**Por afectar**
Superficie total de vegetación	16,106.94 m^2	16,106.94 m^2
Superficie de vegetación forestal total	16,106.94 m^2	16,106.94 m^2
Superficie por cada tipo de vegetación forestal	0	0
Superficie de incidencia en Cuerpos de agua (temporal y/o permanente)	0	0
Superficie de incidencia en Zona Federal (temporal y/o permanente)	0	0

Consulta pública

CAPÍTULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO

II.1 Metodología y Criterios de la Vinculación

En el presente Capítulo se presenta un análisis de los diferentes ordenamientos jurídicos en materia ambiental que se vinculan al desarrollo del Proyecto. Para generar la información de este capítulo se consultaron las leyes, reglamentos y ordenamientos federales, estatales y municipales que tienen alguna injerencia en el desarrollo del proyecto, con el propósito de establecer el cumplimiento a dichos ordenamientos jurídicos y ambientales, mencionado las medidas que se tomaran para dar cumplimiento a cada una de las normas que dicte la ley que se invoque.

II.1.1 Ordenamientos Jurídicos Federales

II.1.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de 1917 es la norma fundamental, establecida para regir jurídicamente al país, la cual fija los límites y define las relaciones entre los poderes de la federación: poder legislativo, ejecutivo y judicial, entre los tres órdenes diferenciados del gobierno: el federal, estatal y municipal, y entre todos aquellos y los ciudadanos. Asimismo, fija las bases para el gobierno y para la organización de las instituciones en que el poder se asienta y establece, en tanto que pacto social supremo de la sociedad mexicana, los derechos y los deberes del pueblo mexicano.

Artículo 4.

… (Párrafo quinto)

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.

Artículo 27.- La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada. Las expropiaciones sólo podrán hacerse por causa de utilidad pública y mediante indemnización.

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

Consulta pública

los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.
Párrafo reformado DOF 06-02-1976, 10-08-1987, 06-01-1992

Corresponde a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales de la plataforma continental y los zócalos submarinos de las islas; de todos los minerales o substancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos, constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, tales como los minerales de los que se extraigan metales y metaloides utilizados en la industria; los yacimientos de piedras preciosas, de sal de gema y las salinas formadas directamente por las aguas marinas; los productos derivados de la descomposición de las rocas, cuando su explotación necesite trabajos subterráneos; los yacimientos minerales u orgánicos de materias susceptibles de ser utilizadas como fertilizantes; los combustibles minerales sólidos; el petróleo y todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos; y el espacio situado sobre el territorio nacional, en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional.
Párrafo reformado DOF 20-01-1960

Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional; las aguas marinas interiores; las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar; las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales, hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional; las de las corrientes constantes o intermitentes y sus afluentes directos o indirectos, cuando el cauce de aquéllas en toda su extensión o en parte de ellas, sirva de límite al territorio nacional o a dos entidades federativas, o cuando pase de una entidad federativa a otra o cruce la línea divisoria de la República; la de los lagos, lagunas o esteros cuyos vasos, zonas o riberas, estén cruzadas por líneas divisorias de dos o más entidades o entre la República y un país vecino, o cuando el límite de las riberas sirva de lindero entre dos entidades federativas o a la República con un país vecino; las de los manantiales que broten en las playas, zonas marítimas, cauces, vasos o riberas de los lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional, y las que se extraigan de las minas; y los cauces, lechos o riberas de los lagos y corrientes interiores en la extensión que fija la ley. Las aguas del subsuelo pueden ser libremente alumbradas mediante obras artificiales y apropiarse por el dueño del terreno, pero cuando lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos, el Ejecutivo Federal podrá reglamentar su extracción y utilización y aún establecer zonas vedadas, al igual que para las demás aguas de propiedad nacional. Cualesquiera otras aguas no incluidas en la enumeración anterior, se considerarán como parte integrante de la propiedad de los terrenos por los que corran o en los que se encuentren sus depósitos, pero si se localizaren en dos o más predios, el aprovechamiento de estas aguas se considerará de utilidad pública, y quedará sujeto a las disposiciones que dicten las entidades federativas.
Párrafo reformado DOF 21-04-1945, 20-01-1960, 29-01-2016

En los casos a que se refieren los dos párrafos anteriores, el dominio de la Nación es inalienable e imprescriptible y la explotación, el uso o el aprovechamiento de los recursos de que se trata, por los particulares o por sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas, no podrá realizarse sino mediante concesiones, otorgadas por el Ejecutivo Federal, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes, salvo en radiodifusión y telecomunicaciones, que serán otorgadas por el Instituto Federal de

Consulta pública

Telecomunicaciones. Las normas legales relativas a obras o trabajos de explotación de los minerales y substancias a que se refiere el párrafo cuarto regularán la ejecución y comprobación de los que se efectúen o deban efectuarse a partir de su vigencia, independientemente de la fecha de otorgamiento de las concesiones, y su inobservancia dará lugar a la cancelación de éstas.

El Estado promoverá las condiciones para el desarrollo rural integral, con el propósito de generar empleo y garantizar a la población campesina el bienestar y su participación e incorporación en el desarrollo nacional, y fomentará la actividad agropecuaria y forestal para el óptimo uso de la tierra, con obras de infraestructura, insumos, créditos, servicios de capacitación y asistencia técnica. Asimismo, expedirá la legislación reglamentaria para planear y organizar la producción agropecuaria, su industrialización y comercialización, considerándolas de interés público. El desarrollo rural integral y sustentable a que se refiere el párrafo anterior, también tendrá entre sus fines que el Estado garantice el abasto suficiente y oportuno de los alimentos básicos que la ley establezca.

Párrafo adicionado DOF 13-10-2011
Fracción adicionada DOF 03-02-1983
Artículo reformado DOF 10-01-1934

Vinculación y Cumplimiento

De conformidad con el Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional corresponde originariamente a la Nación, la cual tiene en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con el objeto de lograr una distribución equitativa de la riqueza pública y preservar su conservación.

Asimismo, dicho precepto constitucional establece que la Nación ejerce el dominio directo sobre determinados recursos naturales, y que su aprovechamiento por particulares podrá realizarse mediante concesiones, autorizaciones o permisos otorgados por la autoridad competente, conforme a lo dispuesto por las leyes reglamentarias aplicables.

En este sentido, el proyecto objeto de la presente Manifestación de Impacto Ambiental se desarrolla en un predio de propiedad privada, el cual no forma parte de bienes de dominio directo de la Nación; sin embargo, su ejecución se encuentra sujeta a las modalidades que establecen las disposiciones constitucionales y legales en materia ambiental, urbana e hídrica, en virtud del interés público que representa la protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Particularmente, el proyecto considera la intervención del suelo mediante el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por lo que se requiere la autorización correspondiente de las autoridades competentes, incluyendo a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en estricto cumplimiento del marco jurídico aplicable.

De igual forma, el proyecto se sujeta a lo establecido en el Artículo 4° constitucional, el cual reconoce el derecho de toda persona a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar, y establece la obligación del Estado de garantizar este derecho. En este sentido, el desarrollo del proyecto incorpora medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental, orientadas a evitar, reducir y, en su caso, resarcir los impactos ambientales generados por las distintas etapas del proyecto.

Asimismo, se atiende el principio constitucional de desarrollo sustentable, entendiendo que el aprovechamiento de los recursos naturales debe realizarse de manera que se asegure su conservación para las generaciones presentes y futuras, en concordancia con el interés social y el equilibrio ecológico.

En congruencia con lo anterior, el promovente contempla la implementación de medidas de compensación ambiental, en los términos que establezcan las autoridades competentes, cuando así sea requerido, mismas que podrán incluir acciones de restauración ecológica, reforestación, conservación de suelos o aportaciones a programas ambientales autorizados.

En conclusión, el proyecto se desarrolla en estricto apego a lo dispuesto por los artículos 4° y 27 constitucionales, reconociendo la rectoría del Estado en la regulación del aprovechamiento de los recursos naturales y el derecho colectivo a un medio ambiente sano, garantizando que las actividades proyectadas se lleven a cabo bajo criterios de sustentabilidad, legalidad y responsabilidad ambiental.

II.1.1.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

Esta ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para estas acciones.

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, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:
Párrafo reformado DOF 23-02-2005
…

VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;

II.1.1.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (RLGEEPA)

Artículo 1o.- 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 a nivel federal.

Artículo 5o.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

Consulta pública

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

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

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

La Información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.

La Secretaría proporcionará a los promoventes guías para facilitar la presentación y entrega de la manifestación de impacto ambiental de acuerdo con el tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo. La Secretaría publicará dichas guías en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.

Artículo 10.- Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:
I. Regional, o
II. Particular

Artículo 12.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información:

I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;
II. Descripción del proyecto;
III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;
IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;
V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;
VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;
VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y
VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.

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

I. La manifestación de impacto ambiental;

Consulta pública

II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y
III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.

Cumplimiento

Con el fin de dar cumplimiento a la normatividad ambiental aplicable, se realizó la verificación de la ubicación del proyecto, confirmándose que este no se localiza dentro de Áreas Naturales Protegidas de carácter federal, estatal o municipal. Sin embargo, el proyecto contempla el cambio de uso de suelo en terrenos o áreas forestales. En este contexto, el proyecto se encuentra sujeto a las disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la cual establece como uno de sus instrumentos de política ambiental el Procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental (PEIA), mediante el cual la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) evalúa las obras o actividades que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites establecidos en las disposiciones aplicables.

De acuerdo con lo dispuesto en los artículos 28 de la LGEEPA y 5 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), el proyecto se ubica dentro de los supuestos que requieren autorización previa en materia de impacto ambiental, al contemplar la realización de obras civiles que para su desarrollo requiere del cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

En virtud de lo anterior, el proyecto se somete al PEIA en la modalidad de Manifestación de Impacto Ambiental Particular, toda vez que sus características, ubicación y magnitud de las obras no actualizan los supuestos establecidos en el Reglamento para su evaluación en modalidad regional, al no implicar impactos acumulativos o sinérgicos a nivel de cuenca o región ecológica que justifiquen dicha modalidad.

El cumplimiento de la LGEEPA y su REIA se materializa a lo largo de todas las etapas del proyecto, desde su planeación hasta su operación, mediante la identificación, prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales potenciales. En este sentido, el proyecto incorpora medidas orientadas a la protección del suelo, manejo adecuado de escurrimientos pluviales, conservación de la calidad del agua, control de emisiones y manejo integral de residuos.

Asimismo, el sometimiento del proyecto al PEIA permite a la autoridad ambiental evaluar de manera integral sus posibles impactos y, en su caso, establecer condicionantes orientadas a asegurar la protección del equilibrio ecológico y la sustentabilidad del aprovechamiento del sitio, particularmente en lo relativo a la intervención del cauce y su zona federal.

En conclusión, el proyecto se desarrolla en estricto apego a la LGEEPA y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, garantizando que las actividades propuestas sean evaluadas previamente por la autoridad competente, con el objeto de asegurar su viabilidad ambiental y su ejecución bajo criterios de prevención, mitigación y control de impactos ambientales.

II.1.1.4 Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

Esta ley es de orden público y de interés social, reglamentaria 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 forestal y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo.

ARTÍCULO 31.- Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.

ARTÍCULO 58.- Entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como:

a) En peligro de extinción, aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.

b) Amenazadas, aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, 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.

c) Sujetas a protección especial, aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas

ARTÍCULO 79.- La liberación de ejemplares a su hábitat natural, se realizará de conformidad con lo establecido en el reglamento. La Secretaría procurará que la liberación se lleve a cabo a la brevedad posible, a menos que se requiera rehabilitación. Si no fuera conveniente la liberación de ejemplares a su hábitat natural, la Secretaría determinará un destino que contribuya a la conservación, investigación, educación, capacitación, difusión, reproducción, manejo o cuidado de la vida silvestre en lugares adecuados para ese fin.

ARTÍCULO 106.- Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona física o moral que ocasione directa o indirectamente un daño a la vida silvestre o a su hábitat, está obligada a repararlo o compensarlo de conformidad a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.
Párrafo reformado DOF 07-06-2013

Los propietarios y legítimos poseedores de los predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.

Vinculación y Cumplimiento

Consulta pública

El área donde se propone la instalación del proyecto se encuentra en proximidad a la zona urbana, lo que provoca una dispersión frecuente de la fauna silvestre y limita la presencia observable de especies en tránsito. Durante los estudios preliminares de flora y fauna, no se registraron especies que requieran medidas de protección especial o reubicación obligatoria. Sin embargo, con el objetivo de garantizar la preservación de la biodiversidad local, se diseñó un Programa de Rescate y Reubicación de Fauna, que incluye:

- Bitácoras de observación y registro de especies.
- Procedimientos de manejo seguro de fauna ante presencia de individuos en áreas de trabajo.
- Protocolos de reubicación en sitios seguros, evitando estrés o daño a los ejemplares.

Este programa se implementará de manera continua durante todas las fases del proyecto, asegurando que cualquier intervención en el sitio se realice con prevención de impactos sobre la fauna local.

La Ley General de Vida Silvestre establece que todas las personas, empresas y autoridades deben respetar, proteger y conservar la biodiversidad, evitando la caza, captura, maltrato, comercio ilegal o cualquier actividad que genere estrés o daño al medio biótico (Artículos 7, 8 y 56 de la LGVS).

En consonancia con estos lineamientos, la Promovente se compromete a:

- No realizar actividades de cacería, aprovechamiento ilegal de especies ni daño a hábitats naturales.
- Respetar la integridad de la fauna silvestre, evitando estrés, desplazamiento forzado o maltrato durante la ejecución de las obras.
- Aplicar protocolos de manejo y reubicación de fauna únicamente cuando sea estrictamente necesario, siguiendo criterios técnicos y éticos, así como la legislación vigente.
- Registrar y reportar todas las acciones de manejo de fauna en bitácoras que podrán ser revisadas por autoridades competentes.

Al integrar el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna y las medidas de prevención y monitoreo, el proyecto se adhiere plenamente a los objetivos de la LGVS, promoviendo la conservación de la biodiversidad, evitando la alteración del medio biótico y asegurando que las actividades del proyecto se desarrollen de manera responsable, ética y legal.

II.1.2 Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET)

II.1.2.1 Federal

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública sustentado en la LGEEPA y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Es de observancia obligatoria para la Administración Pública Federal (APF) y tiene el propósito de establecer las bases para que las dependencias y entidades de la APF formulen e instrumenten sus programas sectoriales con base en la aptitud territorial, las tendencias de deterioro de los recursos naturales, los servicios ambientales, los riesgos ocasionados por peligros naturales y la conservación del patrimonio natural. Todo ello, analizado y visualizado como un sistema, en el cual se reconozca que la acción humana tiene que estar armonizada con los procesos naturales.

Este se emitió por medio del ACUERDO por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio de fecha 7 de septiembre de 2012, Indicando en la introducción de este acuerdo que "L*a recesión económica, el acelerado crecimiento de la población y la desigualdad social, son problemas del ámbito internacional que han repercutido en el agotamiento de los recursos naturales y han generado impactos ambientales de magnitudes preocupantes, como el cambio climático. Esta situación ha impulsado al gobierno mexicano a tomar conciencia de la necesidad de planear ambientalmente el territorio nacional mediante la acción coordinada de los diferentes órdenes de gobierno, quienes toman las decisiones y ejecutan estrategias territoriales dirigidas a frenar el deterioro y avanzar en la conservación y aprovechamiento sustentable del territorio, así como de la sociedad en general que coadyuva con su participación.*

...

La planeación ambiental en México se lleva a cabo mediante diferentes instrumentos entre los que se encuentra el ordenamiento ecológico, que es considerado uno de los principales instrumentos con los que cuenta la política ambiental mexicana. Tiene sustento en la LGEEPA y su Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico (ROE). Se lleva a cabo a través de programas en diferentes niveles de aplicación y con diferentes alcances, así tenemos: el General, los Marinos, los Regionales y los Locales. La formulación, aplicación y evaluación del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) y de los Marinos, es facultad de la Federación, la cual se ejerce a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, específicamente, a través de la Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial de la Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental, en coordinación con la Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

...

El POEGT promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la APF -a quienes está dirigido este Programa- que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional.

Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este Programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes. Asimismo, cabe aclarar que la ejecución de este Programa es independiente del cumplimiento de la normatividad aplicable a otros instrumentos de política ambiental, entre los que se encuentran: las Áreas Naturales Protegidas y las Normas Oficiales Mexicanas".

Regionalización Ecológica

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

Consulta pública

1:2,000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

Del análisis espacial realizado al POEGT, se tiene que el sitio en que del proyecto se enmarca en la Región Ecológica 13.1 y sobre la Unidad Ambiental Biofísica número 17 llamada “Sierras y Valles Zacatecanos” la clave política que se señala es la número 13 de Aprovechamiento Sustentable, Protección y Restauración, con nivel de atención prioritaria baja, siendo sus rectores del desarrollo Foresta, Ganadería y la Minería y sus coadyuvantes del desarrollo, la preservación de la flora y la fauna.

Ilustración 1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

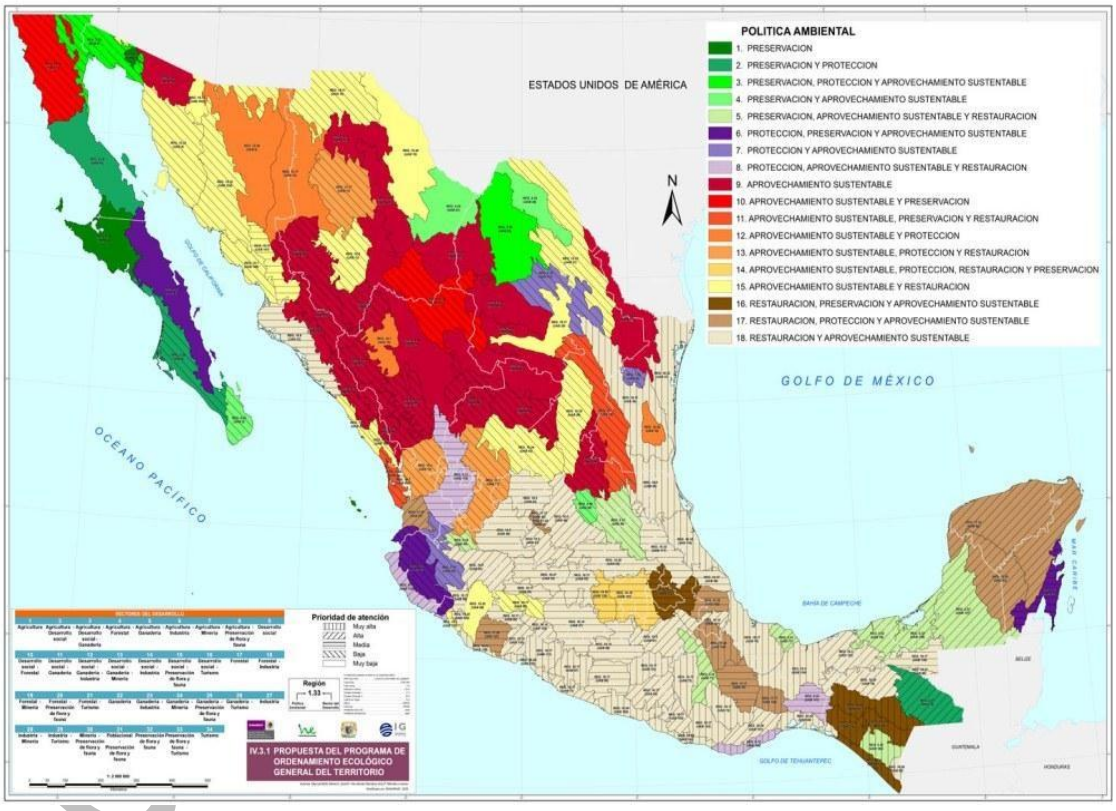
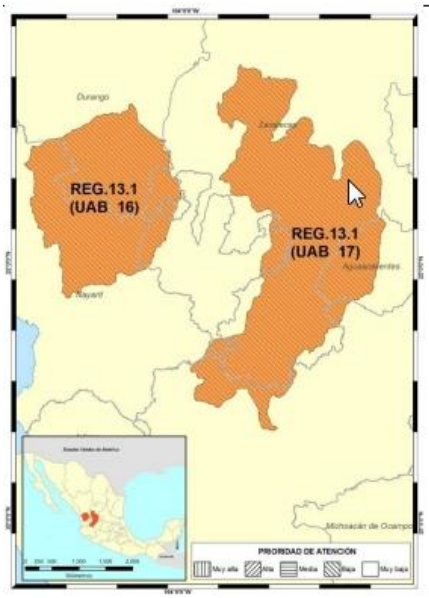


Tabla 10. Región Ecológica 13.1

Región Ecológica	Unidad Biofísica Ambiental (UAB)	Nombre de la UAB	Clave de la política	Política ambiental	Nivel de atención prioritaria	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Población 2010	Región indígena	Corto Plazo 2012	Mediano Plazo 2023	Largo Plazo 2033	Superficie de la Región /UAB (Ha)	Estrategias

13.1	17	Sierras y Valles Zacatecanos	13	Aprovechamiento Sustentable, Protección y Restauración	Baja	Agricultura	Forestal - Ganadería - Minería	Preservación de Flora y Fauna	PEMEX	742,565	Huicot	Medianamente estable a inestable	Medianamente estable a inestable	Inestable	1914589.83	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 18, 28, 29, 36, 37, 42, 43, 44

Tabla 11 Región Ecológica



REGIÓN ECOLÓGICA: 13.1

Unidad Ambiental Biofísica que la compone:

16. Cañones de Nayarit y Durango

17. Sierras y Valles Zacatecanos

Localización:

16. Sur de Durango. Centro y noreste de Nayarit. Norte de Jalisco. Suroeste de Jalisco

17. Centro occidente y sur de Zacatecas. Oriente de Aguascalientes

Superficie en km^2:	**Población por UAB:**	**Población Indígena:**
16. 14,568.31	**16.** 83,217	**16.** Huicot o Gran Nayar
17. 24,742.59	**17.** 742,565	**17.** Huicot o Gran Nayar
Superficie Total: 39,310.90 km^2	**Población Total: 823,782 hab.**	

Estado Actual del Medio Ambiente 2008:	**16. <u>Medianamente estable. Conflicto Sectorial Bajo.</u>** Muy baja superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy baja. Longitud de Carreteras (km): Muy baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Muy baja. El uso de suelo es Forestal. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 24.2. Muy alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Alto índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de subsistencia. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera. **17. <u>Medianamente estable a Inestable. Conflicto Sectorial Bajo.</u>** Pequeñas superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de media a baja. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Baja. El uso de suelo es Forestal y Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 73.3. Baja marginación social. Medio índice medio de educación. Medio índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de transición. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.
Escenario al 2033:	**Inestable**
Política Ambiental:	**Protección y restauración.**
Prioridad de Atención:	**Muy baja**

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
16	Agricultura	Forestal	Ganadería - Minería	Preservación de Flora y Fauna	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 24, 28, 29, 36, 37, 38, 42, 43, 44
17	Agricultura	Forestal - Ganadería - Minería	Preservación de Flora y Fauna	PEMEX	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 18, 28, 29, 36, 37, 42, 43, 44

Estrategias. UAB 17	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
A) Preservación	**1.** Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad. **2.** Recuperación de especies en riesgo. **3.** Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
B) Aprovechamiento sustentable	**4.** Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. **5.** Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. **6.** Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. **7.** Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. **8.** Valoración de los servicios ambientales.

Después de la revisión a la información que presenta el programa y las políticas de sustentabilidad ambiental y ordenamiento del territorio, se cree que este es congruente con las políticas que señala el programa, ya que el proyecto busca propiciar el desarrollo, sin afectar el patrimonio natural y modificar la calidad de vida, apegándose al aprovechamiento sustentable y la valoración de los servicios ambientales.

II.1.2.2 Ordenamiento Ecológico Estatal

A la fecha de la elaboración del presente estudio, el estado de Zacatecas no cuenta con un programa de ordenamiento ecológico del territorio a nivel estatal.

II.1.2.3 Ordenamiento Ecológico Municipal

A la fecha de la elaboración de este estudio no se encontró la existencia de un programa de ordenamiento ecológico del territorio a nivel municipal de Zacatecas.

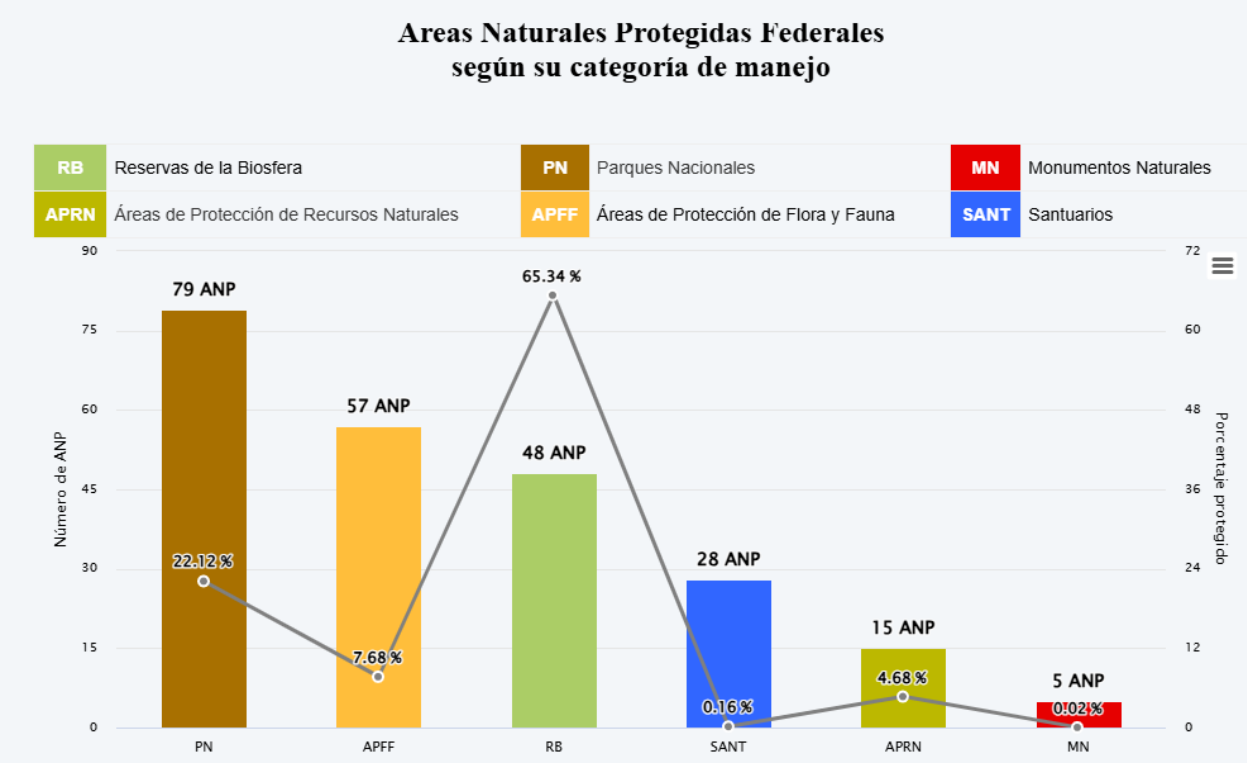
II.1.3 Decretos y Programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas.

II.1.3.1 Áreas Naturales Protegidas

Las áreas naturales protegidas son el instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad. Éstas son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados.

A la fecha de la elaboración de este estudio técnico, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas administra 232 Áreas Naturales Protegidas de carácter federal que representan 98,000,719 ha, de la superficie total del país, se protegen 23,096,563.19 hectáreas, de superficie terrestre, esto corresponde al 11.76% de la superficie terrestre protegida. En cuanto a la superficie marina, se protegen 74,904,155.39 hectáreas, esto corresponde al 23.78% de superficie marina protegida.

Consulta pública



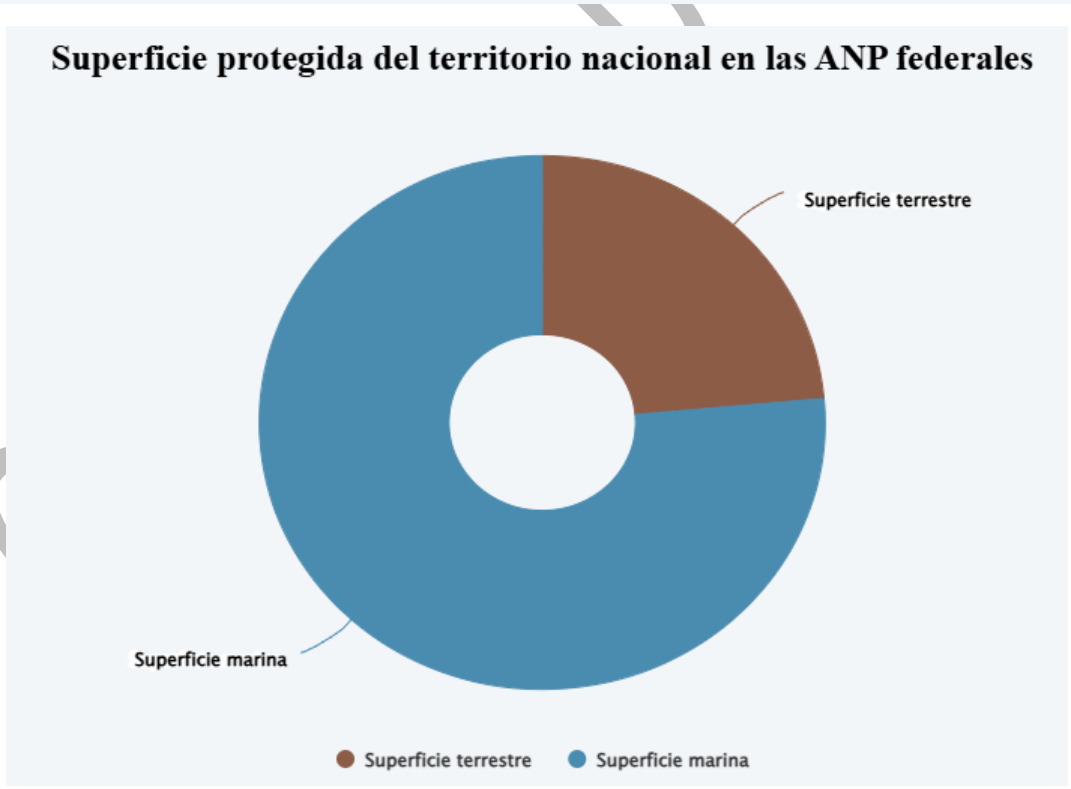


Gráfico 1 Relación de Áreas Naturales Protegidas

Última actualización: junio 2025.

Para determinar la existencia de alguna de estas áreas naturales en el municipio de Zacatecas, Región Ecológica (RE) y la misma área de ubicación del proyecto, se obtuvo de los servidores de la (CONANP) Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas la información cartográfica en formatos compatibles, como lo son formatos shape, para ser analizados y procesados en el programa ArcGIS 10.5. Los resultados de cargar estos datos y empatarlos con la información topográfica generada del predio de ubicación del proyecto, muestran que el área del proyecto se encuentra fuera de cualquiera de las ANP's administrada por la Comisión.

Dentro del municipio de Zacatecas no confluye ninguna ANP de carácter federal decretada, la más cercana a este municipio corresponde con la llamada "C.A.D.N.R. 043 Estado de Nayarit" y se ubica a una distancia en línea recta de 413.244436 metros en dirección Suroeste del municipio y 18,411.21524 del área del proyecto,

Tabla 12. Información del ANP más Cercana al AP

Categoría de Manejo:	**Área de Protección de Recursos Naturales**
Ubicación:	Estados: Aguascalientes, Jalisco, Durango, Nayarit, Zacatecas Municipios: Abarca 4 municipios de Aguascalientes, 30 de Jalisco, 5 de Durango, 16 de Nayarit, 22 de Zacatecas
Región CONANP:	Norte y Sierra Madre Occidental
Institución que Administra:	CONANP
Superficie Total:	2,192,656.37 ha
Superficie Terrestre y/o Aguas Continentales: ***Abarca: Lagunas costeras, esteros, lagos de agua dulce, ríos y otros cuerpos de agua**	2,192,656.37 ha
Superficie Marina:	0.00 ha
Población Total Estimada:	52,498 hab.
Fecha de Decreto:	03/08/1949
Fecha de Recategorización:	07/11/2002
Programa de Manejo:	Resumen DOF no publicado / No elaborado

II.1.3.1.1 Estatal

Zacatecas cuenta con cuatro áreas naturales protegidas de control estatal: La Quemada, con una extensión de 217 hectáreas; La Ruta Huichol, que abarca 60 mil 500 hectáreas; el Cedral, con mil hectáreas, y el Parque Ecológico Centenario "Toma de Zacatecas" que contempla 100 hectáreas.

Dentro del municipio de Zacatecas se encuentra el ANP Estatal la Parque Ecológico Centenario "Toma de Zacatecas", sin embargo, no presenta incidencia en el área del RE, por lo que no existe posibilidad de afectaciones por el desarrollo del proyecto.

II.1.3.1.2 Municipal

El sitio del proyecto se localiza en el municipio de Zacatecas, Zacatecas. Con base en la revisión de las Áreas Naturales Protegidas municipales presentes en la región, se identificó que el Área Natural Protegida más cercana corresponde al Cerro de La Bufa, ubicada en el municipio de Zacatecas y protegida bajo la categoría de Área Natural Protegida Municipal. El proyecto se encuentra fuera de los límites del ANP y de su zona de influencia inmediata, por lo que no se prevé afectación directa a los objetivos de conservación de dicha área.

II.1.3.2 Regiones Prioritarias

De manera similar al análisis realizado a la información cartográfica de las ANP´s, se realizó una serie de procesos para ubicar el área del proyecto "**Privada Colinas del Padre Sexta Sección**" para corroborar si es que este se encuentra total o parcialmente dentro de una región prioritaria para la conservación de recursos, ya fuese esta: Terrestre (RTP), Hidrológica (RHP) o Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA).

II.1.3.2.1 Regiones Terrestres Prioritarias

El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

Este proyecto contó con el apoyo del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), *The Nature Conservancy* (TNC) y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) así como con la participación del Instituto Nacional de Ecología como autoridad normativa del gobierno federal.

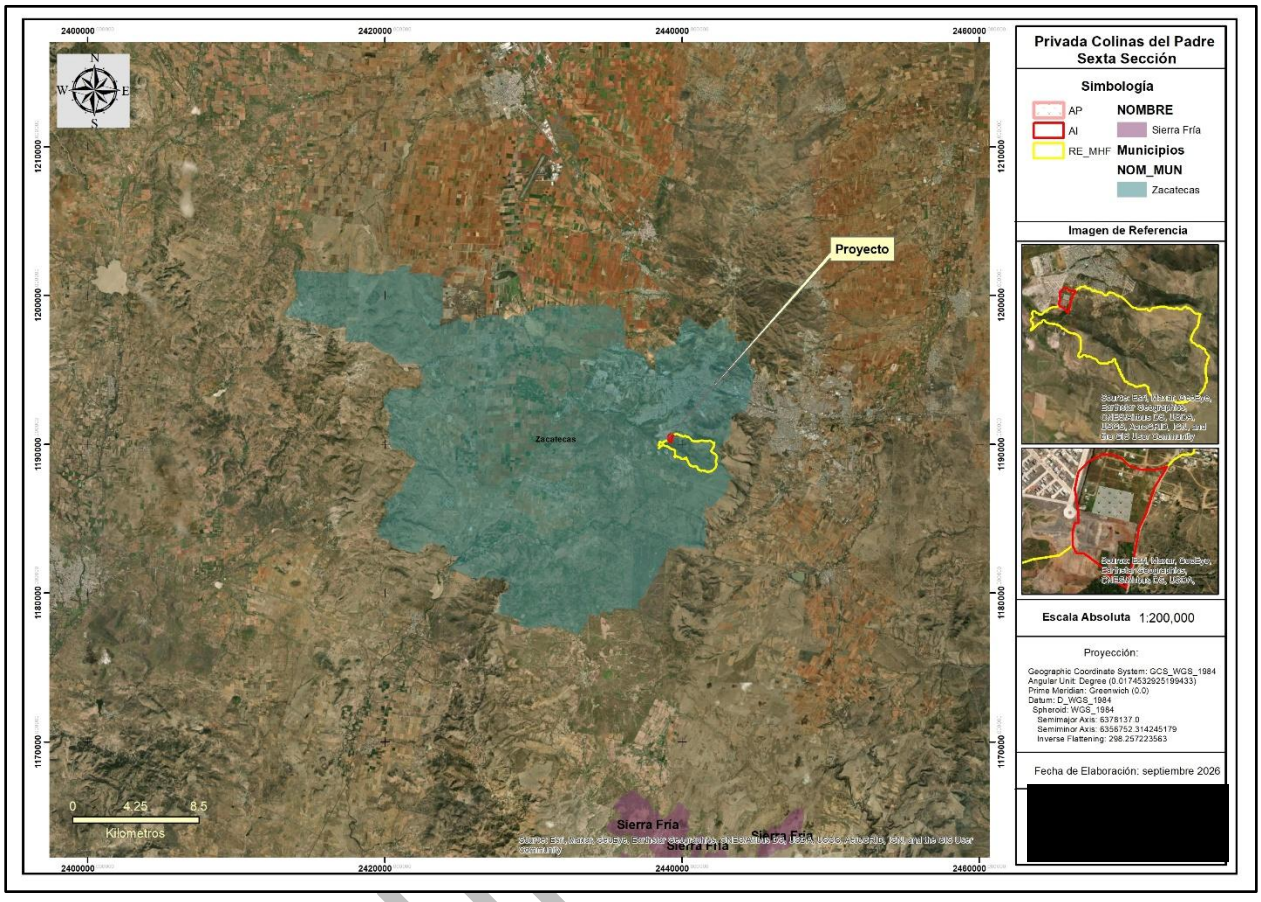
La identificación de las regiones prioritarias aquí presentadas es el resultado del trabajo conjunto de expertos de la comunidad científica nacional, coordinados por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio).

Como producto de este proyecto se obtuvo un mapa en escala 1:1 000 000 con 152 regiones prioritarias terrestres para la conservación de la biodiversidad en México, que cubren una superficie de 515,558 km2, (corresponde a más de una cuarta parte del territorio), se concentran en las entidades más extensas del país: Chihuahua, Sonora y Coahuila, que al tener una baja densidad poblacional disponen de grandes espacios relativamente inalterados. Por otro lado, destacan Oaxaca y Quintana Roo por la alta proporción de su superficie incluida. En relación con las topoformas dominantes dentro de los límites de las RTP la mayor parte de estas se encuentran en sistemas montañosos (Arriaga *et al.* 2009).

Última actualización: lunes 26 junio, 2017

Consulta pública

Plano 4. Regiones Terrestres Prioritarias



Mediante sistemas de información geográfica y utilizando la información en formatos shape obtenida de fuentes oficiales como INEGI, CONANP y CONABIO se realizó un análisis de la incidencia del proyecto sobre estas áreas, una vez cargadas las capas de la zona se observó que la RTP más cercana al RE es conocida como “Sierra Fría”. El área se ubica con rumbo Sur respecto del AP a 24,018.7052 m en línea recta, como se muestra en el Plano 4. Regiones Terrestres Prioritarias, por lo que no se espera que estas actividades intervengan en la dinámica de la RTP.

II.1.3.2.2 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

En México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) tiene como función coordinar, apoyar y promover acciones relacionadas con el conocimiento y uso de la diversidad biológica mediante actividades orientadas hacia su conservación y manejo sostenible. En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y

Consulta

manejo sostenido. Este programa junto con los Programas de Regiones Marinas Prioritarias y Regiones Terrestres Prioritarias forma parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO para la promoción a nivel nacional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México.

Como parte de dicho programa, se realizaron dos talleres interdisciplinarios con la participación de 45 especialistas del sector académico, gubernamental y de organizaciones no gubernamentales coordinados por la CONABIO. Este programa contó con el apoyo económico del Fideicomiso Fondo para la Biodiversidad*, The David and Lucile Packard Foundation, The United States Agency for International Development*, el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza y el fondo Mundial para la Naturaleza.

Con la información anterior, se elaboraron mapas del territorio nacional (escala 1:1 000 000) de las áreas prioritarias consensadas por su biodiversidad, uso de recursos, carencia de información y potencial para la conservación, así como una ficha técnica de cada área con información de tipo biológico y físico, problemática y sugerencias identificadas para su estudio, conservación y manejo.

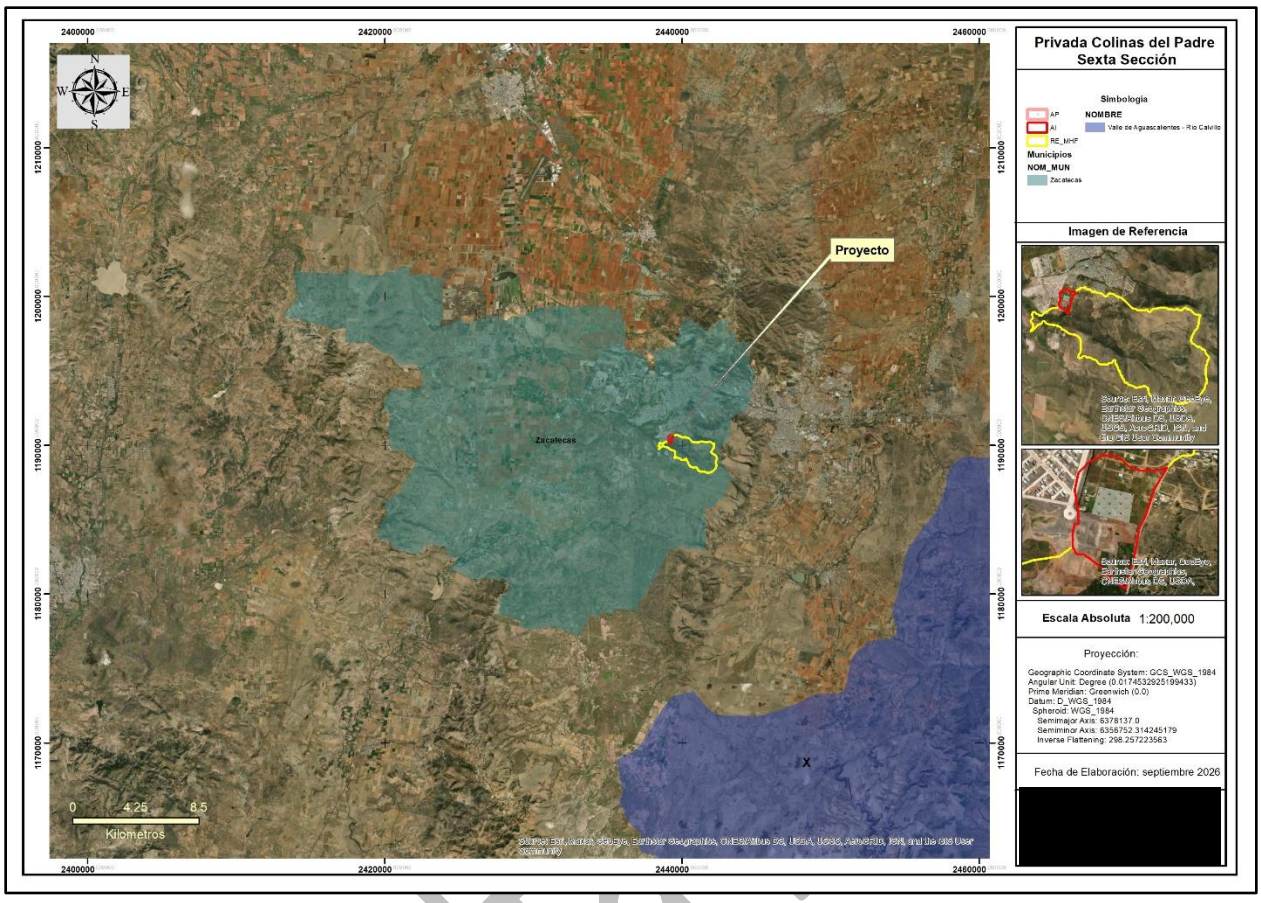
Se identificaron 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. Se identificaron también 29 áreas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

Las 110 RHP cubren un área de 777 248 km^2 de las principales cuencas hidrográficas del país; las áreas con la mayor concentración y extensión geográfica se encuentran a lo largo de la Sierra Madre Occidental y en las cuencas aluviales del norte del país. En el caso de la Sierra Madre Occidental, las RHP se localizan en las partes altas de la sierra de los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Nayarit, Durango, Zacatecas y Jalisco donde se forman las cabeceras de los ríos que descargan a las planicies costeras del Pacífico, hacia el occidente, y al Altiplano mexicano, al oriente. Las cuencas aluviales del norte comprenden las cuencas endorreicas y las interconectadas de los estados de Chihuahua, Coahuila y Durango, algunas de las cuales descargan hacia el río Bravo.

Última actualización: lunes 26 junio, 2017.

Plano 5. RHP

Consulta pública



Bajo el análisis de la información cartográfica de las Regiones Hidrológicas Prioritarias, se tiene que, dentro del municipio de Zacatecas, no se encuentra ninguna RHP, siendo la más cercana la denominada “Valle de Aguascalientes Río Calvillo”, siendo por ende esta la más próxima al área de influencia del proyecto, que se ubica al Sur Este a una distancia de 17,023.2735 m de las obras propuestas en este documento. Como muestra el Plano 5. RHP, de manera gráfica el área de la cuenca no se encuadra dentro de ninguna RHP con lo que no puede atribuir algún cambio en la dinámica de esta área.

II.1.3.2.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

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

Para identificar las AICAS en el territorio mexicano, se invitó a especialistas e interesados en la conservación de las aves a un primer taller que se llevó a cabo en Huatulco, Oaxaca del 5 al 9 de junio, de 1996 en donde se reunieron alrededor de 40 especialistas, representantes de universidades y organizaciones no gubernamentales de diferentes regiones en México para proponer de manera regional Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México. En este Taller se identificaron 170 áreas, mismas que se difundieron, invitando a más personas a participar para conformar 193 áreas nominadas durante 1996-1997.

Consulta

Estas áreas fueron revisadas por la coordinación del programa AICAS y se constituyó la primera base de datos. La estructura y forma de la base de datos fueron adecuándose a las necesidades del programa. La información gráfica recabada en el taller que incluía los mapas dibujados por los expertos se digitalizó y sistematizó en CONABIO incorporándose en un sistema de información geográfica.

En mayo de 1997, durante una reunión del Comité Consultivo, la Coordinación y técnicos de la CONABIO, con el apoyo de mapas de vegetación, topografía e hidrografía, se revisaron las 193 áreas propuestas, incluyendo los polígonos, coordenadas y límites.

Durante 1998 se definieron regiones para el programa con el apoyo financiero del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C., (FMCN) formándose cuatro coordinaciones regionales (Noreste, Noroeste, Sur y Centro). En cada región se organizaron dos talleres para revisar las AICAS, anexándose y eliminándose aquellas áreas que de acuerdo a la experiencia de los grupos de expertos así lo ameritaron, concluyendo con un gran total de 219 AICAS, las cuales quedaron clasificadas dentro de alguna de las 20 categorías definidas con base en criterios de la importancia de las áreas en la conservación de las aves; dichos criterios resultaron de discusiones trilaterales (México, Canadá y Estados Unidos) y se adaptaron a partir de los utilizados por BirdLife International. Igualmente se concluyó una lista de cinco áreas de prioridad mayor por Región, en donde se identificaron los grupos locales capaces de implementar un plan de conservación en cada AICA. Los nuevos mapas se digitalizaron a escala 1:250 000.

La ficha de cada AICA tiene una descripción técnica que incluye características bióticas y abióticas y un listado avifaunístico que incluye las especies registradas y probables para la zona, categorías de riesgo, endemismo y su estacionalidad. Toda la información antes detallada forma parte del primer directorio de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México, publicación que representa la culminación de la primera fase de trabajo del proyecto en México. El libro cubre varios propósitos entre los que se encuentran:

- Ser una herramienta para los sectores de toma de decisiones que ayude a normar criterios de priorización y de asignación de recursos para la conservación.
- Ser una herramienta para los profesionales dedicados al estudio de las aves que permita hacer accesible a todos, datos importantes acerca de la distribución y ecología de las aves en México.
- Ser una herramienta de difusión que sea utilizada como una guía para fomentar el turismo ecológico tanto a nivel nacional como internacional.
- Ser un documento de renovación periódica que permita fomentar la cooperación entre los ornitólogos y los aficionados a las aves, para lograr que este documento funja siempre como una fuente actualizada de información.
- Fomentar la cultura de la conservación, especialmente en lo referente a las aves, sirviendo como herramienta para la formación de clubes de observadores de aves, y de otros tipos de grupos interesados en el conocimiento y la conservación de estos animales.

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) es depositaria de la base de datos nacional de las AICAS. Pronatura A.C. es el aliado nacional de *Birdlife International* en México, coordinando diferentes aspectos del programa a nivel nacional. Derivado de la convocatoria de Identificación de nuevas AICAS organizada por CONABIO a través de la Coordinación de la Iniciativa para la Conservación de las Aves de América del Norte (NABCI México) y el Programa Nacional de Aves de Pronatura, para la revisión y

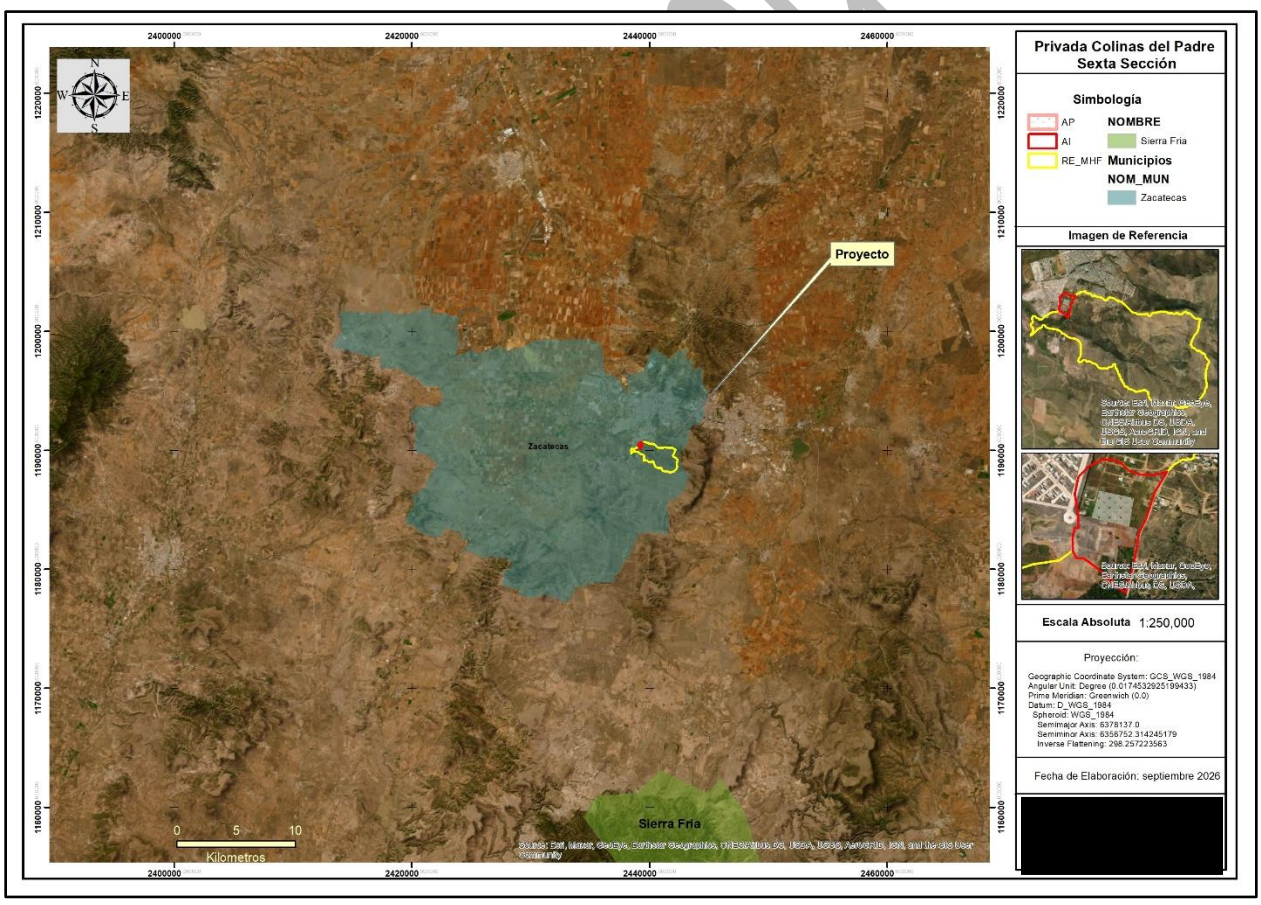
Consulta pública

actualización de la red de AICAS en México, en 2015 se incluyeron 27 nuevas AICAS a la red, para sumar un total de 243 AICAS en México (tres de estas nuevas AICAS se fusionaron a AICAS existentes).

Dentro de las 243 AICAS es posible observar al 94.53% de las aves de México, 97.29% de las especies incluidas en alguna categoría de amenaza en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y todas las especies endémicas, semiendémicas y cuasiendémicas consideradas en la publicación “Conservación de aves: Experiencias en México” de Gómez D., H., y D. A. Oliveras (eds).

Las regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad y las AICA, que en su conjunto abarcan 60% del territorio continental, han sido un marco importante para la planeación y el destino de recursos financieros, institucionales y humanos en materia de conocimiento y conservación de la biodiversidad en el país, a pesar de no ser un instrumento oficial (Arriaga et al. 2009; Koleff et al. 2009). Asimismo, preceden a los análisis de vacíos y omisiones en conservación del sistema de áreas protegidas con el que se llevaron a cabo con un enfoque de la planeación sistemática de la conservación a partir de un crecimiento importante de información espacial para diversos grupos taxonómicos en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad, lo que permitió, considerar numerosos elementos de la biodiversidad y determinar las prioridades con mayor detalle.

Plano 6. AICAS



Como puede observarse en el Plano 6. AICAS, presentado, la zona del proyecto se ubica fuera de cualquier AICA delimitada, encontrándose la de mayor proximidad en rumbo Sur a una distancia de 27,478.8015 metros del AICA “Sierra Fría”, por lo que no se esperan modificaciones o consideraciones adicionales por la construcción del fraccionamiento.

II.1.4 Normas Oficiales Mexicanas

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las Dependencias de la Administración Pública Federal, que establecen reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación.
La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) expide las NOM del Sector Ambiental con el fin de establecer las características y especificaciones, criterios y procedimientos, que permitan proteger y promover el mejoramiento del medio ambiente y los ecosistemas, así como la preservación de los recursos naturales.

Para facilitar su consulta, las NOM vigentes del Sector Ambiental se clasificaron en las siguientes materias: Agua, Contaminación por Ruido, Emisiones de Fuentes Fijas, Emisiones de Fuentes Móviles, Impacto Ambiental, Lodos y Biosólidos, Medición de Concentraciones, Metodologías, Protección de Flora y Fauna, Residuos y Suelos.

Tabla 13 Normas Oficiales Mexicanas

Norma Oficial Mexicana (NOM)	Ámbito	Por qué aplica al proyecto	Actividad del proyecto que la detona	Evidencia o cumplimiento requerido
NOM-041-SEMARNAT-2015	Emisiones atmosféricas (vehículos gasolina)	Regula los límites máximos permisibles de emisiones contaminantes de vehículos en circulación que utilizan gasolina.	Uso de vehículos ligeros durante preparación del sitio, construcción y operación del fraccionamiento.	Programa de mantenimiento vehicular; bitácoras de servicio; verificación vehicular vigente.
NOM-045-SEMARNAT-2017	Emisiones atmosféricas (vehículos diésel)	Establece los niveles máximos de opacidad del humo proveniente de fuentes móviles diésel.	Operación de maquinaria pesada, camiones de volteo y equipo de construcción.	Reportes de verificación de opacidad; mantenimiento preventivo; registros de inspección de maquinaria.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Residuos peligrosos	Identifica las características de peligrosidad de los residuos generados.	Generación de aceites usados, grasas, solventes, combustibles, estopas contaminadas y filtros.	Clasificación de residuos; bitácoras de generación; manifiestos de entrega–transporte–recepción; contratos con empresas autorizadas.
NOM-059-SEMARNAT-2010	Flora y fauna silvestre (especies en riesgo)	Protege especies nativas en alguna categoría de riesgo.	Cambio de uso de suelo forestal, desmonte, despalme y movimiento de tierras.	Inventario de flora y fauna; programa de rescate y reubicación; bitácoras de supervisión ambiental; evidencia fotográfica.

Versión pública

NOM-060-SEMARNAT-1994	Aprovechamiento forestal y cambio de uso de suelo	Establece medidas para minimizar impactos en ecosistemas forestales por actividades productivas.	Cambio de uso de suelo en terrenos forestales para el desarrollo del fraccionamiento.	Programa de rescate de suelo orgánico; control de erosión; conservación de vegetación circundante.
NOM-061-SEMARNAT-1994	Conservación de recursos forestales	Regula la protección de suelos y vegetación en áreas forestales intervenidas.	Desmonte, despalme y nivelación del terreno.	Obras de conservación de suelo; terrazas, bordos, barreras vivas; evidencias de control de erosión.
NOM-080-SEMARNAT-1994	Ruido vehicular	Regula los niveles máximos de ruido generado por vehículos automotores.	Operación de maquinaria y transporte durante la construcción del fraccionamiento.	Mediciones de ruido ambiental; mantenimiento de equipos; fichas técnicas de maquinaria.
NOM-001-SEMARNAT-2021	Descargas de aguas residuales	Regula límites de contaminantes en descargas a cuerpos receptores nacionales.	Descarga de aguas residuales durante operación del fraccionamiento (si aplica a PTAR o conexión).	Análisis de calidad de agua; cumplimiento de parámetros; registros de descarga o conexión a red municipal.
NOM-002-SEMARNAT-1996	Descargas a alcantarillado urbano	Establece límites para descargas a sistemas de alcantarillado.	Conexión del fraccionamiento a red municipal de drenaje sanitario.	Convenio con organismo operador; análisis de aguas residuales; cumplimiento de parámetros.
NOM-003-SEMARNAT-1997	Reúso de aguas residuales tratadas	Regula el reúso de aguas tratadas en servicios al público.	Reúso de agua tratada para riego de áreas verdes (si aplica PTAR).	Certificados de calidad del agua; análisis periódicos; bitácoras de riego.

Si bien la aplicación de estas Normas Oficiales Mexicanas no es plenamente vinculante o aplicable al proyecto, se han considerado estas por incluir áreas de aplicabilidad al proyecto y a falta de una norma oficial que considere todas las actividades e impactos del proyecto, se han tomado en cuenta estas por incluir en sus numerales actividades que serán aplicables y que tienden a la mejora o mantenimiento de las condiciones ambientales.

II.1.5 Planes o Programas de Desarrollo Urbano (PDU)

II.1.5.1 Plan Nacional de Desarrollo 2025 - 2030

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025–2030 constituye el instrumento rector de planeación del Ejecutivo Federal, mediante el cual se establecen los objetivos, estrategias y prioridades de la política pública nacional, orientados a promover el desarrollo con bienestar, la justicia social y la sustentabilidad ambiental. Dicho instrumento se estructura en cuatro ejes generales: (i) Gobernanza con justicia y participación ciudadana; (ii) Desarrollo con bienestar y humanismo; (iii) Economía moral y trabajo; y (iv) Desarrollo sustentable, así como en ejes transversales que incluyen la igualdad sustantiva, la innovación pública y los derechos de pueblos indígenas y afromexicanos.

En este contexto, el presente proyecto de fraccionamiento habitacional se alinea principalmente con el Eje 4: Desarrollo sustentable, el cual promueve la protección, restauración y aprovechamiento responsable de los recursos naturales, así como la reducción de impactos ambientales derivados del crecimiento urbano e infraestructura. Asimismo, se vincula con el enfoque transversal de sustentabilidad ambiental al incorporar medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales asociados al cambio de uso de suelo en terrenos forestales y a la intervención de cauces naturales.

Consulta pública

El proyecto contempla la transformación de un predio para uso habitacional mediante la ejecución de obras de urbanización, así como la construcción de infraestructura hidráulica, incluyendo el embovedado y encauzamiento de un cauce intermitente, lo cual implica la aplicación de criterios de planeación ambiental orientados a garantizar la continuidad hidráulica, la seguridad estructural y la prevención de riesgos por inundación o erosión. Estas acciones son consistentes con los objetivos del PND en materia de infraestructura resiliente y ordenamiento territorial sustentable.

Asimismo, el proyecto incorpora medidas de manejo ambiental relacionadas con la protección de suelos, rescate de vegetación, control de erosión, manejo de residuos y protección de especies silvestres, en congruencia con el enfoque del PND que promueve la conservación del capital natural y el uso responsable del territorio como base del desarrollo económico y social.

De igual forma, el desarrollo habitacional contribuye indirectamente al objetivo del PND de mejorar el acceso a vivienda y a infraestructura urbana ordenada, bajo criterios de planeación que buscan reducir la expansión urbana descontrolada y fomentar la dotación de servicios básicos en condiciones adecuadas.
En materia de sustentabilidad, el proyecto integra acciones orientadas a la eficiencia en el uso de recursos, tales como el manejo adecuado del agua, la gestión de aguas pluviales mediante infraestructura hidráulica, y el uso de criterios de diseño urbano que minimicen impactos ambientales acumulativos.

En conclusión, el proyecto es congruente con los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo 2025–2030, particularmente en lo relativo al desarrollo sustentable, la planeación territorial responsable y la protección del medio ambiente, al incorporar medidas técnicas y ambientales que permiten compatibilizar el desarrollo urbano con la conservación de los recursos naturales y la reducción de riesgos ambientales.

II.1.5.2 El Plan Estatal de Desarrollo de Zacatecas 2022-2027

El Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2022–2027 del Estado de Zacatecas constituye el instrumento rector de planeación estatal que establece los principios, objetivos, estrategias y líneas de acción para orientar el desarrollo integral de la entidad. Dicho plan se estructura en torno a tres ejes rectores: “Hacia una Nueva Gobernanza”, “Bienestar para Todos” y “Ecosistema Socioeconómico Sólido e Inclusivo”, además de tres ejes transversales: Derechos Humanos, Igualdad Sustantiva entre Mujeres y Hombres, y Anticorrupción y Cero Impunidad.

En este contexto, el presente proyecto de fraccionamiento habitacional se vincula de manera directa con los objetivos del PED 2022–2027, particularmente en lo referente al eje “Bienestar para Todos”, el cual impulsa el desarrollo de infraestructura social básica, urbanización ordenada y acceso a servicios públicos como elementos fundamentales para mejorar la calidad de vida de la población.

Asimismo, el proyecto se alinea con el enfoque del eje “Ecosistema Socioeconómico Sólido e Inclusivo”, al contribuir a la expansión ordenada del desarrollo urbano, la generación de vivienda y la dotación de infraestructura que favorece la integración territorial y el crecimiento económico local bajo criterios de sustentabilidad.

Consulta pública

Vinculación con el eje ambiental y de sostenibilidad

El PED 2022–2027 establece como prioridad transversal la protección del medio ambiente, la gestión eficiente del agua, la conservación de los ecosistemas y la implementación de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, promoviendo un modelo de desarrollo sustentable en la entidad.

En este sentido, el proyecto incorpora medidas ambientales específicas que responden a dichos objetivos, tales como:

Implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental derivadas del cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Conservación y manejo de suelo durante las etapas de preparación del sitio.

Manejo integral de aguas pluviales mediante infraestructura hidráulica, incluyendo obras de encauzamiento y embovedado de cauces naturales.

Protección de la vegetación remanente y, en su caso, rescate de flora y fauna.

Manejo adecuado de residuos sólidos urbanos y de manejo especial durante construcción y operación.

Vinculación con infraestructura hidráulica y resiliencia

El PED establece como prioridad el fortalecimiento de la infraestructura hídrica, el saneamiento y el manejo integral del agua, así como la reducción de riesgos asociados a fenómenos hidrometeorológicos.

En congruencia con lo anterior, el proyecto contempla la construcción de obras hidráulicas en cauces naturales, las cuales serán diseñadas con criterios técnicos de seguridad hidrológica, continuidad del flujo y protección de zonas urbanas, contribuyendo a la reducción del riesgo de inundaciones y al manejo adecuado de escurrimientos pluviales dentro del área de influencia.

Contribución al desarrollo urbano ordenado

El proyecto contribuye a los objetivos del PED en materia de ordenamiento territorial y desarrollo urbano, al promover un crecimiento habitacional planificado que incorpora infraestructura básica, servicios urbanos y conectividad, evitando la expansión irregular de asentamientos humanos y favoreciendo la consolidación de zonas urbanas con servicios adecuados.

Conclusión

En conclusión, el proyecto es congruente con los objetivos y estrategias del Plan Estatal de Desarrollo Zacatecas 2022–2027, ya que contribuye al desarrollo urbano ordenado, al fortalecimiento de la infraestructura básica, a la protección del medio ambiente y a la gestión sustentable de los recursos naturales, particularmente del recurso hídrico.

Asimismo, mediante la implementación de medidas de mitigación, compensación y control ambiental, el proyecto se alinea con el enfoque de sustentabilidad y resiliencia ambiental establecido en el PED, asegurando su compatibilidad con las políticas públicas estatales vigentes.

II.1.5.3 Plan Municipal de Desarrollo de Zacatecas, Zacatecas 2025-2027

El proyecto se vincula con el Plan Municipal de Desarrollo de Zacatecas 2024–2027 (PMD), instrumento rector de la planeación municipal que establece las estrategias y líneas de acción para orientar el desarrollo del municipio durante el periodo de gobierno correspondiente. El PMD contempla cinco ejes rectores: Municipio

Consulta pública

Creativo y de Cultura, Municipio de Innovación y Transparencia, Municipio de Cohesión Familiar, Municipio Seguro y Municipio Sostenible, además de los ejes transversales de Derechos Humanos, Equidad de Género y Viabilidad Financiera.

Por sus características, el proyecto presenta una vinculación principalmente con el eje Municipio Sostenible, al tratarse de un desarrollo habitacional cuya ejecución deberá considerar criterios de ordenamiento territorial, aprovechamiento responsable de los recursos naturales, prevención y mitigación de impactos ambientales y manejo adecuado de los residuos generados durante las diferentes etapas del proyecto.

Asimismo, el proyecto se relaciona con el eje Municipio Seguro, particularmente en lo relativo a la generación de espacios habitacionales adecuados y a la incorporación de condiciones de seguridad y funcionalidad en la infraestructura urbana, vialidades, servicios y áreas comunes que integrarán el desarrollo.

De manera complementaria, el proyecto puede contribuir a los objetivos municipales relacionados con el acceso a servicios públicos y la mejora de las condiciones de vida de la población, al generar infraestructura habitacional y servicios asociados que deberán desarrollarse de acuerdo con la normatividad urbana, ambiental y de construcción aplicable. El propio PMD establece como objetivos garantizar los derechos de acceso a los servicios públicos, el empleo, la sustentabilidad, la seguridad y la cohesión familiar de las personas que habitan el municipio.

Consulta pública

Capítulo III. Descripción de la Región Ecológica y señalamiento de la problemática ambiental detectada

Este capítulo delimita, describe, caracteriza y diagnostica la región ecológica donde se ubica el proyecto (artículo 3, fracción XXXI de la LGEEPA), considerando los ecosistemas que la circunscriben y los elementos bióticos, abióticos, económicos y sociales que la conforman, con sus relaciones de interdependencia y las problemáticas ambientales existentes a las que se sumarán los efectos del proyecto.

III.1 Delimitación de la Región Ecológica: criterios, método y superficie

La delimitación de la Región Ecológica (RE) se realizó conforme a los criterios establecidos en la Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental, la cual sugiere el uso de la regionalización definida por las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) de los ordenamientos ecológicos. No obstante, al no existir dicha regionalización aplicable al sitio del proyecto, se adoptó un enfoque alternativo basado en la delimitación de una unidad hidrográfica funcional, definida a partir de la microcuenca asociada a los aportes hídricos locales.

Para ello, se emplearon insumos cartográficos derivados de la topografía (curvas de nivel) y modelos digitales de elevación, que permitieron identificar la red de drenaje, así como las áreas de captación que convergen hacia el cauce del arroyo el Salto. Este criterio garantiza la delimitación de un Región Ecológica (RE) con coherencia espacial y funcional, evitando la incorporación de unidades ajenas que pudieran sesgar la evaluación de los impactos ambientales, y considerando integralmente la estructura, funcionamiento y dinámica de los ecosistemas, así como los bienes y servicios ambientales asociados.

Adicionalmente, se integró como criterio de apoyo la cartografía de uso de suelo y vegetación Serie VII de INEGI (2018), a fin de verificar la congruencia espacial de las coberturas presentes dentro del área delimitada. Posteriormente, mediante procesos de geoprocesamiento en el sistema ArcGIS versión 10.2.2, se realizó el ajuste y suavizado de la poligonal, asegurando la inclusión de la totalidad de los flujos hidrológicos que aportan al sistema y que podrían ser susceptibles de afectación aguas abajo de los sitios de intervención.

Finalmente, considerando la relativa homogeneidad de las variables climáticas y de precipitación en el área, así como la integración de las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto y la incorporación de un punto de control de drenaje aguas abajo, se definió una poligonal final con una superficie de **539.00 ha** (5,390,050 m² / 5.390 km²), la cual se establece como el Región Ecológica del proyecto para efectos de la presente evaluación (Plano 7.).

Clasificación de la Microcuenca:

- **Según el uso dominante de tierras**: Cuenca de uso múltiple.
- **Según el tipo dominante de tenencia de la tierra**: Cuenca Estatal.
- **Según la permanencia del caudal durante el año:** Cuencas Efímeras. - la escorrentía se presenta solo horas después de un evento de lluvias.
- **Según el clima**: Cuencas de zonas secas.
- **Según la intervención antrópica**: Cuencas con impacto medio-alto.

Plano 7. Región Ecológica

Consulta pública

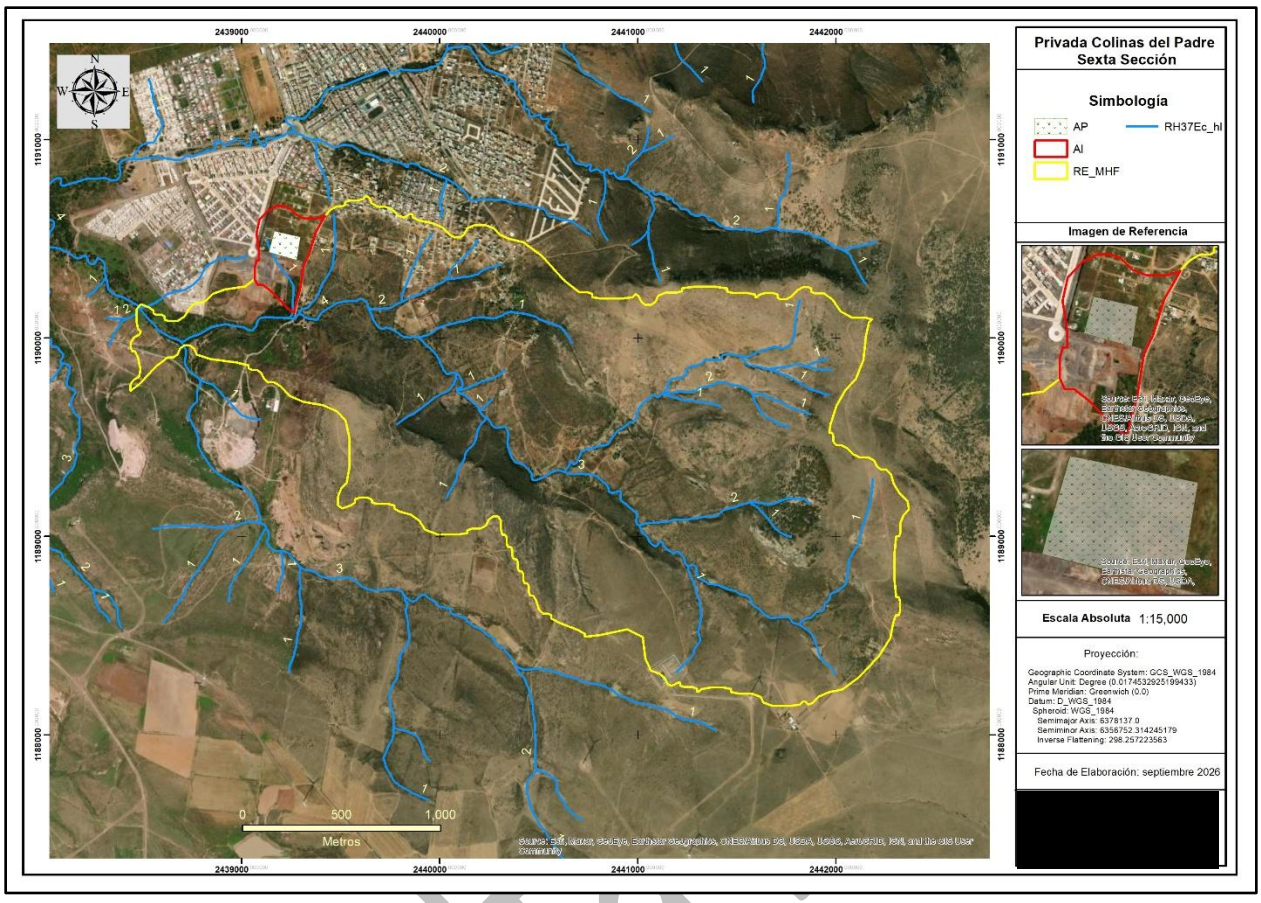


Tabla 14 Criterios de Delimitación

	Criterios de delimitación		Observaciones
UGA´s (terrestres y/o marinas)	No. de UGA.		N/A
	Nombre del Ordenamiento Ecológico.		N/A
	Cartografía correspondiente.		F13B58
Hidrología superficial	**Seleccionar el elemento considerado:**		
	X`	Subcuenca	RH37 Ea Yescas
	X	Microcuenca	
	X	Nanocuenca	Delimitación Propia
	Nombre del elemento considerado para la delimitación.		Microcuenca
Celdas litorales	Número de celdas seleccionadas.		N/A
	Seleccionar el elemento considerado:		N/A
Geomorfología		Sierra	-
	X	Valle	-
		Lomerío	Lomerío
		Meseta	0
		Bajada	-
		Llanura	0

	Campo de dunas	0
	Arrecifes	0
	Isla rocosa	0
	Cañón	0
	Depresión	0
	Playa o barra	0
	Nombre y descripción del elemento considerado para la delimitación.	
Usos de suelo y vegetación	Indicar los tipos de uso de suelo y vegetación valorados.	Asentamientos humanos Matorral crasicaule Agricultura de temporal
	Superficie RE=	**539.00 ha** (5,390,050 m² / 5.390 km²)
	Superficie del AI=	**11.28 ha** (112,756 m² / 0.1128 km²)

Tabla 15 Delimitación

Concepto	Contenido
Criterios y métodos utilizados para la delimitación	Delimitación de microcuencas y nanocuenca por medio de Sistemas de Información Geográfica y archivos DEM del sitio. El procedimiento consideró la identificación de divisorias naturales del terreno, dirección y acumulación del flujo superficial, red de drenaje y puntos de salida, permitiendo definir las unidades de análisis hidrológico-correspondientes al área del proyecto.
Justificación de los criterios respecto del proyecto pretendido	La delimitación mediante criterios topográficos e hidrológicos permite establecer unidades territoriales funcionales para evaluar las condiciones ambientales del sitio y su relación con el proyecto de fraccionamiento. Las microcuencas y nanocuencas constituyen unidades adecuadas para analizar el comportamiento del escurrimiento superficial, los procesos de erosión y sedimentación y la posible modificación de los patrones naturales de drenaje derivados de la urbanización. Asimismo, esta delimitación permite establecer una base espacial homogénea para la caracterización de los componentes ambientales y la identificación de posibles efectos asociados a la construcción y operación del fraccionamiento.
Superficie de la Región Ecológica (ha)	5,390,049.7620 m^2 / 539.0049 ha

III.2 Uso de suelo y vegetación presentes en la Región Ecológica

Tabla 16 USV SVII RE

Tipo de uso de suelo y vegetación	Superficie en la RE (ha)	% de la RE	Verificación en campo
Matorral crasicaule	253.7127 ha	47.07 %	Si

Pastizal natural	200.4431 ha	37.19 %	Si
Pastizal cultivado	68.6829 ha	12.74 %	Si
Asentamientos humanos	14.7485 ha	2.74 %	-
Pastizal inducido	1.4178 ha	0.26 %	Si

Flora

Para la descripción específica del sitio se partió de la caracterización general del municipio de Zacatecas, determinada principalmente por su localización en la Subprovincia Sierras y Valles Zacatecanos de la Provincia Fisiográfica Sierra Madre Occidental, con un clima semiseco templado con lluvias en verano (BS1kw), temperatura media anual cercana a 16 °C, precipitación de 400 a 600 mm y suelos predominantemente someros de tipo Leptosol, desarrollados sobre lomeríos de rocas volcánicas.

En este contexto, la cobertura vegetal dominante corresponde al matorral xerófilo en sus variantes crasicaule y subinerme, acompañado por pastizales naturales que ocupan las laderas suaves y los lomeríos. El matorral crasicaule está caracterizado por nopaleras de Opuntia streptacantha (nopal cardón), O. robusta (nopal tapón), O. hyptiacantha y O. leucotricha, asociadas con arbustos como *Mimosa aculeaticarpa* (gatuño), *Acacia schaffneri* (huizache), *Jatropha dioica* (sangre de grado) y *Perymenium mendezii*, así como con cactáceas globosas de los géneros *Mammillaria, Coryphantha, Stenocactus y Echinocactus*, que cumplen funciones ecológicas clave como la estabilización del suelo y la reducción de la erosión hídrica y eólica.

A lo largo de los cauces intermitentes se desarrollan franjas de vegetación de galería con elementos xerófilos, en las que se registraron *Salix bonplandiana* (sauce), *Fraxinus uhdei* (fresno) y Montanoa *leucantha*, junto con el pirul (*Schinus molle*), especie exótica ampliamente naturalizada. Sin embargo, una parte significativa de la cubierta original ha sido modificada por la expansión urbana, el pastoreo y los incendios, lo que ha dado lugar a vegetación secundaria arbustiva y a pastizales con especies introducidas como *Melinis repens* (zacate rosado) y *Pennisetum villosum* (zacate africano plumoso).

En conjunto, la vegetación del entorno del proyecto refleja un ecosistema semiárido de transición, sensible a la variabilidad climática y al cambio de uso de suelo, y sometido a la presión creciente del crecimiento urbano de la zona conurbada de la ciudad de Zacatecas, donde la cobertura vegetal cumple un papel esencial en la regulación hidrológica local y en la conservación de suelos.

Para profundizar, el primer paso para la caracterización del área de estudio fue obtener la información cartográfica de uso de suelo y vegetación de la Capa Unión escala 1:250 000 de INEGI, así como analizar ortofotografías e imágenes satelitales y las delimitaciones de caminos e infraestructura urbana para discriminar los sitios de interés para el estudio.

La determinación de la vegetación y los usos de suelo se llevó a cabo tomando como referencia la clasificación de Rzedowski y la generada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en su Serie VII, para luego ser corroborada mediante la visita de campo.

Consulta pública

Esta información del Uso del Suelo y Vegetación obtenida a partir de la aplicación de técnicas de fotointerpretación con imágenes Georreferenciadas con año base 2018, generadas a partir de la constelación satelital LANDSAT en formato multiespectral. Esta interpretación está apoyada con trabajos de campo. El Conjunto de Datos contiene la ubicación, distribución y extensión de diferentes comunidades vegetales y usos, con sus respectivas variantes en tipos de vegetación, de usos agrícolas, e información ecológica relevante. Dicha información geográfica digital contiene datos estructurados en forma vectorial codificados de acuerdo con el Diccionario de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación Escala 1:250 000 (versión 3) aplicables a las diferentes unidades ecológicas (comunidades vegetales y usos antrópicos) contenidos en el conjunto de datos.

Una vez caracterizada mediante geoprocesos en función de la Capa Unión de la Serie VII de INEGI, se encuentra que la Región Ecológica, con una superficie de 539.00 ha, está ocupada por dos tipos de vegetación —matorral crasicaule y pastizal natural— y tres clases de uso de suelo —pastizal cultivado, asentamientos humanos y pastizal inducido—, siendo dominante el matorral crasicaule con 253.71 ha, equivalentes al 47.07 % del total, seguido del pastizal natural con el 37.19 %, tal como se muestra en el Plano 8. *Uso de suelo y vegetación, INEGI Serie VII – Región Ecológica* y en la Tabla 17. ***Uso de suelo y vegetación en la Región Ecológica***.

Plano 8. Uso de suelo y vegetación, INEGI Serie VII – Región Ecológica

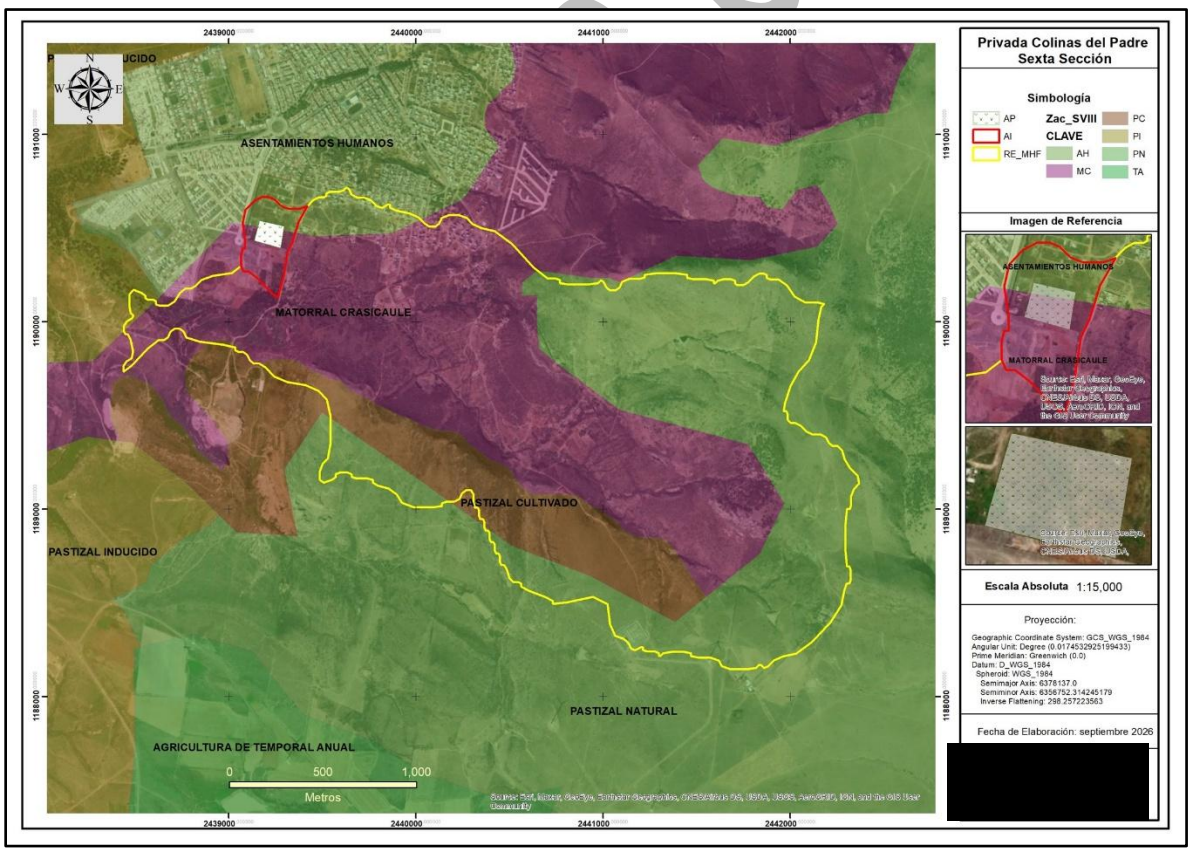


Tabla 17. Uso de suelo y vegetación en la Región Ecológica

Clave (uso del suelo y/o tipo de vegetación)	Tipo de vegetación/Vegetación Secundaria	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (ha)	Porcentaje
MC	Matorral crasicaule	2,537,126.68	253.7127	47.07%
PN	Pastizal natural	2,004,430.84	200.4431	37.19%
PC	Pastizal cultivado	686,829.38	68.6829	12.74%
AH	Asentamientos humanos	147,484.74	14.7485	2.74%
PI	Pastizal inducido	14,178.17	1.4178	0.26%
Total		**5,390,049.83**	**539.0050**	**100.00%**

De forma específica, el Área del Proyecto, se ubica en un 75.56 % sobre matorral crasicaule (1.2162 ha) y en un 24.44 % sobre asentamientos humanos (0.3934 ha), mientras que el Área de Influencia, se distribuye en un 63.35 % sobre matorral crasicaule y en un 36.63 % sobre asentamientos humanos, como se muestra en el Plano 8. *Uso de suelo y vegetación, INEGI Serie VII – Región Ecológica* y en el plano del Área del Proyecto y del Área de Influencia que se presenta a continuación.

Plano 9. Uso de suelo y vegetación, INEGI Serie VII – Área del Proyecto y Área de Influencia

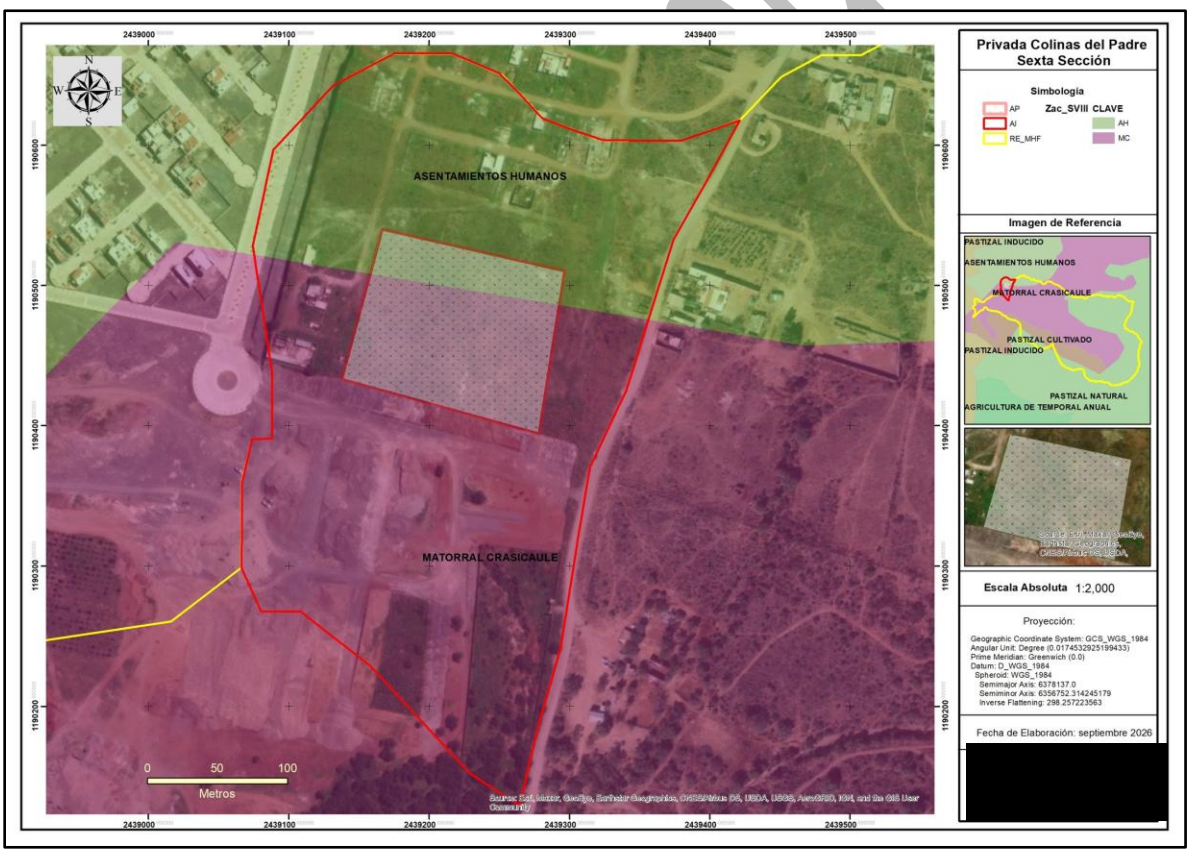


Tabla 18. Uso de suelo y vegetación en el Área del Proyecto

Clave (uso del suelo y/o tipo de vegetación)	Tipo de vegetación/Vegetación Secundaria	Superficie de incidencia (m²)	Superficie de incidencia (ha)	Porcentaje
MC	Matorral crasicaule	12,162.15	1.2162	75.56%
AH	Asentamientos humanos	3,933.90	0.3934	24.44%
Total		**16,096.04**	**1.6096**	**100.00%**

Tabla 19. Uso de suelo y vegetación en el Área de Influencia

Clave (uso del suelo y/o tipo de vegetación)	Tipo de vegetación/Vegetación Secundaria	Superficie de incidencia (m²)	Superficie de incidencia (ha)	Porcentaje
MC	Matorral crasicaule	71,428.14	7.1428	63.35%
AH	Asentamientos humanos	41,307.73	4.1308	36.63%
—	Fuera de la cobertura de la capa (borde de la RE)	20.55	0.0021	0.02%
Total		**112,756.42**	**11.2756**	**100.00%**

Adecuación de muestreo

La adecuación del muestreo para la identificación de las especies se basó principalmente en las observaciones e interpretaciones de las fotografías satelitales, donde se seleccionaron sitios de especial interés para enriquecer la información que se pudiera obtener.

Considerando la superficie reducida del área del proyecto y su colindancia con zonas urbanizadas, los sitios de muestreo se distribuyeron en las tres zonas de estudio: área del proyecto (AP), área de influencia (AI) y Región Ecológica (RE). Para las especies que no se reconocieron durante el trabajo de campo, se recolectaron muestras para su posterior determinación taxonómica.

La visita para la recolección de la información de vegetación y fauna se realizó el 16 de septiembre de 2026, durante la temporada de lluvias.

Diseño de muestreo

La estructura y composición de la vegetación, se obtuvo a partir de las variables biológicas y físicas de la Región Ecológica para poder caracterizar y describirlo en un periodo corto de tiempo.

Por lo que se realizó un primer recorrido en las zonas seleccionadas previamente con ayuda de las imágenes satelitales (muestreo piloto), donde se tomaron en cuenta las variables biológicas y ecológicas, la naturaleza del proyecto y se consideró el periodo de tiempo en que se pretendía realizar el trabajo de caracterización e inventario para optimizar los recursos.

La estratificación vertical de la vegetación es una técnica de muestreo probabilístico en donde el investigador divide a toda la población en diferentes subgrupos o estratos. Posteriormente, se selecciona aleatoriamente a los sujetos finales de los diferentes estratos en forma proporcional para resaltar un

Consulta pública

subgrupo específico dentro de la población o garantizar la presencia del subgrupo clave dentro de la muestra.

Con este muestreo, se puede probar de forma representativa hasta a los subgrupos más pequeños e inaccesibles de la población. Lo que permite que se prueben a los extremos de la población. Por lo tanto, al ser una técnica con alta precisión estadística, exige un tamaño de la muestra menor, que al mismo tiempo puede ahorrar tiempo, dinero y esfuerzo.

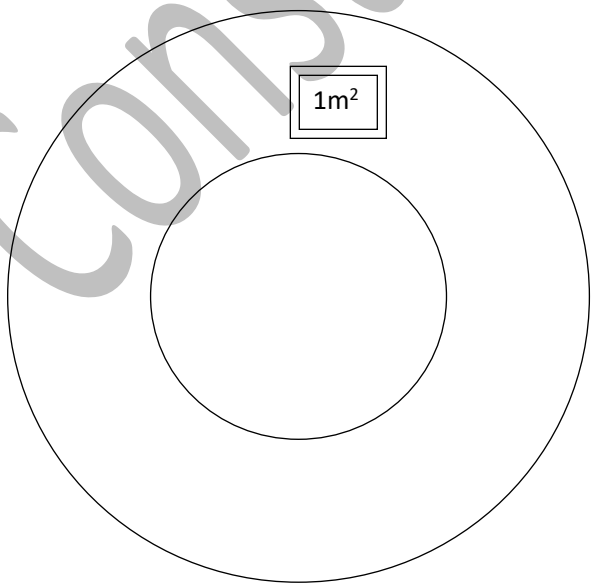
La información recabada con este diseño de muestreo estuvo encaminada a caracterizar los aspectos siguientes:

1. Diversidad de especies por estrato (arbóreo, herbáceo y arbustivo).
2. Características de especies de flora: raras, endémicas, amenazadas, en peligro de extinción.
3. Impactos ambientales a los recursos vegetación, suelos, agua y fauna, por causas como incendios, aprovechamientos forestales, cambio de uso del suelo, pastoreo, plagas y enfermedades, apertura de caminos, líneas eléctricas, y asentamientos humanos.
4. Aspectos dasométricos del arbolado: diámetro, altura total.
5. Frecuencia.

Diseño y Estrategia de Muestreo.

Las unidades de muestreo son los elementos utilizados para seleccionar la muestra, con mucha frecuencia se utilizan conglomerados de un tamaño determinado como unidad para la toma de datos. La unidad de muestreo seleccionada para este estudio es un conglomerado integrado por dos unidades circulares y una unidad con forma cuadrangular de menor dimensión para registro de datos.

Cada circular, tiene un subsitio de muestreo cuadrangular de menor tamaño de medición como se describe a continuación:



consulta pública

a) En el sitio de 1000 m^2 (radio = 17.82 m) se mide y registra el arbolado cuyo diámetro normal (DAP) a la altura de 1.3 m sobre la superficie del suelo, sea igual o mayor a 7.5cm se mide y registra por género, la frecuencia de cuyas plantas o árboles pequeños tengan como mínimo 25 cm de altura, hasta la altura que alcancen, siempre que su diámetro normal sea menor a 7.5 cm.

b) Dentro del segundo circulo, se registran los arbustos en una superficie de 500 $m^{2,}$ en este se registran y toman medidas de especies suculentas, con fines prácticos, que permitan interpretar y reunir los datos integrados.

c) En el subsitio cuadrangular de 1m^2, se miden y consignarán las plantas herbáceas, helechos, musgos, líquenes y otras características de la superficie del suelo presentes en el subestrato.

Los datos que se registraron de la flora durante el trabajo de campo fueron el nombre científico y común de la especie, (en caso de ser posible y de que la especie sea reconocida por la gente de las comunidades aledañas) frecuencia, abundancia, la altura y cobertura promedio de las especies.

Cuando no fue posible el reconocimiento de las especies en campo, se obtuvieron muestras de las especies siguiendo el método propuesto por Lot y Chiang (1986) que tiene como principal característica la preservación de ejemplares con estructuras reproductoras, y en caso de no contar con dichas estructuras, se determinó hasta el nivel taxonómico posible (género o familia).

Debido a que para garantizar una correcta determinación taxonómica se debe contar con los caracteres diagnósticos que permitan su reconocimiento y estos dependerán del grupo o especie a la que pertenezcan.

Para el estudio de la zona se establecieron 20 sitios de muestreo de los cuales 5 en el área del proyecto, 5 en el área de influencia y 10 en la Región Ecológica, estos últimos distribuidos tanto en el matorral crasicaule de las laderas como en la vegetación de galería de los cauces intermitentes, lo que permitió obtener un parámetro comparativo para la caracterización de la zona. En las tres zonas se registraron los individuos arbóreos presentes con sus medidas de altura, diámetros de copa y diámetro normal. La ubicación de los sitios se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 20 Ubicación geográfica de los sitios de muestreo, Datum WGS84, zona UTM 13 Q

#	Sitio	Fecha	X	Y	Altura	Vegetación	Estado	Cuerpo de agua	Flora cercana	Impacto antrópico
1	1 AP	16/09/2026	746950	2516434	2413	Vegetación secundaria de Matorral xerófilo	Regular	-	*Echeveria paniculata*	Cerca de caminos y casas, excretas de ganado y basura en el sitio
2	2 AP	16/09/2026	747061	2516483	2409	Vegetación secundaria de Matorral xerófilo crasicaule	Regular	-	-	Cerca de caminos y casas, excretas de ganado y basura en el sitio
3	3 AP	16/09/2026	746964	2516499	2415	Vegetación secundaria de Matorral xerófilo	Regular	-	-	Cerca de caminos y casas, excretas de ganado y basura en el sitio
4	4 AP	16/09/2026	747042	2516415	2404	Vegetación secundaria de Matorral xerófilo	Regular	-	*Opuntia robusta, Aldama linearis y Echeveria paniculata*	Cerca de caminos y casas
5	5 AP	16/09/2026	746986	2516458	2411	Vegetación secundaria de Matorral xerófilo crasicaule	Regular	-	-	Cerca de caminos y casas, excretas de ganado y basura en el sitio

Consulta pública

6	1 AI	16/09/2026	747009	2516176	2380	Vegetación secundaria de Matorral xerófilo	Malo	-	-	A un costado de construcción
7	2 AI	16/09/2026	747183	2516588	2410	Matorral xerófilo subinerme	Regular a bueno	-	-	Sitio cercano a caminos y casas
8	3 AI	16/09/2026	747087	2516428	2407	Vegetación secundaria de Matorral xerófilo	Regular	-	*Opuntia rastrera y Agave salmiana*	Cerca de caminos y casas
9	4 AI	16/09/2026	746935	2516556	2421	Vegetación secundaria de Matorral xerófilo	Regular	-	*Purshia mexicana y Echeveria paniculata*	Cerca de caminos y casas, excretas de ganado y basura en el sitio
10	5 AI	16/09/2026	747024	2516523	2414	Vegetación secundaria de Matorral xerófilo	Regular	-	-	Cerca de caminos y casas, excretas de ganado y basura en el sitio
11	1 RE	16/09/2026	746517	2516066	2372	Matorral xerófilo crasicaule	Regular a bueno	-	-	Excretas de ganado y sitio recreativo
12	2 RE	16/09/2026	746531	2515964	2363	Bosque de galería	Bueno	Cauce intermitente	-	-
13	3 RE	16/09/2026	747525	2516253	2402	Vegetación secundaria de Matorral xerófilo crasicaule	Malo a regular	-	-	Incendio
14	4 RE	16/09/2026	747504	2516392	2412	Vegetación secundaria de Matorral xerófilo crasicaule	Malo	-	-	Incendio, sitio a un costado de casas
15	5 RE	16/09/2026	746871	2516131	2388	Pastizal secundario	Malo a regular	-	-	A un costado de construcción
16	6 RE	16/09/2026	746959	2516106	2376	Bosque de galería con elementos xerófilos	Malo a regular	Cauce intermitente	-	Excretas de ganado
17	7 RE	16/09/2026	747437	2516147	2384	Bosque de galería	Regular	Cauce intermitente	-	Excretas de ganado
18	8 RE	16/09/2026	746686	2516039	2371	Bosque de galería	Regular a bueno	Cauce intermitente	-	-
19	9 RE	16/09/2026	747134	2516323	2392	Vegetación secundaria de Matorral xerófilo crasicaule	Malo a regular	-	-	Incendio, con excretas de ganado
20	10 RE	16/09/2026	747471	2516581	2419	Matorral xerófilo crasicaule	Regular a bueno	-	-	A un costado de construcción

Tabla 21 Materiales utilizados para el levantamiento de los muestreos.

Materiales

2 cintas métrica de 50 m	Formato de campo
Geoposicionadores	Bolsas plásticas
Prensa de madera	Papel periódico
Escala plastificada	Cámara fotográfica

Resultados del Inventario Florístico

Del inventario florístico se obtuvo un listado general de 75 especies, pertenecientes a 57 géneros y 20 familias. En la Región Ecológica se identificaron 74 especies de 57 géneros y 20 familias, que se presentan a continuación:

Tabla 22. Especies identificadas en la RE

Grupo	Familia	Género	Especie	Nombre aceptado	Estrato	Nombre común	NOM-059
Angiospermas	Amaranthaceae	*Gomphrena*	*serrata*	*Gomphrena serrata*	Herbáceo	Amor seco	-
Angiospermas	Amaranthaceae	*Guilleminea*	*densa*	*Guilleminea densa*	Herbáceo	Bola de hilo	-
Angiospermas	Anacardiaceae	*Schinus*	*molle*	*Schinus molle*	Arbóreo	Pirul	-
Angiospermas	Apocynaceae	*Asclepias*	*linaria*	*Asclepias linaria*	Arbustivo	Romerillo	-
Angiospermas	Asparagaceae	*Agave*	*applanata*	*Agave applanata*	Arbustivo	Maguey de castilla	-
Angiospermas	Asteraceae	*Ageratina*	*brevipes*	*Ageratina brevipes*	Arbustivo	-	-
Angiospermas	Asteraceae	*Ageratina*	*petiolaris*	*Ageratina petiolaris*	Arbustivo	Amargocilla	-
Angiospermas	Asteraceae	*Ageratina*	*scorodonioides*	*Ageratina scorodonioides*	Arbustivo	Amargoso	-
Angiospermas	Asteraceae	*Ambrosia*	*confertiflora*	*Ambrosia confertiflora*	Herbáceo	Estafiate	-
Angiospermas	Asteraceae	*Baccharis*	*pteronioides*	*Baccharis pteronioides*	Arbustivo	Escobilla	-
Angiospermas	Asteraceae	*Baccharis*	*salicifolia*	*Baccharis salicifolia*	Arbustivo	Jaral	-
Angiospermas	Asteraceae	*Bahia*	*absinthifolia*	*Picradeniopsis absinthifolia*	Herbáceo	Aceitilla amarilla	-
Angiospermas	Asteraceae	*Bidens*	*ferulifolia*	*Bidens aurea*	Herbáceo	Aceitilla	-
Angiospermas	Asteraceae	*Brickellia*	*spinulosa*	*Brickellia spinulosa*	Arbustivo	Cola de zorra	-
Angiospermas	Asteraceae	*Brickellia*	*veronicifolia*	*Brickellia veronicifolia*	Arbustivo	Peistó	-
Angiospermas	Asteraceae	*Dyssodia*	*papposa*	*Dyssodia papposa*	Herbáceo	Flamenquilla	-
Angiospermas	Asteraceae	*Heterosperma*	*pinnatum*	*Heterosperma pinnatum*	Herbáceo	Jarilla	-
Angiospermas	Asteraceae	*Machaeranthera*	*pinnatifida*	*Sideranthus spinulosus*	Herbáceo	Árnica espinosa	-
Angiospermas	Asteraceae	*Melampodium*	*strigosum*	*Melampodium strigosum*	Herbáceo	-	-
Angiospermas	Asteraceae	*Montanoa*	*leucantha*	*Montanoa leucantha*	Arbustivo	Talacao	-
Angiospermas	Asteraceae	*Parthenium*	*incanum*	*Parthenium incanum*	Arbustivo	Mariola	-
Angiospermas	Asteraceae	*Perymenium*	*mendezii*	*Perymenium mendezii*	Arbustivo	-	-
Angiospermas	Asteraceae	*Sanvitalia*	*procumbens*	*Sanvitalia procumbens*	Herbáceo	Ojo de gallo	-
Angiospermas	Asteraceae	*Schkuhria*	*pinnata*	*Schkuhria pinnata*	Herbáceo	Escobilla	-
Angiospermas	Asteraceae	*Tagetes*	*lunulata*	*Tagetes lunulata*	Herbáceo	Cinco yagas	-
Angiospermas	Asteraceae	*Tagetes*	*micrantha*	*Tagetes micrantha*	Herbáceo	Anisillo	-
Angiospermas	Asteraceae	*Viguiera*	*dentata*	*Viguiera dentata*	Herbáceo	Chamiso	-
Angiospermas	Cactaceae	*Coryphantha*	*delicata*	*Coryphantha delicata*	Arbustivo	Biznaga partida	Pr
Angiospermas	Cactaceae	*Cylindropuntia*	*imbricata*	*Cylindropuntia imbricata*	Arbustivo	Cardenche	-
Angiospermas	Cactaceae	*Echinocactus*	*horizonthalonius*	*Echinocactus horizonthalonius*	Arbustivo	Biznaga meloncillo	-
Angiospermas	Cactaceae	*Mammillaria*	*jaliscana*	*Mammillaria jaliscana*	Arbustivo	Biznaga ganchuda	-
Angiospermas	Cactaceae	*Mammillaria*	*uncinata*	*Mammillaria uncinata*	Arbustivo	Biznaga de chilitos	-
Angiospermas	Cactaceae	*Opuntia*	*engelmannii*	*Opuntia engelmannii*	Arbustivo	Nopal cuijo	-
Angiospermas	Cactaceae	*Opuntia*	*hyptiacantha*	*Opuntia hyptiacantha*	Arbustivo	Nopal cascarón	-

Angiospermas	Cactaceae	*Opuntia*	*leucotricha*	*Opuntia leucotricha*	Arbustivo	Nopal duraznillo	-
Angiospermas	Cactaceae	*Opuntia*	*rastrera*	*Opuntia rastrera*	Arbustivo	Nopal rastrero	-
Angiospermas	Cactaceae	*Opuntia*	*robusta*	*Opuntia robusta*	Arbustivo	Nopal tapón	-
Angiospermas	Cactaceae	*Opuntia*	*streptacantha*	*Opuntia streptacantha*	Arbustivo	Nopal cardón	-
Angiospermas	Cactaceae	*Stenocactus*	*heteracanthus*	*Stenocactus ochoterenanus*	Arbustivo	Biznaga	-
Angiospermas	Convolvulaceae	*Dichondra*	*argentea*	*Dichondra argentea*	Herbáceo	Oreja de ratón	-
Angiospermas	Convolvulaceae	*Evolvulus*	*alsinoides*	*Evolvulus alsinoides*	Herbáceo	Ojo de víbora	-
Angiospermas	Euphorbiaceae	*Jatropha*	*dioica*	*Jatropha dioica*	Arbustivo	Sangre de grado	-
Angiospermas	Fabaceae	*Acacia*	*schaffneri*	*Vachellia schaffneri*	Arbóreo-Arbustivo	Huizache	-
Angiospermas	Fabaceae	*Astragalus*	*hypoleucus*	*Astragalus hypoleucus*	Herbáceo	-	-
Angiospermas	Fabaceae	*Dalea*	*bicolor*	*Dalea bicolor*	Arbustivo	Engordacabra	-
Angiospermas	Fabaceae	*Dalea*	*foliolosa*	*Dalea foliolosa*	Herbáceo	Almaraduz	-
Angiospermas	Fabaceae	*Dalea*	*hemsleyana*	*Dalea hemsleyana*	Arbustivo	-	-
Angiospermas	Fabaceae	*Dalea*	*lutea*	*Dalea lutea*	Arbustivo	Escobilla amarilla	-
Angiospermas	Fabaceae	*Dalea*	*prostrata*	*Dalea prostrata*	Herbáceo	Escobilla	-
Angiospermas	Fabaceae	*Eysenhardtia*	*polystachya*	*Eysenhardtia polystachya*	Arbustivo	Palo azul	-
Angiospermas	Fabaceae	*Mimosa*	*aculeaticarpa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Arbustivo	Gatuño	-
Angiospermas	Fabaceae	*Nissolia*	*wislizeni*	*Nissolia wislizeni*	Herbáceo	-	-
Angiospermas	Krameriaceae	*Krameria*	*pauciflora*	*Krameria pauciflora*	Herbáceo	Abrojo rojo	-
Angiospermas	Lamiaceae	*Salvia*	*tiliifolia*	*Salvia tiliifolia*	Herbáceo	Chía cimarrona	-
Angiospermas	Malvaceae	*Sida*	*abutifolia*	*Sida abutilifolia*	Herbáceo	Hierba de la viejita	-
Angiospermas	Malvaceae	*Sphaeralcea*	*angustifolia*	*Sphaeralcea angustifolia*	Herbáceo	Hierba del negro	-
Angiospermas	Oleaceae	*Fraxinus*	*uhdei*	*Fraxinus uhdei*	Arbóreo	Fresno mexicano	-
Angiospermas	Poaceae	*Aristida*	*divaricata*	*Aristida divaricata*	Herbáceo	Tres barbas abierto	-
Angiospermas	Poaceae	*Bothriochloa*	*barbinodis*	*Bothriochloa barbinodis*	Herbáceo	Popotillo plateado	-
Angiospermas	Poaceae	*Bouteloua*	*curtipendula*	*Bouteloua curtipendula*	Herbáceo	Banderilla	-
Angiospermas	Poaceae	*Bouteloua*	*gracilis*	*Bouteloua gracilis*	Herbáceo	Navajita	-
Angiospermas	Poaceae	*Chloris*	*virgata*	*Chloris virgata*	Herbáceo	Barbas de indio	-
Angiospermas	Poaceae	*Lycurus*	*phleoides*	*Muhlenbergia phleoides*	Herbáceo	Zacate lobero	-
Angiospermas	Poaceae	*Melinis*	*repens*	*Melinis repens*	Herbáceo	Zacate rosado	-
Angiospermas	Poaceae	*Muhlenbergia*	*rigida*	*Muhlenbergia rigida*	Herbáceo	Grama	-
Angiospermas	Poaceae	*Pennisetum*	*villosum*	*Cenchrus longisetus*	Herbáceo	Zacate africano plumoso	-
Angiospermas	Rhamnaceae	*Adolphia*	*infesta*	*Adolphia infesta*	Arbustivo	Abrojo	-
Angiospermas	Rubiaceae	*Bouvardia*	*multiflora*	*Bouvardia multiflora*	Arbustivo	Aretillo	-
Angiospermas	Rubiaceae	*Bouvardia*	*ternifolia*	*Bouvardia ternifolia*	Arbustivo	Trompetilla	-
Angiospermas	Rubiaceae	*Diodia*	*teres*	*Hexasepalum teres*	Herbáceo	-	-
Angiospermas	Salicaceae	*Salix*	*bonplandiana*	*Salix bonplandiana*	Arbóreo	Sauce	-

Angiospermas	Sapindaceae	*Dodonaea*	*viscosa*	*Dodonaea viscosa*	Arbustivo	Jarilla	-
Angiospermas	Scrophulariaceae	*Buddleja*	*scordioides*	*Buddleja scordioides*	Arbustivo	Escobilla	-
Angiospermas	Solanaceae	*Solanum*	*elaeagnifolium*	*Solanum elaeagnifolium*	Herbáceo	Trompillo	-

Parámetros poblacionales de las especies

Se calculó el valor de importancia (V.I.) de cada especie de la siguiente manera: V.I.= densidad relativa (Número de individuos por especie / total de individuos de las especies * 100) + frecuencia relativa (número de veces que se encontró una especie en el muestreo /total de veces que se encontraron las especies en el muestreo * 100) + cobertura relativa (área de cada especie / área total de especies * 100) (Curtis y McIntosh, 1951).

Región Ecológica

Las especies con mayor V.I. en la Región Ecológica fueron, en el estrato arbóreo, *Schinus molle* (163.77), seguida de *Acacia schaffneri* (49.52) y de los elementos de galería *Salix bonplandiana* (39.02) y *Fraxinus uhdei* (33.80); en el estrato arbustivo destacaron *Mimosa aculeaticarpa* (40.86), *Opuntia streptacantha* (34.10), *Ageratina brevipes* (31.66) y *Montanoa leucantha* (29.86), mientras que en el herbáceo *Heterosperma pinnatum* (60.23), *Schkuhria pinnata* (35.91) y *Pennisetum villosum* (29.64) presentaron el mayor valor de importancia; *Pennisetum villosum* es una gramínea exótica, indicadora de disturbio.

Tabla 23 Valor de importancia de las especies en la RE.

Arbóreo RE

Especie	*Individuos*	*Dominancia relativa (%)*	*Densidad relativa (%)*	*Frecuencia relativa (%)*	*VI*
Schinus molle	20	74.88	55.56	33.33	163.77
Acacia schaffneri	6	6.19	16.67	26.67	49.52
Salix bonplandiana	4	7.90	11.11	20.00	39.02
Fraxinus uhdei	4	9.36	11.11	13.33	33.80
Opuntia streptacantha	2	1.66	5.56	6.67	13.89
Total	**36**	**100**	**100**	**100**	**300**

Arbustivo RE

Especie	*Individuos*	*Dominancia relativa (%)*	*Densidad relativa (%)*	*Frecuencia relativa (%)*	*VI*
Mimosa aculeaticarpa	289	15.98	16.31	8.57	40.86
Opuntia streptacantha	53	23.49	2.99	7.62	34.10
Ageratina brevipes	188	15.34	10.61	5.71	31.66
Montanoa leucantha	164	14.89	9.26	5.71	29.86
Perymenium mendezii	243	4.65	13.71	3.81	22.18
Jatropha dioica	260	0.62	14.67	3.81	19.10
Opuntia hyptiacantha	31	10.56	1.75	3.81	16.12
Mammillaria uncinata	195	0.11	11.00	2.86	13.97

Vía pública

Brickellia veronicifolia	64	2.20	3.61	5.71	11.53
Eysenhardtia polystachya	30	2.62	1.69	4.76	9.08
Bouvardia ternifolia	38	0.13	2.14	6.67	8.94
Baccharis salicifolia	27	3.41	1.52	2.86	7.79
Opuntia robusta	16	0.92	0.90	2.86	4.68
Acacia schaffneri	12	1.11	0.68	2.86	4.65
Dalea lutea	20	0.26	1.13	2.86	4.24
Opuntia rastrera	16	1.40	0.90	1.90	4.20
Dalea bicolor	13	0.12	0.73	2.86	3.71
Opuntia engelmannii	20	0.49	1.13	1.90	3.52
Dalea hemsleyana	8	0.14	0.45	2.86	3.45
Ageratina scorodonioides	33	0.28	1.86	0.95	3.09
Bouvardia multiflora	15	0.20	0.85	1.90	2.95
Ageratina petiolaris	5	0.28	0.28	1.90	2.47
Coryphantha delicata	7	0.00	0.40	1.90	2.30
Baccharis pteronioides	2	0.02	0.11	1.90	2.03
Asclepias linaria	6	0.01	0.34	0.95	1.30
Opuntia leucotricha	1	0.26	0.06	0.95	1.27
Cylindropuntia imbricata	1	0.24	0.06	0.95	1.25
Dodonaea viscosa	1	0.21	0.06	0.95	1.22
Agave applanata	3	0.00	0.17	0.95	1.13
Stenocactus heteracanthus	3	0.00	0.17	0.95	1.12
Adolphia infesta	2	0.02	0.11	0.95	1.08
Buddleja scordioides	2	0.01	0.11	0.95	1.08
Brickellia spinulosa	1	0.01	0.06	0.95	1.02
Parthenium incanum	1	0.00	0.06	0.95	1.01
Echinocactus horizonthalonius	1	0.00	0.06	0.95	1.01
Mammillaria jaliscana	1	0.00	0.06	0.95	1.01
Total	**1772**	**100**	**100**	**100**	**300**

Herbáceo RE

Especie	*Individuos*	*Dominancia relativa (%)*	*Densidad relativa (%)*	*Frecuencia relativa (%)*	*VI*
Heterosperma pinnatum	141	29.77	21.36	9.09	60.23
Schkuhria pinnata	84	17.13	12.73	6.06	35.91
Pennisetum villosum	27	22.52	4.09	3.03	29.64
Sanvitalia procumbens	106	3.08	16.06	9.09	28.23
Dalea foliolosa	54	0.98	8.18	7.58	16.74
Dyssodia papposa	44	1.89	6.67	6.06	14.61
Melampodium strigosum	36	2.93	5.45	3.03	11.42
Tagetes micrantha	43	1.65	6.52	3.03	11.20
Bouteloua gracilis	7	3.34	1.06	4.55	8.94
Lycurus phleoides	32	2.32	4.85	1.52	8.68
Solanum elaeagnifolium	7	2.88	1.06	3.03	6.97

Salvia tiliifolia	5	1.39	0.76	4.55	6.69
Chloris virgata	12	0.34	1.82	3.03	5.19
Aristida divaricata	9	2.29	1.36	1.52	5.17
Melinis repens	5	1.27	0.76	3.03	5.06
Evolvulus alsinoides	4	0.24	0.61	3.03	3.87
Bahia absinthifolia	3	1.36	0.45	1.52	3.33
Dichondra argentea	10	0.23	1.52	1.52	3.26
Bouteloua curtipendula	2	0.91	0.30	1.52	2.72
Astragalus hypoleucus	1	1.02	0.15	1.52	2.69
Ambrosia confertiflora	2	0.81	0.30	1.52	2.63
Diodia teres	7	0.03	1.06	1.52	2.61
Tagetes lunulata	4	0.27	0.61	1.52	2.39
Nissolia wislizeni	1	0.45	0.15	1.52	2.12
Guilleminea densa	1	0.34	0.15	1.52	2.01
Sida abutifolia	3	0.03	0.45	1.52	2.00
Bidens ferulifolia	1	0.17	0.15	1.52	1.84
Gomphrena serrata	2	0.01	0.30	1.52	1.83
Machaeranthera pinnatifida	1	0.08	0.15	1.52	1.75
Sphaeralcea angustifolia	1	0.07	0.15	1.52	1.74
Krameria pauciflora	1	0.07	0.15	1.52	1.73
Dalea prostrata	1	0.05	0.15	1.52	1.72
Bothriochloa barbinodis	1	0.03	0.15	1.52	1.69
Muhlenbergia rigida	1	0.03	0.15	1.52	1.69
Viguiera dentata	1	0.03	0.15	1.52	1.69
Total	**660**	**100**	**100**	**100**	**300**

Esta información se presenta de manera anexa en formato Excel para facilitar su manejo

Una especie con un alto valor de importancia indica que posee mayor cobertura, es más frecuente en los sitios de muestreo y cuenta con un mayor número de individuos por sitio. Esto implica que desempeña un papel clave en el ecosistema, contribuyendo a funciones esenciales como la retención de agua y suelo, así como la captura de carbono.

Sin embargo, esto no significa que las demás especies sean menos relevantes, ya que cada una cumple un rol específico dentro del ecosistema en el que se desarrolla.

Ya que, dependiendo del estatus migratorio de la especie puede ser indicadora de perturbación, desplazamiento, procesos de sucesión y colonización en la zona, por lo que este índice puede mostrar un panorama general del estado de salud del ecosistema.

Consulta pública

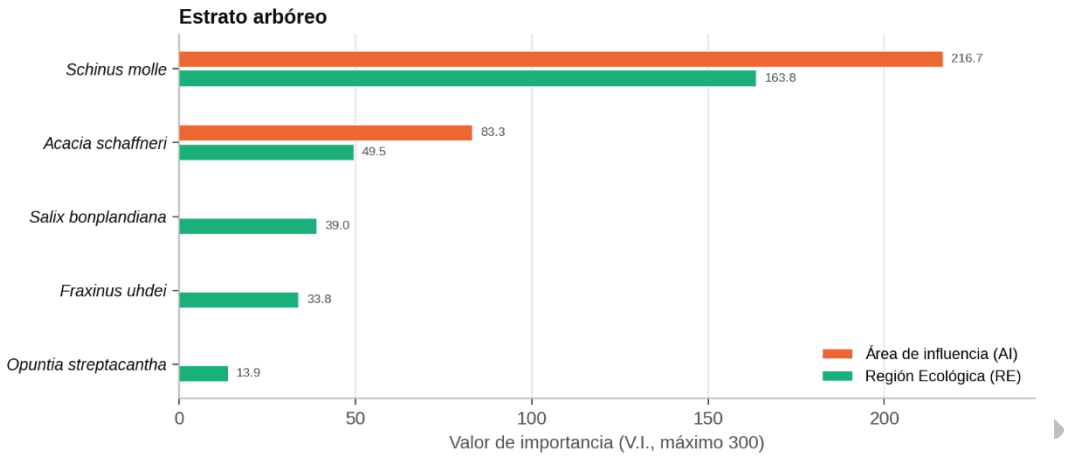


Gráfico 2 Valor de importancia del estrato arbóreo en el AP, el AI y la RE

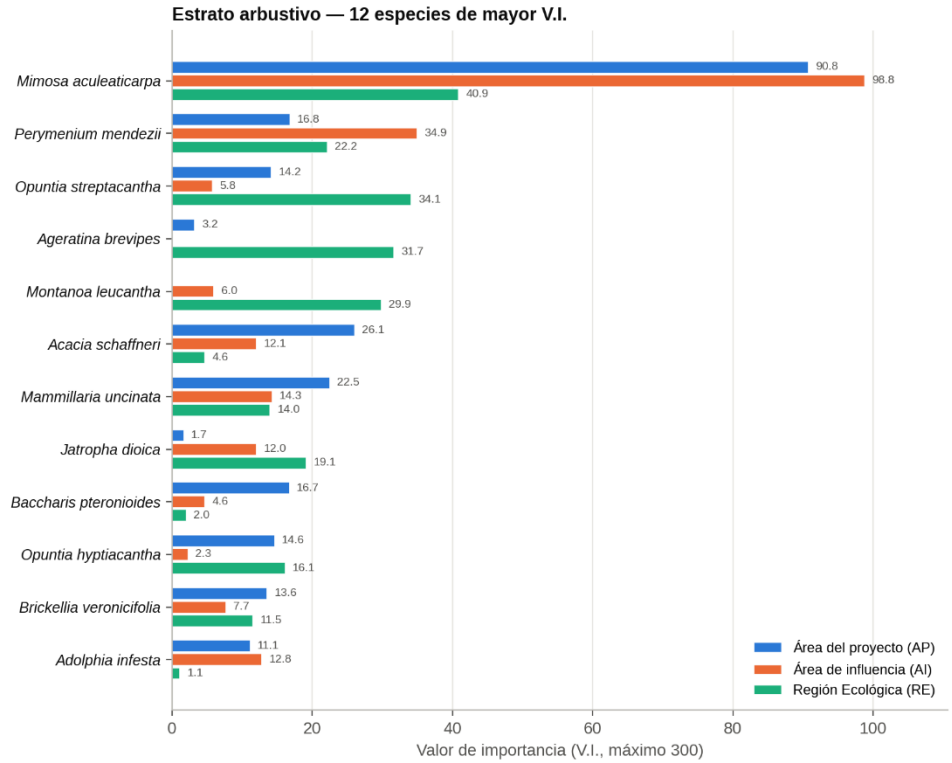


Gráfico 3 Valor de importancia del estrato arbustivo en el AP, el AI y la RE

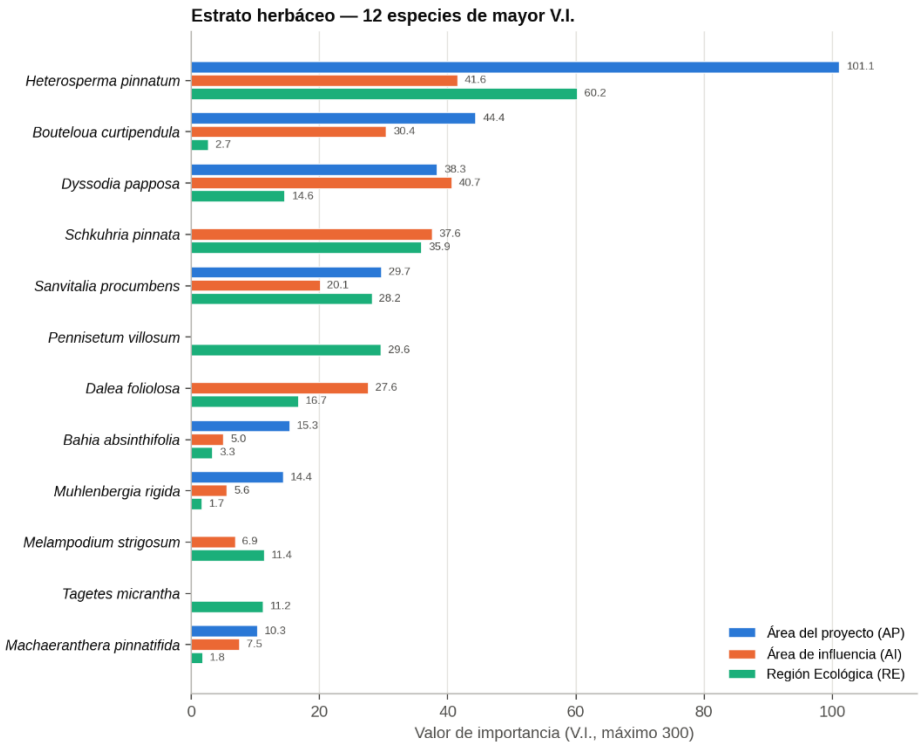


Gráfico 4 Valor de importancia del estrato herbáceo en el AP, el AI y la RE

En las gráficas anteriores se aprecia la representatividad de las especies por estrato y su comparación entre las tres zonas de estudio. *Mimosa aculeaticarpa* domina el estrato arbustivo en las tres zonas y alcanza en el AP y el AI valores de importancia (90.81 y 98.80) que duplican el obtenido en la RE (40.86), lo que refleja la simplificación estructural del matorral en las áreas más cercanas a la zona urbana; en la RE la importancia se reparte entre un mayor número de especies, con aporte de las nopaleras y de los elementos de galería.

Diversidad florística del Área de Influencia

En el área de influencia se registraron 51 especies, 39 géneros y 12 familias.

Tabla 24 Especies identificadas en el área de influencia

Grupo	Familia	Género	Especie	Nombre aceptado	Estrato	Nombre común	NOM-059
Angiospermas	Amaranthaceae	*Gomphrena*	*serrata*	*Gomphrena serrata*	Herbáceo	Amor seco	-
Angiospermas	Anacardiaceae	*Schinus*	*molle*	*Schinus molle*	Arbóreo	Pirul	-

Consulta y

Angiospermas	Asparagaceae	*Agave*	*applanata*	*Agave applanata*	Arbustivo	Maguey de castilla	-
Angiospermas	Asparagaceae	*Agave*	*salmiana*	*Agave salmiana*	Arbustivo	Maguey pulquero	-
Angiospermas	Asteraceae	*Ambrosia*	*confertiflora*	*Ambrosia confertiflora*	Herbáceo	Estafiate	-
Angiospermas	Asteraceae	*Baccharis*	*pteronioides*	*Baccharis pteronioides*	Arbustivo	Escobilla	-
Angiospermas	Asteraceae	*Bahia*	*absinthifolia*	*Picradeniopsis absinthifolia*	Herbáceo	Aceitilla amarilla	-
Angiospermas	Asteraceae	*Bidens*	*ferulifolia*	*Bidens aurea*	Herbáceo	Aceitilla	-
Angiospermas	Asteraceae	*Brickellia*	*spinulosa*	*Brickellia spinulosa*	Arbustivo	Cola de zorra	-
Angiospermas	Asteraceae	*Brickellia*	*veronicifolia*	*Brickellia veronicifolia*	Arbustivo	Peistó	-
Angiospermas	Asteraceae	*Dyssodia*	*papposa*	*Dyssodia papposa*	Herbáceo	Flamenquilla	-
Angiospermas	Asteraceae	*Heterosperma*	*pinnatum*	*Heterosperma pinnatum*	Herbáceo	Jarilla	-
Angiospermas	Asteraceae	*Machaeranthera*	*pinnatifida*	*Sideranthus spinulosus*	Herbáceo	Árnica espinosa	-
Angiospermas	Asteraceae	*Melampodium*	*strigosum*	*Melampodium strigosum*	Herbáceo	-	-
Angiospermas	Asteraceae	*Montanoa*	*leucantha*	*Montanoa leucantha*	Arbustivo	Talacao	-
Angiospermas	Asteraceae	*Parthenium*	*incanum*	*Parthenium incanum*	Arbustivo	Mariola	-
Angiospermas	Asteraceae	*Perymenium*	*mendezii*	*Perymenium mendezii*	Arbustivo	-	-
Angiospermas	Asteraceae	*Sanvitalia*	*procumbens*	*Sanvitalia procumbens*	Herbáceo	Ojo de gallo	-
Angiospermas	Asteraceae	*Schkuhria*	*pinnata*	*Schkuhria pinnata*	Herbáceo	Escobilla	-
Angiospermas	Asteraceae	*Tagetes*	*lunulata*	*Tagetes lunulata*	Herbáceo	Cinco yagas	-
Angiospermas	Asteraceae	*Viguiera*	*dentata*	*Viguiera dentata*	Herbáceo	Chamiso	-
Angiospermas	Cactaceae	*Coryphantha*	*delicata*	*Coryphantha delicata*	Arbustivo	Biznaga partida	Pr
Angiospermas	Cactaceae	*Echinocactus*	*horizonthalonius*	*Echinocactus*	Arbustivo	Biznaga	-

				horizonthalonius		meloncillo	
Angiospermas	Cactaceae	*Mammillaria*	*uncinata*	*Mammillaria uncinata*	Arbustivo	Biznaga de chilitos	-
Angiospermas	Cactaceae	*Opuntia*	*engelmannii*	*Opuntia engelmannii*	Arbustivo	Nopal cuijo	-
Angiospermas	Cactaceae	*Opuntia*	*hyptiacantha*	*Opuntia hyptiacantha*	Arbustivo	Nopal cascarón	-
Angiospermas	Cactaceae	*Opuntia*	*leucotricha*	*Opuntia leucotricha*	Arbustivo	Nopal duraznillo	-
Angiospermas	Cactaceae	*Opuntia*	*rastrera*	*Opuntia rastrera*	Arbustivo	Nopal rastrero	-
Angiospermas	Cactaceae	*Opuntia*	*robusta*	*Opuntia robusta*	Arbustivo	Nopal tapón	-
Angiospermas	Cactaceae	*Opuntia*	*streptacantha*	*Opuntia streptacantha*	Arbustivo	Nopal cardón	-
Angiospermas	Cactaceae	*Stenocactus*	*heteracanthus*	*Stenocactus ochoterenanus*	Arbustivo	Biznaga	-
Angiospermas	Euphorbiaceae	*Jatropha*	*dioica*	*Jatropha dioica*	Arbustivo	Sangre de grado	-
Angiospermas	Fabaceae	*Acacia*	*schaffneri*	*Vachellia schaffneri*	Arbóreo-Arbustivo	Huizache	-
Angiospermas	Fabaceae	*Dalea*	*bicolor*	*Dalea bicolor*	Arbustivo	Engordacabra	-
Angiospermas	Fabaceae	*Dalea*	*foliolosa*	*Dalea foliolosa*	Herbáceo	Almaraduz	-
Angiospermas	Fabaceae	*Dalea*	*hemsleyana*	*Dalea hemsleyana*	Arbustivo	-	-
Angiospermas	Fabaceae	*Dalea*	*lutea*	*Dalea lutea*	Arbustivo	Escobilla amarilla	-
Angiospermas	Fabaceae	*Dalea*	*prostrata*	*Dalea prostrata*	Herbáceo	Escobilla	-
Angiospermas	Fabaceae	*Mimosa*	*aculeaticarpa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Arbustivo	Gatuño	-
Angiospermas	Fabaceae	*Nissolia*	*wislizeni*	*Nissolia wislizeni*	Herbáceo	-	-
Angiospermas	Krameriaceae	*Krameria*	*pauciflora*	*Krameria pauciflora*	Herbáceo	Abrojo rojo	-
Angiospermas	Malvaceae	*Sphaeralcea*	*angustifolia*	*Sphaeralcea angustifolia*	Herbáceo	Hierba del negro	-
Angiospermas	Poaceae	*Aristida*	*divaricata*	*Aristida divaricata*	Herbáceo	Tres barbas abierto	-
Angiospermas	Poaceae	*Bothriochloa*	*barbinodis*	*Bothriochloa*	Herbáceo	Popotillo	-

				barbinodis		plateado	
Angiospermas	Poaceae	*Bouteloua*	*curtipendula*	*Bouteloua curtipendula*	Herbáceo	Banderilla	-
Angiospermas	Poaceae	*Bouteloua*	*gracilis*	*Bouteloua gracilis*	Herbáceo	Navajita	-
Angiospermas	Poaceae	*Lycurus*	*phleoides*	*Muhlenbergia phleoides*	Herbáceo	Zacate lobero	-
Angiospermas	Poaceae	*Muhlenbergia*	*rigida*	*Muhlenbergia rigida*	Herbáceo	Grama	-
Angiospermas	Rhamnaceae	*Adolphia*	*infesta*	*Adolphia infesta*	Arbustivo	Abrojo	-
Angiospermas	Rubiaceae	*Bouvardia*	*ternifolia*	*Bouvardia ternifolia*	Arbustivo	Trompetilla	-
Angiospermas	Rubiaceae	*Diodia*	*teres*	*Hexasepalum teres*	Herbáceo	-	-

Parámetros poblacionales de las especies en el área de influencia

En el Área de Influencia, el estrato arbóreo está representado únicamente por *Schinus molle* (216.74) y *Acacia schaffneri* (83.26); en el arbustivo domina *Mimosa aculeaticarpa* (98.80), *Perymenium mendezii* (34.95) y *Mammillaria uncinata* (14.27), y en el herbáceo destacan *Heterosperma pinnatum* (41.57), *Dyssodia papposa* (40.66) y *Schkuhria pinnata* (37.59). Las especies de mayor V.I. coinciden en términos generales con las de la Región Ecológica, lo que indica que el AI forma parte de este continuo vegetal.

Tabla 25 Valor de importancia de las especies en el AI.

Arbóreo AI

Especie	*Individuos*	*Dominancia relativa (%)*	*Densidad relativa (%)*	*Frecuencia relativa (%)*	*VI*
Schinus molle	3	91.74	75.00	50.00	216.74
Acacia schaffneri	1	8.26	25.00	50.00	83.26
Total	**4**	**100**	**100**	**100**	**300**

Arbustivo AI

Especie	*Individuos*	*Dominancia relativa (%)*	*Densidad relativa (%)*	*Frecuencia relativa (%)*	*VI*
Mimosa aculeaticarpa	336	48.14	41.23	9.43	98.80
Perymenium mendezii	126	13.83	15.46	5.66	34.95
Mammillaria uncinata	69	0.14	8.47	5.66	14.27
Adolphia infesta	28	1.77	3.44	7.55	12.76

Acacia schaffneri	19	4.06	2.33	5.66	12.05
Jatropha dioica	52	3.78	6.38	1.89	12.04
Opuntia robusta	11	8.43	1.35	1.89	11.67
Opuntia engelmannii	18	1.64	2.21	7.55	11.40
Opuntia rastrera	20	1.90	2.45	5.66	10.02
Brickellia veronicifolia	11	0.69	1.35	5.66	7.70
Stenocactus heteracanthus	13	0.03	1.60	5.66	7.28
Dalea bicolor	22	2.15	2.70	1.89	6.73
Opuntia leucotricha	6	3.92	0.74	1.89	6.55
Montanoa leucantha	4	3.58	0.49	1.89	5.95
Opuntia streptacantha	7	1.14	0.86	3.77	5.77
Dalea lutea	18	1.17	2.21	1.89	5.26
Agave applanata	12	1.67	1.47	1.89	5.03
Echinocactus horizonthalonius	9	0.01	1.10	3.77	4.89
Bouvardia ternifolia	8	0.06	0.98	3.77	4.82
Baccharis pteronioides	6	0.12	0.74	3.77	4.63
Dalea hemsleyana	11	1.01	1.35	1.89	4.25
Coryphantha delicata	3	0.00	0.37	3.77	4.14
Agave salmiana	1	0.65	0.12	1.89	2.66
Opuntia hyptiacantha	3	0.03	0.37	1.89	2.29
Brickellia spinulosa	1	0.06	0.12	1.89	2.07
Parthenium incanum	1	0.01	0.12	1.89	2.02
Total	**815**	**100**	**100**	**100**	**300**

Herbáceo AI

Especie	***Individuos***	***Dominancia relativa (%)***	***Densidad relativa (%)***	***Frecuencia relativa (%)***	***VI***
Heterosperma pinnatum	62	17.26	18.18	6.12	41.57
Dyssodia papposa	90	6.10	26.39	8.16	40.66
Schkuhria pinnata	28	25.30	8.21	4.08	37.59
Bouteloua curtipendula	18	19.05	5.28	6.12	30.45

Dalea foliolosa	60	5.94	17.60	4.08	27.61
Sanvitalia procumbens	30	1.12	8.80	10.20	20.13
Lycurus phleoides	7	3.35	2.05	4.08	9.49
Krameria pauciflora	4	2.37	1.17	4.08	7.62
Machaeranthera pinnatifida	2	2.85	0.59	4.08	7.52
Melampodium strigosum	5	1.32	1.47	4.08	6.87
Nissolia wislizeni	1	4.28	0.29	2.04	6.61
Diodia teres	8	0.11	2.35	4.08	6.53
Gomphrena serrata	4	1.04	1.17	4.08	6.29
Dalea prostrata	2	1.48	0.59	4.08	6.15
Tagetes lunulata	3	0.69	0.88	4.08	5.65
Muhlenbergia rigida	2	0.93	0.59	4.08	5.60
Aristida divaricata	2	0.71	0.59	4.08	5.38
Bahia absinthifolia	2	0.36	0.59	4.08	5.02
Bouteloua gracilis	2	2.28	0.59	2.04	4.91
Ambrosia confertiflora	3	1.93	0.88	2.04	4.85
Sphaeralcea angustifolia	2	0.15	0.59	4.08	4.82
Bothriochloa barbinodis	2	0.57	0.59	2.04	3.20
Bidens ferulifolia	1	0.51	0.29	2.04	2.85
Viguiera dentata	1	0.29	0.29	2.04	2.62
Total	**341**	**100**	**100**	**100**	**300**

Diversidad florística del Área del Proyecto

En el área del proyecto se registraron 42 especies, 33 géneros y 12 familias, sin presencia de estrato arbóreo, lo que es congruente con su condición de vegetación secundaria de matorral xerófilo sobre ladera.

Tabla 26 Especies identificadas en el Área del Proyecto

Grupo	Familia	Género	Especie	Nombre aceptado	Estrato	Nombre común	NOM-059

Angiospermas	Asparagaceae	*Agave*	*applanata*	*Agave applanata*	Arbustivo	Maguey de castilla	-
Angiospermas	Asparagaceae	*Agave*	*salmiana*	*Agave salmiana*	Arbustivo	Maguey pulquero	-
Angiospermas	Asteraceae	*Ageratina*	*brevipes*	*Ageratina brevipes*	Arbustivo	-	-
Angiospermas	Asteraceae	*Ageratina*	*scorodonioides*	*Ageratina scorodonioides*	Arbustivo	Amargoso	-
Angiospermas	Asteraceae	*Baccharis*	*pteronioides*	*Baccharis pteronioides*	Arbustivo	Escobilla	-
Angiospermas	Asteraceae	*Bahia*	*absinthifolia*	*Picradeniopsis absinthifolia*	Herbáceo	Aceitilla amarilla	-
Angiospermas	Asteraceae	*Brickellia*	*spinulosa*	*Brickellia spinulosa*	Arbustivo	Cola de zorra	-
Angiospermas	Asteraceae	*Brickellia*	*veronicifolia*	*Brickellia veronicifolia*	Arbustivo	Peistó	-
Angiospermas	Asteraceae	*Dyssodia*	*papposa*	*Dyssodia papposa*	Herbáceo	Flamenquilla	-
Angiospermas	Asteraceae	*Heterosperma*	*pinnatum*	*Heterosperma pinnatum*	Herbáceo	Jarilla	-
Angiospermas	Asteraceae	*Machaeranthera*	*pinnatifida*	*Sideranthus spinulosus*	Herbáceo	Árnica espinosa	-
Angiospermas	Asteraceae	*Parthenium*	*incanum*	*Parthenium incanum*	Arbustivo	Mariola	-
Angiospermas	Asteraceae	*Perymenium*	*mendezii*	*Perymenium mendezii*	Arbustivo	-	-
Angiospermas	Asteraceae	*Sanvitalia*	*procumbens*	*Sanvitalia procumbens*	Herbáceo	Ojo de gallo	-
Angiospermas	Cactaceae	*Coryphantha*	*delicata*	*Coryphantha delicata*	Arbustivo	Biznaga partida	Pr
Angiospermas	Cactaceae	*Cylindropuntia*	*imbricata*	*Cylindropuntia imbricata*	Arbustivo	Cardenche	-
Angiospermas	Cactaceae	*Echinocactus*	*horizonthalonius*	*Echinocactus horizonthalonius*	Arbustivo	Biznaga meloncillo	-
Angiospermas	Cactaceae	*Mammillaria*	*jaliscana*	*Mammillaria jaliscana*	Arbustivo	Biznaga ganchuda	-
Angiospermas	Cactaceae	*Mammillaria*	*uncinata*	*Mammillaria uncinata*	Arbustivo	Biznaga de chilitos	-
Angiospermas	Cactaceae	*Opuntia*	*engelmannii*	*Opuntia*	Arbustivo	Nopal cuijo	-

				engelmannii			
Angiospermas	Cactaceae	*Opuntia*	*hyptiacantha*	*Opuntia hyptiacantha*	Arbustivo	Nopal cascarón	-
Angiospermas	Cactaceae	*Opuntia*	*rastrera*	*Opuntia rastrera*	Arbustivo	Nopal rastrero	-
Angiospermas	Cactaceae	*Opuntia*	*robusta*	*Opuntia robusta*	Arbustivo	Nopal tapón	-
Angiospermas	Cactaceae	*Opuntia*	*streptacantha*	*Opuntia streptacantha*	Arbustivo	Nopal cardón	-
Angiospermas	Cactaceae	*Stenocactus*	*heteracanthus*	*Stenocactus ochoterenanus*	Arbustivo	Biznaga	-
Angiospermas	Convolvulaceae	*Dichondra*	*argentea*	*Dichondra argentea*	Herbáceo	Oreja de ratón	-
Angiospermas	Euphorbiaceae	*Jatropha*	*dioica*	*Jatropha dioica*	Arbustivo	Sangre de grado	-
Angiospermas	Fabaceae	*Acacia*	*schaffneri*	*Vachellia schaffneri*	Arbóreo-Arbustivo	Huizache	-
Angiospermas	Fabaceae	*Astragalus*	*hypoleucus*	*Astragalus hypoleucus*	Herbáceo	-	-
Angiospermas	Fabaceae	*Dalea*	*lutea*	*Dalea lutea*	Arbustivo	Escobilla amarilla	-
Angiospermas	Fabaceae	*Dalea*	*prostrata*	*Dalea prostrata*	Herbáceo	Escobilla	-
Angiospermas	Fabaceae	*Eysenhardtia*	*polystachya*	*Eysenhardtia polystachya*	Arbustivo	Palo azul	-
Angiospermas	Fabaceae	*Mimosa*	*aculeaticarpa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Arbustivo	Gatuño	-
Angiospermas	Malvaceae	*Sida*	*abutifolia*	*Sida abutilifolia*	Herbáceo	Hierba de la viejita	-
Angiospermas	Poaceae	*Bouteloua*	*curtipendula*	*Bouteloua curtipendula*	Herbáceo	Banderilla	-
Angiospermas	Poaceae	*Lycurus*	*phleoides*	*Muhlenbergia phleoides*	Herbáceo	Zacate lobero	-
Angiospermas	Poaceae	*Muhlenbergia*	*rigida*	*Muhlenbergia rigida*	Herbáceo	Grama	-
Angiospermas	Rhamnaceae	*Adolphia*	*infesta*	*Adolphia infesta*	Arbustivo	Abrojo	-
Angiospermas	Rubiaceae	*Bouvardia*	*ternifolia*	*Bouvardia ternifolia*	Arbustivo	Trompetilla	-

Consulta pública

Angiospermas	Rubiaceae	*Diodia*	*teres*	*Hexasepalum teres*	Herbáceo	-	-
Angiospermas	Scrophulariaceae	*Buddleja*	*scordioides*	*Buddleja scordioides*	Arbustivo	Escobilla	-
Angiospermas	Solanaceae	*Solanum*	*elaeagnifolium*	*Solanum elaeagnifolium*	Herbáceo	Trompillo	-

Parámetros poblacionales de las especies en el área del proyecto

En el área del proyecto el estrato arbustivo está dominado por *Mimosa aculeaticarpa* (90.81), *Acacia schaffneri* (26.06), *Mammillaria uncinata* (22.48) y *Perymenium mendezii* (16.82); en el herbáceo destacan *Heterosperma pinnatum* (101.13), *Bouteloua curtipendula* (44.42) y *Dyssodia papposa* (38.34). La composición dominante es la misma que en el AI y la RE, con menor riqueza y mayor concentración del valor de importancia en pocas especies como *Mimosa aculeaticarpa* reúne 403 de los 863 individuos arbustivos (46.7 %) y *Heterosperma pinnatum* 139 de los 318 herbáceos (43.7 %).

Tabla 27 Valor de importancia de las especies en el AP.

Arbustivo AP

Especie	*Individuos*	*Dominancia relativa (%)*	*Densidad relativa (%)*	*Frecuencia relativa (%)*	*VI*
Mimosa aculeaticarpa	403	37.35	46.70	6.76	90.81
Acacia schaffneri	15	18.92	1.74	5.41	26.06
Mammillaria uncinata	134	0.20	15.53	6.76	22.48
Perymenium mendezii	61	7.05	7.07	2.70	16.82
Baccharis pteronioides	57	3.38	6.60	6.76	16.74
Opuntia hyptiacantha	8	10.97	0.93	2.70	14.60
Opuntia streptacantha	9	7.71	1.04	5.41	14.16
Brickellia veronicifolia	37	2.52	4.29	6.76	13.56
Adolphia infesta	20	2.06	2.32	6.76	11.14
Opuntia robusta	15	3.00	1.74	4.05	8.79
Opuntia rastrera	10	1.20	1.16	5.41	7.76
Dalea lutea	16	1.42	1.85	4.05	7.33
Stenocactus heteracanthus	24	0.03	2.78	4.05	6.87
Opuntia engelmannii	8	0.44	0.93	4.05	5.42

Buddleja scordioides	5	0.29	0.58	4.05	4.92
Coryphantha delicata	6	0.01	0.70	4.05	4.75
Bouvardia ternifolia	7	0.19	0.81	2.70	3.70
Parthenium incanum	10	0.92	1.16	1.35	3.43
Ageratina brevipes	2	0.28	0.23	2.70	3.22
Brickellia spinulosa	2	0.03	0.23	2.70	2.97
Ageratina scorodonioides	2	0.83	0.23	1.35	2.41
Agave salmiana	1	0.58	0.12	1.35	2.04
Eysenhardtia polystachya	2	0.29	0.23	1.35	1.87
Echinocactus horizonthalonius	4	0.02	0.46	1.35	1.84
Cylindropuntia imbricata	1	0.24	0.12	1.35	1.71
Jatropha dioica	2	0.07	0.23	1.35	1.65
Agave applanata	1	0.00	0.12	1.35	1.47
Mammillaria jaliscana	1	0.00	0.12	1.35	1.47
Total	**863**	**100**	**100**	**100**	**300**

Herbáceo AP

Especie	*Individuos*	*Dominancia relativa (%)*	*Densidad relativa (%)*	*Frecuencia relativa (%)*	*VI*
Heterosperma pinnatum	139	44.60	43.71	12.82	101.13
Bouteloua curtipendula	36	20.28	11.32	12.82	44.42
Dyssodia papposa	67	4.45	21.07	12.82	38.34
Sanvitalia procumbens	41	6.57	12.89	10.26	29.72
Bahia absinthifolia	7	5.44	2.20	7.69	15.34
Muhlenbergia rigida	5	7.67	1.57	5.13	14.37
Machaeranthera pinnatifida	3	4.26	0.94	5.13	10.33
Dichondra argentea	3	0.18	0.94	7.69	8.81
Sida abutifolia	4	2.03	1.26	5.13	8.42
Diodia teres	3	0.63	0.94	5.13	6.70
Dalea prostrata	2	0.57	0.63	5.13	6.33
Lycurus phleoides	3	0.16	0.94	5.13	6.23

Astragalus hypoleucus	1	2.49	0.31	2.56	5.37
Solanum elaeagnifolium	4	0.66	1.26	2.56	4.49
Total	**318**	**100**	**100**	**100**	**300**

Especies de flora bajo alguna categoría de riesgo o de comercio regulado

Las especies registradas se verificaron en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en los apéndices de CITES y en la Lista Roja de la UICN. Únicamente *Coryphantha delicata* (biznaga partida), endémica de México, se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en la categoría de sujeta a protección especial (Pr), y se registró en las tres zonas de estudio. *Mammillaria jaliscana*, registrada en el AP y en la RE, está catalogada como vulnerable (VU) por la UICN, y las 12 especies de la familia Cactaceae se incluyen en el Apéndice II de CITES. Se registraron además 15 especies endémicas de México en el AP, 16 en el AI y 19 en la RE; las especies exóticas se restringen al AI y a la RE (*Schinus molle, Melinis repens y Pennisetum villosum*), sin registro en el AP.

Tabla 28 Especies de flora bajo alguna categoría de riesgo o de comercio regulado

Especie	Nombre común	Estatus NOM-059	IUCN	CITES	Presencia
Coryphantha delicata	Biznaga partida	Pr	LC	II	AP · AI · RE
Cylindropuntia imbricata	Cardenche	-	LC	II	AP · RE
Echinocactus horizonthalonius	Biznaga meloncillo	-	LC	II	AP · AI · RE
Mammillaria jaliscana	Biznaga ganchuda	-	VU	II	AP · RE
Mammillaria uncinata	Biznaga de chilitos	-	LC	II	AP · AI · RE
Opuntia engelmannii	Nopal cuijo	-	LC	II	AP · AI · RE
Opuntia hyptiacantha	Nopal cascarón	-	LC	II	AP · AI · RE
Opuntia leucotricha	Nopal duraznillo	-	LC	II	AI · RE
Opuntia rastrera	Nopal rastrero	-	LC	II	AP · AI · RE
Opuntia robusta	Nopal tapón	-	LC	II	AP · AI · RE
Opuntia streptacantha	Nopal cardón	-	LC	II	AP · AI · RE
Stenocactus heteracanthus	Biznaga	-	-	II	AP · AI · RE

Índices de diversidad

La diversidad específica es una propiedad emergente de las comunidades biológicas que se relaciona con la variedad dentro de ellas. Este atributo es la expresión de dos componentes, el primero de ellos es el número de especies presentes en la comunidad y se denominada riqueza de especies. El segundo componente es la equitabilidad, y describe cómo se distribuye la abundancia (el número de individuos, biomasa, cobertura, etc.) entre las especies que integran la comunidad.

Como ya se señaló, los índices de diversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equitabilidad. En algunos casos el valor del índice de diversidad estimado puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitabilidad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede

Consulta Pública

obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitabilidad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitabilidad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitabilidad). Algunos de los índices de diversidad más ampliamente utilizados son el índice de Simpson (DSi), y el índice de Shannon-Wiener (H').

$$D_{Si} = \sum_{i=1}^{S} p_i^2$$

pi = abundancia proporcional de la iésima especie; representa la probabilidad de que un individuo de la especie i esté presente en la muestra, siendo entonces la sumatoria de pi igual a 1:

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

ni = número de individuos de la especie i N = número total de individuos para todas las S especies en la comunidad La ecuación de DSi se aplica para comunidades 'finitas' donde todos los miembros han sido contados, es decir que n = N. Considerando una comunidad 'extensa', un estimador adecuado de la diversidad calculado a partir de datos provenientes de una muestra de tamaño n sería:

$$D'_{Si} = \sum_{i=1}^{S} \frac{n_i (n_i - 1)}{n (n-1)}$$

El índice de Simpson se deriva de la teoría de probabilidades, y mide la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie en dos 'extracciones' sucesivas al azar sin 'reposición'. En principio esto constituye una propiedad opuesta a la diversidad, se plantea entonces el problema de elegir una transformación apropiada para obtener una cifra correlacionada positivamente con la diversidad:

Consulta pública

$$Si_D = 1 - \sum_{i=1}^{S} p_i^2 = 1 - D_{Si}$$

SiD = índice de diversidad de Simpson que indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos 'extracciones' sucesivas al azar sin 'reposición'. Este índice les da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre '0' (baja diversidad) hasta un máximo de [1 - 1/S].

Índice de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1949), H'.

Este índice se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por S clases de símbolos discretos cuyas probabilidades de ocurrencia son pi...pS) y es probablemente el de empleo más frecuente en ecología de comunidades.

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} (p_i \times \log_2 p_i)$$

H' = índice de Shannon-Wiener que, en un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies S. También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos. Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y, H' será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos ni, es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa (H'max, ver la sección siguiente). Este índice subestima la diversidad específica si la muestra es pequeña. En la ecuación original se utilizan logaritmos en base 2, las unidades se expresan como bits/ind., pero pueden emplearse otras bases como e (nits/ind.) o 10 (decits/ind.). La precisión en la estimación del índice de Shannon-Wiener puede calcularse mediante la aproximación siguiente:

$$SD_{H'} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{S} n_i \log_2 n_i - \left(\sum_{i=1}^{S} n_i \log_2 n_i\right)^2}{n^2}}$$

Consulta pública

SDH' = desviación estándar del índice de Shannon-Wiener. La ecuación de H' se aplica para comunidades extensas donde se conocen todas las especies S y las abundancias proporcionales pi de todas ellas. En la práctica los parámetros son estimados como:

$$\hat{H}' = -\sum_{i=1}^{S}\left[\left(\frac{n_i}{n}\right)\times \log_2\left(\frac{n_i}{n}\right)\right]$$

Índice de Equidad de Pielou (*J´*): Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad.

(*J´=H´/H´* max Donde *H´* max = ln (*S*) y *H´* es el índice de Shannon-Wiener y *S* es el número total de especies presentes. *J´=H'*/ln(*S*).

Resultados de los índices de diversidad RE

Tabla 29 Índices de diversidad RE

RE

Estrato	S	H'	Hmax	J'	D(Si)	HSG(p)	D(Mg)
Arbóreo	5	1.27	1.61	0.79	0.64	0.36	1.12
Arbustivo	36	2.59	3.58	0.72	0.90	0.10	4.68
Herbáceo	35	2.57	3.56	0.72	0.89	0.11	5.24
Total	**74**	**3.21**	**4.30**	**0.75**	**0.94**	**0.06**	**9.35**

Estrato Arbóreo en el RE

Se registraron un total de 5 especies; de acuerdo con el índice de Margalef D(Mg) el estrato arbóreo presentó una diversidad baja (1.12), y el índice de Shannon (H') de 1.27 indica una diversidad baja.

El índice de Pielou (J') fue de 0.79, lo que sugiere una distribución relativamente uniforme de los individuos entre especies.

El índice de Simpson (D(Si)) fue de 0.64, que sugiere una diversidad media, considerando que este índice varía entre 0 (mínima diversidad) y 1 (máxima diversidad). La dominancia fue de 0.36, valor elevado debido a la presencia de *Schinus molle*, que concentra 20 de los 36 individuos arbóreos registrados, situación frecuente en la vegetación de galería perturbada.

Estrato Arbustivo en el RE

Consulta pública

Se registraron un total de 36 especies; de acuerdo con el índice de Margalef D(Mg) el estrato arbustivo presentó una diversidad media (4.68), y el índice de Shannon (H') de 2.59 indica una diversidad intermedia.

El índice de Pielou (J') fue de 0.72, lo que sugiere una tendencia hacia la uniformidad en la distribución de los individuos por especie.

Por otro lado, el índice de Simpson fue de 0.90, lo que indica una diversidad alta. Este índice oscila entre 0 (mínima diversidad) y 1 (máxima diversidad). La dominancia fue de 0.10, lo que sugiere que, a pesar de que algunas especies tienen una presencia media o alta dentro del estrato arbustivo, las probabilidades de registrar otras especies son altas.

Estrato herbáceo en el RE

Se registraron un total de 35 especies; de acuerdo con el índice de Margalef D(Mg) el estrato herbáceo presentó una diversidad alta (5.24), y el índice de Shannon (H') de 2.57 indica una diversidad intermedia.

El índice de Pielou fue de 0.72, lo que sugiere una uniformidad media-alta.

Por otro lado, el índice de Simpson fue de 0.89, lo que indica una diversidad alta y con una baja dominancia de 0.11.

Área de Influencia

En la siguiente tabla se presentan los valores correspondientes a cada índice evaluado en el AI.

Tabla 30 Índices de diversidad del Área de Influencia (por estrato)

	AI						
Estrato	**S**	**H'**	**Hmax**	**J'**	**D(Si)**	**HSG(p)**	**D(Mg)**
Arbóreo	2	0.56	0.69	0.81	0.38	0.62	0.72
Arbustivo	26	2.20	3.26	0.68	0.79	0.21	3.73
Herbáceo	24	2.25	3.18	0.71	0.85	0.15	3.94
Total	**51**	**2.83**	**3.93**	**0.72**	**0.88**	**0.12**	**7.09**

Estrato Arbóreo en el Área de Influencia

Se registraron un total de 2 especies; de acuerdo con el índice de Margalef D(Mg) el estrato arbóreo presentó una diversidad baja (0.72), y el índice de Shannon (H') de 0.56 indica una diversidad baja.

El índice de Pielou (J') fue de 0.81, lo que sugiere uniformidad en la distribución de los individuos, si bien el estrato se integra únicamente por cuatro individuos.

Consulta pública

Por otro lado, el índice de Simpson fue de 0.38, lo que indica una diversidad baja. La dominancia fue de 0.62, atribuible a *Schinus molle*, que aporta tres de los cuatro individuos arbóreos.

Estrato arbustivo en el Área de Influencia

Se registraron un total de 26 especies; de acuerdo con el índice de Margalef D(Mg) el estrato arbustivo presentó una diversidad media (3.73), y el índice de Shannon (H') de 2.20 indica una diversidad intermedia.

El índice de Pielou (J') fue de 0.68, lo que sugiere una ligera tendencia hacia la uniformidad en la distribución de los individuos por especie.

Por otro lado, el índice de Simpson fue de 0.79, lo que indica una diversidad media-alta. La dominancia fue de 0.21, que se puede considerar baja, aun cuando *Mimosa aculeaticarpa* concentra 336 de los 815 individuos arbustivos (41.2 %).

Estrato herbáceo en el Área de Influencia

Se registraron un total de 24 especies; de acuerdo con el índice de Margalef D(Mg) el estrato herbáceo presentó una diversidad media (3.94), y el índice de Shannon (H') de 2.25 indica una diversidad intermedia.

El índice de Pielou (J') fue de 0.71, lo que sugiere una uniformidad media-alta.

Por otro lado, el índice de Simpson fue de 0.85, lo que indica una diversidad alta, con una dominancia baja de 0.15.

Área del Proyecto

En la siguiente tabla se presentan los valores correspondientes a cada índice evaluado en el AP. No se registraron individuos del estrato arbóreo.

Tabla 31 Índices de diversidad del área del proyecto (por estrato)

	AP						
Estrato	**S**	**H'**	**Hmax**	**J'**	**D(Si)**	**HSG(p)**	**D(Mg)**
Arbóreo	-	-	-	-	-	-	-
Arbustivo	28	2.02	3.33	0.60	0.74	0.26	3.99
Herbáceo	14	1.69	2.64	0.64	0.73	0.27	2.26
Total	**42**	**2.51**	**3.74**	**0.67**	**0.84**	**0.16**	**5.80**

Consulta pública

Estrato arbustivo en el Área del Proyecto

Se registraron un total de 28 especies; de acuerdo con el índice de Margalef D(Mg) el estrato arbustivo presentó una diversidad media (3.99), y el índice de Shannon (H') de 2.02 indica una diversidad intermedia.

El índice de Pielou (J') fue de 0.60, lo que sugiere una uniformidad media, condicionada por la dominancia de Mimosa aculeaticarpa, que concentra 403 de los 863 individuos arbustivos (46.7 %).

Por otro lado, el índice de Simpson fue de 0.74, lo que indica una diversidad media-alta, con una dominancia de 0.26.

Estrato herbáceo en el Área del Proyecto

Se registraron un total de 14 especies; de acuerdo con el índice de Margalef D(Mg) el estrato herbáceo presentó una diversidad media (2.26), y el índice de Shannon (H') de 1.69 indica una diversidad baja.

El índice de Pielou (J') fue de 0.64, lo que sugiere una uniformidad media.

Por otro lado, el índice de Simpson fue de 0.73, lo que indica una diversidad media-alta. La dominancia fue de 0.27, atribuible a *Heterosperma pinnatum*, con 139 de los 318 individuos herbáceos (43.7 %).

En general, los resultados indican que la Región Ecológica presenta la mayor diversidad florística, con 74 especies y un índice de Shannon total de 3.21 (Simpson 0.94), seguida del área de influencia, con 51 especies (H' 2.83; Simpson 0.88), y del área del proyecto, con 42 especies (H' 2.51; Simpson 0.84). La riqueza y la diversidad decrecen de la RE hacia el AP en correspondencia con el grado de perturbación: el AP y el AI se ubican en la franja de contacto con la zona urbana, mientras que la RE, integra además comunidades de galería y laderas con matorral mejor conservado.

Representatividad y curva de acumulación de especies

Para garantizar que se alcanzara una representatividad confiable de la diversidad vegetal y evaluar el esfuerzo del trabajo de campo en las tres zonas de estudio, se construyó una curva de acumulación de especies para cada zona.

Para construir dicha curva se tomó en cuenta cada unidad de muestreo. Se generó una base de datos con valores de presencia (1) y ausencia (0). Esta información se analizó con el programa EstimateS 9.1.0 (Colwell; 2013) el cual generó curvas de acumulación de especies bajo los estimadores no paramétricos de Chao 2 y Bootstrap y simultáneamente el programa realizó 100 aleatorizaciones para calcular el promedio estadístico de la acumulación de especies.

Ambos estimadores necesitan datos de presencia-ausencia de una especie en una muestra dada, en otras palabras, cuántas veces aparece la especie en el conjunto de muestras (Moreno, 2001; Escalante, 2003; Rocha et al., 2013). Bootstrap, se basa en la riqueza de especies a partir del número de muestras que

Consulta pública

contienen a cada especie y Chao 2, estima el número de especies esperadas mediante la relación entre las especies únicas (singletons) y el número de especies duplicadas (doubletons; Álvarez et al., 2004).

Para la Región Ecológica se registraron 74 especies en los 10 sitios de muestreo, frente a una riqueza esperada de 87.65 especies con el estimador Bootstrap y de 111.16 con Chao 2, lo que representa una completitud del inventario del 84.4 % y del 66.6 %, respectivamente.

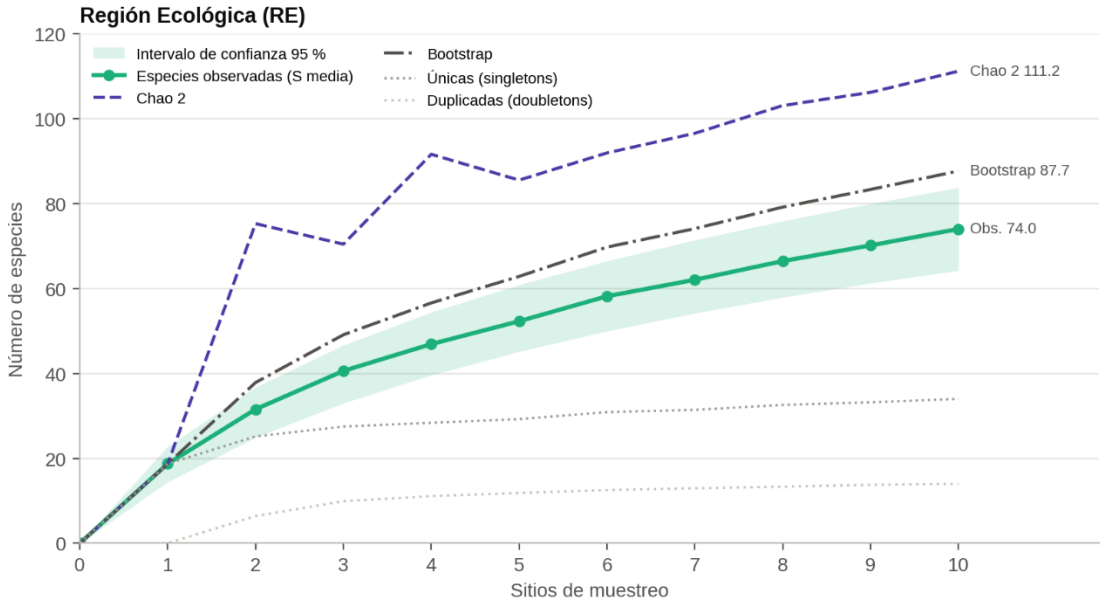


Gráfico 5 Curva de acumulación de especies de la Región Ecológica.

El gráfico no muestra una tendencia a la asíntota y, al décimo sitio, las especies únicas (34) superan todavía con amplitud a las duplicadas (14), lo que indica que un mayor esfuerzo de muestreo incorporaría especies adicionales. Este comportamiento es esperable en una Región Ecológica que combina matorral crasicaule, pastizal natural y vegetación de galería, y en la que los diez sitios se concentraron en la porción occidental y norte, dentro del matorral crasicaule y de la vegetación de galería.

Por su parte, en el área de influencia se registraron 51 especies en cinco sitios, frente a 58.79 especies esperadas con Bootstrap y 57.84 con Chao 2, esto es, una completitud del 86.8 % y del 88.2 %, respectivamente (gráfico 6).

Consulta

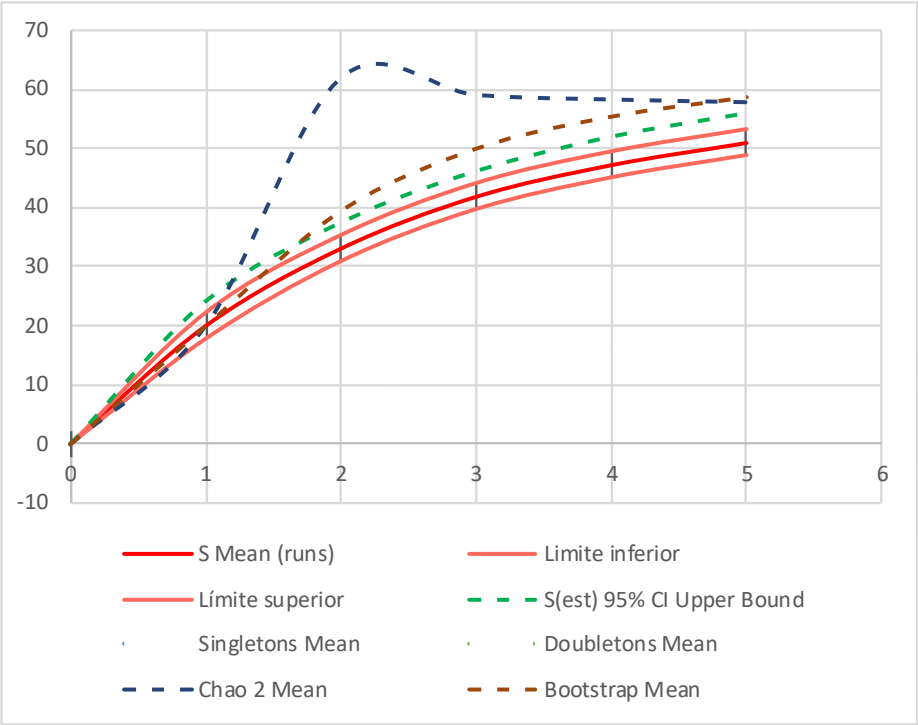


Gráfico 6 Curva de acumulación de especies del Área de Influencia.

Como se aprecia en el gráfico, la curva del AI muestra una tendencia hacia la asíntota, con un número de especies observadas cercano al estimado por Chao 2, lo que permite considerar representativo el muestreo en el AI.

En el área del proyecto se registraron 42 especies en cinco sitios, frente a 45.67 especies esperadas con Chao 2 y 46.54 con Bootstrap, lo que representa una completitud del 92.0 % y del 90.2 %, la más alta de las tres zonas, por lo que el inventario del AP se considera representativo.

Consulta pública

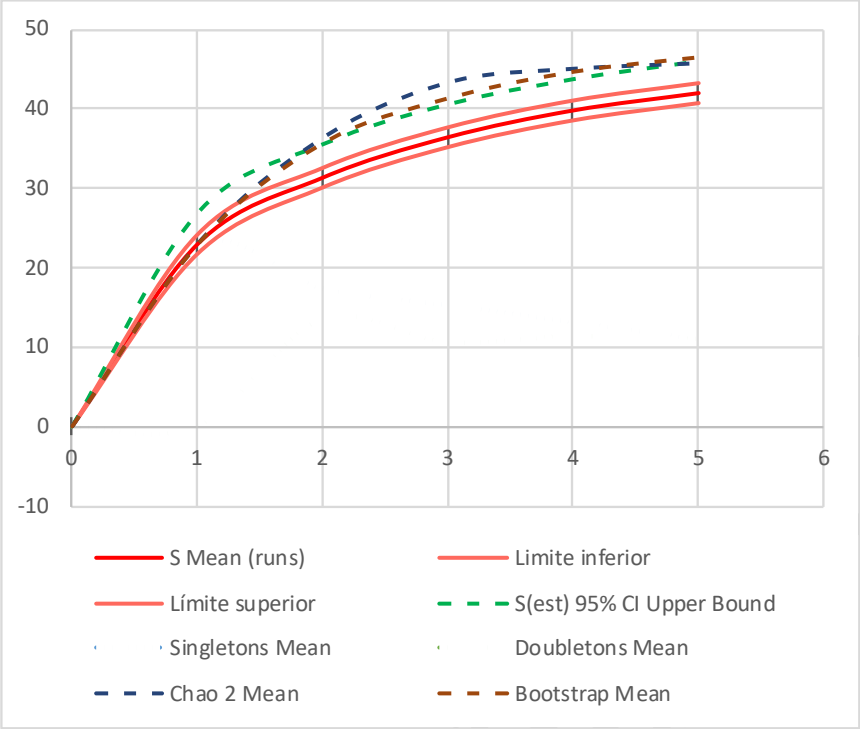


Gráfico 7 Curva de acumulación de especies del Área del Proyecto.

Para comprobar lo anterior, se llevó a cabo un análisis de similitud por sitios.

Se elaboró una matriz de presencia (1) y ausencia (0) en el programa Microsoft Excel, tomando como unidad de muestreo los sitios y las zonas de estudio. Posteriormente se analizó en el programa BioDiversity Pro-2.0 (McAleece et al., 1997), donde se generó un análisis de diversidad y un dendrograma generado por medio de un análisis de conglomerados. Se usó el coeficiente de Jaccard (Rocha et al. 2013).

El cual, expresa la similitud entre dos muestras considerando sólo la composición de especies, el índice de Jaccard, relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas (Álvarez et al., 2004).

En el dendrograma se aprecia que los sitios del AP se agrupan con los del AI y con los sitios de matorral de la RE más próximos al predio (9 RE y 4 RE), con similitudes de 45 a 56 %, mientras que los sitios de galería de la RE (2, 7 y 8 RE) y los de matorral más alejados (1 y 10 RE) conforman un grupo aparte.

Consulta pública

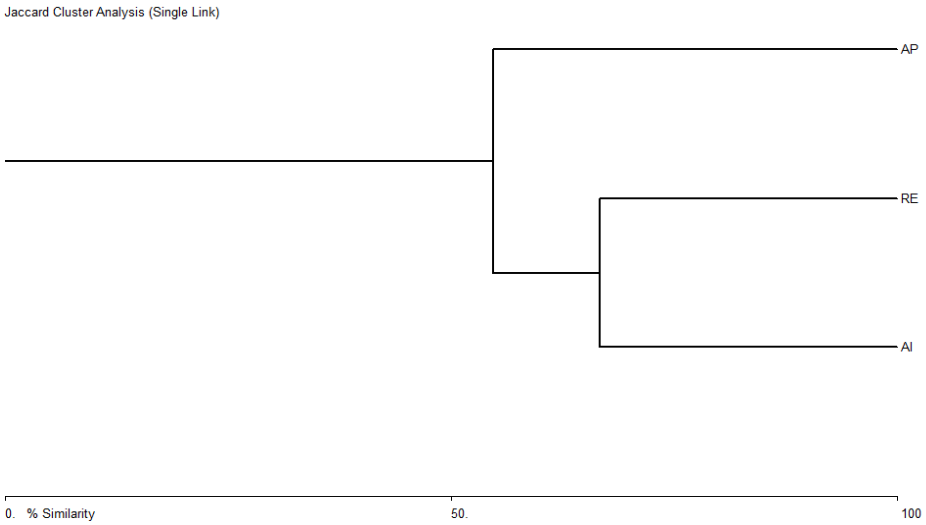


Gráfico 8 Dendrograma de similitud por Área.

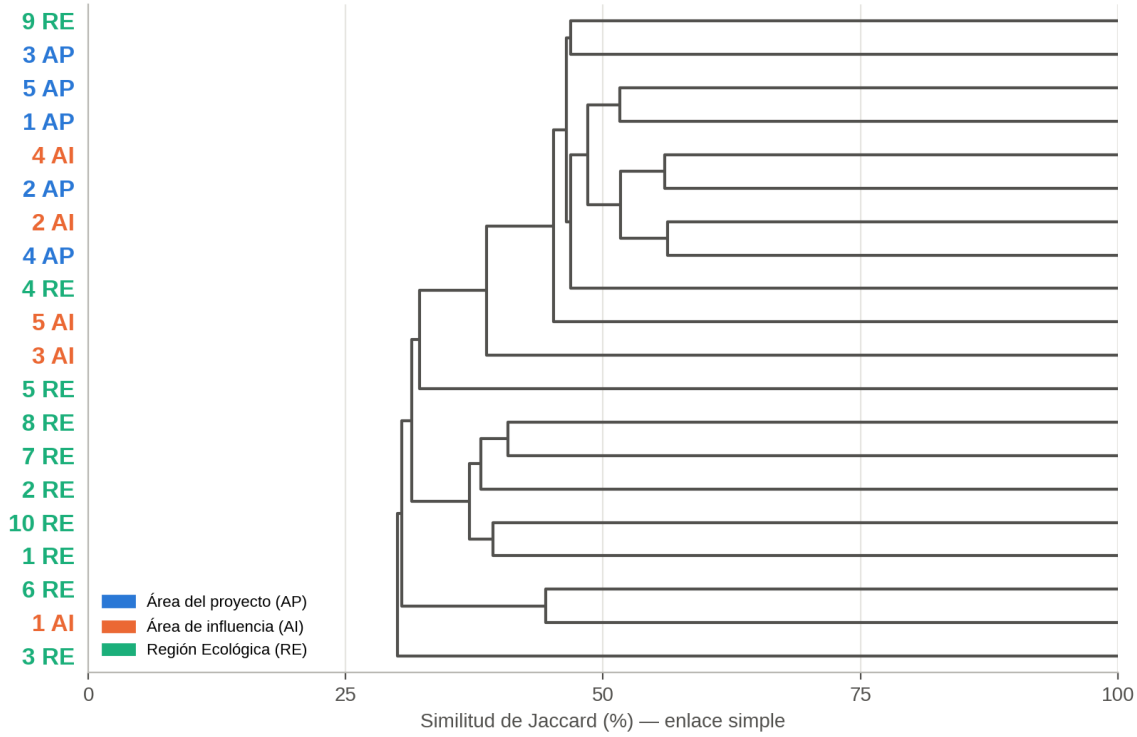


Gráfico 9 Dendrograma de similitud por sitio de muestreo.

El Gráfico 8 refleja lo observado con los índices de diversidad, donde el AP y el AI se integran en un mismo

mosaico de vegetación secundaria de matorral xerófilo, producto de la interacción entre el matorral crasicaule circundante y la zona urbana colindante, en tanto que la RE, incorpora además comunidades de galería con elementos xerófilos y secundarios. A nivel de zona, el índice de Jaccard fue de 52.46 % entre el AP y el AI, de 54.67 % entre el AP y la RE y de 66.67 % entre el AI y la RE; 41 de las 42 especies del AP (97.6 %) están presentes en la RE, y la única excepción, *Agave salmiana*, se registró también en el AI.

Conclusiones

La diversidad florística encontrada en el área del proyecto y en el área de influencia forma parte del continuo vegetal que se desarrolla dentro de la Región Ecológica, donde 41 de las 42 especies registradas en el AP están presentes en la RE.

La Región Ecológica resultó ser la zona con mayor riqueza y diversidad florística (74 especies; H' 3.21), por lo que dicha riqueza no se verá comprometida por la remoción de la vegetación del predio. La única especie en categoría de riesgo, *Coryphantha delicata* (Pr), se distribuye en las tres zonas, y sus individuos presentes en el AP deberán incorporarse al programa de rescate y reubicación previo al desmonte, junto con el resto de las cactáceas del predio.

Al realizar una comparación entre las diferentes zonas evaluadas, se concluye que la implementación del proyecto no representaría un impacto significativo sobre la biodiversidad local, siempre y cuando se apliquen las medidas de mitigación adecuadas. Dichas medidas deberán estar enfocadas en la protección de las especies presentes, la reducción de efectos adversos sobre el suelo y el agua, y la restauración de aquellas áreas que ya presentan deterioro ambiental.

Fauna

El estado de Zacatecas se ubica en una zona de transición biogeográfica donde convergen elementos de las provincias del Desierto Chihuahuense, Sierra Madre Occidental y, hacia el sur, la región de Transición Mexicana. Estas provincias confieren al territorio una composición faunística heterogénea, caracterizada por especies adaptadas tanto a ambientes áridos como a zonas semiáridas y áreas serranas con vegetación más densa.

En el caso específico del municipio de Zacatecas, la fauna refleja las condiciones ecológicas del altiplano semiárido, dominado por matorrales xerófilos y pastizales, con una influencia creciente de la zona urbana. En este entorno se encuentran mamíferos adaptados a la escasez de agua y a amplios rangos térmicos, como el coyote (Canis latrans), la zorra gris (Urocyon cinereoargenteus), la liebre cola negra (Lepus californicus), el conejo del desierto (Sylvilagus audubonii) y diversos roedores, así como una avifauna dominada por especies residentes de matorral y de ambientes perturbados.

En conjunto, la fauna del municipio se caracteriza por su alta resiliencia a condiciones semiáridas, con adaptaciones morfológicas y conductuales que les permiten sobrevivir en ambientes de baja

Consulta pública

disponibilidad hídrica y alta variabilidad climática, reflejando la compleja interacción entre las provincias biogeográficas que convergen en el estado de Zacatecas.

Inventario de fauna en el AP, el AI y la RE

El estudio realizado para la obtención de los datos faunísticos del proyecto se diseñó considerando las técnicas de muestreo más adecuadas para las condiciones específicas del sitio. Se buscó garantizar que los métodos empleados en campo fueran operativamente viables y que permitieran obtener información objetiva, representativa y confiable sobre la presencia y actividad de la fauna silvestre en el área de estudio.

Al igual que en los muestreos de vegetación, fue necesario establecer una estrategia metodológica que contemplara al menos tres variables fundamentales: (1) la amplitud del estudio en términos de los grupos y especies a evaluar, (2) la duración y temporalidad del esfuerzo de muestreo, y (3) las características ambientales y ecológicas propias del ecosistema donde se desarrollaría el proyecto. Con base en estas consideraciones, en una segunda etapa se seleccionaron las técnicas más apropiadas para cada grupo faunístico.

Una vez definida la metodología, se procedió a organizar al personal técnico y verificar la disponibilidad del equipo y material especializado. Posteriormente, se efectuó un recorrido preliminar de reconocimiento del área para ajustar los métodos seleccionados, identificar microhábitats relevantes y delimitar los sitios específicos para la instalación de los puntos de muestreo y estaciones de observación.

Objetivos de este estudio:

El objetivo del estudio fue estimar la riqueza de especies (número de especies presentes) y la abundancia relativa (número de individuos por especie) dentro del área del proyecto, su área de influencia y la Región Ecológica, con el fin de caracterizar la composición y estructura de las comunidades faunísticas presentes.

Metodología de muestreo

Existen diversas técnicas de campo que pueden ser usadas para conocer la densidad y abundancia de las especies estas técnicas pueden ser clasificadas como técnicas de observación directa, de observación indirecta y de captura. Para el caso de este proyecto fueron utilizadas diversas técnicas, según el grupo taxonómico que se buscó identificar.

Adecuación

Aunque las técnicas de muestreo faunístico pueden aplicarse en distintos tipos de hábitats y para diversos grupos de especies, su selección se basó en su eficiencia y en su adecuación a las características ecológicas de la fauna objetivo. La correcta elección de cada técnica requiere un conocimiento previo de los atributos biológicos y conductuales de las especies a estudiar, incluyendo sus patrones de actividad diaria,

Consulta pública

estacionalidad, hábitos de desplazamiento y microhábitats preferentes. Asimismo, la experiencia del personal de campo constituye un factor clave para incrementar la eficiencia y la precisión del muestreo.

Desde una perspectiva estadística, la aproximación más sólida es la implementación de un muestreo aleatorio simple. En este estudio, la selección de los sitios de muestreo se realizó inicialmente mediante una revisión del área mediante sistemas de información geográfica (SIG), lo que permitió identificar zonas representativas y accesibles. Posteriormente, durante la visita preliminar al sitio, se evaluaron las condiciones locales y se definieron los puntos específicos de muestreo, tomando como referencia aquellos empleados en el levantamiento de flora y vegetación. Estos puntos fueron complementados con transectos lineales que permitieron cubrir de manera continua el gradiente ambiental entre un sitio y otro. La observación directa se utilizó como método principal, por su efectividad para registrar especies y comportamientos en tiempo real bajo las condiciones ambientales del sitio.

Las metodologías específicas seleccionadas mediante criterios técnicos fueron:

Para mamíferos, reptiles y anfibios

Encuentro visual

El encuentro visual es una técnica de muestreo basada en la detección directa de organismos a través de la observación, sin la captura física de los individuos. Consiste en recorrer sistemáticamente un área definida mientras se registran todas las especies detectadas mediante observación directa, auditiva o por evidencia indirecta.

Este método permite una identificación rápida de fauna, principalmente aves, reptiles, anfibios y mamíferos visibles y es especialmente útil en ambientes con buena visibilidad y accesibilidad. Su eficacia depende de factores como la hora del día, la estacionalidad, la experiencia del observador y las condiciones climáticas del sitio.

El encuentro visual es un método no invasivo, de bajo impacto, y puede adaptarse a distintos microhábitats, lo que lo convierte en una herramienta fundamental para caracterizar la composición faunística de un área.

Transectos

Los transectos son líneas o rutas previamente definidas a lo largo de las cuales se realiza un registro sistemático de las especies observadas. Pueden ser lineales (los más comunes), fijos o móviles, y se establecen para cubrir diferentes zonas representativas del sitio de estudio.

Durante el recorrido del transecto se documenta toda la fauna detectada dentro de un ancho de banda preestablecido, lo que facilita el cálculo de abundancia relativa, frecuencia y distribución espacial de las especies.

Consulta pública

Esta metodología permite comparar diferentes áreas, evaluar gradientes ambientales y obtener datos repetibles y consistentes entre muestreos, lo que la convierte en una herramienta sólida para estudios ecológicos, diagnósticos ambientales y programas de monitoreo.

Para este estudio, se realizaron transectos con una distancia de 100 a 500 m (dependiendo de la distancia entre los sitios), en donde se buscaron indicios (huellas, excretas, mudas, etc.) y avistamientos directos, cada uno de estos fueron identificados con la ayuda de guías de campo.

Para Aves

Para la avifauna se utilizaron como puntos de observación los 20 sitios de muestreo de vegetación (5 en el AP, 5 en el AI y 10 en la RE), donde se registraron las aves observadas o escuchadas en un lapso de diez minutos. Se obtuvieron registros de fauna en 17 de ellos (5 en el AP, 4 en el AI y 8 en la RE).

Materiales

Para el desarrollo del muestreo faunístico se empleó el siguiente equipo básico y especializado:

- GPS de mano para georreferenciar puntos y transectos.
- Cámara fotográfica y binoculares (10 × 50) para el registro visual de fauna.
- Cuadernos de campo, hojas de registro y formatos estandarizados.
- Mapas base y ortofotos del área de estudio generadas en el Sistema de Información Geográfica (SIG).
- Equipo de protección personal (botas de campo, sombrero, lámparas frontales, guantes).
- Guías de identificación de aves, reptiles, mamíferos y anfibios.
- Cronómetro y brújula para control de tiempos y orientación.

Distribución de las especies

Como parte del presente estudio se realizó una investigación sobre las posibles especies que pudieran encontrarse en las zonas en que se realizara el proyecto, es decir, identificando las especies con distribución potencial, considerando las áreas que tiene condiciones ambientales muy similares a los sitios donde se encuentran las especie y que tienen muy altas probabilidades de estar ocupadas por estas mismas.

El concepto de distribución potencial resulta ser sumamente útil debido a que permite salvar en el problema de que, en países tan grandes y complejos como México, resulta prácticamente imposible disponer de información para todo el territorio.

Para la obtención de esta información se consultó información oficial obtenida de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) para obtener datos de las especies con potencial distribución en la zona, con la información que se obtuvo se generó la siguiente tabla.

Tabla 32 Distribución potencial

Clase	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059

Consulta pública

Amphibia	Bufonidae	*Anaxyrus compactilis*	*Sapo de la meseta*	-
Amphibia	Bufonidae	*Anaxyrus debilis*	*Sapo verde*	Pr
Amphibia	Craugastoridae	*Craugastor augusti*	*Rana ladradora amarilla*	-
Amphibia	Hylidae	*Dryophytes arenicolor*	*Ranita de cañón*	-
Amphibia	Hylidae	*Dryophytes eximius*	*Ranita arborícola de montaña*	-
Amphibia	Bufonidae	*Incilius occidentalis*	*Sapo de los pinos*	-
Amphibia	Ranidae	*Lithobates montezumae*	*Rana leopardo de Moctezuma*	Pr
Reptilia	Colubridae	*Conopsis nasus*	*Culebra gris nariz de pala*	-
Reptilia	Viperidae	*Crotalus lepidus*	*Cascabel gris*	Pr
Reptilia	Viperidae	*Crotalus molossus*	*Cascabel de cola negra*	Pr
Reptilia	Dipsadidae	*Diadophis punctatus*	*Culebra de collar*	-
Reptilia	Kinosternidae	*Kinosternon interum*	*Tortuga pecho quebrado mexicana*	Pr
Reptilia	Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	*Camaleón de montaña*	A
Reptilia	Colubridae	*Pituophis deppei*	*Alicante*	A
Reptilia	Phrynosomatidae	*Sceloporus grammicus*	*Lagartija espinosa del mezquite*	Pr
Reptilia	Phrynosomatidae	*Sceloporus scalaris*	*Lagartija espinosa de pastizal*	-
Reptilia	Phrynosomatidae	*Sceloporus torquatus*	*Lagartija espinosa de collar*	-
Reptilia	Natricidae	*Thamnophis cyrtopsis*	*Culebra lineada*	A
Reptilia	Natricidae	*Thamnophis eques*	*Culebra de agua*	A
Reptilia	Natricidae	*Thamnophis melanogaster*	*Culebra de agua de panza negra*	A
Aves	Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	*Chotacabras menor*	-
Aves	Accipitridae	*Astur cooperii*	*Gavilán de Cooper*	Pr
Aves	Accipitridae	*Accipiter striatus*	*Gavilán de pecho canela*	Pr
Aves	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	*Aguililla cola roja*	-
Aves	Accipitridae	*Buteo regalis*	*Aguililla real*	Pr
Aves	Cathartidae	*Cathartes aura*	*Zopilote aura*	-
Aves	Cathartidae	*Coragyps atratus*	*Zopilote común*	-
Aves	Accipitridae	*Elanus leucurus*	*Milano cola blanca*	-
Aves	Accipitridae	*Parabuteo unicinctus*	*Aguililla rojinegra*	Pr
Aves	Apodidae	*Aeronautes saxatalis*	*Vencejo pecho blanco*	-
Aves	Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	*Colibrí pico ancho*	-
Aves	Columbidae	*Columbina inca*	*Torcacita*	-

Aves	Columbidae	*Columba livia*	*Paloma*	-
Aves	Columbidae	*Zenaida asiatica*	*Paloma alas blancas*	-
Aves	Columbidae	*Zenaida macroura*	*Huilota*	-
Aves	Cuculidae	*Geococcyx californianus*	*Correcaminos*	-
Aves	Falconidae	*Falco mexicanus*	*Halcón mexicano*	A
Aves	Falconidae	*Falco columbarius*	*Halcón esmerejón*	-
Aves	Falconidae	*Falco peregrinus*	*Halcón peregrino*	Pr
Aves	Falconidae	*Falco sparverius*	*Cernícalo americano*	-
Aves	Odontophoridae	*Callipepla squamata*	*Codorniz escamosa*	-
Aves	Passerellidae	*Ammodramus savannarum*	*Gorrión chapulín*	-
Aves	Passerellidae	*Amphispiza bilineata*	*Zacatonero garganta negra*	-
Aves	Motacillidae	*Anthus rubescens*	*Bisbita Norteamericana*	-
Aves	Remizidae	*Auriparus flaviceps*	*Baloncillo*	-
Aves	Troglodytidae	*Campylorhynchus brunneicapillus*	*Matraca del desierto*	-
Aves	Fringillidae	*Spinus psaltria*	*Jilguerito dominico*	-
Aves	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	*Pinzón mexicano*	-
Aves	Turdidae	*Catharus guttatus*	*Zorzal cola rufa*	-
Aves	Passerellidae	*Chondestes grammacus*	*Gorrión arlequín*	-
Aves	Corvidae	*Corvus corax*	*Cuervo común*	-
Aves	Corvidae	*Corvus cryptoleucus*	*Cuervo llanero*	-
Aves	Parulidae	*Setophaga coronata*	*Chipe rabadilla amarilla*	-
Aves	Parulidae	*Setophaga townsendi*	*Chipe negroamarillo*	-
Aves	Tyrannidae	*Empidonax oberholseri*	*Papamoscas Matorralero*	-
Aves	Alaudidae	*Eremophila alpestris*	*Alondra cornuda*	-
Aves	Icteridae	*Euphagus cyanocephalus*	*Tordo ojo amarillo*	-
Aves	Parulidae	*Geothlypis trichas*	*mascarita común*	-
Aves	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	*golondrina tijereta*	-
Aves	Icteridae	*Icterus abeillei*	*Calandria flancos negros*	-
Aves	Icteridae	*Icterus bullockii*	*Bolsero calandria*	-
Aves	Icteridae	*Icterus parisorum*	*bolsero tunero*	-
Aves	Icteridae	*Icterus spurius*	*bolsero castaño*	-
Aves	Laniidae	*Lanius ludovicianus*	*Verdugo*	-
Aves	Passerellidae	*Melospiza lincolnii*	*gorrión de Lincoln*	-

Aves	Mimidae	*Mimus polyglottos*	*centzontle norteño*	-
Aves	Icteridae	*Molothrus ater*	*tordo cabeza café*	-
Aves	Tyrannidae	*Myiarchus cinerascens*	*papamoscas cenizo*	-
Aves	Passerellidae	*Passerculus sandwichensis*	*gorrión sabanero*	-
Aves	Passeridae	*Passer domesticus*	*gorrión casero*	-
Aves	Cardinalidae	*Passerina caerulea*	*picogordo azul*	-
Aves	Hirundinidae	*Petrochelidon fulva*	*golondrina pueblera*	-
Aves	Hirundinidae	*Petrochelidon pyrrhonota*	*golondrina risquera*	-
Aves	Ptiliogonatidae	*Phainopepla nitens*	*capulinero negro*	-
Aves	Cardinalidae	*Pheucticus melanocephalus*	*picogordo tigrillo*	-
Aves	Passerellidae	*Pipilo chlorurus*	*toquí cola verde*	-
Aves	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	*perlita azul gris*	-
Aves	Polioptilidae	*Polioptila melanura*	*perlita del desierto*	-
Aves	Passerellidae	*Pooecetes gramineus*	*gorrión cola blanca*	-
Aves	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	*mosquero cardenal*	-
Aves	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	*zanate mexicano*	-
Aves	Regulidae	*Corthylio calendula*	*reyezuelo de-rojo*	-
Aves	Tyrannidae	*Sayornis nigricans*	*papamoscas negro*	-
Aves	Tyrannidae	*Sayornis saya*	*papamoscas llanero*	-
Aves	Turdidae	*Sialia mexicana*	*azulejo garganta azul*	-
Aves	Passerellidae	*Spizella atrogularis*	*Gorrión barba negra*	-
Aves	Passerellidae	*Spizella breweri*	*gorrión de Brewer*	-
Aves	Passerellidae	*Spizella pallida*	*gorrión pálido*	-
Aves	Icteridae	*Sturnella magna*	*pradero tortilla-con-chile*	-
Aves	Icteridae	*Sturnella neglecta*	*pradero occidental*	-
Aves	Hirundinidae	*Tachycineta bicolor*	*golondrina bicolor*	-
Aves	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	*Cuitlacoche pico curvo*	-
Aves	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	*chivirín saltapared*	-
Aves	Tyrannidae	*Tyrannus vociferans*	*tirano gritón*	-
Aves	Vireonidae	*Vireo bellii*	*vireo de Bell*	-
Aves	Vireonidae	*Vireo cassinii*	*vireo de Cassin*	-
Aves	Vireonidae	*Vireo huttoni*	*vireo reyezuelo*	-

Aves	Parulidae	*Cardellina pusilla*	*chipe corona negra*	-
Aves	Icteridae	*Xanthocephalus xanthocephalus*	*tordo cabeza amarilla*	-
Aves	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	*carpintero cheje*	-
Aves	Picidae	*Dryobates scalaris*	*carpintero mexicano*	-
Aves	Strigidae	*Bubo virginianus*	*búho cornudo*	-
Aves	Tytonidae	*Tyto furcata*	*Lechuza*	-
Mammalia	Tayassuidae	*Dicotyles tajacu*	*Pecarí de collar*	-
Mammalia	Canidae	*Canis latrans*	*Coyote*	-
Mammalia	Felidae	*Lynx rufus*	*Lince, gato montés*	-
Mammalia	Mephitidae	*Mephitis macroura*	*Zorrillo listado*	-
Mammalia	Mustelidae	*Neogale frenata*	*Comadreja*	-
Mammalia	Procyonidae	*Procyon lotor*	*Mapache*	-
Mammalia	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	*Zorra gris*	-
Mammalia	Vespertilionidae	*Myotis californicus*	*Murciélago*	-
Mammalia	Molossidae	*Tadarida brasiliensis*	*Murciélago guanero*	-
Mammalia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	*Tlacuache*	-
Mammalia	Leporidae	*Lepus californicus*	*Liebre cola negra*	-
Mammalia	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	*Conejo del desierto*	-
Mammalia	Heteromyidae	*Heteromys irroratus*	*Ratón espinoso*	-
Mammalia	Cricetidae	*Neotoma mexicana*	*Rata magueyera*	-
Mammalia	Heteromyidae	*Perognathus flavus*	*Ratón de abazones*	-
Mammalia	Cricetidae	*Peromyscus melanotis*	*Ratón*	-
Mammalia	Cricetidae	*Peromyscus pectoralis*	*Ratón*	-
Mammalia	Cricetidae	*Reithrodontomys fulvescens*	*Ratón*	-
Mammalia	Cricetidae	*Reithrodontomys megalotis*	*Ratón*	-
Mammalia	Sciuridae	*Xerospermophilus spilosoma*	*Ardilla moteada*	-
Mammalia	Sciuridae	*Otospermophilus variegatus*	*Ardillón*	-

La distribución potencial integra 124 especies, 83 aves, 21 mamíferos, 13 reptiles y 7 anfibios, de las cuales 17 se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (11 sujetas a protección especial y 6 amenazadas), principalmente reptiles y aves rapaces. Dentro de este listado se encuentran datos del arreglo taxonómico no actualizados, debido a que la fuente (CONABIO) así los presenta.

Distribución real de las especies (Especies encontradas durante los muestreos)

La distribución real se refiere a los sitios en los que se ha observado o colectado el individuo. Derivado de los muestreos realizados en las tres zonas de estudio, se obtuvo el registro de 14 especies: 12 aves, un reptil y un mamífero, este último registrado de forma indirecta por excretas. Su distribución por zona se presenta a continuación:

Tabla 33 Especies observadas en la RE

Clase	Orden	Familia	Genero	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo*	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	-
Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Cynanthus*	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	-
Aves	Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps*	*Coragyps atratus*	Zopilote	-
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Columbina*	*Columbina inca*	Torcacita	-
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida*	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	-
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	*Campylorhynchus*	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto	-
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	*Hirundo*	*Hirundo rustica*	Golondrina	-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Melozone*	*Melozone fusca*	Rascador viejita	-
Aves	Passeriformes	Fringillidae	*Spinus*	*Spinus psaltria*	Jilguerito dominico	-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Spizella*	*Spizella atrogularis*	Gorrión barba negra	-
Aves	Passeriformes	Mimidae	*Toxostoma*	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	-
Aves	Piciformes	Picidae	*Melanerpes*	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	-
Mammalia	Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus*	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	-
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus*	*Sceloporus torquatus*	Lagartija espinosa de collar	-

En la RE se registraron 14 especies, con dominancia del grupo de las aves (12 especies), además de *Sceloporus torquatus*, reptil endémico de México, y *Sylvilagus audubonii*, único mamífero registrado.

Tabla 34 Especies de fauna observadas en el área de influencia.

Clase	Orden	Familia	Genero	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Cynanthus*	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	-
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	*Campylorhynchus*	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto	-
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	*Hirundo*	*Hirundo rustica*	Golondrina	-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Melozone*	*Melozone fusca*	Rascador viejita	-
Aves	Passeriformes	Fringillidae	*Spinus*	*Spinus psaltria*	Jilguerito dominico	-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Spizella*	*Spizella atrogularis*	Gorrión barba negra	-
Aves	Passeriformes	Mimidae	*Toxostoma*	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	-
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus*	*Sceloporus torquatus*	Lagartija espinosa de collar	-

En el área de influencia se registraron 8 especies, de las cuales 7 pertenecen al grupo de las aves y una a los reptiles.

Consulta pública

Tabla 35 Especies de fauna observadas en el área del proyecto.

Clase	Orden	Familia	Genero	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Cynanthus*	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	-
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Columbina*	*Columbina inca*	Torcacita	-
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida*	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	-
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	*Hirundo*	*Hirundo rustica*	Golondrina	-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Melozone*	*Melozone fusca*	Rascador viejita	-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Spizella*	*Spizella atrogularis*	Gorrión barba negra	-
Aves	Passeriformes	Mimidae	*Toxostoma*	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	-
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus*	*Sceloporus torquatus*	Lagartija espinosa de collar	-

En el área del proyecto se registraron 8 especies, 7 aves y un reptil, todas ellas presentes también en la RE.

Especies bajo alguna categoría de protección, conservación o uso controlado

Como parte del análisis de la fauna registrada se realizó una verificación de las especies en la 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 los apéndices de CITES, en la Lista Roja de la UICN y en la lista de especies prioritarias para la conservación (SEMARNAT, 2014). Ninguna de las 14 especies registradas se encuentra en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y todas figuran como de preocupación menor (LC) en la UICN; *Buteo jamaicensis y Cynanthus latirostris* están incluidas en el Apéndice II de CITES, *Zenaida asiatica* figura en la lista de especies prioritarias para la conservación y *Sceloporus torquatus* es endémica de México.

Tabla 36 Especies con características de Riesgo y conservación

Especie	Nombre común	Estatus NOM-059	IUCN	CITES	Especies Prioritarias
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	-	LC	II	-
Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca del desierto	-	LC	-	-
Columbina inca	Torcacita	-	LC	-	-
Coragyps atratus	Zopilote	-	LC	-	-
Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho	-	LC	II	-
Hirundo rustica	Golondrina	-	LC	-	-
Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje	-	LC	-	-
Melozone fusca	Rascador viejita	-	LC	-	-
Sceloporus torquatus	Lagartija espinosa de collar	-	LC	-	-
Spinus psaltria	Jilguerito dominico	-	LC	-	-
Spizella atrogularis	Gorrión barba negra	-	LC	-	-
Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	-	LC	-	-
Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche pico curvo	-	LC	-	-
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	-	LC	-	Prioritaria para la conservación

Vista pública

Índices de biodiversidad

Para ver el estado de diversidad se utilizaron los índices de Simpson y el de Shannon los cuales arrojaron los resultados que se muestran:

Fauna en el área de influencia

Tabla 37 Índices de diversidad en el área de influencia

Clase	Especie	Nombre común	Individuos	Abundancia relativa (pi)	pi^2	ln(pi)	pi·ln(pi)	−pi·ln(pi)
Aves	*Spizella atrogularis*	Gorrión barba negra	8	0.500	0.250	-0.693	-0.347	0.347
Reptilia	*Sceloporus torquatus*	Lagartija espinosa de collar	2	0.125	0.016	-2.079	-0.260	0.260
Aves	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto	1	0.062	0.004	-2.773	-0.173	0.173
Aves	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	1	0.062	0.004	-2.773	-0.173	0.173
Aves	*Hirundo rustica*	Golondrina	1	0.062	0.004	-2.773	-0.173	0.173
Aves	*Melozone fusca*	Rascador viejita	1	0.062	0.004	-2.773	-0.173	0.173
Aves	*Spinus psaltria*	Jilguerito dominico	1	0.062	0.004	-2.773	-0.173	0.173
Aves	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	1	0.062	0.004	-2.773	-0.173	0.173
H´	**1.646**							
D	**0.289**							
1-D	**0.711**							

El índice de Simpson muestra una dominancia de 0.29, la más alta de las tres zonas, atribuible a *Spizella atrogularis*, que aportó 8 de los 16 individuos registrados en el AI. Generalmente, valores cercanos a 0 reflejan baja dominancia y valores cercanos a 1 indican una fuerte dominancia de una o pocas especies.

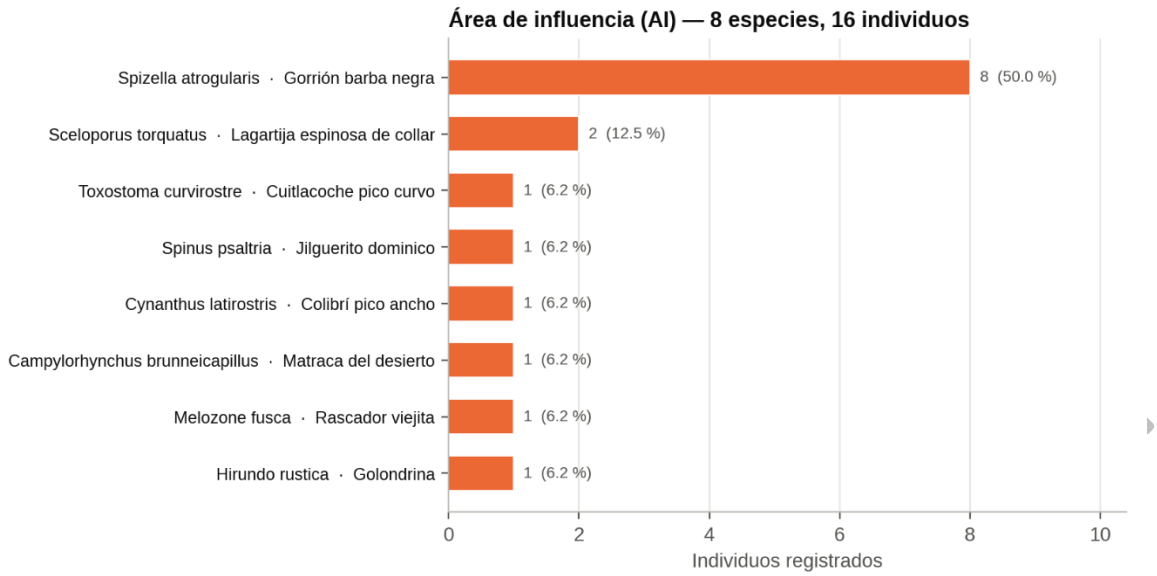
Por otro lado, el índice de Simpson refleja una diversidad de 0.71, que indica una diversidad media-alta, dado que este índice varía entre 0 (mínima diversidad) y 1 (máxima diversidad).

En cuanto al índice de Shannon, se obtuvo un valor de 1.65 (J’ = 0.79). Comúnmente se acepta que valores inferiores a 2 reflejan baja diversidad, entre 2 y 3 se consideran intermedios y superiores a 3 indican alta diversidad; en este caso el AI presenta una diversidad baja, condicionada por el reducido número de especies (8) e individuos (16) registrados en una superficie de 11.28 ha colindante con la zona urbana.

Los valores obtenidos reflejan una comunidad dominada por especies de matorral tolerantes a los ambientes urbanos, como *Spizella atrogularis, Sceloporus torquatus* e Hirundo rustica.

Gráfico 10 Abundancia en AI

Consulta pública



Fauna en el área del proyecto

Tabla 38 Índices de diversidad en el área del proyecto

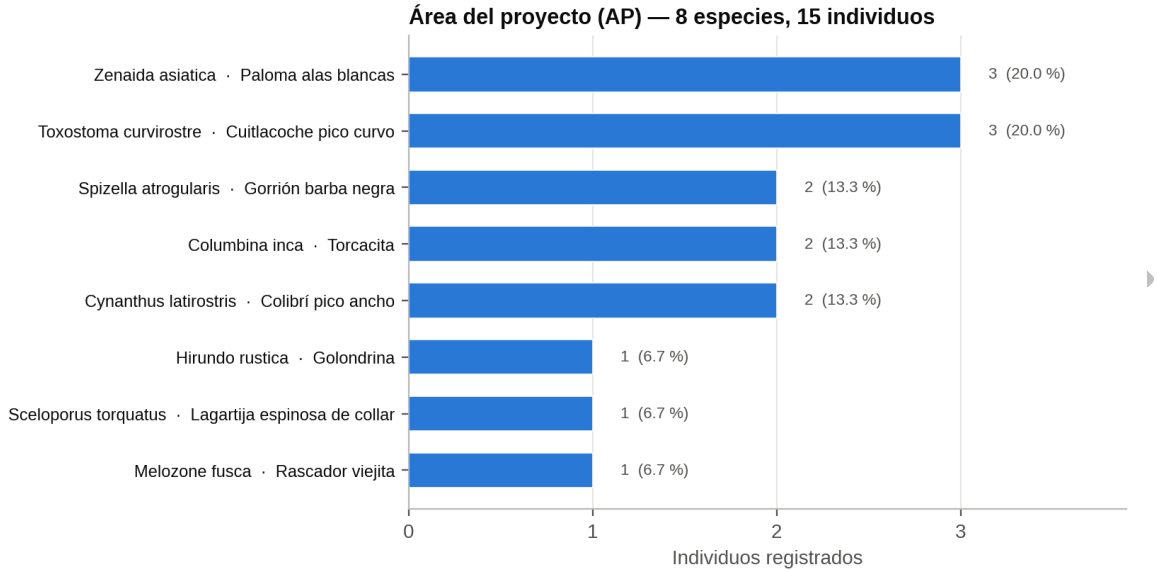
Clase	Especie	Nombre común	Individuos	Abundancia relativa (pi)	pi^2	ln(pi)	pi·ln(pi)	−pi·ln(pi)
Aves	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	3	0.200	0.040	-1.609	-0.322	0.322
Aves	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	3	0.200	0.040	-1.609	-0.322	0.322
Aves	*Columbina inca*	Torcacita	2	0.133	0.018	-2.015	-0.269	0.269
Aves	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	2	0.133	0.018	-2.015	-0.269	0.269
Aves	*Spizella atrogularis*	Gorrión barba negra	2	0.133	0.018	-2.015	-0.269	0.269
Aves	*Hirundo rustica*	Golondrina	1	0.067	0.004	-2.708	-0.181	0.181
Aves	*Melozone fusca*	Rascador viejita	1	0.067	0.004	-2.708	-0.181	0.181
Reptilia	*Sceloporus torquatus*	Lagartija espinosa de collar	1	0.067	0.004	-2.708	-0.181	0.181
H´	1.991							
D	0.147							
1-D	0.853							

El índice de Simpson muestra una dominancia de 0.15, la más baja de las tres zonas, lo que indica que ninguna especie domina sobre las demás; las más abundantes fueron *Toxostoma curvirostre y Zenaida asiatica*, con tres individuos cada una.

El índice de Simpson refleja una diversidad de 0.85 y el de Shannon un valor de 1.99, con una equidad de Pielou de 0.96, la más alta de las tres zonas: las 8 especies registradas se reparten de manera casi uniforme

entre los 15 individuos observados. El valor de Shannon, ligeramente inferior a 2, se explica por la baja riqueza propia de una superficie de 1.61 ha.

Gráfico 11 Abundancia en AP



Abundancia de las especies en la Región Ecológica.

Tabla 39 Índices de diversidad en la Región Ecológica

Clase	Especie	Nombre común	Individuos	Abundancia relativa (pi)	pi^2	ln(pi)	pi·ln(pi)	−pi·ln(pi)
Aves	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	17	0.321	0.103	-1.137	-0.365	0.365
Aves	*Spinus psaltria*	Jilguerito dominico	9	0.170	0.029	-1.773	-0.301	0.301
Aves	*Columbina inca*	Torcacita	4	0.075	0.006	-2.584	-0.195	0.195
Aves	*Hirundo rustica*	Golondrina	4	0.075	0.006	-2.584	-0.195	0.195
Aves	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	4	0.075	0.006	-2.584	-0.195	0.195
Aves	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto	3	0.057	0.003	-2.872	-0.163	0.163
Aves	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	2	0.038	0.001	-3.277	-0.124	0.124
Reptilia	*Sceloporus torquatus*	Lagartija espinosa de collar	2	0.038	0.001	-3.277	-0.124	0.124
Aves	*Spizella atrogularis*	Gorrión barba negra	2	0.038	0.001	-3.277	-0.124	0.124
Aves	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	2	0.038	0.001	-3.277	-0.124	0.124
Aves	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	1	0.019	0.000	-3.970	-0.075	0.075

Aves	*Coragyps atratus*	Zopilote	1	0.019	0.000	-3.970	-0.075	0.075
Aves	*Melozone fusca*	Rascador viejita	1	0.019	0.000	-3.970	-0.075	0.075
Mammalia	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	1	0.019	0.000	-3.970	-0.075	0.075

H´	2.208
D	0.159
1-D	0.841

Índice de Simpson

El índice de Simpson muestra una dominancia de 0.16, lo que indica que ninguna especie domina significativamente sobre las demás, aun cuando *Zenaida asiatica* fue la especie más abundante, con 17 de los 53 individuos (32.1 %). Generalmente, valores cercanos a 0 reflejan baja dominancia y valores cercanos a 1 indican una fuerte dominancia de una o pocas especies.

Por otro lado, el índice de Simpson refleja una diversidad de 0.84, lo que indica una diversidad alta. Dado que este índice varía entre 0 (mínima diversidad) y 1 (máxima diversidad), sugiere que el ecosistema presenta una buena representatividad de diferentes especies sin una marcada predominancia de una sobre las demás.

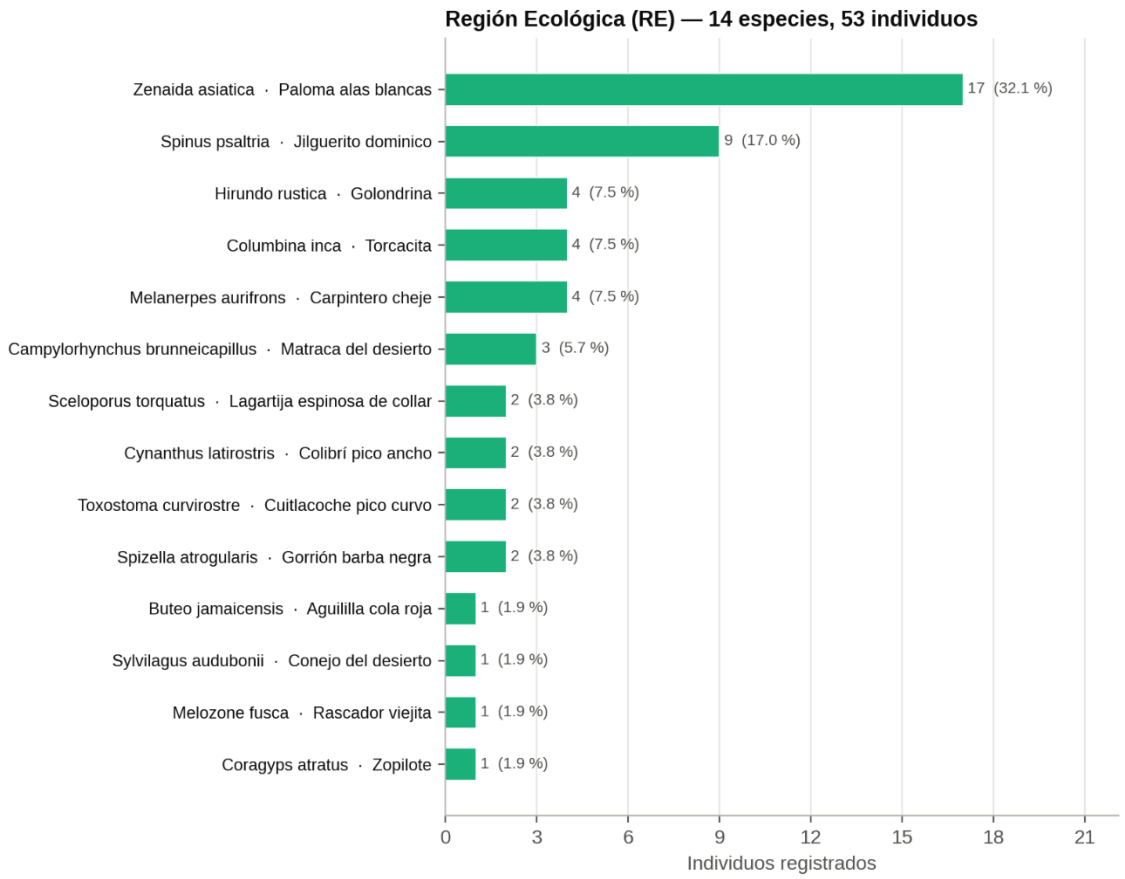
Índice de Shannon

En cuanto al índice de Shannon, se obtuvo un valor de 2.21 (J' = 0.84), que se ubica en el rango intermedio (entre 2 y 3) y es el más alto de las tres zonas de estudio; el ecosistema presenta una diversidad acorde con lo esperado en ambientes semiáridos sujetos a presión antrópica.

En general, los valores obtenidos reflejan un ecosistema con una diversidad equilibrada y sin una dominancia excesiva de una sola especie, lo que favorece su estabilidad ecológica.

Gráfico 12 Abundancia en la Región Ecológica

Consulta pública



Análisis de Similitud

Tabla 40 Presencia de especies de fauna por zona de estudio

Especies	AP	AI	RE	Total general
Buteo jamaicensis	0	0	1	1
Campylorhynchus brunneicapillus	0	1	1	2
Columbina inca	1	0	1	2
Coragyps atratus	0	0	1	1
Cynanthus latirostris	1	1	1	3
Hirundo rustica	1	1	1	3
Melanerpes aurifrons	0	0	1	1
Melozone fusca	1	1	1	3

Consulta

Sceloporus torquatus	1	1	1	3
Spinus psaltria	0	1	1	2
Spizella atrogularis	1	1	1	3
Sylvilagus audubonii	0	0	1	1
Toxostoma curvirostre	1	1	1	3
Zenaida asiatica	1	0	1	2
Total general	**8**	**8**	**14**	**30**

El análisis comparativo de la composición faunística muestra que la Región Ecológica contiene la totalidad de las especies registradas en el AP y en el AI. El AP y el AI comparten 6 especies, con una similitud de Jaccard del 60.00 %, mientras que cada una de ellas comparte sus 8 especies con la RE, con una similitud del 57.14 %, determinada por las 6 especies adicionales que solo se registraron en la RE.

La Región Ecológica presentó la mayor riqueza específica, con 14 especies, frente a 8 en el AI y 8 en el AP. Esta diferencia se explica por la mayor heterogeneidad de microhábitats de la RE, que incluye vegetación de galería y matorral menos perturbado, donde se registraron de manera exclusiva *Buteo jamaicensis*, *Coragyps atratus, Melanerpes aurifrons y Sylvilagus audubonii*.

Por su parte, el AP y el AI concentran especies asociadas a bordes urbanos y a matorral secundario (*Toxostoma curvirostre, Spizella atrogularis, Hirundo rustica*), lo que refleja una comunidad faunística adaptada a condiciones de mayor actividad humana.

Jaccard	AP	AI	RE
AP	*	60.00	57.14
AI	*	*	57.14
RE	*	*	*

Coeficiente de Jaccard

El coeficiente de Jaccard refleja una similitud de 60.00 % entre el AP y el AI y de 57.14 % entre cada una de ellas y la Región Ecológica. Este índice mide el grado de coincidencia entre dos conjuntos de especies, indicando qué tan similares son en términos de composición. Un valor alto sugiere que ambas áreas comparten una proporción significativa de especies, lo que puede indicar condiciones ambientales similares o una conectividad ecológica entre ellas; un valor bajo se atribuye a factores como la presencia de ecosistemas diferentes, el disturbio por actividades humanas que ahuyentan la fauna nativa o la competencia con especies territoriales, invasoras o exóticas.

Consulta pública

Si bien los valores de similitud son medios, la diferencia obedece a que la RE agrega especies de ambientes que no existen en el AP ni en el AI, y no a especies del AP ausentes en la RE; al tratarse de zonas pequeñas, el registro de especies se ve afectado además por el desplazamiento y la territorialidad de la fauna.

Índice de Whittaker

El índice de Whittaker es una medida de beta diversidad que evalúa la diferencia en la composición de especies entre dos o más comunidades. En este caso, el valor obtenido fue de 0.25 entre el AP y el AI y de 0.27 entre cada una de ellas y la RE. Valores cercanos a 0 sugieren que las comunidades son bastante similares en cuanto a su composición específica, mientras que valores más altos indican una mayor variación en la composición de especies.

Los resultados sugieren que las tres zonas de estudio comparten un porcentaje considerable de especies, por lo que presentan una baja diferenciación en su composición y una diversidad relativamente homogénea.

Conclusión

- En cuanto a la fauna, la Región Ecológica presentó la mayor riqueza (14 especies) y diversidad (H' 2.21), y contiene la totalidad de las especies registradas en el AP y en el AI (8 especies en cada una).
- Las aves fueron el grupo más abundante y diverso, con 12 de las 14 especies registradas; no se registraron especies de fauna en categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- En caso de que el proyecto se lleve a cabo, no representa un riesgo significativo para la fauna local, dado que todas las especies presentes en el AP se distribuyen también en la RE. En caso de encontrarse fauna de lento desplazamiento, como *Sceloporus torquatus*, o especies vegetales de lento crecimiento o bajo alguna categoría de riesgo, se implementarán medidas de ahuyentamiento, rescate y reubicación para evitar afectar sus poblaciones y garantizar su conservación.

III.7 Análisis de los componentes ambientales de la Región Ecológica

III.7.1 Componente abiótico

Los factores abióticos son todos aquellos elementos de naturaleza física o química que intervienen en la caracterización de un biotopo o ecosistema determinado. Se distinguen de los factores bióticos en que no tienen que ver con la vida o con los seres vivos, sino con factores inanimados y ambientales, como pueden ser el clima, el agua, la luz, la temperatura o la naturaleza de los suelos.

Consulta pública

El término abiótico se emplea en la biología y la ecología para designar a todo aquello que no forma parte de la vida orgánica tal y como la conocemos. Estos elementos presentes en el medio ambiente se denominan también factores inertes, como el geológico o geográfico.

III.7.1.1 Clima

De acuerdo con la información obtenida en un primer plano, el clima en el municipio de Zacatecas presenta las siguientes condiciones:

Tabla 41 Clima Municipio

Rango de temperatura	12 – 20°
Rango de precipitación:	500 - 800 mm
Clima	Semiseco templado (74.6%), semiseco semicálido (14.9%), templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (9.9%) y templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (0.6%)

La microcuenca en la que confluye el área del proyecto presenta las mismas condiciones climáticas que el municipio de Zacatecas, donde se presenta un clima Semiseco templado con lluvias en verano, el rango de temperatura es de 12 – 18°C con un rango de precipitación de los 400 – 600 mm, identificada con la clave climatológica BS1kw, que corresponde dentro de la agrupación de clima semiárido, la dinámica de precipitación Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

Descripción de los climas en el RE de acuerdo con la clasificación de Köppen

- Grupo B: Seco

En este clima las temperaturas medias anuales son inferiores a la evapotranspiración potencial. Es el clima de las estepas y desiertos.
Para determinar si un clima es seco:

1) Se obtiene un umbral de precipitación en mm.
2) Para calcularlo se multiplica la temperatura media anual por 20.
3) Al resultado de lo anterior se le suma 280. Si el 70% o más de la precipitación cae en el semestre en que el sol está más alto (de abril a septiembre en el hemisferio norte, de octubre a marzo en el hemisferio sur); 140 si la precipitación que cae en ese periodo está entre el 30% y el 70% del total o 0 si en ese periodo cae menos del 30% de la precipitación total.

Si la precipitación total anual media es superior a ese umbral, no se trata de un clima B.
La segunda letra indica el grado de aridez:
s: Estepario. La precipitación total anual es menor que ese umbral, pero superior a la mitad de ese umbral. Este clima es también llamado en algunas regiones del mediterráneo seco, ya que muchas veces se da en zonas de transición entre un clima mediterráneo y un clima desértico.
w: Desértico. La precipitación total anual es menor que la mitad de ese umbral.

Consulta pública

Una tercera letra indica el régimen de temperaturas:

h: Cálido. La temperatura media anual es superior a 18 ºC

Tabla 42 Clasificación climática de Köppen

Grupo B: Seco	Temperaturas inferiores a la evapotranspiración potencial
Bs1kw	Semiárido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C.

Con base en el Diccionario de Datos Climáticos Escalas 1:250 000 Y 1:1 000 000 y la Guía para la interpretación de cartografía climática generados por INEGI, se realizó la descripción de las claves, obteniendo cada una de ellas presente en el área de la RE. El resultado se corroboró con las cartas de información climática producidas por la misma instancia (INEGI) en la que se muestran datos temáticos de tipo vectorial y alfanumérico. Esto de acuerdo con la clasificación de W. Köppen (1936), modificada para la República Mexicana por E. García (1964) revisada y complementada por INEGI (1980). Este compendio describe las claves de la siguiente manera:

Tabla 43 Clasificación climática

Temperatura	Precipitación	Clima (Leyenda)	Clave climatológica	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (Ha)	Porcentaje
Semiárido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C.	Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	Semiárido	BS1kw	5,390,050 m^2	539.00 ha	100

Para la evaluación de esta variable ecológica en el área específica del proyecto, se consideró la información obtenida de los servidores de INEGI en formatos compatibles con los manejados por los SIG. El proceso se llevó a cabo mediante el uso específico de los datos Climáticos a Escalas 1:250 000 y 1:1 000 000, de los cuales se obtiene una delimitación de poligonales en unidades climáticas como se muestra:

Para el AI se presenta una delimitación de unidades climáticas en una sola poligonal, referente a la clave climatológica BS1kw en proporción del 100%, por consecuencia el Área del Proyecto, muestra su clasificación en el 100% sobre la poligonal definida como BS1kw. Estas se presentan de manera gráfica como se muestra en el *Plano 10 Clima*.

Plano 10 Clima

Consulta pública

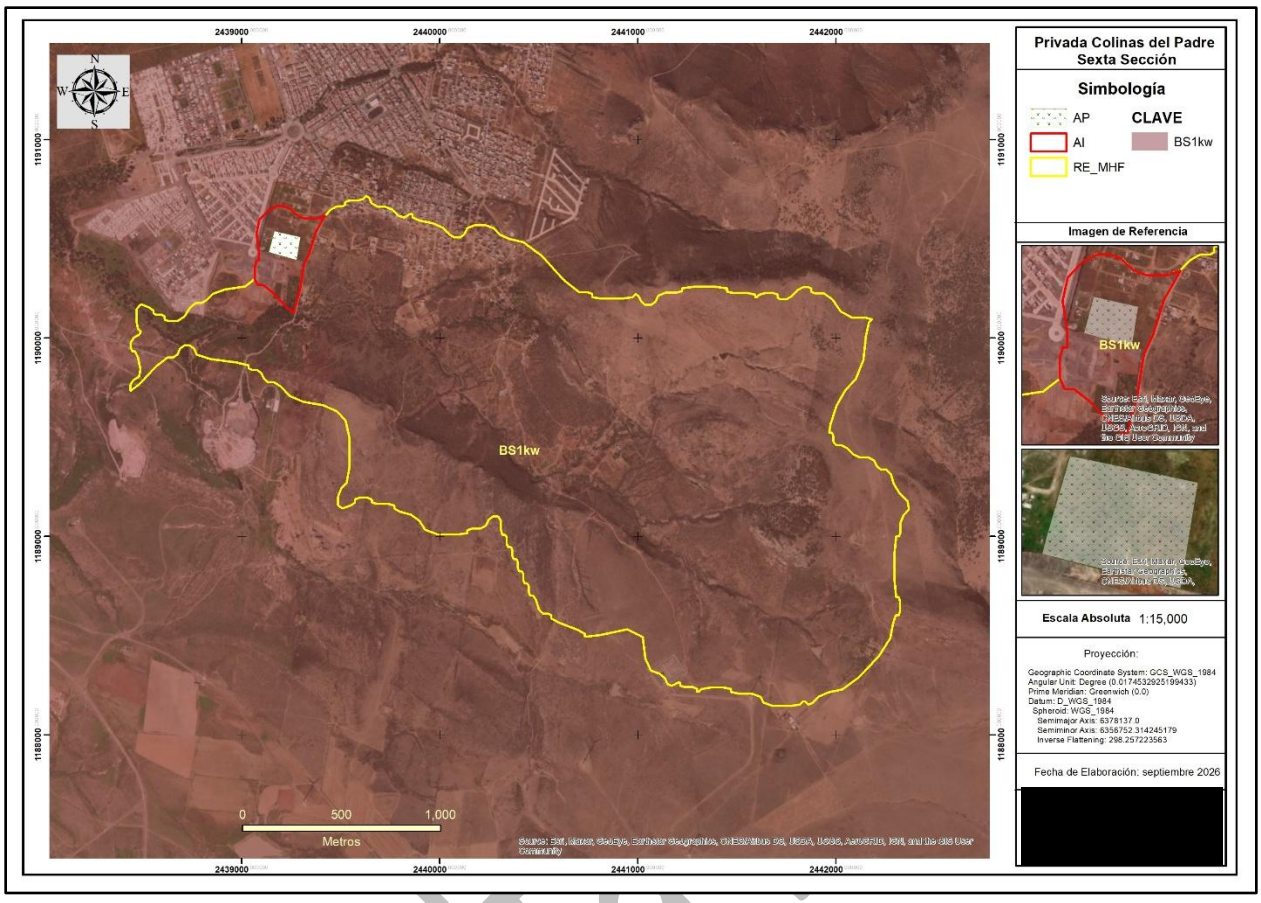


Tabla 44. Áreas de estudio Clima

Área de estudio	Condición	Porcentaje de incidencia
Área de Influencia	BS1kw	100%
Área del proyecto	BS1kw	100 %

Tabla 45. Clima AI

Temperatura	Precipitación	Clima (Leyenda)	Clave climatológica	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (ha)	Porcentaje
Semiárido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C.	Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	Semiárido	BS1kw	112,756 m^2	11.28 ha	100

Descripción de los climas en el sistema de acuerdo con la clasificación de Köppen modificada para la República Mexicana por E. García (1964), revisada y complementada por INEGI (1980). De acuerdo con la Guía para la interpretación de cartografía climatológica se tiene:

Tabla 46. Clasificación Koppen

Grupo	Condiciones de temperatura	Condiciones de humedad	
B Secos	Temperaturas diversas. Hay climas secos muy cálidos, hasta secos con temperaturas semifríos	Precipitación anual inferior al valor calculado mediante las fórmulas arriba indicadas	
Grupo	**Subgrupo**	**Tipo**	**Subtipo**
k	w Árido	**w**	S1 Semiseco.
Símbolo	**Régimen de lluvias**	**Porcentaje de lluvias invernal, respecto al total anual**	
w	de verano	entre 5 y 10.2	

Para la adecuada caracterización del componente climático se realizó la revisión de las estaciones climatológicas cercanas al área del proyecto, considerando variables como temperatura, precipitación pluvial, evaporación, velocidad y dirección del viento. Estas variables presentan variaciones espaciales y temporales, por lo que su análisis permite caracterizar las condiciones climáticas predominantes y constituye un elemento de apoyo para la evaluación ambiental y los estudios relacionados con el comportamiento hidrológico del sitio.

Para la caracterización climática del predio correspondiente al proyecto "**Privada Colinas del Padre Sexta Sección**", se identificaron y analizaron las estaciones climatológicas operadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) con registros representativos de la zona de estudio. Con el propósito de determinar la estación o estaciones con mayor representatividad espacial respecto del predio, se realizó la delimitación de polígonos de Thiessen, considerando la distribución geográfica de las estaciones y su proximidad al área del proyecto. A partir de este análisis se seleccionaron los registros climatológicos considerados más representativos para la caracterización de las condiciones ambientales del sitio.

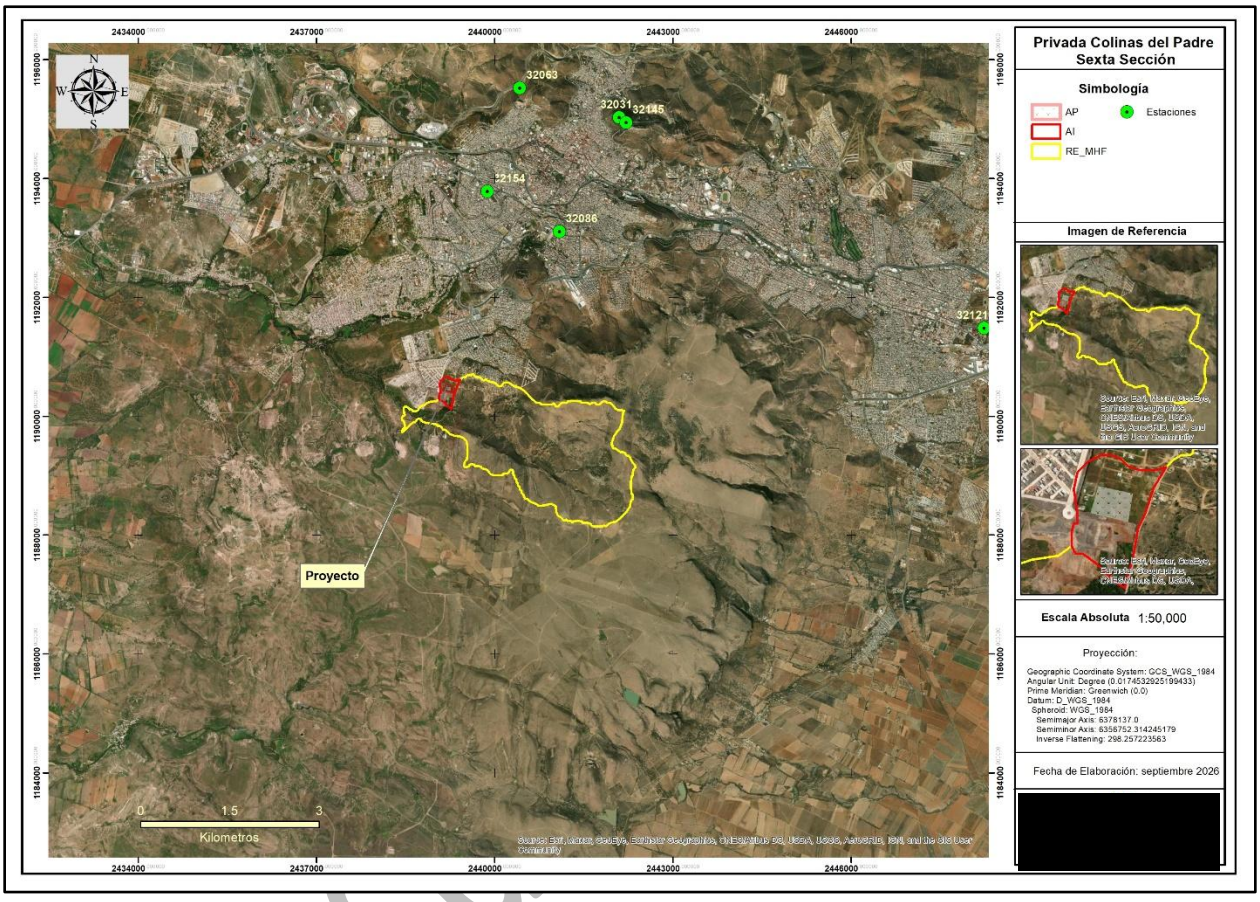
Tabla 47 Estaciones Climatológicas consideradas dentro del polígono

Nombre	Clave	Condición
Escuela de agronomía	00032044	Sin datos
La bufa (DGE)	00032145	Sin datos
La bufa (OBS)	00032031	

Consulta pú

Zacatecas (DGE)	00032086
Zacatecas (SMN)	00032063

Plano 11 Estaciones Climáticas



Partiendo de esta información se obtuvo que la estación 00032086 Zacatecas (DGE) es la que representa de mejor manera las condiciones en el área del proyecto, por lo que se procedió a obtener las normales climatológicas para ser consideradas en la evaluación de las condiciones ambientales del predio. Lo anterior debido a la mayor cercanía al área con el área.

Tabla 48 Estación 32086

Servicio Meteorológico Nacional

Estado de:	Zacatecas	**Emisión: 04-09-2026**		
Estación: 00032086		**Latitud**: 22°45'41" N	**Longitud**: -102°34'36" W.	**Altura**: 2,352 MSNM

Variables Climáticas Estación

Tabla 49 Temperatura máxima

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Acum	Prom	Meses
Mínima	12.2	15	18.3	19	23	22.9	19.4	20.6	19	19.4	17.5	15		18	1
Máxima	21.1	26.4	27.1	29.1	31.4	30.7	29.2	27.8	28	25.3	26.3	24.1		26.8	12
Media	18.2	20.2	22.4	25	27	25.8	23.9	23.9	22.6	22.4	21.1	18.9		22.6	11.1
Desv.St	1.8	2.4	2.2	2.1	1.7	1.6	1.7	1.5	1.6	1.5	2	2		1.5	2.2

Gráfico 13 Temperatura Máxima Normal

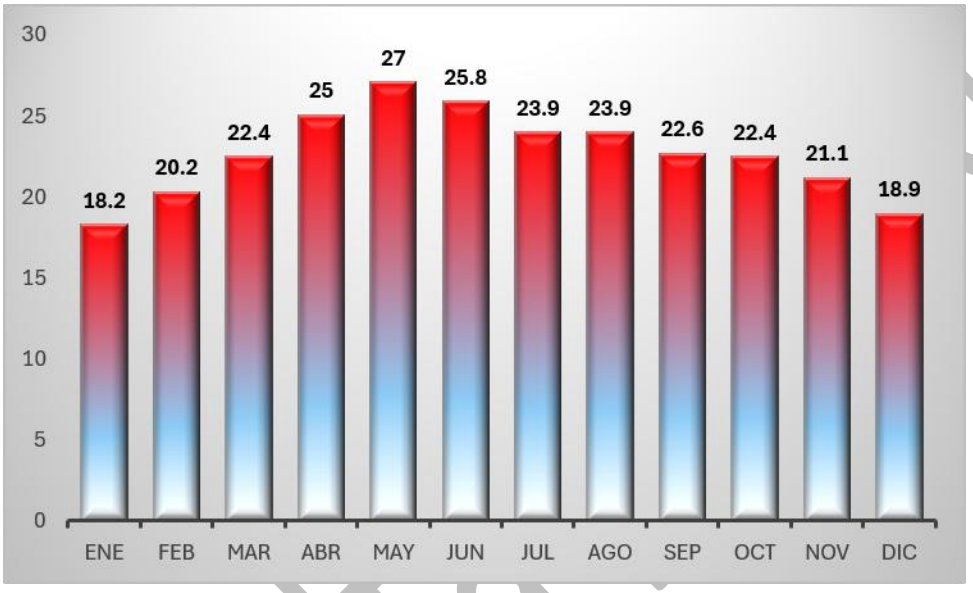


Tabla 50 Temperatura media

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom	Meses
Mínima	8.6	9.3	11.9	13.2	16.8	17.1	15.3	15.8	14.3	14.4	12.1	9.1	11.8	1
Máxima	13.8	17.2	18.9	21.5	24	23.2	21.2	20.1	19.7	18.4	18.4	15.9	18.9	12
Media	11.7	13.3	15.2	17.7	19.7	19.4	17.9	17.9	17.1	16.2	14.4	12.5	16.1	11.1
Desv.St	1.3	1.8	1.8	1.6	1.4	1.2	1.2	1.1	1.1	1	1.4	1.5	1.1	2.2

Gráfico 14 Temperatura media

Consulta

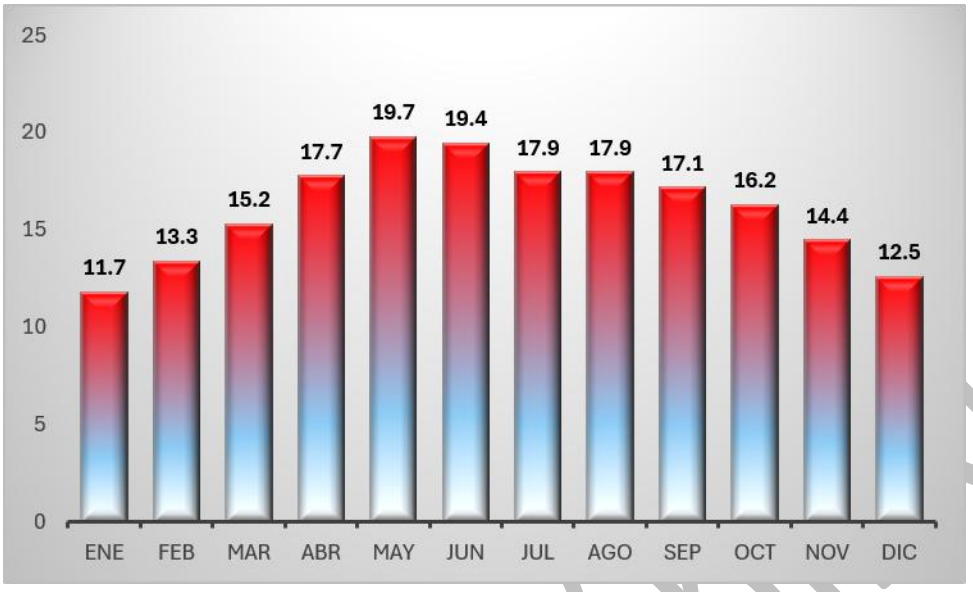
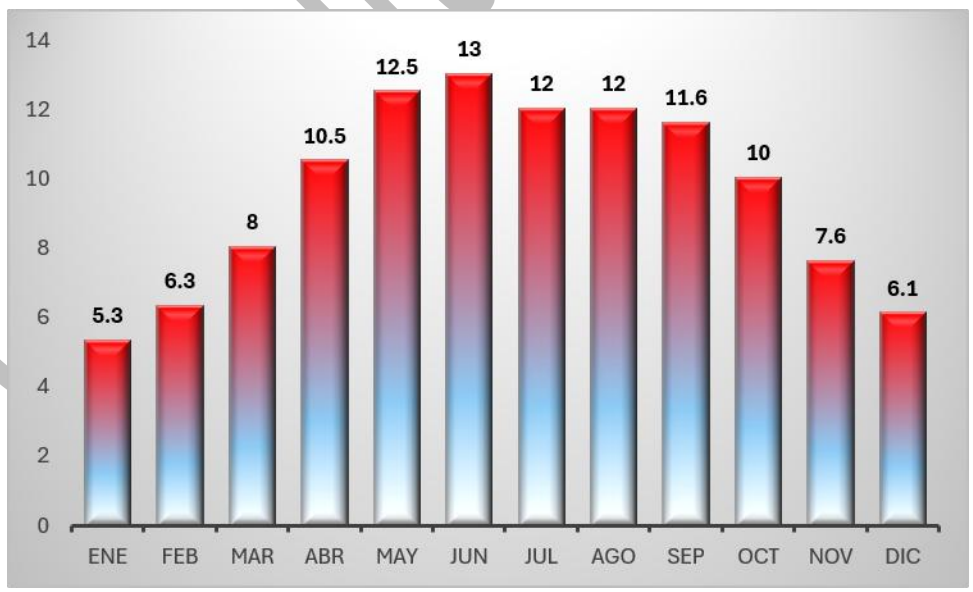


Tabla 51 Temperatura mínima

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM	MESES
Mínima	2.2	3.6	4.5	7.3	9.1	10.6	7.3	7.7	8.1	7.8	4.9	2.8	5.5	1
Máxima	7.7	9.9	11	13.9	16.5	15.8	13.4	14.1	13.5	12.4	10.9	8.7	11.1	12
Media	5.3	6.3	8	10.5	12.5	13	12	12	11.6	10	7.6	6.1	9.6	11.1
Desv.St	1.2	1.6	1.5	1.3	1.4	1	1	1	1	1.1	1.4	1.5	1.1	2.2

Gráfico 15 Temperatura mínima

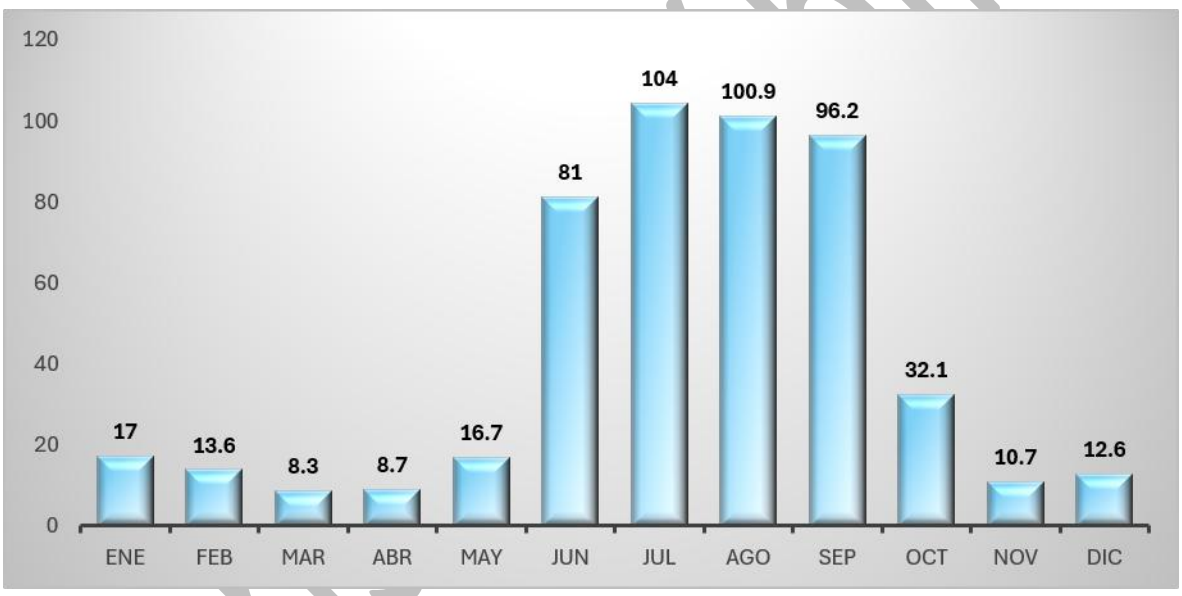


Como se observa en las tablas 54 - 56, la temperatura máxima normal promedio es de 22.6 °C, la temperatura media normal promedio es de 16.1 °C y la temperatura mínima normal promedio es de 9.6 °C; el mes más caliente es mayo con 27 °C, mientras que el mes más frio corresponde a enero con 5.3 °C.

Tabla 52 Precipitación

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
Mínima	0	0	0	0	0	2.3	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Máxima	161.05	101.05	120.54	64.06	59.61	251.01	334.86	230.94	212.01	115.1	73.74	82.8	1019.37	84.9	12
Media	17	13.6	8.3	8.7	16.7	81	104	100.9	96.2	32.1	10.7	12.6	476.6	41.7	11.2
Desv.St	28.4	21.2	23.3	15.7	15	60.3	68	57.5	52.4	25.2	15.2	17.4	184.6	15.3	2

Gráfico 16 Precipitación



De acuerdo con la estación Zacatecas DGE la precipitación anual acumulada promedio es de 476.6 mm, siendo el mes de julio el que presenta el aporte más significativo con 104 mm en promedio.

Tabla 53 Evaporación

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
Mínima	3.6	105.87	144.02	142.51	157.4	134.19	107.23	76.24	83.93	97.69	111.97	92.6	3.6	3.6	1
Máxima	226.09	208.81	296.67	342.74	356.64	299.94	295.6	261.43	234.26	258.2	225.71	240.79	3025.97	252.2	12
Media	137.4	162.6	232.3	252.2	257.6	202.1	178.6	173.7	145.1	149.7	146.1	133.6	2032.3	176.2	11.2
Desv.St	37.1	23	36.7	36.2	43.6	36.5	44.4	40.2	32.4	36.4	25.1	32.1	515.7	36.5	2.2

Gráfico 17 Evaporación



III.7.1.2 Hidrología

III.7.1.2.1 Hidrología Superficial

Con la información de fuentes oficiales como INEGI y CONAGUA, se obtuvo líneas de Flujo de Agua (red hidrográfica), Puntos de Drenaje o salida de cuencas, Divisorias de Subcuenca (Polígonos), Cuenca y Región Hidrológica e información complementaria como cuerpos de agua y toponimia.

Para el análisis de la hidrografía superficial se partió del análisis macro, llegando a un sitio especifico, es decir comenzando desde los análisis del municipio de Zacatecas, en los que se identificó la siguiente información:

Tabla 54. Zacatecas Descripción Hidrográfica

Región hidrológica	Lerma Santiago (53.7%) y El Salado (46.3%)
Cuenca	Juchipila (52.3%), Fresnillo – Yesca (46.3%) y R. Bolaños (1.4%)
Subcuenca	R. Juchipila – Malpaso (52.3%), Fresnillo (39.3%), Yesca (6.9%) y R. Jerez (1.5%)
Corrientes de agua	**Intermitentes**: La Joya, San José, El Crespo, Carrizalillo, El Tezcal y El Carmen
Cuerpos de agua	Intermitente (0.1%): Las Chilitas

La Región Ecológica se ubica dentro de la Región Hidrológica 37 “El Salado”, en la Cuenca 37 E “Fresnillo Yescas”, Subcuenca “Fresnillo”, (36 Ec) (Plano 12. Región Hidrológica *y* Plano 13. RH3*),* Esta Región Se extiende por los estados de México, Querétaro, Guanajuato, Michoacán, Jalisco, Zacatecas, Aguascalientes, Nayarit y Durango.

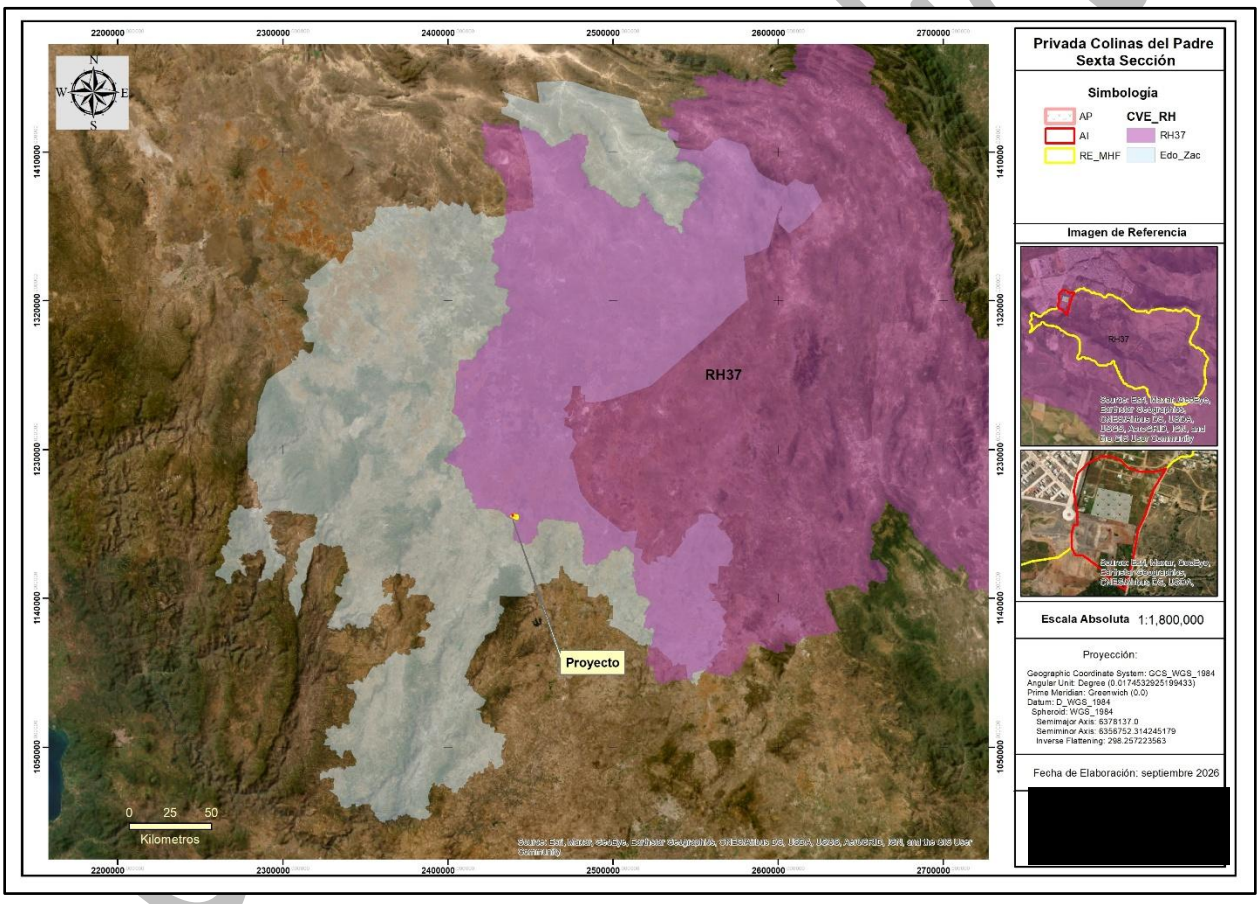
Consulta pública

De acuerdo con la definición encontrada en el Sistema de Información Geográfico para la Evaluación del Impacto ambiental, se obtuvo una referencia de clasificación del AI, integrándose como se muestra en la Tabla 55. Descripción hidrográfica del AII.

Tabla 55. Descripción hidrográfica del AII

RH	Cuenca	Subcuenca
El Salado	Fresnillo Yescas	Fresnillo

Plano 12. Región Hidrológica 36



Las cuencas son unidades del terreno, definidas por la división natural de las aguas debida a la conformación del relieve. Para propósitos de administración de las aguas nacionales, la Conagua ha definido 731 cuencas hidrológicas. Las cuencas del país se encuentran organizadas en 37 regiones hidrológicas (RH), las regiones hidrológicas se agrupan en 13 regiones hidrológico-administrativas (RHA). En un plano de menores dimensiones el RE se encuentra en la cuenca del R. Fresnillo Yescas.

Cuenca Fresnillo Yescas

La cuenca de Fresnillo-Yescas tiene cinco corrientes intermitentes que pueden ser de importancia hidrológica ya que aportan volúmenes para la recarga del acuífero:

Arroyo Cañitas

El Arroyo Cañitas se forma a unos 2,300 msnm en el municipio de General Francisco R. Murguía a uno 18 kilómetros al oeste de la localidad de Miguel Hidalgo, donde recibe el nombre de arroyo El Llano Redondo. Transcurre en dirección Oeste y Suroeste de la cuenca hasta el municipio de Cañitas de Felipe Pescador a unos 4 kilómetros con el límite municipal de Fresnillo cuando pasa a formar parte del acuífero, en su travesía se le incorporan diversos tributarios como son: La Yegua, De Camas, Hondo, Del Divisadero, La Gurbia, El Rosario, Granada, Aguayo, El Indio, Charco La Cruz, El Epazote, Los Caballos y Laguna Coyota. Es a partir de la localidad de Cañitas del Pescador donde es nombrado Arroyo Cañitas.

Arroyo Illescas

El Arroyo Illescas también denominado Los Hoyeros o Palma Verde ubica entre los estados de Zacatecas y San Luis Potosí, nace a unos 6 kilómetros al Sureste del poblado El Gavilán en el estado de Zacatecas, transcurre en dirección al sur atravesando los límites estatales de San Luis Potosí alimentando al sistema lagunar de Laguna de Santa María, Laguna Zaldivar y Laguna Santa Clara. El Arroyo Los Hoyeros en su trayecto recibe a pequeños afluentes entre los que destacan: Calabacilla y San Antonio. En la Laguna Santa Clara recibe a los afluentes Arroyo La Gallina y Arroyo Las Banderillas, a partir de ese punto se le conoce como Arroyo Illescas, a partir de cuándo el Arroyo Illescas recibe al Arroyo El Borreguero se le denomina Arroyo Palma Verde. En el municipio de Villa de Ramos de San Luis Potosí el Arroyo Palma Verde pasa a formar parte del acuífero.

Arroyo San Pablo

Este arroyo se forma entre los límites de Villa de Cos y Mazapil a una elevación aproximada de 2,100 msnm, se encuentra a aproximadamente 7 kilómetros en paralelo al Arroyo Illescas, en su trayecto recibe a pequeños tributarios tales como Resendez, La Bufita y el ahorcado, es cerca de los límites municipales de Santo Domingo y Villa de Ramos donde pasa a formar parte de las aguas subterráneas.

Arroyo Calera

El Arroyo Calera se ubica al Oeste de la cuenca y se forma a unos 2,200 msnm en las inmediaciones de la localidad de Nueva Australia, esta corriente descarga en la laguna Santa Ana, se considera como una subcuenca endorreica, a la laguna Santa Ana, además del Arroyo Calera descargan los arroyos Plateros y Rivera.

Arroyo el Yesqueño

El Arroyo El Yesqueño nace a unos 2,400 msnm y a unos 18 kilómetros al sur de la ciudad de Zacatecas con el nombre de Arroyo El Tezcal, alimenta a la laguna La Zacatecana y también es una corriente que pasa a formar parte de las aguas subterráneas en las inmediaciones de poblado de Chaparrosa, este arroyo ya no se presenta como una corriente superficial debido a las altas infiltraciones y altas evaporaciones en la zona. Este pequeño arroyo recibe los aportes de varios pequeños tributarios entre los que podemos destacar: Arroyo Las Verdes, Arroyo Cascarona, Arroyo Seco, San Ramón, Los Tapetes,

Consulta pública

El Ranchito, Las Lomas, Sauceda y Pánuco, es a partir del río Pánuco donde el Arroyo El Tezcal toma el nombre de Arroyo El Yesqueño.

Tabla 56 Datos de Cuenca

Clave de la región hidrológica	RH37
Nombre de la región hidrológica	El Salado
Clave de cuenca	E
Nombre de cuenca	Fresnillo - Yesca
Área (km²)	15115.92
Perímetro (km)	725.65
Tipo	Exorreica

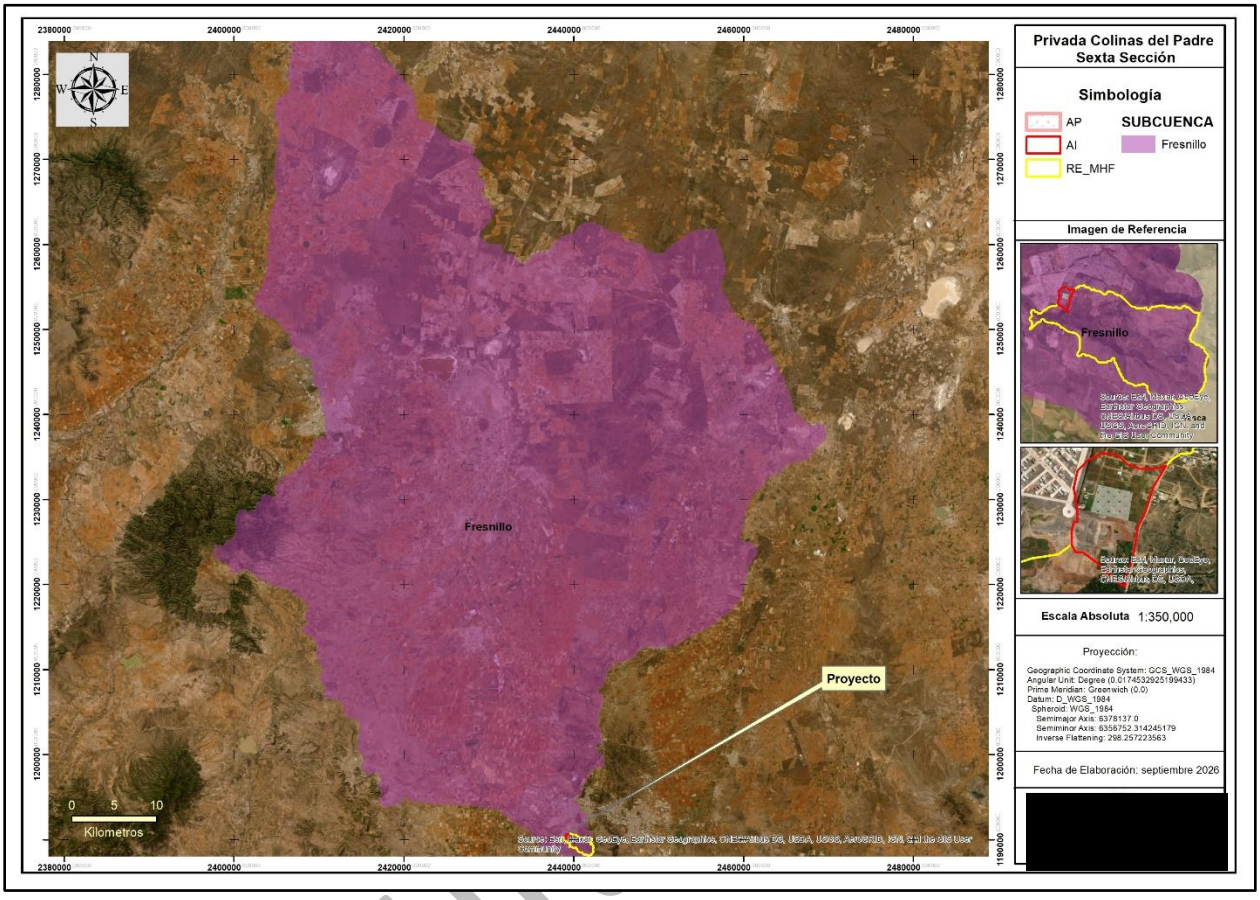
Para un mejor entendimiento de la información de la Subcuenca RH3Ec, se realizó un análisis (Tabla 57. RH37Ec) con apoyo del Simulador de Flujos de Aguas de Cuencas Hidrográficas (SIATL), del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), donde se aprecia que esta corresponde con una cuenca de tipo exorreica con un área de 3770.73 km^2 sin una corriente principal perene definida. De los datos obtenidos de SIATL, sintetizamos la siguiente información de la Subcuenca:

Tabla 57. RH37Ec

Identificador	**551**
Clave Subcuenca	RH37Ec
Nombre subcuenca	Fresnillo
Tipo	ENDORREICA
Lugar a donde drena (principal)	-
Total de descargas (principal)	0
Total de Descargas	0
Área Km²	3770.73
Perímetro Km	334.17
Densidad de Drenaje	1.0618
Coeficiente de Compacidad	1.5346
Longitud promedio de flujo superficial	0.235449237
Elevación Máxima Subcuenca(m)	2840
Elevación Mínima Subcuenca (m)	1980
Pendiente Media Subcuenca (%)	3.01
Elevación Máxima Corriente Principal(m)	2604
Elevación Mínima Corriente Principal (m)	2050
Longitud de Corriente Principal (m)	82635
Pendiente de Corriente Principal (%)	0.67
Sinuosidad de Corriente Principal	1.379597224

Consulta pública

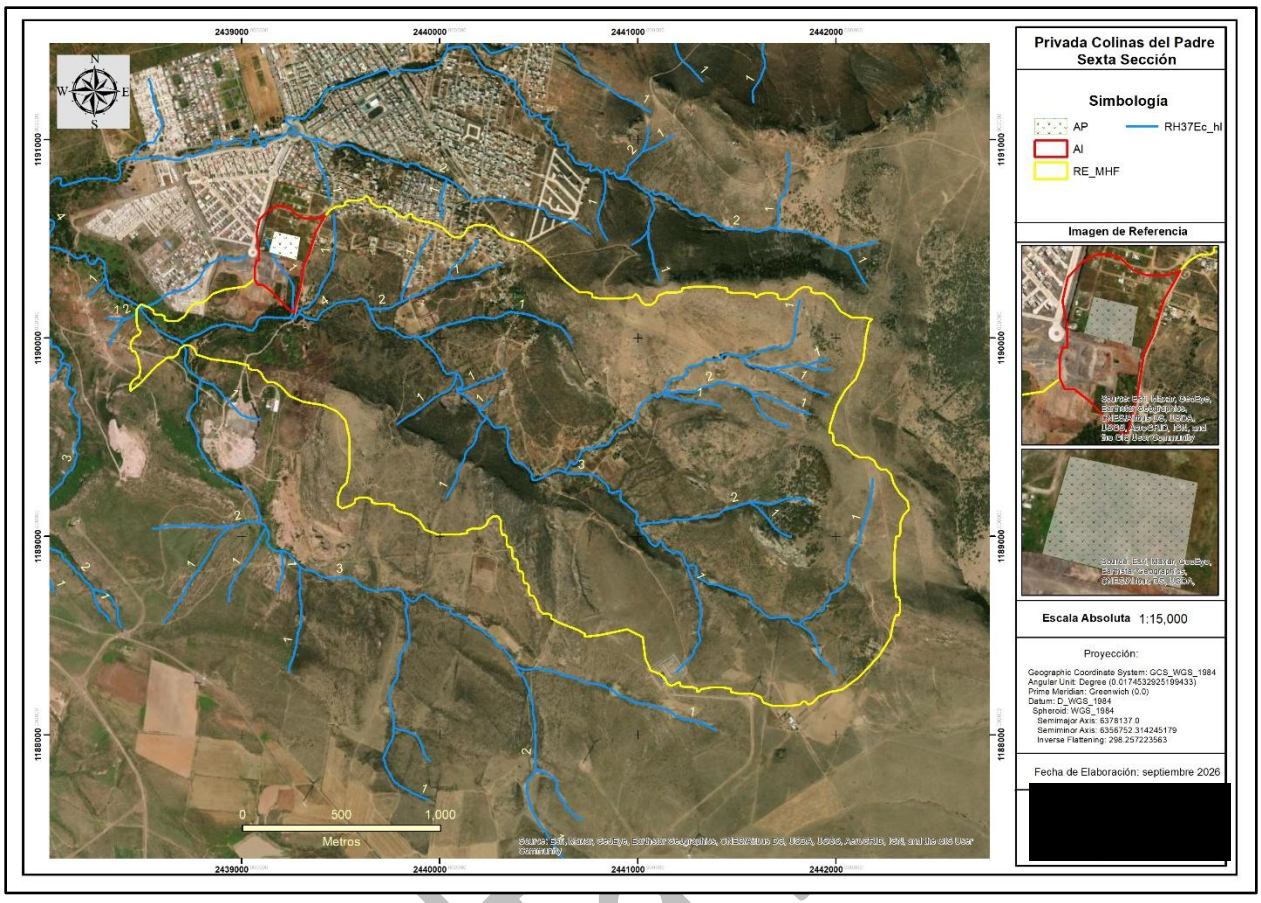
Plano 13. RH37Ec



Siguiendo los pasos descritos en inicios de este capítulo, se ha delimitado el RE e incidencias del proyecto, esta información se presenta de manera gráfica en el Plano 14 y puede ser consultada en este documento. Adicionalmente se presenta de forma anexa la base de datos del sistema de información geográfico y los archivos utilizados para el alcance de esta delimitación, con el fin de que la autoridad, pueda hacer uso de estos.

Plano 14 RE delimitado

Consulta



Para la caracterización hidrológica del área de estudio se delimitó la microcuenca asociada al sistema de escurrimiento del Arroyo El Salto, considerando las condiciones topográficas del entorno del proyecto. La microcuenca presenta una superficie de drenaje de 5.32 km², con una elevación máxima de 2,604 m.s.n.m., una elevación media de 2,484 m.s.n.m. y una elevación mínima de 2,364 m.s.n.m. La diferencia altitudinal de 240 m, en conjunto con una pendiente media de 4.64 %, determina las condiciones generales de conducción de los escurrimientos superficiales dentro de la unidad hidrográfica.

La microcuenca presenta una longitud aproximada de 5.17 km y un tiempo de concentración estimado de 44.80 minutos, parámetros que permiten caracterizar la respuesta hidrológica del área ante eventos de precipitación. Estas condiciones indican que los escurrimientos generados en las zonas altas pueden concentrarse hacia las partes bajas de la microcuenca en periodos relativamente cortos, por lo que el manejo adecuado de las aguas pluviales constituye un aspecto relevante para el proyecto. En este sentido, las obras de urbanización deberán considerar medidas para mantener el funcionamiento del drenaje superficial, controlar la concentración y velocidad de los escurrimientos y reducir procesos de erosión y transporte de sedimentos, procurando que las modificaciones derivadas del proyecto se mantengan dentro del área autorizada y no generen afectaciones aguas abajo.

El área de influencia del proyecto se encuentra comprendida dentro de una unidad de drenaje local con una superficie aproximada de 0.17 km². Esta unidad presenta una elevación máxima de 2,411 m.s.n.m.,

Consulta

una elevación media de 2,394 m.s.n.m. y una elevación mínima de 2,378 m.s.n.m., por lo que existe un desnivel altitudinal de aproximadamente 33 m dentro del área de drenaje. La longitud aproximada es de 576 m y la pendiente media alcanza 5.73 %, condiciones que determinan la configuración y dirección de los escurrimientos superficiales locales hacia las partes bajas del área de influencia.

La reducida superficie de la unidad de drenaje permite considerar que la respuesta hidrológica corresponde principalmente a procesos de escurrimiento superficial de carácter local, asociados a la topografía y a las condiciones de permeabilidad y cobertura del terreno. El valor reportado de tiempo de concentración de 0.00 minutos se considera un dato no representativo para fines de interpretación hidrológica. En este contexto, la urbanización del área deberá mantener condiciones adecuadas para el manejo de aguas pluviales, evitando obstrucciones o modificaciones que alteren significativamente los patrones naturales de escurrimiento y procurando reducir la concentración de flujos, la erosión y el transporte de sedimentos hacia las partes bajas.

Tabla 58 Índices del Cause principal de la AI

Propiedad	Valor
Elevación máxima	2411 m
Elevación media	2394 m
Elevación mínima	2378 m
Longitud	576 m
Pendiente media	5.73%
Tiempo de concentración	0.00 (min)
Área drenada	0.17 km^2

III.7.1.2.2 Hidrología Subterránea

Con respecto al agua subterránea, México tiene definidos 653 acuíferos y el 38.7% del agua utilizada en el país proviene de estas fuentes.

Las aguas subterráneas son todas las aguas de lluvia que caen sobre una tierra que puede ser penetrada por algún líquido, que luego descienden lentamente, bajo la acción de la gravedad, hasta encontrar un terreno o asiento impermeable. La acumulación de este recurso conforma una capa de agua debajo de la superficie del terreno.

El agua subterránea existe en los llamados “acuíferos”. que son formaciones geológicas hidráulicamente conectadas entre sí, por las que circula o se almacenan las aguas subterráneas, que luego pueden ser extraídas para su utilización.

En los acuíferos el agua se renueva muy lentamente en comparación con la de los cuerpos de agua superficial, tales como ríos y lagos. El periodo necesario para renovar por completo un depósito es muy largo. Sin embargo, otros no son renovables porque están a gran profundidad y, si se explotan sin control, pueden agotarse definitivamente.

Consulta pública

En el estado de Zacatecas se cuentan 34 acuíferos, de los cuales 15 presentan diferentes niveles de sobreexplotación, uno se encuentra en equilibrio de gasto y recuperación y 19 subexplotados. El total de acuíferos cuenta con disponibilidad publicada en el Diario Oficial de la Federación (2011). Es de destacarse que tan sólo los acuíferos Aguanaval, Calera, Chupaderos y Loreto presentan una sobreexplotación superior a 300 millones de metros cúbicos anuales.

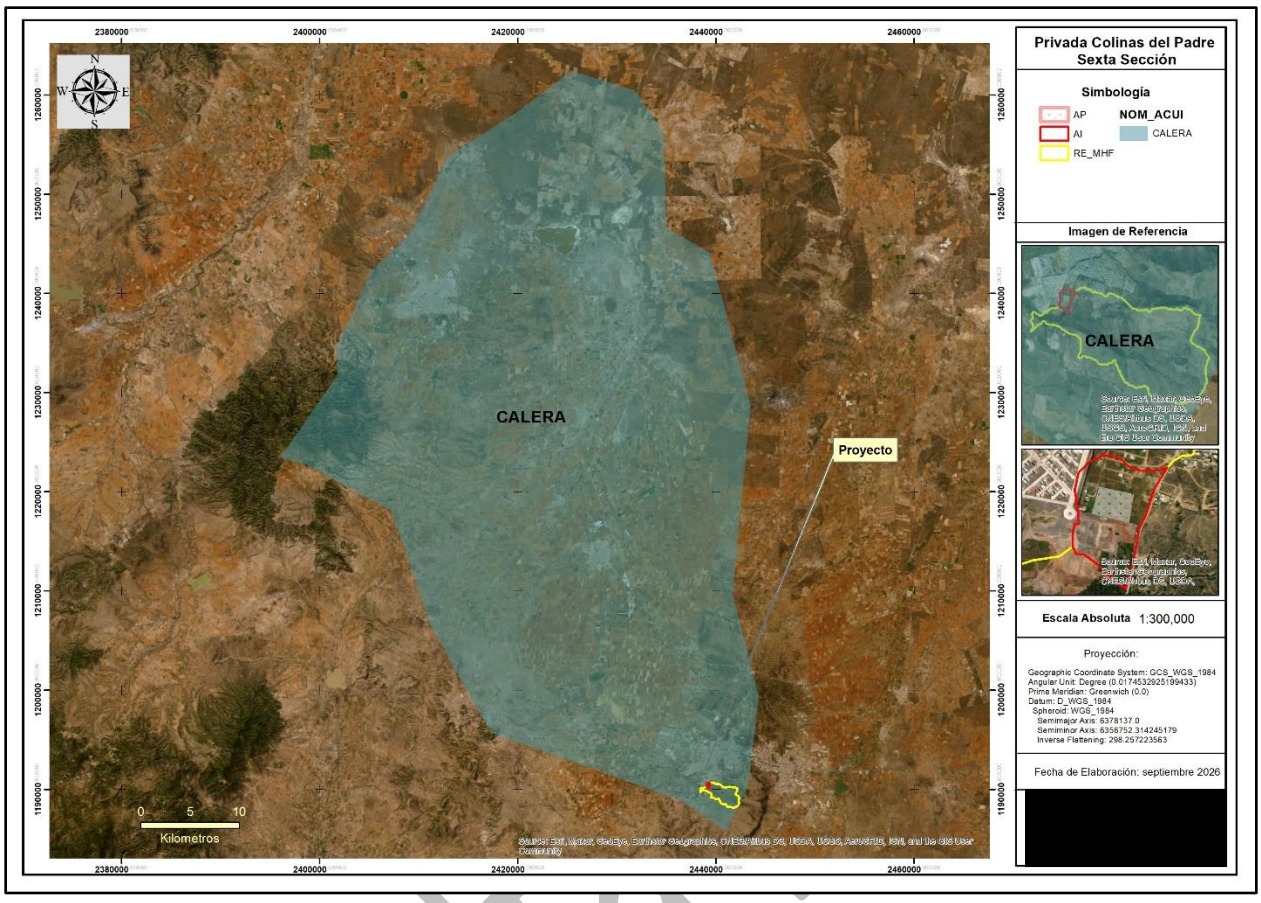
De estos acuíferos, la RE se ubica en una proporción del 100%, en el acuífero Calera (3225) que de acuerdo con la publicación del Diario Oficial de la Federación del día 17 de septiembre de 2020, se presentan en condiciones de Sin disponibilidad. Esta información se muestra de manera gráfica en el Plano 15. El 100 % del AP se ubica sobre el acuífero calera con clave de identificación de acuífero 3225, sin disponibilidad de agua subterránea, esta información se presenta de manera gráfica en la *Tabla 64 Acuíferos RE.*

Tabla 59. Acuíferos RE

	Clave del acuífero	Nombre del acuífero	Disponibilidad	Fecha D.O.F.	¿Sobreexplotado?	Superficie del acuífero (Ha)	Porcentaje
RE	3225	Calera	Sin disponibilidad	17/09/2020	Si	225121.635	100
AI	3225	Calera	Sin disponibilidad	17/09/2020	Si	225121.635	100

Plano 15. Acuífero

Consulta pública



Localización del Acuífero

El acuífero Calera, definido con la clave 3225 por la Comisión Nacional del Agua, se localiza en la porción central del estado de Zacatecas; entre los paralelos 22°41’ y 23° 24 de latitud norte y entre los meridianos 102°33’ y 103° 01’ de longitud oeste, cubriendo una superficie aproximada de 2,226 km².

Limita al norte con los acuíferos Aguanaval y Guadalupe de Las Corrientes, al noreste y este con Chupaderos, al sur con Benito Juárez, al suroeste con Jerez y al oeste también con Aguanaval; todos ellos pertenecientes al estado de Zacatecas.

Geopolíticamente el área que cubre el acuífero comprende la totalidad de los municipios General Enrique Estrada y Morelos, la mayor parte de Calera, Frenillo y Zacatecas, así como porciones menores y pequeñas de Pánuco, Vetagrande, Jerez y Villa de Cos.

Situación administrativa del acuífero

El acuífero pertenece al Organismo de Cuenca VII “Cuencas Centrales del Norte”, al Consejo de Cuenca Altiplano, instalado el 23 de noviembre de 1999, y es jurisdicción territorial de la Dirección Local en el estado de Zacatecas.

Consulta

Su territorio se encuentra totalmente vedado y sujeto a las disposiciones de cuatro decretos de veda; en casi la totalidad de la superficie rige el "Decreto que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona del estado de Zacatecas, que comprende la cuenca media del río Aguanaval y otros", publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 16 de mayo de 1960.
En el extremo sur rige el "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en las zonas no vedadas, así como en el resto de los Municipios del Estado de Zacatecas y se establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento, extracción y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en los municipios señalados", publicado en el DOF el 5 de agosto de 1988. Ambas vedas son de tipo III en las que la capacidad de los mantos acuíferos permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros.

En la porción norte está en vigor el "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos de los municipios de Fresnillo y Villa de Cos, Zac., y se establece veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en esos municipios", publicado en el DOF el 6 de abril de 1981. Finalmente, una pequeña área de su extremo oriental queda ubicada en la zona de veda establecida mediante el "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en la parte que corresponde al área no vedada de los municipios Pánuco y Guadalupe del estado de Zacatecas y se establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento, extracción y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en el área que se menciona", publicado en el DOF el 22 de octubre de 1984. Estas dos vedas son de tipo II en las que la capacidad de los mantos acuíferos sólo permite extracciones para usos doméstico y abrevadero que se realicen por medios manuales.

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2024, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad.

El uso principal del agua subterránea es el agrícola. En la superficie del acuífero no se localiza ningún distrito o unidad de riego; los usuarios se encuentran organizados en el Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS) del Acuífero Calera, A.C., instalado el 24 de noviembre de 2000.

Hidrogeología

Tipo de acuífero

De acuerdo con la información geológica, geofísica, hidrogeológica y piezométrica existente, y por correlación con otros acuíferos vecinos que tienen el mismo, origen, evolución y constitución geológica, se puede establecer la presencia de un acuífero de tipo libre, heterogéneo y anisótropo, que presenta condiciones locales de semiconfinamiento, constituido en su porción superior por sedimentos aluviales y fluviales, de granulometría variada, conglomerados y depósitos lacustres, cuyo espesor puede alcanzar hasta 400 m en el centro de los valles tectónicos.

La porción inferior se aloja en una secuencia de rocas volcánicas y sedimentarias que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento. A mayor profundidad las calizas y areniscas representan un acuífero potencial que puede presentar condiciones de semiconfinamiento, debido a que están sobreyacidas y alternadas con lutitas y limolitas.

Consulta pública

Se pueden distinguir tres medios diferentes por donde circula el agua subterránea: El medio poroso con permeabilidad primaria y secundaria e intergranular y de fracturas, el medio fracturado con permeabilidad secundaria y el medio de doble porosidad con permeabilidad combinada, intergranular y de fracturas.

Parámetros hidráulicos

Para la determinación de los parámetros hidráulicos de las unidades litológicas que constituyen el acuífero, se utilizó la información de 43 pruebas de bombeo de corta duración realizadas en estudios previos, tanto en etapa de abatimiento como de recuperación.

De los resultados de su interpretación por métodos analíticos convencionales, se establece que los valores de transmisividad obtenidos varían de 5.0 x 10-4 a 5.0 x 10-3 m^2/s; si consideramos un espesor saturado promedio de 200 m, los valores de conductividad hidráulica varían de 2.5 x 10-6 a 2.5 x10-5 m/s (0.22 a 2.2 m/d).

Los valores más bajos se registran en las porciones oriental, occidental y sur del acuífero, incrementándose, de manera general, hacia el norte, aunque en la zona de las lagunas Sedano y Santa Ana la presencia de sedimentos arcillosos disminuye considerablemente los valores de los parámetros hidráulicos. Los valores más altos se presentan en la zona comprendida entre las comunidades Ramón López Velarde y Santa Rita.

Ninguna prueba de bombeo contó con pozo de observación por lo que no fue posible estimar el valor del coeficiente de almacenamiento. Sin embargo, para fines del balance de aguas subterráneas se adoptó un valor de rendimiento específico promedio de 0.13.

Piezometría

Para el análisis del comportamiento de los niveles del agua subterránea, se cuenta con la información recabada como parte de las actividades de los estudios previos, así como la piezometría recabada por la Dirección Local de la Comisión Nacional del Agua para varios años.

Para el balance de aguas subterráneas se eligió el periodo 1997-2015, que es el que tiene mayor cantidad de información y mejor cobertura espacial.

Comportamiento hidráulico

Profundidad al nivel estático

La profundidad al nivel estático para el año 2015 registró valores que variaban, de manera general, de 20 a 140 m, los cuales se incrementan por efecto de la topografía desde el centro de los valles hacia las estribaciones de las sierras que los delimitan.

Los niveles estáticos someros, de 20 a 30 m, se presentan en la región norte del acuífero, al este de la zona comprendida entre Fresnillo y Plateros; y de 40 a 50 m al norte de Víctor Rosales; en tanto que los más profundos, de 100 a 140, se registran en la porción oriental del valle, desde Las Catarinas en el norte hasta Hacienda en el sur.

En la porción occidental los valores de profundidad al nivel del agua subterránea varían de 80 a 100 m. En ambos casos, influenciados por la topografía del terreno.

Elevación del nivel estático

Consulta pública

De acuerdo con la configuración de elevación del nivel estático, en 2015 se registraron valores que variaron de 2,010 a 2,170 msnm, los cuales decrecen gradualmente desde los cuatro puntos cardinales hacia el valle aluvial localizado en la región central, mostrando de esta manera una dirección preferencial del flujo subterráneo sur a norte, con alimentaciones provenientes de los flancos norte, este y oeste, para finalmente dirigirse hacia la porción centro-norte del acuífero, donde la extracción intensiva para uso agrícola ha formado un extenso cono de abatimiento, desde General Enrique Estada, en el sur, hasta la zona ubicada al sur de las Lagunas Sedano y Santa Ana.

Las menores elevaciones, de 2010 a 2030 msnm, se registran en la porción norte, al oeste de Miguel Hidalgo, este de Ramón López Velarde; en tanto que las mayores elevaciones, de 2150 a 2170 msnm, se presentaron en las inmediaciones de la comunidad Los Gringos. En esta zona ubicada en el extremo sur del acuífero, se identifica un parteaguas definido por la curva de elevación 2,170 msnm, que divide el flujo que se dirige al centro del valle de otro que va hacia el sur, hacia el acuífero vecino Benito Juárez.

Evolución del nivel estático

La configuración de evolución del nivel estático para el periodo 1997-2015 registró valores de abatimiento en la mayor parte de la superficie del acuífero, que varían de 2 a 30 m. Se identificaron conos de abatimiento en las zonas de concentración de la extracción para uso agrícola, ubicadas en la porción centro-norte entre Ramón López Velarde y El Yerbaniz, en la región sur que se ubica entre Morelos y el aeropuerto internacional de Zacatecas General Leobardo C. Ruíz. En estas zonas el abatimiento medio anual varía de 1.2 a 1.8 m. En la superficie restante del acuífero el abatimiento varía de 2 a 15 m, con un ritmo promedio de 0.6 m anuales.

Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea

En la tesis profesional por la Universidad Autónoma de Zacatecas, realizada en el año 2007 (Villalpando Dávila, E.S.), se caracterizó geoquímicamente el agua subterránea del acuífero; se colectaron 99 muestras de agua subterránea para su análisis fisicoquímico correspondiente.

Las determinaciones incluyeron parámetros fisicoquímicos como temperatura, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos (STD), potencial de hidrógeno (pH), dureza total, alcalinidad, así como iones principales. Se determinaron los elementos mayores y 26 elementos traza.

De los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos, se determina que los valores de concentración de sólidos totales disueltos (STD) variaban de 82 a 1898 mg/l, con valor promedio para de 410 mg/l, en cuatro muestras se reportan concentraciones por arriba de la normatividad aplicable, que superan el límite máximo permisible de 1000 mg/l establecido por la modificación a la NOM-127-SSA1-2021 “Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua”, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2 de mayo del 2022. de STD, para el agua destinada al consumo humano. Las obras que registraron esta concentración no extraen agua uso público-urbano.

De acuerdo con la clasificación establecida por la American Public Health Association (APHA, 1995), el agua se clasifica, de manera general, como agua dulce, ya que la mayoría de las muestras registran valores de conductividad eléctrica inferiores a 2000 µS/cm, solo 3 muestras sobrepasan este valor; Los valores extremos varían de 110 a 2530 µS/cm. Los valores más altos de STD y conductividad eléctrica se registran en la porción

Consulta pública

norte, en la zona de la Laguna Santa Ana, confirmando de esta manera la dirección preferencial del flujo subterráneo de sur a norte.

Se reporta también la existencia de concentraciones de arsénico por arriba de la norma mexicana NOM-127-SSA1-2000, con valores que varían de 0.026 a 0.06 mg/l, en los aprovechamientos ubicados 4.5 km al este de Santiaguillo, 5.2 km al noreste de Ramón López Velarde, y la concentración más alta en un pozo localizado a 5.5 km al suroeste de Félix U. Gómez.

Estos aprovechamientos no extraen agua para consumo humano. En general las concentraciones determinadas variaron de 0.0006 a 0.025 mg/l.

De acuerdo con las concentraciones de elementos mayores por ion dominante, se clasificaron las muestras en el diagrama de Piper y se identificó la existencia de tres familias del agua: bicarbonatada-mixta, bicarbonatada-cálcica y bicarbonatadasódica, que representan agua de reciente infiltración con periodos cortos de residencia, que ha circulado a través de rocas volcánicas y calcáreas.

Por otra parte, de acuerdo con el criterio de Wilcox, que relaciona la conductividad eléctrica con la Relación de Adsorción de Sodio (RAS), la totalidad de las muestras de agua se clasifican como C2S1, que representan agua de salinidad media con bajo contenido de sodio intercambiable, que se considera apta para el uso agrícola, sin restricción alguna en el tipo de cultivos y suelos.

Censo de Aprovechamientos e Hidrometría

De acuerdo con la información del censo de aprovechamientos más reciente llevado a cabo como parte del estudio realizado en 2010, se registraron un total de 2097 obras activas que aprovechan el agua subterránea, de las cuales 1,417 son pozos y 680 norias.

Del total de obras, 1379 se utilizan para uso agrícola, 453 para dotación de agua potable a las comunidades de la región, 229 para uso doméstico-abrevadero, 31 para uso industrial y 5 para otros usos.

El volumen de extracción conjunto calculado asciende a 176.5 hm^3 anuales, de los cuales 159.2 hm^3 (90.2 %) se destinan al uso agrícola, 11.1 hm^3 (6.3%) para abastecimiento de agua potable, 1.1 hm^3 (0.6%) para usos pecuario y doméstico y 5.1 hm^3 (2.9%) para uso industrial.

Balance de Aguas Subterráneas

El balance de agua subterránea se planteó para el periodo 1997-2015, en una superficie de 1,080 km^2, que corresponde a la zona donde se cuenta con información piezométrica y en la que se localiza la mayoría de los aprovechamientos subterráneos.

Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA)

La disponibilidad de aguas subterráneas constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas. Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

Consulta Pública

DMA = R – DNC – VEAS

DMA = 91.1 – 1.2 – 157.160740

DMA = -67.260740 hm³/año.

El resultado indica que no existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones; por el contrario, el déficit es de 67,260,740 m^3 anuales.

III.7.1.3 Fisiografía

El relieve es la forma en que se presenta la superficie de la tierra. En México es muy variado, se encuentran desde cadenas montañosas hasta grandes planicies costeras pasando por valles, cañones, altiplanicies y depresiones entre otras formaciones (INEGI, 2008). Relacionado, INEGI define a la Fisiografía como la *visión general de las formas del relieve, identificadas y definidas a partir del análisis integral de la información topográfica, geológica, hidrológica y edafológica.*

III.7.1.3.1 Provincia

Para una mejor comprensión y estudio de esta diversidad estructural, la Dirección General de Geografía del INEGI, determinó una división del país en 15 regiones fisiográficas:

- Península de Baja California.
- Llanura Sonorense.
- Sierra Madre Occidental.
- Sierras y Llanuras del Norte.
- Sierra Madre Oriental.
- Grandes Llanuras de Norteamérica.
- Llanura Costera del Pacífico.
- Llanura Costera del Golfo Norte.
- Mesa del Centro.
- Eje Neovolcánico.
- Península de Yucatán.
- Sierra Madre del Sur.
- Llanura Costera del Golfo Sur.
- Sierras de Chiapas y Guatemala.
- Cordillera Centroamericana.

El estado de Zacatecas se ubica dentro de cuatro Provincias Fisiográficas, la Sierra Madre Occidental, la Sierra Madre Oriental, la Mesa del Centro y el Eje Neovolcánico (SPP, 1981), introduciéndonos de forma específica al municipio partiremos de considerar que Zacatecas presenta las siguientes características:

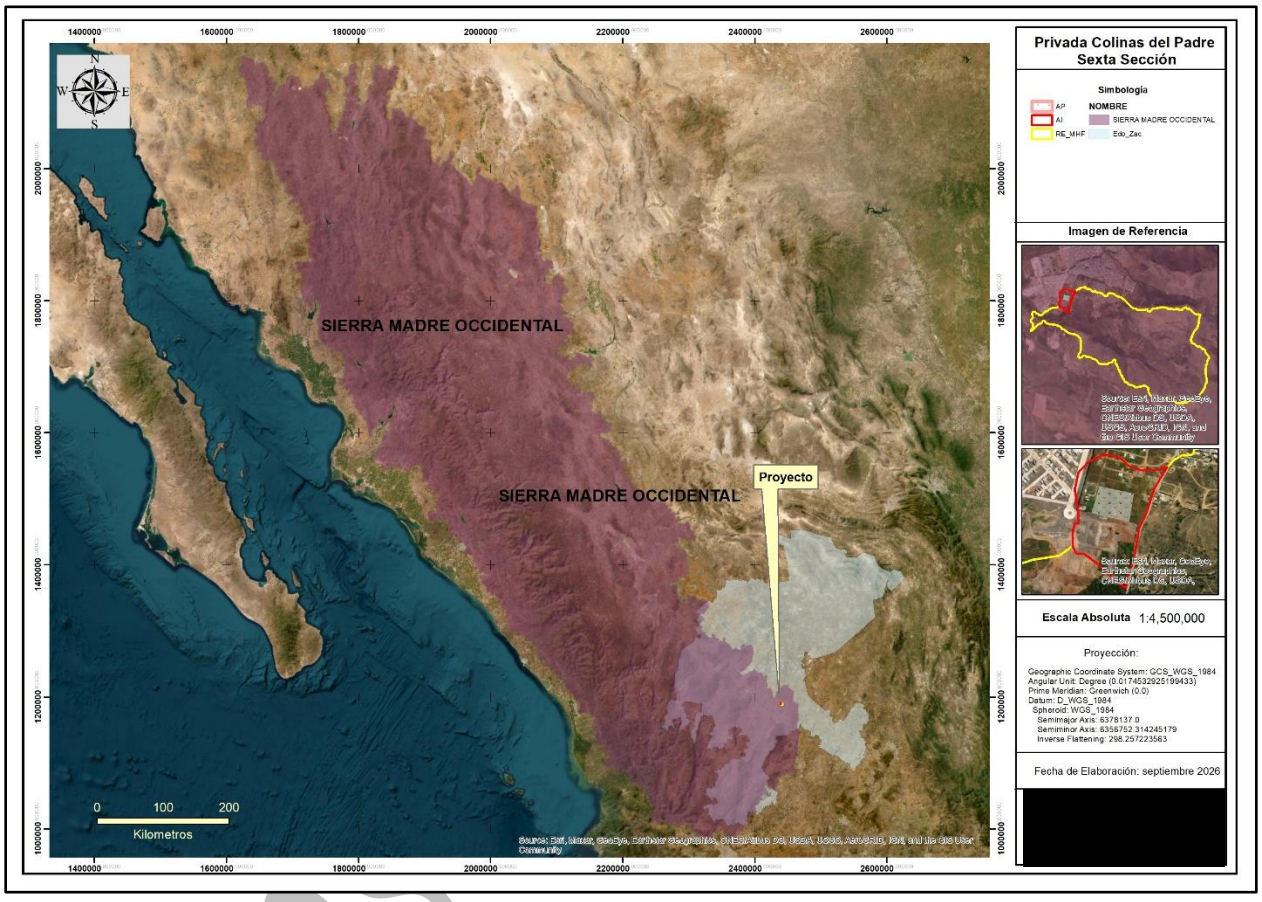
Tabla 60. Fisiografía Municipio

Provincia:	Sierra Madre Occidental (100%)
Subprovincia:	Sierras y Valles Zacatecanos (100%)

Consulta pública

Sistema de Topoformas:	Bajada con lomerío (43.8%), Sierra baja (17.4%), Lomerío con bajadas (14.7%), Meseta escalonada (13.0%), Lomerío con llanuras (7.0%) y Sierra alta con mesetas (4.1%)

Plano 16 Provincia Fisiográfica



Esta provincia limita al Norte con Estados Unidos y la provincia de las Sierras y Llanuras del Norte; al Este, tiene límites con las provincias de la Sierras y Llanuras del Norte y la provincia de la Mesa del Centro; por el Sur, limita con la provincia del Eje Neovolcánico; y en la porción Oeste, limita con las Provincias de la Llanura Sonorense y la provincia de la Llanura Costera del Pacífico.

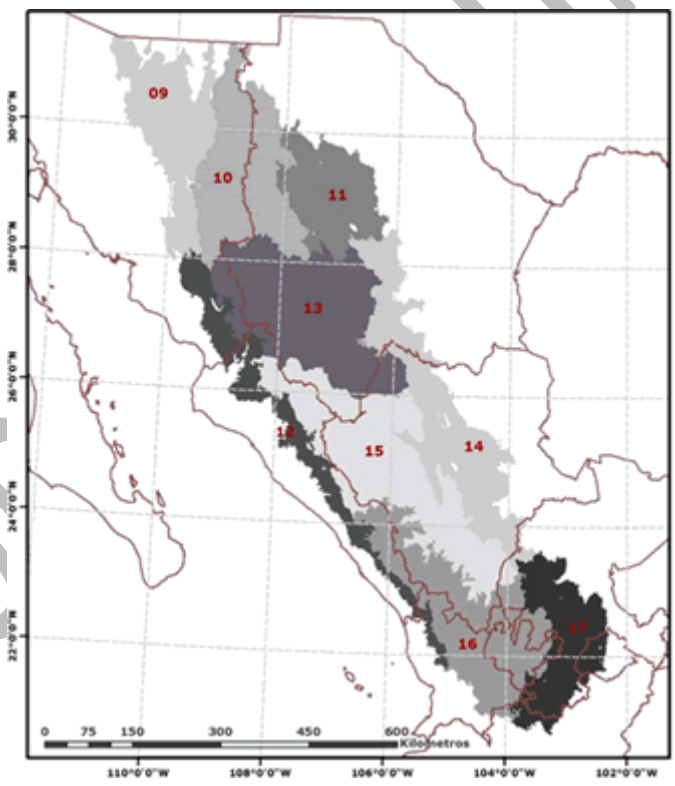
La Sierra Madre Occidental se extiende en dirección noroeste a Suroeste casi en forma paralela a las costas del océano Pacífico y Mar de Cortés; recorriendo en sus 1400 km de longitud los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Nayarit, y Jalisco. Se inicia en el límite internacional con el estado de Arizona, E.U.A., y termina aproximadamente en el río Santiago, a la altura del estado de Nayarit, en donde se conecta con la Sierra Volcánica Transversal o Eje Neovolcánico.

Está separada del golfo de California por una amplia llanura costera que se ensancha hacia el desierto de Sonora (Noroeste de México). Sus montañas con una altitud media de 2,440 m y una máxima que alcanza los 3,500 m, constituyen el borde occidental de la árida altiplanicie mexicana, integrando un vasto y elevado escarpe

cortado por ríos que fluyen hacia el Oeste, como el Río Fuerte y el Río Grande de Santiago, formando profundos cañones, conocidos como barrancas, que pueden superar los 1,000 m de profundidad y rivalizan con el Gran Cañón en magnitud. Son siete las barrancas que integran la sierra; las más espectaculares son la Barranca del Cobre y la Barranca de Urique (que desciende hasta los 1879 m de altura), surcadas por grandes ríos, entre ellos el Conchos que irriga gran parte del estado de Chihuahua

Para el estudio de la Sierra Madre Occidental, se han definido 9 subprovincias Fisiográficas denominadas:

9. Sierras y Valles del Norte
10. Sierras y Cañadas del Norte
11. Sierras y Llanuras Tarahumaras
12. Pie de la Sierra
13. Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses
14. Sierras y Llanuras de Durango
15. Gran Meseta y Cañadas Duranguenses
16. Mesetas y Cañadas del Sur
- **17. Sierras y Valles Zacatecanos**



El municipio en su totalidad y por lo tanto la microcuenca y la zona de construcción se ubica en la Subprovincia fisiográfica llamada Sierras y Valles Zacatecanos (100%)

la Subprovincia Sierras y Valles Zacatecanos se caracteriza por sus sierras altas, de 2,300 a 2,700 msnm, alargadas en sentido norte-sur, frecuentemente rematadas por mesetas que alternan con valles, también

Consulta pública

alargadas en esa misma dirección. Los pisos de los valles son de pendientes suaves, con mayor frecuencia presentan terrazas y lomeríos, que probablemente son producto de la erosión de antiguos pisos de valles más altos. El drenaje se dirige a través de los valles hacia el noreste y sólo en su porción austral se encuentran algunas corrientes que desembocan hacia el sur, en los ríos Verde y Grande de Santiago.

La subcuenca y por ende el área del proyecto se encuentra en la Región fisiográfica Mesa del Centro, que está delimitada al Norte y Este por la Sierra Madre Oriental; al oeste, por la Sierra Madre Occidental; y en su parte sur, por el Eje Neovolcánico. Políticamente abarca territorios de los estados de Aguascalientes, Coahuila, Durango, Guanajuato, Jalisco, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas.

De estas, el área del proyecto "**Privada Colinas del Padre Sexta Sección**" y la RE que fue delimitada se ubica en la subprovincia fisiográfica **Sierras y Valles Zacatecanos**, tal como se muestra en el plano siguiente.

Plano 17 Subprovincia fisiográfica

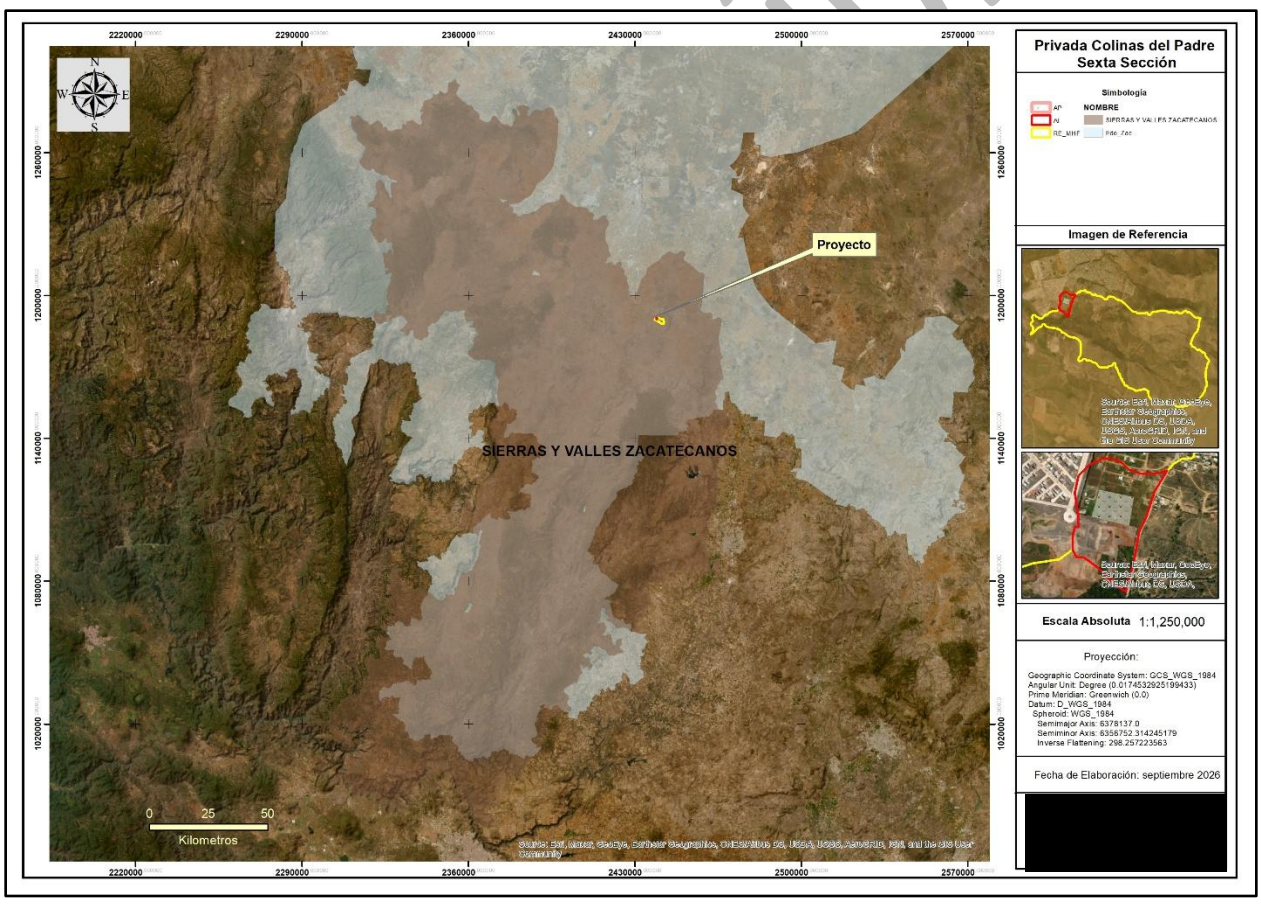


Tabla 61 Fisiografía

Clave Provincia Fisiográfica	Clave Subprovincia Fisiográfica	Entidad de Provincia	Entidad de Subprovincia	Provincia Fisiográfica	Subprovincia Fisiográfica	Porcentaje de incidencia
III	17	Provincia	Subprovincia	Sierra Madre Occidental	Sierras y Valles Zacatecanos	100

La Subprovincia de Sierras y Valles Zacatecanos, forma parte de la Provincia III, Sierra Madre Occidental, y se caracteriza por un relieve predominantemente accidentado, constituido por una alternancia de sierras, lomeríos y valles intermontanos. Las sierras presentan orientación general predominantemente norte-sur y están asociadas con valles de amplitud variable, donde se desarrollan superficies relativamente planas que han favorecido el establecimiento de actividades agrícolas y asentamientos humanos. El paisaje presenta una marcada variación altitudinal y topográfica, con pendientes que van de moderadas a pronunciadas en las zonas serranas y menores en los valles. Desde el punto de vista geológico, predominan materiales de origen volcánico, particularmente rocas ígneas extrusivas, mientras que en las partes bajas se encuentran depósitos sedimentarios y aluviales. Esta configuración del relieve condiciona el comportamiento del drenaje superficial, los procesos erosivos, la formación de suelos y la distribución de la vegetación, determinando las características ambientales del territorio.

Topoformas

En el municipio de Zacatecas se presenta un relieve heterogéneo, conformado por diversas unidades de topoformas. De acuerdo con la caracterización fisiográfica, las principales unidades corresponden a Bajada con lomerío (43.8 %), Sierra baja (17.5 %), Lomerío con bajadas (14.6 %), Meseta escalonada (13.0 %), Lomerío con llanuras (7.0 %) y Sierra alta con mesetas (4.1 %). Esta distribución refleja la diversidad del relieve municipal y la transición entre superficies de menor pendiente y unidades de mayor expresión topográfica.

Para el Área de Influencia (AI) se identificó una sola unidad de topoforma, correspondiente a Lomerío con cañadas, la cual comprende el 100 % de la superficie del AI. Esta unidad se caracteriza por un relieve de lomeríos asociado a pequeñas depresiones y cauces que condicionan el comportamiento del escurrimiento superficial. Dentro del Área del Proyecto (AP) también se presenta exclusivamente la topoforma de Lomerío con cañadas, ocupando el 100 % de su superficie. La configuración del terreno presenta un desnivel suave con tendencia general en sentido sur–norte, condición que favorece la conducción de los escurrimientos superficiales hacia las partes bajas del terreno. La distribución espacial de esta unidad se presenta en el Plano 18. Sistema de Topoformas.

En el Área de Estudio Regional (ER), el relieve presenta una configuración más diversa, en la que predominan superficies de meseta que transaccionan gradualmente hacia lomeríos en dirección sur–norte. El terreno presenta relieves de suaves a moderados, con variaciones topográficas que se prolongan hacia los márgenes del AP. En términos generales, el paisaje geomorfológico del RE corresponde a un relieve de lomeríos en el que interactúan procesos de erosión y acumulación, asociados a la dinámica natural del terreno y al escurrimiento superficial. A partir del geoprocesamiento de la información

consulta pública

topográfica se obtuvo la distribución de las unidades de topoformas representadas en el Plano 18 y la Tabla 67 de distribuciones que se presentan para el estudio.

Tabla 62 Distribuciones de topoformas en el RE

Clave	Entidad	Nombre	Descripción
202-0/01	Sistema de topoformas	lomerío	Lomerío con cañadas
302-0/03	Sistema de topoformas	Meseta	Meseta Basáltica con Lomerío

Plano 18. Sistema de Topoformas

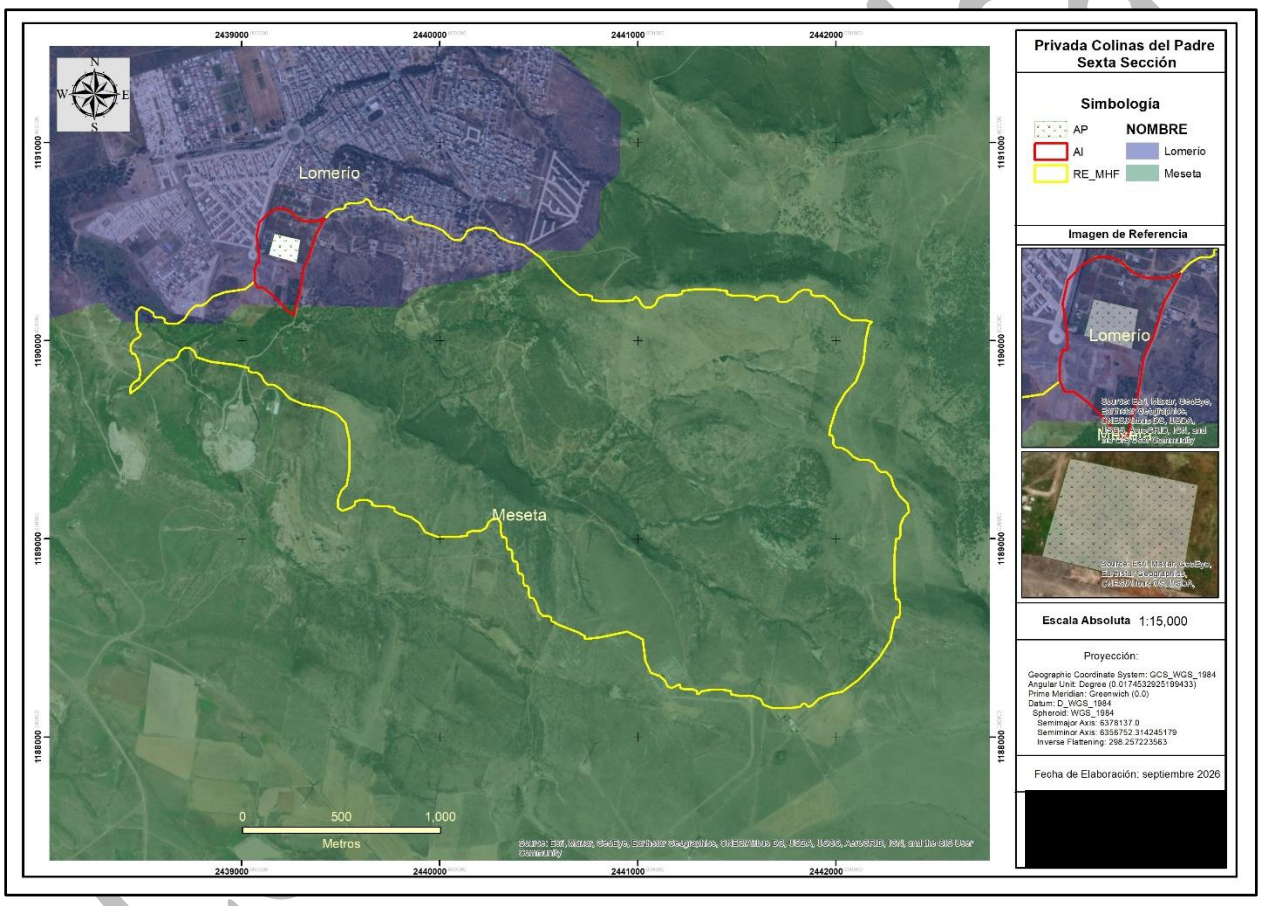


Tabla 63 Distribuciones de topoformas en el AI

Clave	Entidad	Nombre	Descripción	Superficie de incidencia
202-0/01	Sistema de topoformas	Lomerío	lomerío	100%

De acuerdo con la cartografía fisiográfica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, Serie III, escala 1:250,000), el área de estudio se localiza dentro de una unidad principales del Sistema de Topoformas: lomerío (clave 202-0/01).

III.7.1.4 Edafología

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), mediante sus Cartas Edafológicas Serie II y el Inventario Nacional de Suelos, ha identificado los principales grupos de suelos conforme a la clasificación FAO-UNESCO/WRB, destacando los siguientes tipos:

- Leptosoles y Regosoles, en zonas montañosas y áridas con escaso desarrollo edáfico.
- Phaeozems y Chernozems, en regiones templadas con alta materia orgánica.
- Vertisoles, en planicies con materiales arcillosos expansivos.
- Calcisoles y Gypsisoles, en ambientes áridos y semiáridos con acumulación de carbonatos o yeso.
- Luvisoles y Acrisoles, en zonas tropicales y subhúmedas con procesos de lavado de arcillas.

A escala específica de la RE se presenta una caracterización edafológica distribuida en un suelo primario de leptosoles descritos con la clave LPeuli + LVcrlen + LPmohk / 2, estos suelos corresponden a una asociación edáfica integrada principalmente por Leptosoles eútricos (LPeuli), Luvisoles crómicos (LVcrlen) y Leptosoles mólicos (LPmohk), con una textura media (clase 2). Los Leptosoles son suelos generalmente someros, de desarrollo limitado y asociados con materiales rocosos o superficies de relieve irregular, por lo que presentan una capacidad de almacenamiento de agua relativamente baja y pueden ser susceptibles a procesos de erosión cuando se elimina la cobertura vegetal. Los Luvisoles crómicos presentan un mayor desarrollo edáfico, con acumulación de arcilla en el subsuelo y, generalmente, colores rojizos o pardos que reflejan condiciones de buena oxidación. La combinación de estas unidades refleja un paisaje con variaciones importantes en profundidad, desarrollo y propiedades físicas del suelo, relacionadas principalmente con el relieve, el material parental y las condiciones de drenaje. La textura media favorece un equilibrio entre retención de humedad y permeabilidad, aunque las limitaciones de profundidad de los Leptosoles pueden restringir el desarrollo radicular y el aprovechamiento agrícola.

En conjunto, la información refleja una alta homogeneidad edafológica, con predominio de suelos típicos de regiones semiáridas que presentan restricciones como poca profundidad efectiva, contenido elevado de fragmentos gruesos y variabilidad en fertilidad.

Plano 19. Edafología.

Consulta pública

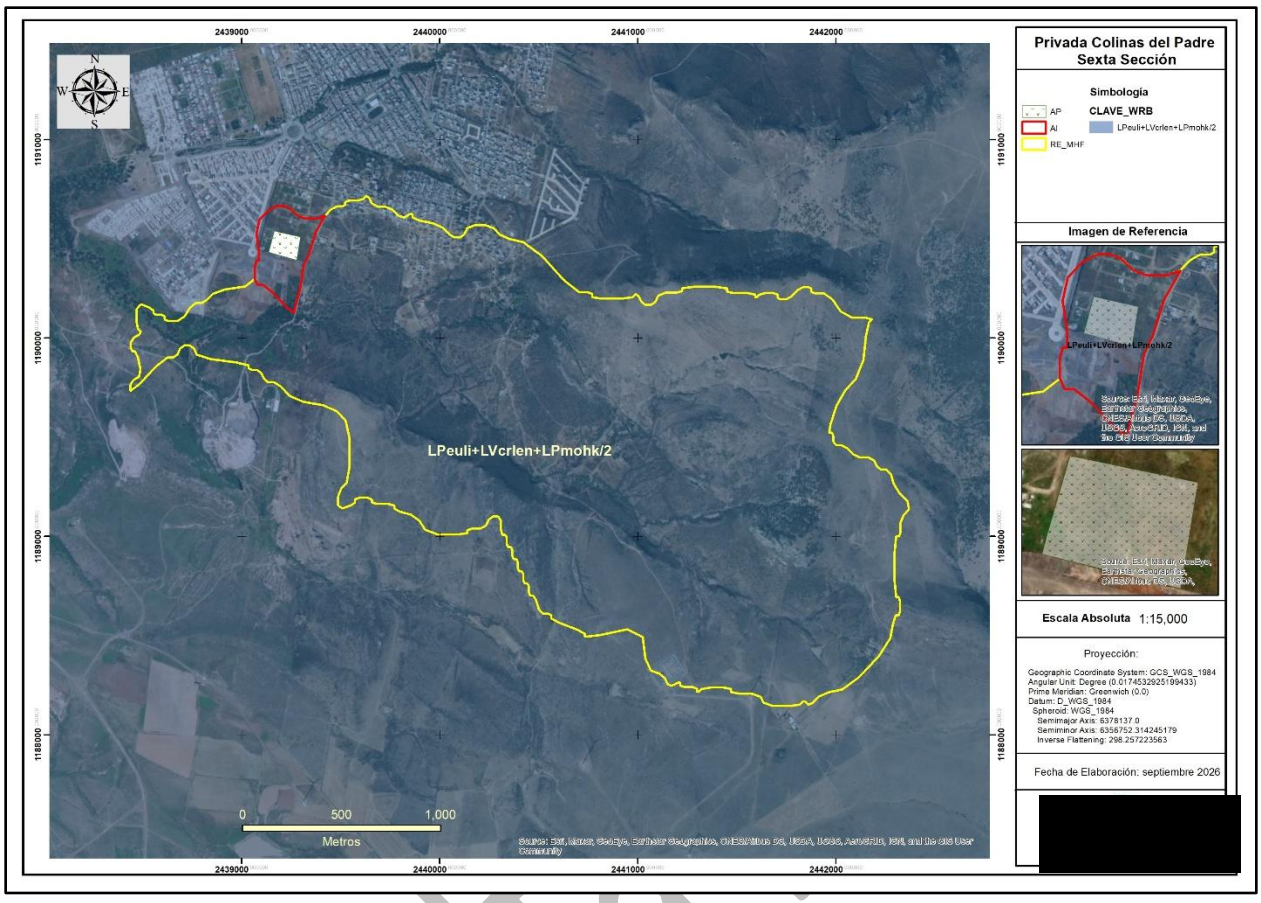


Tabla 64. Edafología ER_INEGI

Calificador 1 del suelo. Adjetivos de Unidades	Tercer grupo de suelo	"Tercer calificador del suelo, propiedades del suelo "	Calificador 2 del suelo. Adjetivos de Unidades	"Calificador del grupo de suelo, propiedades del suelo "	"Segundo calificador del suelo, propiedades del suelo"	Calificador 3 del suelo. Adjetivos de Unidades	Clave edafologica	Primer grupo de suelo	Fragmentos de roca	Segundo grupo de suelo	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (ha)	Porcentaje
Eutrico (eu)	Leptosol (LP)	Hiperesquelético (hk)	Crómico (cr)	Lítico (li)	Epilépticо (lep)	Mólico (mo)	LPeuli+LVcrlen+LPmohk/2	Leptosol (LP)	No	Luvisol (LV)	5,390,050	**539.00 ha (m^2**	100%

III.7.1.5 Geología

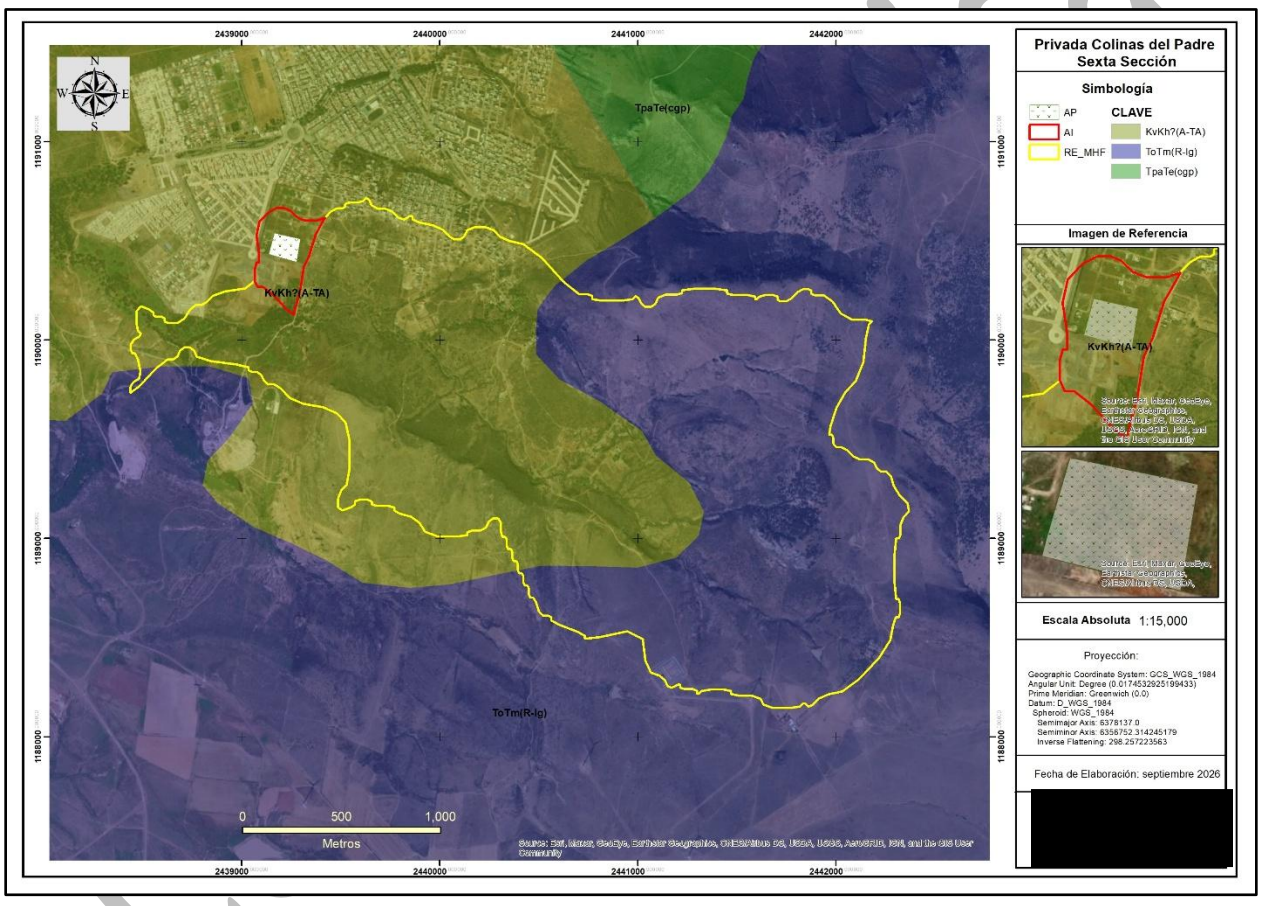
Para el inicio del análisis de esta variable ambiental se partió por definir las condiciones geológicas existentes en el municipio de Zacatecas, encontrándolas de la siguiente manera:

Tabla 65. Geología del Municipio

Zacatecas	**Periodo:**	Terciario (40.2%), Cuaternario (39.8%), Triásico (8.4%), Cretásico (3.9%), Neógeno (2.1%) y Paleógeno (0.6%)
	Roca:	Terciario (40.2%), Cuaternario (39.8%), Triásico (8.4%), Cretásico (3.9%), Neógeno (2.1%) y Paleógeno (0.6%)

Sitios de interés	Minas: plata, plomo y cobre Bancos de material: mampostería

De forma más precisa, para la RE se generó una caracterización geológica con base en la carta f13-B58 escala 1:50 000, obtenida del Servicio Geológico Mexicano y descrita con el apoyo del diccionario de datos geológicos escala 1:50 000. Los datos geológicos generados corresponden a la "versión 1", donde se tiene que la RE se encuentra conformada predominantemente por rocas ígneas intrusivas del mezozoico y cretacico, lo que indica un origen relativamente reciente dentro de la historia geológica de México. Estas unidades litológicas reflejan procesos volcánicos y sedimentarios activos durante el Mioceno y el Plioceno, etapas caracterizadas por intensa actividad tectónica y vulcanismo continental.



Plano 20 Geología

Tabla 66. Geología de la RE

Clave	Clase	Tipo litológico	Era / Sistema	Superficie	%
Tom(R-Ta)	Ígnea extrusiva	Riolita – Toba ácida	Cenozoico, Terciario (Oligoceno–Mioceno)	321.6471 ha	59.67 %
K(Pa)	Ígnea intrusiva	Pórfido andesítico	Mesozoico, Cretácico	209.4716 ha	38.86 %

TR(E)	Metamórfica	Esquisto	Mesozoico, Triásico	7.8863 ha	1.46 %

Descripción geológica de la RE

La región ecológica presenta una composición geológica dominada por materiales ígneos extrusivos, que representan el 59.67 % de la superficie, correspondientes a riolita y toba ácida del Cenozoico, Terciario (Oligoceno–Mioceno). En segundo término, se encuentran las rocas ígneas intrusivas, con una ocupación del 38.86 %, representadas por pórfido andesítico de edad Mesozoica, Cretácica. Finalmente, las rocas metamórficas, constituidas por esquistos del Triásico, presentan una incidencia reducida, de apenas 1.46 %. Esta configuración evidencia un territorio con una marcada influencia del vulcanismo y de procesos magmáticos, sobre los cuales se han desarrollado diferentes formas del relieve y condiciones edáficas. La diversidad de materiales parentales condiciona las características del paisaje, la profundidad y propiedades de los suelos, así como los procesos de erosión, infiltración y escurrimiento superficial. En conjunto, la región presenta un predominio de terrenos volcánicos y una heterogeneidad geológica secundaria asociada con cuerpos intrusivos y afloramientos metamórficos, que contribuyen a la variabilidad ambiental y fisiográfica del área de estudio.

Tabla 67. Geología del AI

Clave	Clase	Tipo litológico	Era / Sistema	Superficie	%
K(Pa)	Ígnea intrusiva	Pórfido andesítico	Mesozoico, Cretácico	11.28 ha	100 %

El área de influencia se localiza dentro de la Provincia Geológica Complejo Orogénico Zacatecano, una unidad regional que comprende un conjunto de estructuras y materiales geológicos asociados a la evolución tectónica de la región. En el ámbito local, el análisis espacial identifica como unidad litológica predominante de tipo Porfirio andesítico, con rocas ígneas del sistema mesozoico.

III.7.1.6 Región Sísmica de México

Con fines de diseño antisísmico, la República Mexicana se dividió en cuatro zonas sísmicas, utilizándose los catálogos de sismos del país desde inicios de siglo.

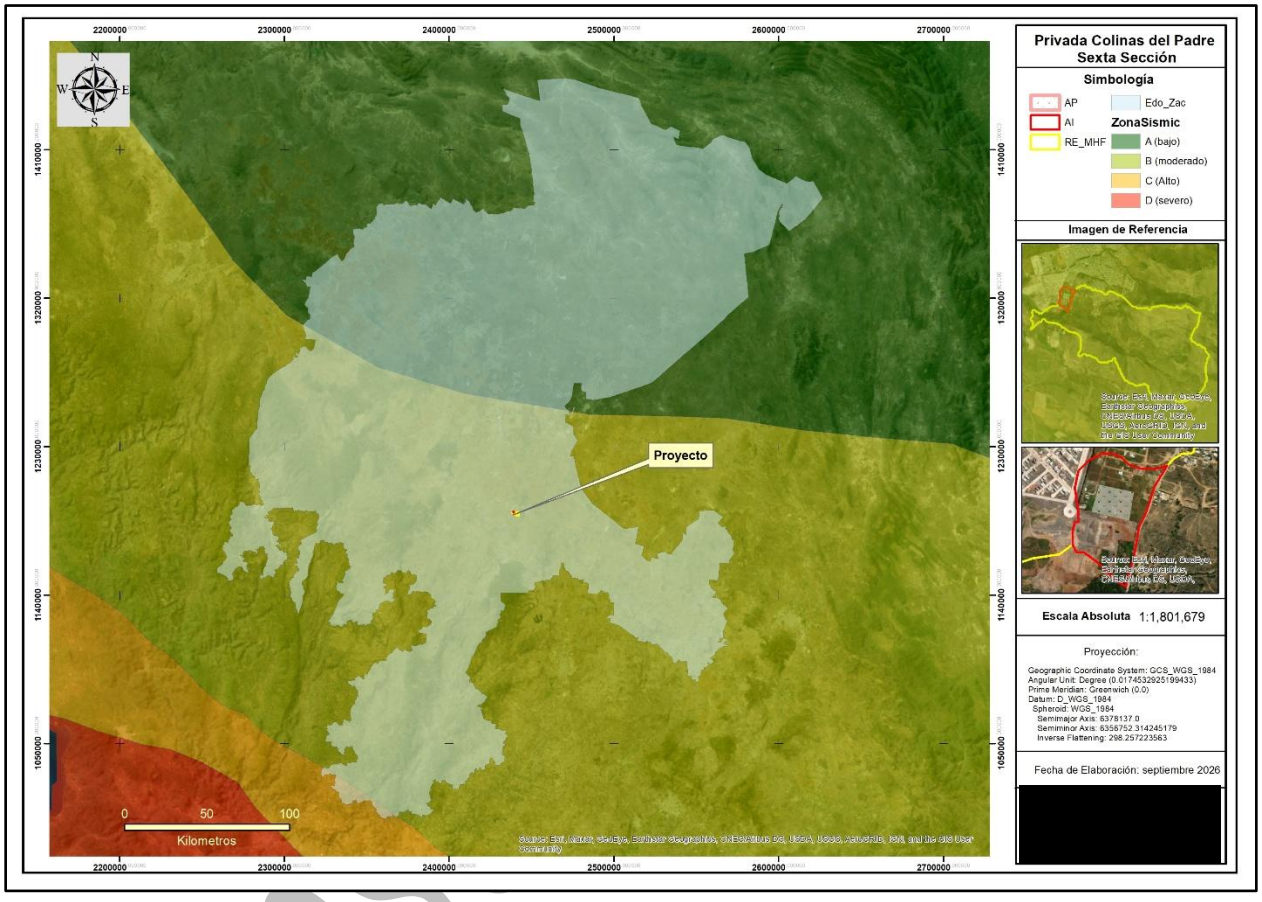
La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.

Las zonas B y C son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

Consulta pública

La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Plano 21. Región Sísmica



Tomada de: Manual de diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo) de la Comisión Federal de Electricidad

De acuerdo con la información obtenida, la Región Ecológica que se ha delimitado y el área del proyecto "**Privada Colinas del Padre Sexta Sección**" se ubican en la zona clasificada como "B" que es una zona intermedia, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

De la misma manera y con el fin de identificar los riesgos presentes en el área del proyecto, se consultó además el Atlas de Nacional de Riesgos para realizar el análisis espacial a la zona del proyecto, donde se arroja que no existe riesgo de deslizamientos, derrumbes, inundaciones, movimientos de la tierra y actividad volcánica.

III.7.3 Componente Socioeconómico

El proyecto se localiza en el municipio de Zacatecas, dentro de la zona urbana de la ciudad de Zacatecas, específicamente en el sector de Colinas del Padre, al sur de la conurbación Zacatecas-Guadalupe. De acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano de Zacatecas-Guadalupe, el Distrito Colinas del Padre comprende las diferentes secciones del fraccionamiento y diversos asentamientos localizados en su entorno, caracterizándose por una predominancia de usos habitacionales y por procesos de consolidación y expansión urbana.

El contexto inmediato del proyecto corresponde, por tanto, a un ambiente predominantemente urbano habitacional, en el que existe una combinación de vivienda, equipamiento urbano, comercio y servicios. La información municipal disponible identifica a Colinas del Padre como una zona de crecimiento urbano progresivo, con diferentes etapas de consolidación y construcción. Asimismo, se señala la existencia de equipamientos y unidades económicas destinadas principalmente a satisfacer las necesidades cotidianas de la población residente.

La información del Censo de Población y Vivienda 2020 constituye la principal fuente estadística para la caracterización de las condiciones demográficas, sociales y económicas del municipio y de sus unidades territoriales menores. INEGI dispone de información desagregada a nivel de AGEB y manzana urbana, lo que permite complementar el análisis municipal con información espacialmente más próxima al área del proyecto.

III.7.3.1 Población

El municipio de Zacatecas registró una población de 149,607 habitantes en 2020, de acuerdo con información derivada del Censo de Población y Vivienda. Esta población forma parte de la zona urbana de la capital estatal y mantiene una estrecha relación funcional con el municipio de Guadalupe y con el resto de la conurbación.

A escala local, Colinas del Padre constituye un sector habitacional de importancia dentro de la estructura urbana de Zacatecas. El crecimiento de la zona se ha desarrollado mediante diferentes secciones y conjuntos habitacionales, generando una estructura urbana relativamente diversificada en cuanto a densidades, características de vivienda y niveles de consolidación. El instrumento de planeación urbana identifica en el distrito vivienda de densidad alta, media y baja, además de sectores en proceso de expansión y regularización.

III.7.3.2 Vivienda

El municipio presenta un importante predominio del uso habitacional dentro de su estructura urbana. De acuerdo con INEGI, en Zacatecas se contabilizaron 607,616 viviendas particulares en el conjunto de la entidad durante el Censo 2020, de las cuales 72.8 % se encontraban habitadas.

En el área de Colinas del Padre predomina la vivienda de tipo urbano, con presencia de fraccionamientos y conjuntos habitacionales de diferentes características. El Programa de Desarrollo Urbano reconoce dentro del distrito diferentes densidades habitacionales, así como sectores en proceso de consolidación y expansión.

Esta condición resulta relevante para el proyecto pretendido, debido a que su naturaleza habitacional es compatible, en términos generales, con el patrón de ocupación existente en el entorno. No obstante, el desarrollo deberá considerar la capacidad de las redes de agua potable, drenaje sanitario, energía eléctrica, vialidades y demás servicios urbanos, particularmente en función del incremento de población residente que genere el nuevo fraccionamiento.

Consulta pública

III.7.3.3 Infraestructura y servicios

Colinas del Padre cuenta con infraestructura y equipamiento urbano asociados al desarrollo habitacional. Entre los servicios existentes en diferentes sectores se identifican redes de agua potable, alcantarillado, electrificación y alumbrado público, así como vialidades, banquetas, áreas verdes y equipamiento urbano.

Asimismo, la zona cuenta con equipamientos destinados a satisfacer necesidades de educación, recreación, comercio y atención médica. Entre ellos se encuentra la Unidad Deportiva Colinas del Padre, así como establecimientos comerciales de escala regional y barrial. La presencia de estos equipamientos contribuye a la consolidación de la zona como un sector habitacional integrado a la estructura urbana de la ciudad.

En materia de salud, dentro de Colinas del Padre se encuentra la Unidad de Medicina Familiar No. 57 del IMSS, que constituye parte de la infraestructura de atención primaria disponible para la población de la zona.

Sin embargo, los instrumentos de planeación urbana han identificado problemáticas relacionadas con agua, drenaje y accesibilidad, así como la existencia de un número limitado de accesos principales en determinados sectores. Estas condiciones deberán ser consideradas en la evaluación de los impactos acumulativos y sinérgicos asociados al crecimiento urbano.

III.7.3.4 Actividades económicas

La economía del municipio de Zacatecas presenta una marcada orientación hacia las actividades urbanas, comerciales y de servicios, en correspondencia con su función como capital estatal y centro regional de actividades administrativas, educativas, comerciales y de servicios.

En el entorno de Colinas del Padre se observa una estructura económica predominantemente orientada al comercio y prestación de servicios de proximidad, complementada por actividades profesionales, administrativas y otros servicios vinculados con la población urbana. El diagnóstico urbano identifica numerosas unidades económicas dentro del sector, destinadas principalmente a satisfacer las necesidades cotidianas de los residentes.

La ejecución del proyecto podrá generar efectos económicos positivos de carácter temporal durante las etapas de preparación del sitio y construcción, particularmente mediante la contratación de mano de obra, adquisición de materiales, contratación de servicios especializados y demanda de bienes y servicios locales. Durante la etapa de operación, el principal efecto socioeconómico estará relacionado con la incorporación de nuevas viviendas y población residente a la dinámica económica y urbana de la zona.

III.7.3.5 Equipamiento urbano y estructura de servicios

La zona de Colinas del Padre presenta un nivel de consolidación urbana que permite la existencia de equipamientos destinados a cubrir diferentes necesidades de la población. Entre éstos se incluyen instalaciones educativas, deportivas, comerciales y de atención médica.

La presencia de comercio de escala local y de establecimientos de mayor tamaño favorece el abastecimiento de bienes de consumo cotidiano sin requerir desplazamientos hacia otros sectores de la ciudad. De manera

Consulta pública

complementaria, la existencia de instalaciones deportivas y espacios públicos contribuye a la integración social y recreativa de la población.

No obstante, el crecimiento habitacional deberá acompañarse de una adecuada planeación de las redes de infraestructura y de la capacidad de los equipamientos existentes, particularmente en materia de agua potable, drenaje sanitario, movilidad y disposición de residuos sólidos urbanos.

III.7.3.6 Vialidad y movilidad

La estructura urbana de Colinas del Padre se encuentra integrada a la red vial de la ciudad de Zacatecas mediante vialidades colectoras y locales. El desarrollo de la zona ha generado una estructura vial interna que permite la comunicación entre las diferentes secciones habitacionales y su conexión con las principales vialidades de la ciudad.

Como aspecto relevante para el proyecto, el diagnóstico urbano señala que determinados sectores de Colinas del Padre presentan limitaciones de accesibilidad debido a la concentración de los flujos en determinados accesos, situación que puede generar problemas de movilidad durante los periodos de mayor demanda.

En consecuencia, la incorporación del nuevo fraccionamiento deberá considerar su conexión con la estructura vial existente, procurando que los accesos, vialidades internas y conexiones con la red urbana sean suficientes para atender los desplazamientos generados por la nueva población.

III.7.3.7 Calidad de vida y condiciones sociales

El entorno inmediato del proyecto corresponde a una zona urbana predominantemente habitacional y con un proceso importante de consolidación. Los registros disponibles para las diferentes secciones de Colinas del Padre muestran niveles de marginación clasificados como muy bajos, de acuerdo con información municipal utilizada para la evaluación de necesidades de infraestructura.

Por otra parte, la existencia de vivienda consolidada, infraestructura urbana, comercio, servicios médicos, equipamiento deportivo y otros servicios permite considerar que el área presenta condiciones de integración funcional con la ciudad de Zacatecas.

Desde el punto de vista socioeconómico, el proyecto puede contribuir a la satisfacción de la demanda de vivienda y a la consolidación de una zona urbana que ya presenta un patrón predominantemente habitacional. Los principales aspectos para considerar no corresponden, por tanto, a una transformación de un entorno rural a uno urbano aislado, sino a los efectos derivados de la incorporación de nuevas viviendas dentro de un sector urbano en proceso de consolidación y expansión.

III.7.3.8 Percepción y posibles efectos sobre la población

Durante las etapas de preparación y construcción pueden generarse molestias temporales para la población cercana relacionadas con tránsito de vehículos, movimiento de maquinaria, generación de polvo, ruido, restricciones temporales de circulación y presencia de personal de obra. Estos efectos deberán ser controlados mediante medidas específicas de prevención y mitigación.

Consulta pública

Durante la operación, los principales aspectos socioeconómicos estarán asociados con el incremento de población residente, generación de viajes, demanda adicional de agua potable y drenaje, generación de residuos sólidos urbanos y demanda de servicios públicos.

En contraparte, el proyecto puede generar efectos positivos mediante la generación de empleos temporales durante la construcción, contratación de servicios locales, incremento de la actividad comercial y disponibilidad de nueva oferta habitacional, contribuyendo al proceso de consolidación urbana del sector.

III.8 Diagnóstico ambiental: grado de conservación o deterioro

Para calificar el estado de la Región Ecológica se integraron cuatro líneas de evidencia: la cartografía de uso de suelo y vegetación de la Serie VII de INEGI recortada a la poligonal de 539.00 ha, la verificación directa realizada el 16 de septiembre de 2026 en los 20 sitios de muestreo distribuidos en el Área del Proyecto, el Área de Influencia y la Región Ecológica, los parámetros poblacionales e índices de diversidad de flora y fauna obtenidos de ese levantamiento, y la caracterización de los componentes abióticos descrita en el apartado III.7. El resultado de las cuatro fuentes es consistente entre sí: se trata de un territorio que conserva una proporción elevada de cubierta vegetal, pero cuyo grado de conservación es, en la mayor parte de su superficie, de regular a deteriorado.

Cobertura vegetal y grado de transformación. En términos de superficie, 454.16 ha de la Región Ecológica, equivalentes al 84.26 %, mantienen cubierta natural: 253.71 ha de matorral crasicaule (47.07 %) y 200.44 ha de pastizal natural (37.19 %). Las 84.85 ha restantes (15.74 %) corresponden a coberturas de origen antrópico: 68.68 ha de pastizal cultivado (12.74 %), 14.75 ha de asentamientos humanos (2.74 %) y 1.42 ha de pastizal inducido (0.26 %). Esta proporción describe un paisaje que todavía no ha perdido su matriz vegetal, pero en el que una sexta parte del territorio ya fue convertida y en el que la conversión avanza desde el borde urbano hacia el interior de la poligonal. El Área de Influencia refleja con claridad ese frente de cambio, pues el 36.63 % de su superficie corresponde ya a asentamientos humanos, frente al 2.74 % que representan en el conjunto de la Región Ecológica.

La cubierta natural no equivale a un buen estado de conservación. La verificación de campo matiza de manera importante la lectura cartográfica. De los 20 sitios levantados, 13 corresponden a vegetación secundaria, 12 de matorral xerófilo y uno de pastizal secundario y no a comunidades primarias. Únicamente un sitio, el 2 RE, situado sobre un cauce intermitente con bosque de galería, fue calificado con un estado “bueno”; el resto se distribuye entre “regular a bueno” (4 sitios), “regular” (9), “malo a regular” (4) y “malo” (2). Asimismo, 18 de los 20 sitios registraron algún indicio de perturbación: presencia de caminos y viviendas inmediatas en 10, excretas de ganado en 10, evidencia de incendio en 3 y obra en construcción contigua en 3. El Área del Proyecto ilustra bien esta condición, ya que sus cinco sitios fueron calificados como “regular”, todos ellos sobre vegetación secundaria de matorral xerófilo y todos con caminos, viviendas o ganado en su entorno inmediato. La clasificación de la propia microcuenca como cuenca “con impacto medio-alto”, señalada en el apartado III.1, resulta congruente con lo observado.

Vegetación y diversidad florística. El inventario registró 75 especies, 57 géneros y 20 familias en el conjunto de las tres áreas. La Región Ecológica concentra la mayor riqueza, con 74 especies y un índice de Shannon de

Consulta pública

3.21, seguida del Área de Influencia con 51 especies (H' 2.83) y del Área del Proyecto con 42 especies (H' 2.51). La disminución de la riqueza hacia el interior del predio no obedece a un cambio de ecosistema, sino a la simplificación de la comunidad por efecto de la proximidad urbana, el Área del Proyecto carece por completo de estrato arbóreo y su estrato arbustivo está dominado por *Mimosa aculeaticarpa*, especie característica de matorral secundario y de sitios sometidos a pastoreo. Las curvas de acumulación de especies refuerzan esta lectura, pues mientras las del Área de Influencia y del Área del Proyecto tienden con claridad a la asíntota, lo que indica comunidades comparativamente pobres y homogéneas, cuyo inventario se completa con pocos sitios, la de la Región Ecológica no la alcanza, con 74 especies observadas frente a 87.65 esperadas conforme al estimador Chao 2. La heterogeneidad y la riqueza remanentes del mosaico se conservan, por tanto, fuera del entorno inmediato del proyecto. El dendrograma de similitud confirma esta interpretación, ya que los sitios del Área del Proyecto y del Área de Influencia se agrupan entre sí y con los sitios de matorral de la Región Ecológica más próximos al frente urbano.

Elementos de valor que subsisten. Pese al deterioro descrito, la Región Ecológica conserva elementos de interés para la conservación. Doce especies de la familia Cactaceae se encuentran listadas en el Apéndice II de la CITES; *Coryphantha delicata* está sujeta a protección especial (Pr) conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y se registró en las tres áreas de estudio, incluido el predio; y *Mammillaria jaliscana* aparece como vulnerable en la Lista Roja de la UICN. Estos registros obligan a considerar acciones de rescate, resguardo y reubicación aun cuando el conjunto de la vegetación presente un grado de perturbación evidente. En el mismo sentido, los bosques de galería asociados a los cauces intermitentes constituyen los únicos tramos en buen estado dentro de la poligonal y funcionan como corredores para el desplazamiento de la fauna.

Fauna. El levantamiento registró 14 especies en la Región Ecológica, 8 en el Área de Influencia y 8 en el Área del Proyecto, con dominancia clara de las aves, que aportan 12 de las 14 especies, además de un reptil (*Sceloporus torquatus*, endémico) y un mamífero (*Sylvilagus audubonii*). Ninguna de las especies efectivamente observadas se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y el conjunto está integrado por elementos generalistas y tolerantes al borde urbano, como *Spizella atrogularis y Toxostoma curvirostre*. El contraste con la distribución potencial es, en sí mismo, un indicador del estado de la comunidad faunística: de las 124 especies con distribución potencial en la zona, 17 cuentan con categoría de riesgo, y ninguna de ellas fue detectada en campo. Los valores de similitud de Jaccard, de 60.00 % entre el Área del Proyecto y el Área de Influencia y de 57.14 % entre cada una de ellas y la Región Ecológica, junto con índices de Whittaker de 0.25 y 0.27, confirman una baja diferenciación entre las tres áreas, propia de un hábitat homogéneo y simplificado. La mayor riqueza de la Región Ecológica se explica, en buena medida, por la presencia de los bosques de galería, ausentes tanto en el predio como en su entorno inmediato.

Suelo y relieve. La Región Ecológica se asienta sobre una asociación edáfica de Leptosoles eútricos, Luvisoles crómicos y Leptosoles mólicos, identificada con la clave LPeuli + LVcrlen + LPmohk / 2 y textura media. Los Leptosoles son suelos someros, de desarrollo limitado, con contenido elevado de fragmentos gruesos y baja capacidad de almacenamiento de agua, por lo que responden con rapidez a la pérdida de cobertura y se recuperan con lentitud. Esta condición, combinada con una pendiente media de 4.64 % en la microcuenca y de 5.73 % en la unidad de drenaje del Área de Influencia, y con un régimen de lluvias concentrado en verano de 476.6 mm anuales en promedio, de los cuales julio aporta 104 mm, define una fragilidad intrínseca del recurso frente a cualquier remoción de la cubierta vegetal. El deterioro actual del suelo puede calificarse como moderado, pero con una susceptibilidad alta a agravarse en cuanto se pierde la protección superficial.

Consulta pública

Hidrología superficial. El drenaje de la Región Ecológica es de tipo intermitente y la microcuenca fue clasificada como cuenca efímera, en la que la escorrentía se presenta únicamente algunas horas después de los eventos de lluvia. No existen cuerpos de agua permanentes dentro de la poligonal. La superficie ya impermeabilizada por los desarrollos habitacionales colindantes ha modificado localmente los patrones de escurrimiento, incrementando el volumen y la velocidad del flujo que llega a los cauces. Estos cauces sostienen la única vegetación en buen estado del área, por lo que constituyen el elemento hidrológico y ecológico más sensible del sistema.

Hidrología subterránea. Es el componente que presenta el mayor grado de deterioro y el único cuyo estado es abiertamente crítico. La totalidad de la Región Ecológica se ubica sobre el acuífero Calera, clave 3225, cuyo territorio se encuentra íntegramente vedado desde 1960 y que fue publicado en condición de sin disponibilidad. El balance de aguas subterráneas del periodo 1997-2015 arroja una disponibilidad media anual negativa de 67.26 hm^3 por año, con abatimientos del nivel estático de entre 2 y 30 m en la mayor parte de su superficie, 2,097 obras activas censadas y una extracción conjunta de 176.5 hm^3 anuales, de los cuales el 90.2 % se destina al uso agrícola. Se trata de un deterioro de escala regional, muy superior al ámbito de la Región Ecológica, que ningún proyecto individual puede revertir, pero al que toda nueva demanda se suma.

Atmósfera, ruido y paisaje. La calidad del aire y los niveles sonoros del entorno responden ya a un contexto urbano consolidado, con tránsito vehicular sobre vialidades colectoras y locales, frentes de obra en proceso y resuspensión de partículas en los tramos sin pavimentar. El paisaje del Área del Proyecto y del Área de Influencia es un paisaje de borde, en el que la vivienda, la vialidad y la infraestructura son ya elementos dominantes de la cuenca visual y en el que el matorral remanente aparece como fragmento intersticial más que como fondo escénico continuo. El valor escénico del predio es, en consecuencia, bajo, y su modificación no altera una cuenca visual de calidad.

Síntesis del diagnóstico. La Región Ecológica no corresponde a un ecosistema en buen estado de conservación y, conforme al análisis de vinculación desarrollado en el capítulo II, no incide sobre área natural protegida ni sobre regiones prioritarias para la conservación. Su condición general es la de un mosaico semiárido periurbano con grado de deterioro medio, en el que se distinguen tres situaciones: un deterioro alto y de origen regional en el agua subterránea; un deterioro medio-alto en la vegetación y el suelo de la franja contigua al frente urbano, donde se ubican el Área del Proyecto y el Área de Influencia, con vegetación secundaria en la totalidad de sus sitios de muestreo; y un deterioro medio, con enclaves en mejor estado, en la porción oriental de la Región Ecológica y en los cauces intermitentes, que conservan matorral crasicaule y bosque de galería. De este diagnóstico se desprende que el valor ambiental por proteger no reside en la calidad ecológica de la superficie por afectar, que es baja, sino en las funciones que el conjunto todavía cumple: la infiltración, el control de la erosión, la permanencia de poblaciones de cactáceas listadas y la conectividad que proporcionan los cauces. Sobre esa base se orientan las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración propuestas en el capítulo IV.

III.9 Problemáticas ambientales de la Región Ecológica

A partir del diagnóstico anterior se identifican las problemáticas ambientales que operan actualmente sobre la Región Ecológica. Se presentan ordenadas conforme a la magnitud territorial de su efecto y constituyen la línea base del análisis de impactos acumulativos desarrollado en el apartado IV.4.3, ya que el proyecto no se inserta

Consulta pública

en un entorno inalterado, sino en uno donde estos procesos se encuentran en curso y afectan a los mismos componentes ambientales sobre los que aquél incidirá.

Expansión urbana y periurbana. Es la problemática de mayor peso dentro de la poligonal y la que explica la posición del predio. Las secciones previas de Colinas del Padre y los desarrollos colindantes ocupan 14.75 ha dentro de la Región Ecológica, y en el Área de Influencia los asentamientos humanos representan ya el 36.63 % de la superficie. El proceso opera por frentes sucesivos, donde cada nueva etapa consume matorral crasicaule, sella de manera definitiva superficie con función de infiltración, fragmenta el hábitat disponible y desplaza el borde hacia el interior del área conservada. Su expresión en campo fue directa, pues tres de los 20 sitios de muestreo se levantaron a un costado de obra en construcción y diez registraron caminos o viviendas inmediatas. A ello se añade la presión sobre las redes de agua potable, drenaje sanitario y vialidad, que los propios instrumentos de planeación urbana identifican como problemáticas en el distrito Colinas del Padre.

Sobreexplotación del acuífero Calera. La totalidad de la Región Ecológica se ubica sobre el acuífero Calera (3225), cuyo balance arroja una disponibilidad media anual de −67.26 hm^3, resultado de una recarga de 91.1 hm^3 frente a una extracción comprometida de 157.16 hm^3 y una descarga natural comprometida de 1.2 hm^3. La configuración de evolución del nivel estático para el periodo 1997-2015 registra abatimientos de 2 a 30 m en la mayor parte de la superficie, con conos de abatimiento asociados a las zonas de concentración de la extracción agrícola. El territorio está vedado por tiempo indefinido desde 1960 y no existe volumen disponible para otorgar nuevas concesiones. El uso agrícola concentra el 90.2 % del volumen extraído, de modo que la problemática es de origen regional y predominantemente agrícola, si bien el crecimiento habitacional de la conurbación incrementa de manera sostenida la demanda de agua potable, que representa el 6.3 % del volumen.

Agricultura de temporal. La cartografía registra 68.68 ha de pastizal cultivado dentro de la Región Ecológica, equivalentes al 12.74 % de su superficie. La actividad implica la sustitución de la cubierta vegetal natural, el laboreo recurrente del suelo, la pérdida progresiva de materia orgánica y de estructura edáfica, y la exposición de la superficie durante los periodos de barbecho, precisamente cuando se concentran las lluvias de verano. Sobre Leptosoles someros como los que dominan la zona, esta condición favorece el arrastre de las capas superficiales y el aporte de sedimentos hacia las partes bajas de la microcuenca.

Ganadería extensiva y pastoreo. Se desarrolla principalmente sobre las 200.44 ha de pastizal natural, que representan el 37.19 % de la Región Ecológica, y se extiende hacia las áreas de matorral, incluidos el Área del Proyecto y el Área de Influencia. La evidencia de campo es amplia, ya que se registraron excretas de ganado en 10 de los 20 sitios de muestreo, y la presencia de 1.42 ha de pastizal inducido confirma la inducción deliberada de forraje. Sus efectos son el ramoneo y el pisoteo de la vegetación, la compactación superficial del suelo, la limitación de la regeneración natural del matorral y el favorecimiento de especies espinosas y poco palatables, lo que explica en buena medida la dominancia de Mimosa aculeaticarpa en el estrato arbustivo del predio. A ello se suma el desplazamiento de la fauna silvestre y la competencia por los recursos disponibles.

Incendios. Se identificó evidencia de incendio en tres sitios de la Región Ecológica, los sitios 3 RE, 4 RE y 9 RE, todos ellos calificados entre “malo” y “malo a regular” y dos de ellos con presencia simultánea de ganado o de vivienda contigua. En un matorral crasicaule sobre suelos someros, el fuego afecta de manera desproporcionada a las cactáceas, consume la materia orgánica superficial y el banco de semillas, y da paso a

Consulta pública

comunidades secundarias cuya recuperación es lenta por las condiciones de aridez. La coincidencia espacial con las zonas de pastoreo y con el borde urbano sugiere un origen antrópico recurrente, asociado a la quema de pastos y a la presencia de personas en el área.

Caminos, vialidades y emisión de polvos. La red de caminos y vialidades que atraviesa la Región Ecológica genera resuspensión de partículas en los tramos sin pavimentar, incremento de los niveles sonoros, efecto de borde sobre la fauna y riesgo de atropellamiento. El diagnóstico urbano señala, además, que determinados sectores de Colinas del Padre presentan limitaciones de accesibilidad por la concentración de los flujos en pocos accesos, lo que prolonga los tiempos de circulación y acentúa las emisiones asociadas al tránsito.

Alteración del drenaje natural y erosión hídrica. La combinación de una cuenca efímera, pendientes medias de 4.64 % y 5.73 %, precipitación concentrada en verano y Leptosoles someros determina una respuesta hidrológica rápida y un suelo poco resistente. La impermeabilización progresiva de las áreas urbanizadas aguas arriba incrementa el volumen y el gasto pico del escurrimiento, favorece la incisión de los cauces intermitentes y aumenta el arrastre de sedimentos hacia los mismos tramos donde se concentra la vegetación en mejor estado. La problemática es, por tanto, doblemente relevante, pues afecta al recurso suelo y, a través de él, al único elemento del sistema con valor ecológico reconocido.

Residuos sólidos y descargas sanitarias. El crecimiento habitacional incrementa la generación de residuos sólidos urbanos y el volumen de descargas que reciben las redes existentes. Los instrumentos de planeación urbana identifican problemáticas relacionadas con el agua y el drenaje en el distrito, y en recorridos de campo se observan las condiciones propias de un borde urbano, con residuos dispersos en las zonas de contacto entre vivienda y matorral. La acumulación de descargas dentro de la misma unidad hidrogeológica constituye, asimismo, una presión sobre la calidad del agua subterránea.

Presión sobre especies listadas y simplificación de la comunidad biológica. Las doce especies de Cactaceae incluidas en el Apéndice II de la CITES y *Coryphantha delicata*, sujeta a protección especial, conviven con caminos, vivienda y pastoreo, condición que facilita su afectación directa y su extracción. En el componente faunístico, el contraste entre las 124 especies de distribución potencial 17 de ellas con categoría de riesgo y las 14 efectivamente registradas, ninguna listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, evidencia una comunidad empobrecida y dominada por especies generalistas de borde urbano. Esta simplificación es consecuencia acumulada de las problemáticas anteriores y no de un evento único.

Consideración para la evaluación. Las problemáticas descritas comparten tres rasgos relevantes para el análisis del capítulo IV: son previas al proyecto, tienen un origen difuso y multiactor que excede la capacidad de gestión del promovente, e inciden sobre los mismos componentes que el proyecto afectará, es decir, el suelo, la vegetación, la hidrología superficial y subterránea y la fauna. Por esa razón, la contribución del proyecto debe evaluarse en términos incrementales y no absolutos, y así se hace en los apartados IV.2 y IV.4.3, donde se aplica un factor de acumulación sobre la importancia individual de cada impacto. De igual forma, estas problemáticas orientan el diseño de las medidas propuestas, particularmente las dirigidas a la conservación del suelo y a la retención de agua en una superficie equivalente a la afectada, a la reforestación compensatoria con especies nativas y al control de emisiones de polvo durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

Consulta pública

III.10 Reporte general de incidencias del proyecto y de su Área de Influencia

Incidencia	Elemento del proyecto que incide	Superficie de incidencia	% respecto de la superficie total del proyecto
Uso de suelo y vegetación	Asentamiento Humano	4.1308	36.63%
	Matorral Crasicaule	7.1428	63.35%
Áreas de importancia ambiental (ANP, ADVC, humedal, AICA, regiones prioritarias, UMA)	-	-	0
Corrientes y cuerpos de agua	-	-	0
Ecosistemas relevantes	-	-	0
Otro (especificar)	-	-	-

Consulta pública

Capítulo IV. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración

IV.1 Metodología de identificación y evaluación de impactos y justificación de su selección

En este capítulo partiremos por definir el término Impacto Ambiental, este término (presentado en esta formulación por primera vez en 1824), se forma de *impactus* que en latín significa literalmente "chocar". Pero, en 1960 se le otorgó el toque figurativo de acción fuerte y perjudicial. Así, en conjunción con la palabra ambiental, se le dio un significado de efecto producido en el ambiente y los procesos naturales por la actividad humana en un espacio y un tiempo determinados (Wathern, 1988, 7). De este modo se puede decir que el impacto ambiental (IA) implica los efectos adversos sobre los ecosistemas, el clima y la sociedad debido a las actividades, como la extracción excesiva de recursos naturales, la disposición inadecuada de residuos, la emisión de contaminantes y el cambio de uso del suelo, entre otros. En términos de la legislación mexicana el término es definido en la LGEEPA como "*Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza".*

En la actualidad el Impacto ambiental es entonces, cualquier cambio en el medioambiente, sea beneficioso o adverso, resultante en todo o en parte de las actividades, productos o servicios de una actividad. Así pues, el impacto ambiental se manifiesta según tres facetas sucesivas:

- La modificación de alguno de los factores ambientales o del conjunto de la Región Ecológica (RE).

- La modificación del valor del factor alterado o del conjunto de la Región Ecológica (RE).

- La interpretación o significado ambiental de dichas modificaciones, y en último término, para la salud y el bienestar humano.

El impacto ambiental no puede ser entendido como una serie de modificaciones aisladas producidas sobre los correspondientes factores, sino como una o varias cadenas, frecuentemente entrelazadas, de relaciones causa-efecto con sus correspondientes sinergias, si es el caso (Sánchez y Cols., 2020).

Para apoyar esta definición podemos iniciar con la forma de clasificación de estos posibles impactos que a juicio de experiencias podemos identificar.

Tabla 68. Clasificación de Impactos Ambientales

Criterio de clasificación	Clases
Por el carácter	***Impacto simple:*** se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado. ***Impactos acumulativos:*** son resultantes del impacto incrementado de la acción propuesta sobre algún recurso común cuando se añade a acciones pasadas, presentes y esperadas en el futuro.

Consulta pública

Por la relación causa-efecto	***Primarios:*** son aquellos efectos que causa la acción y que ocurren generalmente al mismo tiempo y en el mismo lugar de ella (obvios y cuantificables). ***Secundarios:*** son aquellos cambios indirectos o inducidos en el ambiente.
Por el momento en que se manifiestan	***Latente:*** es aquel que se manifiesta al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la actividad que lo provoca. ***Inmediato:*** es aquel que en el plazo de tiempo entre el inicio de la acción y el de manifestación es prácticamente nulo. ***Momento* Crítico**: es aquel en que tiene lugar el más alto grado de impacto, independiente de su plazo de manifestación.
Por la interrelación de acciones y/o alteraciones	***Impacto simple:*** es el que se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado. ***Impactos acumulativos:*** son resultantes del impacto incrementado de la acción propuesta sobre algún recurso común cuando se añade a acciones pasadas, presentes y esperadas en el futuro.
Por la extensión	***Puntual:*** cuando la acción impactante produce una alteración localizada. ***Parcial:*** supone una incidencia apreciable en el área estudiada. ***Extremo:*** es en el que se detecta en una gran parte del territorio considerado. ***Total:*** es en el que se manifiesta de manera generalizada en todo el entorno considerado.
Por la persistencia	***Temporal:*** supone una alteración no permanente en el tiempo, con un plazo de manifestación que puede determinarse y que por lo general es corto. ***Permanente:*** supone una alteración indefinida en el tiempo.
Por la capacidad de recuperación del ambiente	***Irrecuperable:*** se da cuando la alteración del medio o pérdida que supone es imposible de reparar. ***Irreversible:*** supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar, por medio naturales, a la situación anterior a la acción que lo produce. ***Reversible:*** en que la alteración puede ser asimilada por el entorno a corto, medio o largo plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales.

Fugaz: en el que la recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa prácticas de mitigación.

Temas de Ciencia y Tecnología, 2013

La fase de identificación de los impactos ambientales que serán resultado de la realización del presente proyecto es de vital importancia ya que una vez conocidos estos se puede valorar el nivel de consecuencias. Para no omitir ningún aspecto importante se propone elaborar una lista de control que incluye los componentes ambientales, así como actividades del proyecto.

Teniendo clara una definición de impacto ambiental en términos teóricos y prácticos en México, se realiza la evaluación de los impactos ambientales generables o atribuibles al desarrollo del proyecto que en este documento se plantea, para lo cual se ha tomado de referencia la definición del término Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), descrito como *un instrumento de la política ambiental, cuyo objetivo es prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente así como la regulación de obras o actividades para evitar o reducir sus efectos negativos en el ambiente.*

Una buena evaluación de impacto ambiental puede contribuir a que se fijen trayectorias dirigidas a la sustentabilidad de un proyecto, facilitando la integración de cuestiones ambientales generales y creando condiciones convenientes para el desarrollo.

Al realizar una evaluación de impacto ambiental partiremos de la premisa que toda acción genera un impacto o cambio que puede dejar huella en diferentes aspectos como el ambiental, político, económico o social en la sociedad. Los impactos pueden dejar su impronta en el ambiente, los ecosistemas, las comunidades, la salud humana, en bienestar y además ésta huella puede ser positiva o negativa, pues la sociedad vive una relación de codependencia con el ambiente: las personas influyen en el ambiente y éste, a su vez, condiciona el estilo de vida de las personas.

Con esto entendido, la evaluación de impacto ambiental es aquella en la que son evaluadas las actividades planteadas sobre el ambiente. Por lo que este es más bien un proceso de identificación, predicción y evaluación durante el desarrollo de un proyecto propuesto, para proponer y definir acciones de prevención, disminución y mitigación que reduzcan los impactos ambientales identificados como negativos generando un proyecto más amigable ambiente y con una visión más completa de su desarrollo.

La evaluación del impacto ambiental tiene sus bases jurídicas en las disposiciones que al respecto establece la (LGEEPA), la cual considera como instrumentos de la política ambiental a los siguientes:

1) Planeación ambiental.
2) Ordenamiento Ecológico del territorio.
3) Instrumentos económicos.
4) Regulación ambiental de los asentamientos humanos.
5) Evaluación del impacto ambiental.
6) Normas oficiales mexicanas en materia ambiental.
7) Autorregulación y auditorías ambientales.

Consulta pública

8) Investigación y educación ecológicas.

Con el fin de prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente, así como la regulación de obras o actividades para evitar o reducir sus efectos negativos sobre el mismo durante la realización del proyecto "**Privada Colinas del Padre 6ta Sección**", se presenta la siguiente propuesta de evaluación de impacto ambiental.

Partiendo del entendimiento de los requerimientos para realizar la evaluación de los impactos ambientales que el proyecto pudiera producir, este documento abordó la descripción del proyecto, así como el estudio de línea de base, que consiste en un diagnóstico situacional que se realiza para determinar las condiciones ambientales de un área específica antes de llevar a cabo el proyecto. Lo principal es hacer un inventario detallado de todos los componentes implicados. Para este, se realizó una revisión bibliográfica, por medio de sistemas de información geográfica y mediante visitas a campo en las que se analizó y describió las condiciones encontradas en las áreas de estudio (capítulo III).

Para definir el entorno ambiental, se elaboró una lista de chequeo simple en la que se enmarcan los componentes ambientales que existen en el ecosistema en el que se realizará el proyecto, posteriormente se definieron las acciones y actividades contempladas que son susceptibles a actuar sobre el ambiente, finalmente mediante una evaluación cualitativa de las interacciones identificadas en el método matricial utilizado, se valoraron los impactos ambientales.

Conocidos los efectos se pueden valorar las consecuencias con más o menos precisión por diferentes sistemas, para no omitir ningún aspecto importante, se hace útil el elaborar una lista de control lo más amplia posible, tanto de los componentes o factores ambientales como de las actividades del proyecto.

Para construir una lista de control, se puede tomar como referencia la propuesta por Leopold et al (1971) para su método matricial, reduciendo y adaptándola a las características del proyecto y del lugar. Para iniciar con la actividad se comenzó con la elaboración de una lista de chequeo simple en la que se enmarcan los componentes ambientales que existen en el ecosistema en que se realizará el proyecto, para posteriormente definir las acciones y actividades contempladas que sean susceptibles a actuar sobre el medio ambiente, finalmente mediante una evaluación cualitativa de las interacciones identificadas en una matriz de Leopold, definir y valorar los impactos ambientales.

IV.1.1 Lista de Chequeo de Factores ambientales

Siguiendo con lo manifestado, se creó una lista de los factores ambientales y los componentes que pudieran verse afectados por impactos ambientales provocados directa o indirectamente por las actividades del proyecto. Para el análisis del medio, este se dividió en tres Sistemas: Abiótico, Biótico y Socioeconómico, de los que se desglosan sus componentes susceptibles. En la tabla número 50 se presentan los componentes que de acuerdo con la evaluación realizada son susceptibles a recibir impactos:

Tabla 69. Componentes y factores ambientales (Canter, 2003) modificada para el proyecto

Medio	Componente

Consulta pública

Abiótico	Suelo
	Clima
	Atmósfera
	Hidrología
	Paisaje
	Procesos
Biótico	Flora
	Fauna
	Procesos
Socioeconómico	Población
	Infraestructura
	Medio Económico

Para la identificación de los factores ambientales se tomaron en cuenta los siguientes criterios, mismos que fueron considerados de acuerdo con la bibliografía consultada, siendo uno de los documentos la Guía para la elaboración de un Manifestación de impacto ambiental, así como el juicio propio de los técnicos que elaboraron el estudio.

- Ser representativos del entorno afectado, y, por tanto, del impacto total producido por la ejecución del proyecto sobre el medio ambiente.
- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Ser excluyentes, sin solapamientos ni redundancias.
- De fácil identificación, tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica o de trabajos de campo.
- De fácil cuantificación, dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles y habrá que recurrir a modelos de cuantificación específicos.

De los factores ambientales identificados se seleccionaron aquellos que serán potencialmente afectados por las acciones del proyecto, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Extensión: área de influencia en relación con el entorno
- Complejidad: compuesto de elementos diversos
- Rareza: no frecuente en el entorno
- Representatividad: carácter simbólico, incluye el carácter endémico

Consulta pública

- Naturalidad: natural, no artificial
- Abundancia: en gran cantidad en el entorno
- Diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno
- Estabilidad: permanencia en el entorno, firmeza
- Singularidad: valor adicional por la condición de distinto o distinguido
- Irreversibilidad: imposibilidad de que cualquier alteración sea asimilada por el medio debido a mecanismos de autodepuración
- Fragilidad: endebles, vulnerabilidad y carácter perecedero de cualquier factor
- Continuidad: necesidad de conservación
- Insustitubilidad: imposibilidad de ser remplazado
- Clímax: proximidad al punto de más alto valor ambiental de un proceso
- Interés ecológico: por su peculiaridad ecológica
- Interés histórico-cultural: por su peculiaridad histórico-monumental-cultural
- Interés individual: por su peculiaridad a título individual
- Dificultad de conservación: dificultad de subsistencia en buen estado
- Significación: importancia para la zona del entorno

Como conclusión de lo que fue mencionado los factores que se contemplaron para el proyecto son:

Tabla 70. Factores Ambientales.

Medio	Componente	Factor
Abiótico	Suelo	Erosión
		Calidad Física
		Calidad Química
	Clima	Modificación Climática
	Geología	Geología
		Topografía
	Atmósfera	Calidad
		Nivel Sonoro
	Hidrología	Cantidad

Consulta pública

		Calidad
		Patrón de Escurrimiento
	Paisaje	Cuenca Visual
		Calidad
		Valor Escénico
Biótico	Flora	Biodiversidad
		Abundancia
		% de Cobertura
		Especies de Importancia
	Fauna	Biodiversidad
		Abundancia
		Comportamiento
		% de refugio
		Especies de importancia
Socioeconómico		Población
		Infraestructura
		Economía

Consulta Pública

IV.1.2 Indicadores de Impacto Ambiental

Un indicador es una construcción abstracta que señala un aspecto o una condición de algún sistema, su propósito es mostrar la manera en que se está llevando el funcionamiento de un sistema. El indicador ayuda a determinar la dirección que debe tomarse para corregir o atender dicho aspecto, un indicador puede ser un signo o señal que manda un mensaje, potencialmente de numerosas fuentes, de una manera simplificada y útil.

Desde la perspectiva ambiental, un indicador es una medida, un índice de medidas o un modelo que caracteriza un ecosistema o alguno de sus componentes críticos. Un indicador puede reflejar atributos físicos, químicos o biológicos de la condición ambiental. Su uso está orientado a caracterizar el estado actual y a la vez poder predecir cambios significativos.

Las unidades de medida de cada indicador estarán determinadas por el propio indicador, y por lo tanto cada factor será medido en unidades diferentes; como consecuencia, no podrá realizarse una comparación entre dos factores basándose para ello exclusivamente en las medidas de los indicadores.

Criterios para la Selección y Evaluación de Indicadores

- **Relevancia:** Es la importancia que tiene el indicador respecto al factor o elemento ambiental que se está considerando, es decir, si es el más adecuado o idóneo para medir el impacto generado. Debe mostrar o responder algo que se requiere o se desea conocer sobre el sistema en cuestión. Este atributo permite a la vez captar o inferir información adicional del impacto generado.
- **Utilidad:** Se refiere a que el indicador debe en todo momento proporcionar información útil y valiosa sobre el comportamiento del componente, factor o elemento ecológico considerado. Este criterio permite discernir en la selección entre indicadores alternos en cuanto al tipo de información proporcionada de características similares.
- **Conocimiento:** Se refiere al conjunto de información (cantidad de datos a nivel local, regional o nacional) que se dispone para algún indicador, considerando la variabilidad de respuesta que puede presentar en espacio y tiempo. Esta información permitiría definir la aplicación que puede tener el indicador, es decir, si se empleará a nivel local o regional.
- **Comparabilidad:** Se refiere a la confiabilidad de la información que proporciona el indicador y en particular sobre el aseguramiento de la calidad en la metodología y procesamiento de datos e información para el desarrollo del mismo indicador. Al contar con estos requisitos, los datos pueden ser comparables.
- **Comprensión:** Se refiere a que la información proporcionada por el indicador debe ser lo más sencilla y de fácil entendimiento y comprensión para todo tipo de personas, expertas e inexpertas.
- **Implementación**: Se refiere a que el indicador debe ser fácil y práctico para su desarrollo y evaluación. Debe considerar los costos asociados a la metodología de muestreo, procesamiento y análisis, principalmente cuando se trate de indicadores poco relevantes.

Los indicadores ambientales empleados para la identificación y cuantificación se presentan a manera de listado en la tabla número 52, conforme el factor al cual se le atribuye.

Tabla 71. Indicadores de Impacto Ambiental

Factores	Indicador Ambiental	Comprobación simple del indicador
Calidad del aire	Unidades Móviles	Sensitivo/Visual/Monitoreo
	Emisión de Olores	Sensitivo
Ruidos y Vibraciones	Cantidad y Tipo de Equipos Utilizados	Sensitivo/Visual/Sonometría
	Presencia Humana	Visual

Consulta pública

Hidrología	Calidad del Agua	Análisis Hidrológico
	Alteración Potencial del Acuífero	Análisis Especifico
	Volumen de Infiltración	Cálculo Matemático Estimado
Suelo	Superficies con Erosión Hídrica y Eólica	Cálculo Matemático Estimado/Percepción Visual
	Superficies con Potencial de Erosión	Cálculo Matemático Estimado/Percepción Visual
	Superficies Erosionadas	Visual/ Cálculo Matemático
	Superficie Contaminada o con Residuos	Percepción Visual
Fauna	Número de Especies	Bitácora de Observaciones Directas
	Abundancia de las Especies	Bitácora de Observaciones Directas /Cálculo Estadístico
	Localización Potencial de Fauna Silvestre	Revisión Bibliográfica/ Bitácora de Observaciones Directas
	Efecto Barrera	Bitácora de Observaciones Directas y su Modificación
	Especies Protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010	Bitácora de Observaciones Directas
Flora	Número de Especies	Caracterización
	Abundancia de las Especies	Bitácora de Observaciones Directas/ Caracterización
	Superficie con Cobertura Vegetal	Cálculo Estadístico/Visual/Fotogrametría
	Especies Protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010	Bitácora de Observaciones Directas/ Caracterización
Paisaje	Cualidades Escénicas del Sitio	Percepción visual
Desarrollo económico	Número de Empleos Directos Generados	Revisión documental
	Derrama Económica	Revisión documental

IV.1.3 Criterios y Metodologías de la Evaluación de los impactos ambientales

Los criterios y metodología de la evaluación del impacto ambiental se definen como aquellos elementos que permiten valorar el impacto ambiental de un proyecto sobre el medio ambiente, los criterios permiten evaluar la importancia de los impactos producidos mientras que los métodos de evaluación tratan de valorar conjuntamente el impacto global de la obra.

Los métodos de evaluación de impacto ambiental más sencillos tienden a ser los más utilizados, incluyendo analogías, listas de verificación opiniones de expertos o también llamados dictámenes profesionales, cálculos de balance de masa y matrices, etc. Aún más los métodos de evaluación de impacto ambiental pueden no tener aplicabilidad uniforme en todos los países debido a diferencias en su legislación, marco de procedimientos, datos de referencia, estándares ambientales y programas de administración ambiental.

Para seleccionar el método de evaluación para este proyecto se pensó en un método que tuviera los siguientes aspectos:

1. Adecuado a las tareas que hay que realizar en la identificación de impactos o la comparación de opciones.
2. Ser lo suficientemente independientes de los puntos de vista personales del equipo evaluador y sus sesgos.
3. Ser económicos en términos de costes y requerimientos de datos, tiempo de aplicación, cantidad y tiempo de personal, equipo e instalaciones.

El procedimiento seleccionado para la evaluación de los impactos ambientales se basó en un análisis de las interacciones entre los elementos del sistema y las etapas y actividades del proyecto.

La metodología seleccionada para la evaluación de los impactos ambientales consistió en definir los factores ambientales que posee el proyecto, posteriormente se realizó una identificación cualitativa de los posibles impactos ambientales realizando un análisis para determinar cuáles de los factores serían los más afectados determinando la importancia de cada uno de los factores y la valoración de los impactos dando un valor a cada uno de los factores.

Se generó una matriz de interacción que es un método ampliamente usado en los procesos de evaluación, las variaciones de las matrices sencillas de interacción han sido desarrolladas para enfatizar rasgos característicos deseables, son un método muy útil para el estudio de diversas actividades, dentro de los procesos de evaluación.

Matriz de Interacciones de Leopold[1] (1971)

La matriz de Leopold es, fundamentalmente, una metodología de identificación de impactos. Básicamente se trata de una matriz que presenta, en las columnas, las acciones del proyecto y, en las filas, los componentes del medio y sus características. La matriz presenta una lista de acciones y elementos ambientales; cada acción debe ser considerada sobre cada uno de los componentes del entorno de manera a detectar su interacción, es decir los posibles impactos.

El análisis se realiza con la matriz de Leopold (Leopold et al., 1971). Esta matriz tiene en el eje horizontal las acciones que causan impacto ambiental; y en el eje vertical las condiciones ambientales existentes que puedan verse afectadas por esas acciones. Este formato provee un examen amplio de las interacciones entre acciones propuestas y factores ambientales.

En la matriz propuesta por Leopold, el número de acciones que figuran en el eje horizontal es de 100, el número de los factores ambientales que figuran en el eje vertical es de 88, esto resulta en un total de 8,800 interacciones. En la práctica, sólo algunas de las interacciones involucran impactos de tal magnitud e

[1] Leopold, L.B. et alt "*A procedure for Evaluating Environmental Impact",* circular 645, US Geological Survey, Washinton, DC, 1971

consulta pública

importancia para justificar un tratamiento detallado, por lo que, para la evaluación de este proyecto, se ha modificado la matriz, manteniendo la esencia de la matriz, en la cual se busca evaluar el signo y magnitud de cada interacción de la actividad con el elemento ambiental.

Para cada una de las categorías de elementos ambientales, la matriz considera los recursos, las características y los efectos ambientales que pueden ocasionar las acciones.

En términos generales, es posible aplicar la matriz de Leopold (Villadrich Morera y Tomasisni (1994) procediendo de la siguiente manera:

1. Se identifican las acciones que integran el proyecto (columnas) y se busca aquellas interacciones con los componentes o factores del medio (filas) sobre los que pueda producirse un impacto.
2. Los impactos (positivos o negativos) son identificados.
3. En cada casilla se indica la magnitud (M) valorada de 1 a 3. Los valores serán precedidos de los signos "+" o "-" según corresponda.

Tabla 72. Valoración Modificada

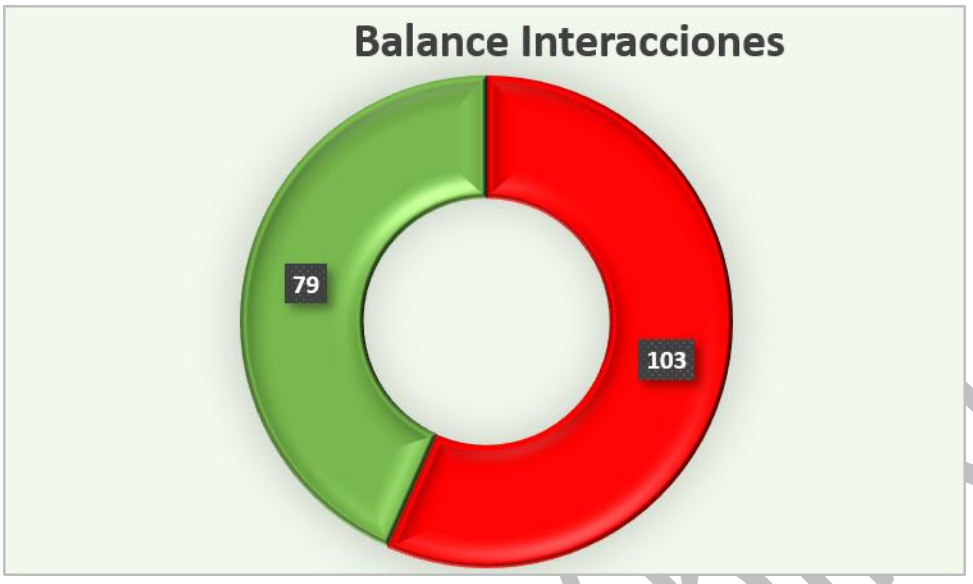
ID de valoración	Patrón de coloración asignada (-)	Patrón de coloración asignada (+)	Estimación
1			**Poco significativo**
2			**Significativo**
3			**Altamente significativo**

Lo anterior corresponde con una adaptación de metodologías con el fin de que nos permitan presentar una evaluación cualicuantitativa sencilla, que muestre a la autoridad de forma práctica los resultados estimados de la ejecución del proyecto.

Para este ejercicio se creó una matriz 16 actividades multiplicadas por 29 elementos ambientales, de la cual de forma cuantitativa se obtiene una posibilidad de 464 interacciones posibles. De este universo delimitado se identificó un potencial de 182, de las cuales 79 serán positivas, en contraste con 103 interacciones de resultados negativos.

Gráfico 18. Balance de Interacciones

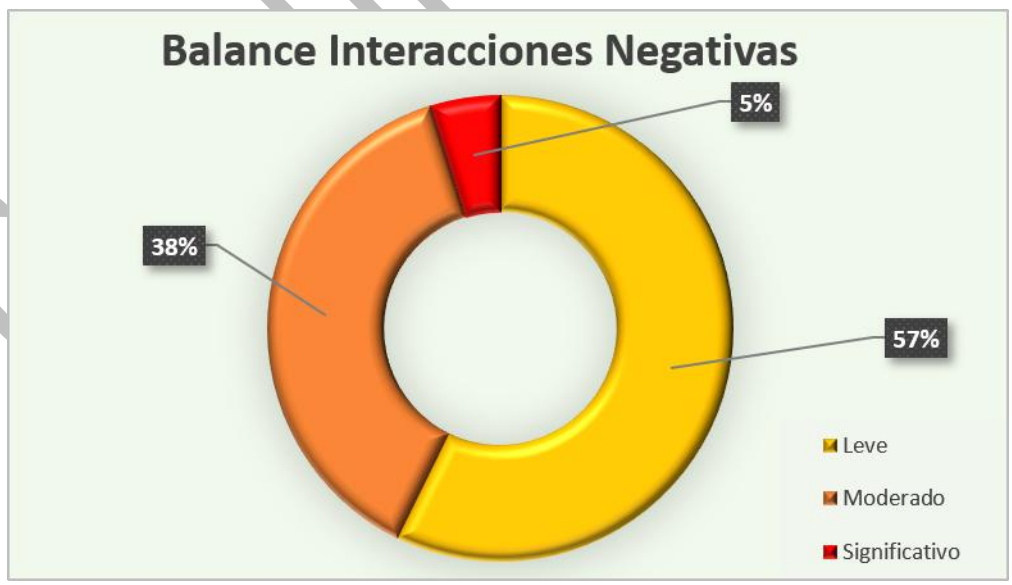
Consulta pública



De las interacciones negativas, se estima que 59 sean leves, 39 moderadas y 5 interacciones significantes.

Interacciones Negativas	Suma	Totales
Leve	59	
Moderado	39	
Significativo	5	51

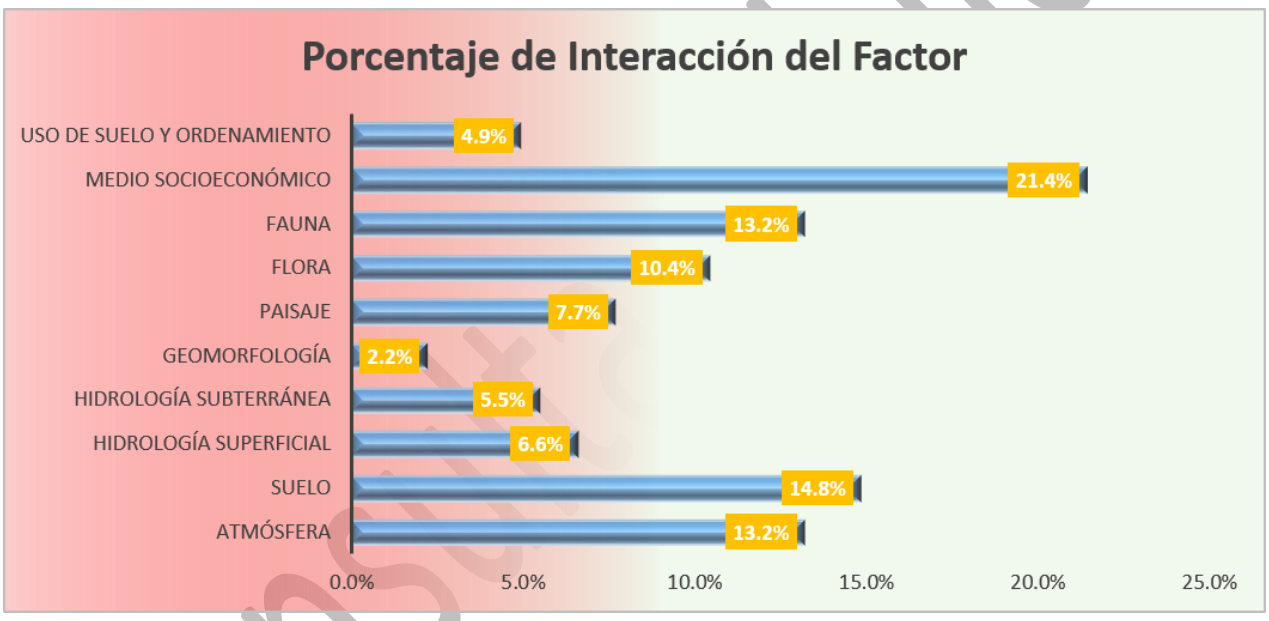
Gráfico 19. Balance de Interacciones Negativas



Debe mencionarse que este balance de interacciones no considera la evaluación de la implementación de medidas de prevención, atenuación y compensación que se tienen planeadas por desarrollar y por lo tanto no reflejan la evaluación de riesgos e impactos residuales del proyecto.

Numéricamente, el factor socioeconómico será el que reciba mayor afectación general con el 21.4 %, seguido del factor Atmosfera el cual será el que reciba la mayor cantidad de interacciones negativas con el 14.8 % del total esperado, en contraste con la geomorfología que apenas alcanzan el 2.22 % de las interacciones. Debe mencionarse que esta valoración refleja interacciones positivas y negativas, por lo que no significa que sea el factor más afectado. Así mismo debe considerarse que algunos factores solo presentan un indicador valorable.

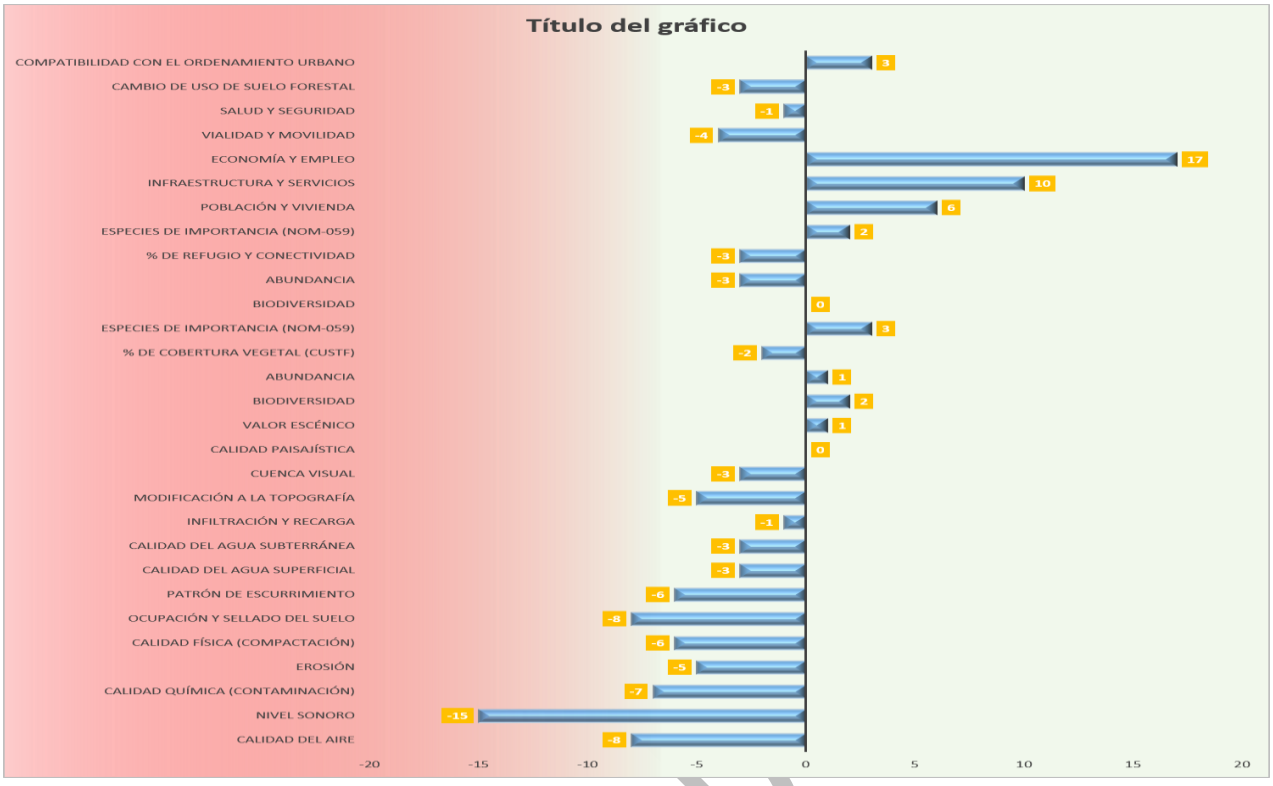
Gráfico 20 Porcentaje por Interacciones Negativas



Respecto a la evaluación global de afectación por factor, con la evaluación por interacciones, el factor socioeconómico presentara 17 interacciones, seguidas por la atmosfera será el que perciba una afectación negativa por factor de mayor importancia con un valor global de -15 seguida por la calidad del aire que recibirá una afectación con una valoración estimada de -8, es de destacar el factor flora y el socioeconómico, que reciben valores globales de -3 puntos.

Gráfico 21 Valor Global de Afectación por Factor

Consulta pública



Evaluación por método de Matriz Conesa

La Matriz de Impacto Ambiental, es el método analítico, por el cual, se le puede asignar la importancia (I) a cada impacto ambiental posible de la ejecución de un Proyecto en todas y cada una de sus etapas. Dicha Metodología, pertenece a Vicente Conesa Fernández Vitora (1997).

Ecuación para el Cálculo de la Importancia (I) de un impacto ambiental:

$$I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Dónde:

- ± =Naturaleza del impacto.
- I = Importancia del impacto
- i = Intensidad o grado probable de destrucción
- EX = Extensión o área de influencia del impacto
- MO = Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto
- PE = Persistencia o permanencia del efecto provocado por el impacto
- RV = Reversibilidad
- SI = Sinergia o reforzamiento de dos o más efectos simples
- AC = Acumulación o efecto de incremento progresivo
- EF = Efecto (tipo directo o indirecto) PR = Periodicidad
- MC = Recuperabilidad o grado posible de reconstrucción por medios humanos

El desarrollo de la ecuación de (I) es llevado a cabo mediante el modelo propuesto en el siguiente cuadro:

Consulta p

Signo		Intensidad (i) *	
Beneficioso	+	Baja	1
Perjudicial	-	Total	12
Extensión (EX)		**Momento (MO)**	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Critico	8
Critica	12		
Persistencia (PE)		**Reversibilidad (RV)**	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
Sinergia (SI)		**Acumulación (AC)**	
Sin sinergismo	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
Efecto (EF)		**Periodicidad (PR)**	
Indirecto	1	Irregular	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
Recuperabilidad (MC)			
Recup. Inmediato	1	**I = ± [3i +2EX+MO+PE +RV**	
Recuperable	2	**+SI +AC +EF+ PR +MC]**	
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

En función de este modelo, los valores extremos de la Importancia (I) pueden variar:

Tabla 73 Valoración Conesa

Inferiores a 25 son irrelevantes o compatibles con el ambiente
Entre 25y 50 son impactos moderados.



Entre 50 y 75 son severos

Superiores a 75 son críticos

Consulta pública

Tabla 74 Metodología Conesa

Sistema	Factor ambiental	Indicador / impacto	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	Signo	Significancia	Etapa crítica
Abiótico	Atmósfera	Calidad del aire	(-)	2	2	4	1	1	2	4	4	2	1	29	-29	Moderado	Preparación / Construcción
		Nivel sonoro	(-)	2	2	4	1	1	2	4	4	2	1	29	-29	Moderado	Construcción
	Suelo	Calidad química (contaminación)	(-)	2	1	4	2	2	1	1	4	2	2	26	-26	Moderado	Construcción / Operación
		Erosión	(-)	4	2	4	4	2	2	4	4	2	2	40	-40	Moderado	Preparación
		Calidad física (compactación)	(-)	4	2	4	4	2	1	4	4	4	2	41	-41	Moderado	Preparación / Construcción
		Ocupación y sellado del suelo	(-)	4	2	4	4	4	4	4	4	4	8	52	-52	Severo	Construcción
	Hidrología superficial	Patrón de escurrimiento	(-)	4	2	4	4	2	4	4	4	4	4	46	-46	Moderado	Preparación / Construcción
		Calidad del agua superficial	(-)	2	2	2	2	2	2	4	1	2	2	27	-27	Moderado	Operación
	Hidrología subterránea	Calidad del agua subterránea	(-)	1	2	1	2	2	2	4	1	2	2	23	-23	Irrelevante / compatible	Operación
		Infiltración y recarga	(-)	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	48	-48	Moderado	Construcción / Operación
	Geomorfología	Modificación a la topografía	(-)	4	1	4	4	4	1	1	4	4	4	40	-40	Moderado	Preparación
	Paisaje	Cuenca visual	(-)	2	2	4	4	2	4	4	4	4	2	38	-38	Moderado	Construcción
		Calidad paisajística	(-)	2	2	4	4	2	4	4	4	4	2	38	-38	Moderado	Construcción
		Valor escénico	(-)	1	1	4	4	2	2	4	1	4	2	28	-28	Moderado	Construcción
Biótico	Flora	Biodiversidad	(-)	4	1	4	4	4	2	4	4	4	4	44	-44	Moderado	Preparación
		Abundancia	(-)	4	1	4	4	4	2	4	4	4	4	44	-44	Moderado	Preparación
		% de cobertura vegetal (CUSTF)	(-)	8	2	4	4	4	4	4	4	4	4	60	-60	Severo	Preparación
		Especies de importancia (NOM-059)	(-)	2	1	4	2	2	1	1	4	2	2	26	-26	Moderado	Preparación
	Fauna	Biodiversidad	(-)	2	2	4	4	2	4	4	4	4	2	38	-38	Moderado	Preparación
		Abundancia	(-)	2	2	4	4	2	4	4	4	4	2	38	-38	Moderado	Preparación
		% de refugio y conectividad	(-)	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	48	-48	Moderado	Preparación / Construcción
		Especies de importancia (NOM-059)	(-)	2	1	4	2	2	2	1	4	2	2	27	-27	Moderado	Preparación
Socioeconómico	Medio socioeconómico	Población y vivienda	(+)	4	2	4	4	4	2	4	4	4	4	46	46	Moderado	Operación
		Infraestructura y servicios	(+)	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	46	46	Moderado	Operación
		Economía y empleo	(+)	2	2	4	2	1	2	4	4	2	1	30	30	Moderado	Todas
		Vialidad y movilidad	(-)	2	2	4	4	2	4	4	4	4	2	38	-38	Moderado	Operación
		Salud y seguridad	(-)	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	14	-14	Irrelevante / compatible	Construcción
	Uso de suelo y ordenamiento	Cambio de uso de suelo forestal	(-)	4	2	4	4	4	4	4	4	4	8	52	-52	Severo	Preparación
		Compatibilidad con el ordenamiento urbano	(+)	2	2	4	4	2	1	1	4	4	2	32	32	Moderado	Operación

Consulta pública

En términos generales, la evaluación mediante la metodología de Conesa muestra que el proyecto genera impactos ambientales predominantemente de significancia moderada, concentrados principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Los impactos de mayor importancia corresponden a la disminución de la cobertura vegetal (-60), la ocupación y sellado del suelo (-52) y el cambio del uso actual del suelo forestal (-52), clasificados como severos. Estos impactos se encuentran directamente relacionados con la transformación física del terreno requerida para el establecimiento del desarrollo habitacional.

Los impactos restantes presentan, en su mayoría, significancia moderada y se relacionan principalmente con la erosión, compactación del suelo, modificación de la infiltración y del patrón de escurrimiento, alteración del hábitat, paisaje, calidad del aire y niveles sonoros. Por su parte, los efectos sobre la población, infraestructura, servicios y empleo presentan una valoración positiva y moderada, mientras que la calidad del agua subterránea y la salud y seguridad presentan valores compatibles o irrelevantes dentro de la evaluación.

La aplicación de medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración deberá concentrarse prioritariamente en los impactos severos y en las interacciones entre vegetación, suelo e hidrología, mediante el control de la superficie de afectación, manejo adecuado del suelo, conservación y recuperación de áreas no ocupadas, control de escurrimientos y erosión, manejo de residuos y sustancias potencialmente contaminantes, así como las medidas de compensación que, en su caso, correspondan conforme a las autorizaciones aplicables. Con la aplicación efectiva de estas medidas, se prevé que los impactos temporales asociados a la preparación y construcción sean controlables y parcialmente reversibles, mientras que las modificaciones permanentes derivadas de la ocupación del suelo, cambio de cobertura vegetal y establecimiento de infraestructura permanecerán circunscritas al área autorizada.

IV.1.4 Caracterización de los Impactos

Para caracterizar los impactos ambientales se dividieron en factores, luego en etapas, para luego ser dirigidos en dos ramas positivas y negativas, estos últimos siendo los de mayor importancia en el proyecto que se está evaluando.

Atmosfera:

Disminución en la calidad del aire:	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del fraccionamiento se prevé una afectación temporal a la calidad del aire como consecuencia de las actividades de desmonte y despalme, movimiento de tierras, excavaciones, nivelación, carga y descarga de materiales, construcción de vialidades y edificación de viviendas, así como por el tránsito de maquinaria y vehículos dentro del área del proyecto. Estas actividades pueden generar principalmente emisiones de partículas suspendidas y polvos fugitivos, particularmente durante el manejo de materiales y el tránsito sobre superficies sin pavimentar. De manera complementaria, el funcionamiento de maquinaria, equipo y vehículos con motores de combustión interna generará emisiones de gases producto de la combustión, entre los que se encuentran monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxido

Consulta pública

	de azufre (SO_2) e hidrocarburos, cuya magnitud dependerá del número y tipo de equipos utilizados, tiempo de operación y condiciones de mantenimiento. Debido a la superficie relativamente reducida del proyecto, y al carácter temporal de las actividades de preparación y construcción, se estima que las emisiones serán de alcance principalmente local y de duración limitada, concentrándose en el área de intervención y su entorno inmediato. Durante la etapa de ocupación del fraccionamiento, las principales fuentes atmosféricas estarán asociadas al tránsito de vehículos particulares y a las actividades propias de mantenimiento y funcionamiento de las viviendas, por lo que se espera una menor intensidad respecto a la etapa constructiva. Para reducir la magnitud de este impacto se deberán implementar medidas como la humectación periódica de superficies y caminos de terracería, control de velocidad de los vehículos, cobertura de materiales susceptibles de generar polvo, mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos, restricción de actividades generadoras de polvo bajo condiciones meteorológicas desfavorables y delimitación de las áreas de trabajo. El impacto se caracteriza como negativo, directo, local, temporal y reversible, debido a que se origina como consecuencia directa de las actividades de preparación y construcción y puede disminuir una vez que éstas concluyan. Se considera parcial, debido a que sus efectos se restringen principalmente al área del proyecto y su entorno inmediato. La aplicación de medidas de prevención y mitigación permitirá reducir su intensidad.
Aumento en los niveles sonoros:	El desarrollo del fraccionamiento generará un incremento temporal en los niveles de ruido principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción, asociado al funcionamiento de maquinaria y equipo, incluyendo excavadoras, retroexcavadoras, cargadores, camiones, compactadores y herramientas utilizadas para las actividades de urbanización y edificación. El ruido generado será de carácter intermitente y variable, dependiendo del tipo de actividad, maquinaria utilizada y duración de los trabajos. Debido a la superficie del proyecto, se prevé que la influencia acústica se concentre principalmente en el área de construcción y sus inmediaciones. Los receptores potencialmente más sensibles estarán representados por la población asentada en las proximidades del proyecto y la fauna presente en los alrededores. Para disminuir la afectación se deberán establecer horarios de trabajo predominantemente diurnos, evitar la operación innecesaria de maquinaria en periodos de inactividad, mantener los equipos en condiciones adecuadas de funcionamiento y, cuando sea necesario, establecer medidas de control en los puntos donde se identifique una mayor generación de ruido. Durante la etapa de operación del fraccionamiento, los niveles sonoros estarán asociados principalmente al tránsito vehicular, actividades cotidianas de los habitantes y funcionamiento de instalaciones y equipos domésticos, por lo que no se espera una generación continua de ruido de la magnitud característica de la etapa constructiva. El impacto se clasifica como negativo, directo, local, temporal y reversible durante la etapa de construcción, debido a que se origina directamente por el uso de maquinaria y equipo y

Consulta P

	cesará al concluir las actividades constructivas. Se considera parcial, debido a que no compromete de manera generalizada el componente atmosférico de la región ecológica, y su intensidad podrá reducirse mediante la aplicación de medidas de prevención y control.

Suelo

Erosión:	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del fraccionamiento, el suelo será susceptible a procesos de erosión como consecuencia de la remoción de la cobertura vegetal, despalme, excavaciones, nivelación y movimiento de tierras requeridos para la construcción de viviendas, vialidades y demás obras de urbanización. La eliminación temporal de la cobertura superficial y la exposición del suelo desnudo incrementan su susceptibilidad al arrastre de partículas por acción del agua y del viento, particularmente durante eventos de precipitación intensa. Asimismo, el tránsito de maquinaria y vehículos puede generar compactación y alteración de la estructura superficial del suelo, reduciendo su capacidad de infiltración y favoreciendo el escurrimiento superficial. La concentración de escurrimientos en superficies desnudas o pendientes puede incrementar la formación de surcos y otros procesos erosivos localizados. El cambio de uso de suelo contempla una superficie de 1.6 ha, por lo que la afectación se encuentra espacialmente delimitada al área autorizada para el desarrollo. La pérdida de suelo asociada al desmonte y despalme representa una afectación directa sobre el recurso edáfico; sin embargo, su magnitud puede reducirse mediante la delimitación estricta del área de intervención, conservación del suelo fértil, manejo adecuado de los materiales producto del despalme, estabilización de superficies y establecimiento de medidas de control de escurrimientos. Una vez concluidas las obras, las superficies destinadas a viviendas y vialidades quedarán ocupadas de manera permanente, mientras que las áreas verdes y superficies permeables podrán ser acondicionadas para favorecer la estabilidad del suelo y disminuir los procesos erosivos. Por lo tanto, el impacto presenta una combinación de efectos temporales durante la construcción y permanentes en las superficies que sean ocupadas por infraestructura. En términos de caracterización, el impacto se considera negativo, directo, local, de intensidad baja a media y parcialmente reversible, debido a que la pérdida y alteración del suelo se deriva directamente de las actividades de preparación y construcción, mientras que la recuperación natural será limitada en las superficies ocupadas permanentemente. Su magnitud se encuentra restringida por la superficie relativamente pequeña del proyecto y puede disminuir mediante la aplicación de medidas de prevención, conservación y control de la erosión.

Contaminación:	Durante la preparación del sitio y construcción del fraccionamiento existe un riesgo potencial de contaminación del suelo asociado principalmente con el manejo de combustibles, lubricantes, aceites, aditivos, pinturas, solventes y otros materiales utilizados en la operación de maquinaria, vehículos y actividades constructivas. La ocurrencia de fugas o derrames accidentales podría provocar la incorporación de sustancias contaminantes al suelo y alterar sus propiedades físicas y químicas. De manera adicional, la generación de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos derivados de las actividades de construcción representa una fuente potencial de afectación cuando éstos son depositados directamente sobre el terreno o manejados de manera inadecuada. Entre los residuos esperados se encuentran restos de materiales de construcción, envases, cartón, plásticos, madera y residuos generados por el personal. El riesgo de contaminación será mayor durante las actividades constructivas que involucren el uso y mantenimiento de maquinaria y equipo. No obstante, se considera un impacto potencial y prevenible, cuya ocurrencia puede reducirse mediante el establecimiento de áreas específicas para almacenamiento y manejo de sustancias, mantenimiento preventivo de maquinaria fuera de las áreas de suelo natural cuando sea factible, disponibilidad de materiales para atención de derrames y manejo, separación, almacenamiento temporal y disposición adecuada de los residuos. En caso de presentarse un derrame, se deberá realizar su contención y recuperación inmediata, evitando su dispersión hacia otras áreas o hacia escurrimientos superficiales. El material contaminado deberá manejarse conforme a sus características y a la normativa ambiental aplicable. Durante la etapa de operación del fraccionamiento, el riesgo estará asociado principalmente con las actividades domésticas y el manejo de residuos generados por los habitantes, por lo que deberá mantenerse un sistema adecuado de recolección y disposición de residuos. En términos de caracterización, el impacto se considera negativo, directo, local, potencial, temporal y reversible, debido a que su ocurrencia depende de eventos accidentales o prácticas inadecuadas de manejo y puede ser atendido mediante medidas de prevención y acciones correctivas. Bajo condiciones normales de operación y con la implementación de las medidas de manejo correspondientes, se prevé una baja probabilidad de ocurrencia y una magnitud baja.

Flora

Disminución a la cobertura vegetal:	El desarrollo del proyecto contempla el cambio de uso de suelo en una superficie de 1.6 ha, por lo que durante la etapa de preparación del sitio será necesaria la remoción de la cobertura vegetal existente dentro del área autorizada para la construcción del fraccionamiento habitacional. Esta actividad representa una afectación directa sobre el componente florístico, al implicar la eliminación de individuos y comunidades vegetales

Consulta pública

	presentes en las superficies destinadas a viviendas, vialidades y demás obras de urbanización. La remoción de la vegetación ocasionará una disminución de la cobertura vegetal y de la biomasa existente, así como la modificación de las condiciones microambientales del sitio. De manera asociada, la pérdida de cobertura vegetal puede favorecer temporalmente procesos de erosión y modificar las condiciones de infiltración y escurrimiento superficial, particularmente en las superficies que permanezcan expuestas durante la construcción. La afectación estará espacialmente delimitada a las 1.6 ha sujetas al cambio de uso de suelo, por lo que no se prevé una disminución generalizada de la cobertura vegetal en la región ecológica. Asimismo, las actividades deberán restringirse estrictamente a la superficie autorizada, evitando la remoción innecesaria de vegetación en áreas colindantes. En las zonas destinadas a áreas verdes o superficies sin construcción permanente, podrá favorecerse el establecimiento y mantenimiento de cobertura vegetal mediante acciones de restauración, revegetación o manejo de áreas verdes, de acuerdo con las características del proyecto y las medidas ambientales autorizadas. En caso de identificarse especies de flora con algún estatus de protección, su manejo deberá realizarse conforme a las disposiciones ambientales aplicables y a las medidas establecidas en la autorización correspondiente. En términos de caracterización, el impacto se considera negativo, directo, local, permanente y parcialmente reversible, debido a que la remoción de vegetación deriva directamente de las actividades asociadas al cambio de uso de suelo y será permanente en las superficies ocupadas por infraestructura. Se considera parcial, debido a que la afectación se limita al área del proyecto y no representa la eliminación de la cobertura vegetal de la región en su conjunto. La aplicación de medidas de prevención, rescate, conservación y/o compensación de la vegetación, según corresponda, permitirá reducir sus efectos sobre el componente florístico.

Fauna

Ahuyentamiento de fauna silvestre:	El desarrollo del proyecto contempla el cambio de uso de suelo en una superficie de 1.6 ha, por lo que durante la etapa de preparación del sitio se realizará la remoción de la cobertura vegetal existente dentro del área destinada a la construcción del fraccionamiento. Esta actividad constituye una afectación directa al componente florístico, debido a la remoción de individuos vegetales y a la reducción de la cobertura y biomasa presentes en las superficies destinadas a viviendas, vialidades y demás obras de urbanización. La remoción de la vegetación modificará las condiciones actuales de cobertura y estructura de la vegetación, así como algunas condiciones microambientales del sitio. De manera secundaria, la pérdida de cobertura vegetal y la exposición del suelo pueden favorecer temporalmente procesos de erosión y escurrimiento superficial,

	particularmente durante la etapa de preparación y construcción, mientras las superficies intervenidas permanezcan desprovistas de cobertura. La afectación se encontrará espacialmente delimitada a las 1.6 ha sujetas al cambio de uso de suelo, por lo que no se prevé una disminución generalizada de la cobertura vegetal dentro de la región ecológica. Las actividades de desmonte y preparación del sitio deberán restringirse a la superficie autorizada, evitando afectaciones innecesarias sobre la vegetación localizada en las áreas colindantes. Asimismo, las superficies que no sean requeridas para la construcción permanente deberán conservarse en la medida que las condiciones del proyecto lo permitan o, en su caso, ser sujetas a acciones de establecimiento y mantenimiento de cobertura vegetal. En caso de identificarse especies de flora incluidas en alguna categoría de protección, se deberán implementar las medidas de manejo, rescate, reubicación o conservación que correspondan, de acuerdo con la legislación ambiental aplicable y con las condiciones establecidas en la autorización del proyecto. En términos de caracterización, el impacto se considera negativo, directo, local, permanente, de magnitud baja a media y parcialmente reversible. Su carácter permanente se relaciona principalmente con las superficies que serán ocupadas de manera definitiva por viviendas, vialidades e infraestructura, mientras que las áreas que permanezcan libres de construcción podrán recuperar o mantener cobertura vegetal mediante medidas de manejo adecuadas. El impacto se considera parcial, debido a que la afectación se limita a la superficie del proyecto y no implica la eliminación de la cobertura vegetal de la región ecológica en su conjunto.
Hidrología	
Disminución del volumen de infiltración	El desarrollo del proyecto puede generar una disminución de la infiltración natural del agua de lluvia hacia el suelo y subsuelo, principalmente como consecuencia de la remoción de la cobertura vegetal, el despalme, la compactación del terreno y la construcción de viviendas, vialidades y demás obras de urbanización. Estas actividades modificarán las condiciones físicas actuales del suelo y, en las superficies ocupadas por infraestructura, disminuirán de manera permanente la superficie disponible para la infiltración. Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, el tránsito de maquinaria y vehículos, así como las actividades de nivelación y compactación, pueden reducir temporalmente la porosidad y permeabilidad del suelo. Posteriormente, la construcción de edificaciones, vialidades, banquetas y otras superficies impermeables o de baja permeabilidad incrementará la proporción de precipitación que se transforma en escurrimiento superficial en relación con las condiciones actuales. Este cambio puede generar una modificación puntual del balance hídrico local, al reducir la infiltración directa en las superficies ocupadas y favorecer un mayor volumen y velocidad de escurrimiento superficial durante eventos de precipitación. Por ello, el

	manejo adecuado de las aguas pluviales constituye un elemento relevante para evitar la concentración de escurrimientos y procesos erosivos dentro y fuera del área del proyecto. La magnitud del impacto dependerá de la proporción final de superficies impermeables, las características de los suelos, la pendiente del terreno y el diseño de las obras de urbanización. La conservación de áreas permeables, el establecimiento de áreas verdes y la implementación de infraestructura para el manejo y conducción de aguas pluviales permitirán reducir sus efectos. En términos de caracterización, el impacto se considera negativo, directo, local, de magnitud baja a media y parcialmente reversible. Será temporal durante la etapa de construcción en las superficies sujetas a compactación, mientras que en las áreas ocupadas permanentemente por infraestructura tendrá un carácter permanente, debido a la modificación de las condiciones originales de infiltración. El impacto se considera parcial, debido a que se limita a la superficie de 1.6 ha y no implica una modificación generalizada de las condiciones de infiltración de la región hidrológica.
Drenaje Superficial:	El desarrollo del fraccionamiento habitacional puede modificar de manera puntual el patrón de escurrimiento superficial existente en el área del proyecto como consecuencia de las actividades de despalme, nivelación, compactación y conformación del terreno, así como por la construcción de viviendas, vialidades, banquetas y demás obras de urbanización. Estas modificaciones pueden alterar la dirección, velocidad y concentración de los escurrimientos durante eventos de precipitación. Durante la etapa de construcción, la presencia de superficies desnudas y materiales sueltos puede favorecer la generación de escurrimientos con mayor capacidad de arrastre de sedimentos. Asimismo, la modificación temporal de la microtopografía puede generar zonas de concentración de flujo y favorecer procesos de erosión localizada si no se implementan medidas adecuadas de manejo de aguas pluviales. Durante la etapa de operación, la presencia de superficies impermeables asociadas con las viviendas y vialidades incrementará el escurrimiento superficial respecto a las condiciones naturales del terreno. Por ello, el diseño de la urbanización deberá considerar la captación, conducción y manejo de las aguas pluviales, procurando evitar cambios significativos en los patrones naturales de escurrimiento y prevenir la concentración de flujos hacia áreas susceptibles a erosión o hacia predios colindantes. El impacto puede ser prevenido y reducido mediante la implementación de sistemas de drenaje pluvial, cunetas, obras de conducción, estructuras de disipación de energía y áreas de infiltración o superficies permeables, de acuerdo con las características topográficas e hidrológicas del sitio y con el diseño definitivo del proyecto. En términos de caracterización, el impacto se considera negativo, directo, local y de magnitud baja a media. Durante la construcción será principalmente temporal y parcialmente reversible, mientras que durante la operación algunas modificaciones al patrón de escurrimiento podrán adquirir un carácter permanente debido a la presencia de infraestructura. No obstante, mediante un adecuado diseño y manejo de las aguas

Consulta pública

	pluviales, es posible mantener el funcionamiento hidráulico del sitio sin generar alteraciones significativas fuera del área de intervención.
Paisaje	
Alteración de las cualidades estéticas del sitio y la continuidad paisajística:	El desarrollo del proyecto generará una modificación de las cualidades estéticas y de la continuidad paisajística del sitio como consecuencia de las actividades de preparación del terreno, construcción y posterior establecimiento del fraccionamiento. Durante la etapa de preparación del sitio, la remoción de la cobertura vegetal, el despalme, las excavaciones, la nivelación del terreno y la presencia de maquinaria y materiales de construcción introducirán elementos artificiales y modificarán temporalmente la apariencia actual del área. Durante la etapa constructiva, la presencia de maquinaria, vehículos, materiales, instalaciones temporales y superficies de suelo expuesto podrá generar una percepción de deterioro visual, particularmente desde los puntos con mayor visibilidad hacia el área del proyecto. Asimismo, la generación de polvo asociada con el movimiento de tierras y el tránsito vehicular podrá disminuir temporalmente la calidad visual del entorno inmediato. Una vez concluida la construcción, la incorporación permanente de viviendas, vialidades, banquetas, infraestructura y demás elementos asociados al fraccionamiento representará una modificación permanente de la configuración visual del sitio. Esta transformación implicará el reemplazo de parte del paisaje actual por un espacio de carácter urbano-habitacional y podrá generar una disminución de la continuidad visual con las áreas naturales o seminaturales colindantes. No obstante, considerando que el proyecto comprende una superficie de 1.6 ha, la modificación se encontrará espacialmente delimitada y no implicará una transformación generalizada del paisaje regional. La integración visual del proyecto podrá favorecerse mediante el ordenamiento de las áreas de construcción, manejo adecuado de materiales, reducción de superficies expuestas, conservación de vegetación cuando sea técnicamente viable, establecimiento de áreas verdes y utilización de elementos de diseño que reduzcan el contraste visual con el entorno. Por lo anterior, el impacto se considera negativo, directo, local, de magnitud baja a media y parcialmente reversible. Los efectos visuales asociados con las actividades constructivas serán temporales y reversibles una vez concluidas las obras; sin embargo, la modificación de la estructura visual derivada de la presencia permanente de las viviendas y vialidades tendrá un carácter permanente. El impacto se considera parcial debido a que se restringe al área del proyecto y a su entorno visual inmediato, sin representar una modificación sustancial de la calidad paisajística de la región en su conjunto.

IV.2 Impactos ambientales existentes en la Región Ecológica

La Región Ecológica delimitada, no constituye un entorno conservado. El análisis de la cartografía de uso de suelo y vegetación recortada a la poligonal indica que 454.16 ha conservan cubierta natural, 253.71 ha de matorral crasicaule y 200.44 ha de pastizal natural, esto es, el 84.26 % de la superficie, mientras que 84.85 ha, el 15.74 % restante, ya se encuentran bajo alguna forma de uso antrópico, 68.68 ha de pastizal cultivado, 14.75 ha de asentamientos humanos y 1.42 ha de pastizal inducido. La red hidrográfica interna suma 15.8 km distribuidos en 50 segmentos, de los cuales 47 son corrientes intermitentes, condición característica del régimen semiárido de la subcuenca.

A continuación, se identifican las principales obras y actividades que actualmente se desarrollan dentro de la Región Ecológica y que guardan relación con el proyecto, por incidir sobre los mismos componentes ambientales que éste afectará. Constituyen el punto de partida del análisis de impactos acumulativos del apartado IV.4.

Tabla 75 Impactos preexistentes

Principales obras o actividades que actualmente se desarrollan en la RE y se relacionan con el proyecto	**Componente ambiental impactado**	**Impacto ambiental**	**Caracterización del impacto (tipo, duración, extensión, intensidad y efectos)**
Desarrollo de fraccionamientos habitacionales y crecimiento urbano. Las secciones previas de Colinas del Padre y los desarrollos colindantes ocupan 14.75 ha dentro de la Región Ecológica, equivalentes al 2.74 % de su superficie, y colindan directamente con el predio del proyecto.	Suelo; hidrología superficial y subterránea; flora y fauna	Ocupación e impermeabilización del suelo, pérdida de cobertura de matorral crasicaule y fragmentación del hábitat	Adverso, directo, permanente, de extensión local e intensidad alta. Efectos: sellado definitivo de suelo con función ambiental; reducción de la superficie de infiltración y de la recarga local; incremento del volumen y del gasto pico del escurrimiento que descarga en los cauces intermitentes de la subcuenca RH37Ec; pérdida de conectividad entre los manchones de matorral remanentes y desplazamiento de la fauna menor. Es la actividad con la que el proyecto guarda relación directa, ya que su superficie se suma a este mismo proceso de conversión.
Agricultura de temporal. La cartografía de uso de suelo y vegetación registra 68.68 ha de pastizal cultivado dentro de la Región Ecológica, equivalentes al 12.74 % de su superficie.	Suelo; hidrología superficial y subterránea; vegetación	Sustitución de la cubierta vegetal natural, laboreo del suelo y demanda de agua	Adverso, directo, permanente mientras se mantiene la actividad, de extensión local e intensidad media. Efectos: pérdida de estructura y de materia orgánica del suelo por laboreo recurrente; incremento de la susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica durante el periodo de barbecho, agravada por la condición somera de los Leptosoles que dominan la unidad edafológica de la Región Ecológica; arrastre de sedimentos y de agroquímicos hacia los escurrimientos intermitentes; y presión sobre el acuífero Calera, cuyo uso principal es precisamente el agrícola.
Ganadería extensiva y pastoreo. Se desarrolla principalmente sobre las 200.44 ha de pastizal natural, que representan el 37.19 % de la Región Ecológica; la presencia de 1.42 ha de pastizal inducido constituye evidencia	Vegetación; suelo; fauna	Degradación de la cubierta vegetal, compactación del suelo y desplazamiento de fauna silvestre	Adverso, directo, permanente y recurrente, de extensión regional dentro de la Región Ecológica e intensidad media. Efectos: reducción de la cobertura y limitación de la regeneración natural del matorral crasicaule por ramoneo; compactación superficial del suelo por pisoteo, con la consiguiente pérdida de capacidad de infiltración y aumento del escurrimiento; sustitución paulatina de especies nativas por especies indicadoras de disturbio; y

Consulta pública

cartográfica de la degradación asociada a esta actividad.			competencia con la fauna silvestre por forraje y sitios de refugio.
Extracción de agua subterránea del acuífero Calera (clave 3225). La totalidad de la Región Ecológica se ubica sobre este acuífero, de tipo libre, heterogéneo y anisótropo, sujeto a veda por tiempo indefinido conforme a cuatro decretos y cuyo uso principal es el agrícola.	Hidrología subterránea	Abatimiento del nivel estático y presión sobre la disponibilidad del acuífero	Adverso, indirecto, permanente, de extensión regional, e intensidad media a alta. Efectos: la configuración de evolución del nivel estático para el periodo 1997-2015 registra abatimientos de 2 a 30 m en la mayor parte de la superficie del acuífero, con conos de abatimiento en las zonas donde se concentra la extracción agrícola. El proyecto se relaciona con esta actividad por dos vías: incorpora la demanda doméstica de las 72 viviendas proyectadas y reduce la superficie de recarga local al impermeabilizar el predio.
Apertura, ampliación y tránsito sobre caminos y vialidades de acceso. La infraestructura vial existente fue empleada como elemento auxiliar en la delimitación de la Región Ecológica (apartado III.1) y conforma los accesos que el proyecto compartirá con los fraccionamientos colindantes.	Atmósfera; suelo; fauna; medio socioeconómico	Emisión de polvos y ruido, efecto de borde sobre la fauna y saturación de la vialidad existente	Adverso, directo, permanente, de extensión local e intensidad baja a media. Efectos: resuspensión de partículas en los tramos sin pavimentar y durante el tránsito de vehículos pesados; incremento del nivel sonoro sobre la línea base; efecto de borde que desplaza a la fauna menor hacia los manchones de matorral interiores e interrumpe la continuidad del hábitat; y aumento progresivo de la carga vehicular sobre accesos que no fueron dimensionados para el conjunto de desarrollos que hoy los utilizan.

Consulta pública

IV.3 Identificación y caracterización de los impactos del proyecto por etapa

Etapa	Obra o actividad	Componente y subcomponente	Impacto ambiental	Caracterización (tipo, duración, extensión, intensidad)	Efectos
Preparación del sitio	Delimitación, trazo y señalización del predio	Abiótico / Atmósfera (Calidad del aire)	Emisión de polvos, partículas y gases de combustión	Adverso, directo, fugaz, local, intensidad baja, reversible, acumulativo, sinérgico	Incremento temporal de partículas suspendidas en el frente de obra y sus colindancias; molestias a los residentes de las secciones vecinas y depósito de polvo sobre la vegetación remanente.
	Rescate y reubicación de flora y fauna	Biótico / Flora (Especies de importancia (NOM-059); Biodiversidad; Abundancia)	Conservación de especies de flora listadas en la NOM-059 mediante rescate · Restitución de la diversidad florística mediante reforestación	Benéfico, directo, temporal, puntual, intensidad media	El rescate y reubicación de cactáceas evita la pérdida de individuos protegidos y permite su permanencia en el sitio. La reforestación con especies nativas del matorral crasicaule reincorpora diversidad al predio y a su entorno.
		Biótico / Fauna (Especies de importancia (NOM-059); Biodiversidad; Abundancia)	Protección de fauna de importancia mediante ahuyentamiento y rescate · Restitución de hábitat para la fauna local	Benéfico, directo, temporal, puntual, intensidad media	El ahuyentamiento dirigido previo al desmonte evita el daño directo a individuos de baja movilidad. Las áreas verdes con vegetación nativa ofrecen refugio y alimento para avifauna y fauna menor.
	Desmonte y despalme (CUSTF)	Abiótico / Atmósfera (Calidad del aire; Nivel sonoro)	Emisión de polvos, partículas y gases de combustión · Incremento de los niveles de presión sonora	Adverso, directo, fugaz, local, intensidad media, reversible, acumulativo, sinérgico	Incremento temporal de partículas suspendidas en el frente de obra y sus colindancias; molestias a los residentes de las secciones vecinas y depósito de polvo sobre la vegetación remanente. Alteración del ambiente acústico diurno por encima de la línea base; ahuyentamiento de avifauna y molestias a la población de los fraccionamientos contiguos.
		Abiótico / Suelo (Erosión)	Incremento de la susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica	Adverso, directo, permanente, local, intensidad media, reversible, acumulativo, sinérgico	Pérdida de suelo superficial en taludes y superficies descubiertas, con arrastre de sedimentos hacia los escurrimientos durante la temporada de lluvias.
		Abiótico / Paisaje (Cuenca visual; Calidad paisajística; Valor escénico)	Modificación de la cuenca visual · Alteración de la calidad paisajística	Adverso, directo, permanente, local, intensidad media, reversible, acumulativo, sinérgico	Sustitución de la cubierta de matorral por elementos construidos dentro del campo visual desde las vialidades y predios vecinos. Pérdida de naturalidad del paisaje, atenuada porque el entorno ya presenta carácter periurbano por los fraccionamientos colindantes.
		Biótico / Flora (Biodiversidad; Abundancia; % de cobertura vegetal (CUSTF))	Pérdida de diversidad florística por remoción de la cubierta vegetal · Reducción de la abundancia de individuos de flora nativa	Adverso, directo, permanente, puntual, intensidad alta, irreversible, acumulativo, sinérgico	Eliminación de las especies presentes en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo forestal. Disminución del número de individuos por unidad de superficie; el entorno ya presenta reducción por los desarrollos previos.
		Biótico / Fauna (Biodiversidad; Abundancia; % de refugio y conectividad)	Reducción de la diversidad faunística local · Disminución de la abundancia de fauna silvestre	Adverso, directo, permanente, local, intensidad media, reversible, acumulativo, sinérgico	Desplazamiento de especies hacia los predios no urbanizados contiguos; la riqueza local ya se encuentra disminuida

					por la urbanización previa. Ahuyentamiento por ruido, presencia humana y tránsito vehicular durante la obra y la operación.
		Socioeconómico / Uso de suelo y ordenamiento (Cambio de uso de suelo forestal; Compatibilidad con el ordenamiento urbano)	Cambio de uso de suelo en terreno forestal · Pérdida de superficie con aptitud forestal dentro del área de crecimiento urbano	Adverso, directo, permanente, local, intensidad alta, irreversible, acumulativo, sinérgico	Conversión definitiva de terreno forestal a uso habitacional; requiere autorización de CUSTF y compensación ambiental. Conversión de suelo de aptitud forestal a uso habitacional dentro del polígono de crecimiento del centro de población.
		Abiótico / Atmósfera (Calidad del aire; Nivel sonoro)	Emisión de polvos, partículas y gases de combustión · Incremento de los niveles de presión sonora	Adverso, directo, fugaz, local, intensidad media, reversible, acumulativo, sinérgico	Incremento temporal de partículas suspendidas en el frente de obra y sus colindancias; molestias a los residentes de las secciones vecinas y depósito de polvo sobre la vegetación remanente. Alteración del ambiente acústico diurno por encima de la línea base; ahuyentamiento de avifauna y molestias a la población de los fraccionamientos contiguos.
	Excavación, cortes y nivelación del terreno	Abiótico / Suelo (Erosión; Calidad física (compactación); Ocupación y sellado del suelo)	Incremento de la susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica · Compactación y pérdida de estructura del suelo	Adverso, directo, permanente, local, intensidad media, reversible, acumulativo, sinérgico	Pérdida de suelo superficial en taludes y superficies descubiertas, con arrastre de sedimentos hacia los escurrimientos durante la temporada de lluvias. Reducción de la porosidad y de la capacidad de infiltración en las superficies de circulación de maquinaria; limita el restablecimiento de la cubierta vegetal.
		Abiótico / Hidrología superficial (Patrón de escurrimiento; Calidad del agua superficial)	Modificación del patrón natural de escurrimiento superficial · Alteración de la calidad del agua superficial por sedimentos y residuos	Adverso, directo, permanente, local, intensidad media, reversible, acumulativo, sinérgico	Redireccionamiento y concentración del escurrimiento hacia el drenaje pluvial, con incremento del gasto pico y del riesgo de encharcamiento aguas abajo. Aumento de la turbidez y del acarreo de sólidos hacia el escurrimiento durante la obra, y aporte de aguas residuales domésticas en la etapa de operación.
		Abiótico / Geomorfología (Modificación a la topografía)	Modificación de la geoforma y del relieve natural	Adverso, directo, permanente, puntual, intensidad alta, irreversible	Conformación de plataformas y taludes que alteran de manera permanente el perfil del lomerío.
		Biótico / Flora (% de cobertura vegetal (CUSTF); Biodiversidad; Abundancia)	Pérdida de cobertura vegetal por cambio de uso de suelo forestal · Pérdida de diversidad florística por remoción de la cubierta vegetal	Adverso, directo, permanente, local, intensidad media, irreversible, acumulativo, sinérgico	Remoción de 1.2162 ha de matorral crasicaule, equivalentes al 75.56 % del predio; es el impacto adverso de mayor importancia del proyecto (I = 60, severo). Eliminación de las especies presentes en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo forestal (1.2162 ha de matorral crasicaule).
Construcción	Arribo y operación de maquinaria y equipo	Abiótico / Atmósfera (Nivel sonoro; Calidad del aire)	Incremento de los niveles de presión sonora · Emisión de polvos, partículas y gases de combustión	Adverso, directo, fugaz, local, intensidad media, reversible, acumulativo, sinérgico	Alteración del ambiente acústico diurno por encima de la línea base; ahuyentamiento de avifauna y molestias a la población de los fraccionamientos contiguos. Incremento temporal de partículas suspendidas en el

					frente de obra y sus colindancias; molestias a los residentes de las secciones vecinas y depósito de polvo sobre la vegetación remanente.
	Transporte de materiales y personal	Abiótico / Suelo (Calidad física (compactación); Calidad química (contaminación))	Compactación y pérdida de estructura del suelo · Riesgo de contaminación del suelo por residuos, aceites y combustibles	Adverso, directo, permanente, local, intensidad media, reversible, acumulativo	Reducción de la porosidad y de la capacidad de infiltración en las superficies de circulación de maquinaria; limita el restablecimiento de la cubierta vegetal. Alteración puntual de las propiedades químicas del suelo en sitios de almacenamiento y mantenimiento, con riesgo de infiltración de contaminantes.
		Socioeconómico / Medio socioeconómico (Vialidad y movilidad)	Incremento del tránsito vehicular sobre la vialidad existente	Adverso, directo, permanente, local, intensidad media, reversible, acumulativo, sinérgico	Mayor carga sobre los accesos compartidos con los fraccionamientos vecinos; efecto acumulativo que debe atenderse mediante estudio de impacto vial.
	Apertura y conformación de vialidades	Abiótico / Suelo (Ocupación y sellado del suelo; Erosión; Calidad física (compactación))	Ocupación e impermeabilización definitiva de la superficie · Incremento de la susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica	Adverso, directo, permanente, local, intensidad alta, irreversible, acumulativo, sinérgico	Pérdida irreversible de suelo con función ambiental en la superficie sellada por vialidades, banquetas y desplante de vivienda; se suma a la ya impermeabilizada por los fraccionamientos colindantes. Pérdida de suelo superficial en taludes y superficies descubiertas, con arrastre de sedimentos hacia los escurrimientos durante la temporada de lluvias.
		Abiótico / Hidrología superficial (Patrón de escurrimiento)	Modificación del patrón natural de escurrimiento superficial	Adverso, directo, permanente, local, intensidad media, reversible, acumulativo, sinérgico	Redireccionamiento y concentración del escurrimiento hacia el drenaje pluvial, con incremento del gasto pico y del riesgo de encharcamiento aguas abajo.
		Abiótico / Hidrología subterránea (Infiltración y recarga)	Disminución de la superficie de infiltración y de la recarga local	Adverso, directo, permanente, local, intensidad media, irreversible, acumulativo, sinérgico	Reducción del volumen infiltrado al acuífero por impermeabilización; efecto acumulativo relevante en el conjunto del corredor ya urbanizado.
		Abiótico / Geomorfología (Modificación a la topografía)	Modificación de la geoforma y del relieve natural	Adverso, directo, permanente, puntual, intensidad media, irreversible	Conformación de plataformas y taludes que alteran de manera permanente el perfil del lomerío.
		Biótico / Fauna (% de refugio y conectividad)	Pérdida de sitios de refugio y de conectividad de hábitat	Adverso, directo, permanente, local, intensidad media, irreversible, acumulativo, sinérgico	Eliminación de refugio y alimento y reducción de la conectividad con los manchones de matorral remanentes; efecto acumulativo con los fraccionamientos vecinos.
		Socioeconómico / Medio socioeconómico (Infraestructura y servicios; Economía y empleo; Vialidad y movilidad)	Ampliación y consolidación de la infraestructura urbana · Generación de empleo e ingreso	Benéfico, directo, permanente, local, intensidad media	Extensión de las redes de agua potable, drenaje, energía eléctrica y alumbrado, con beneficio también para las secciones colindantes. Contratación de mano de obra local y derrama económica por compra de materiales y servicios durante la obra.

	Instalación de red hidrosanitaria y drenaje pluvial	Abiótico / Hidrología superficial (Patrón de escurrimiento; Calidad del agua superficial)	Modificación del patrón natural de escurrimiento superficial · Alteración de la calidad del agua superficial por sedimentos y residuos	Adverso, directo, permanente, local, intensidad media, reversible, acumulativo, sinérgico	Redireccionamiento y concentración del escurrimiento hacia el drenaje pluvial, con incremento del gasto pico y del riesgo de encharcamiento aguas abajo. Aumento de la turbidez y del acarreo de sólidos hacia el escurrimiento durante la obra, y aporte de aguas residuales domésticas en la etapa de operación.
		Socioeconómico / Medio socioeconómico (Infraestructura y servicios; Economía y empleo)	Ampliación y consolidación de la infraestructura urbana · Generación de empleo e ingreso	Benéfico, directo, permanente, local, intensidad media	Extensión de las redes de agua potable, drenaje, energía eléctrica y alumbrado, con beneficio también para las secciones colindantes. Contratación de mano de obra local y derrama económica por compra de materiales y servicios durante la obra.
	Instalación de red eléctrica y alumbrado	Socioeconómico / Medio socioeconómico (Infraestructura y servicios; Economía y empleo; Salud y seguridad)	Ampliación y consolidación de la infraestructura urbana · Generación de empleo e ingreso	Benéfico, directo, permanente, local, intensidad media	Extensión de las redes de agua potable, drenaje, energía eléctrica y alumbrado, con beneficio también para las secciones colindantes. Contratación de mano de obra local y derrama económica por compra de materiales y servicios durante la obra.
	Edificación de vivienda y obra civil	Abiótico / Atmósfera (Nivel sonoro; Calidad del aire)	Incremento de los niveles de presión sonora · Emisión de polvos, partículas y gases de combustión	Adverso, directo, fugaz, local, intensidad media, reversible, acumulativo, sinérgico	Alteración del ambiente acústico diurno por encima de la línea base; ahuyentamiento de avifauna y molestias a la población de los fraccionamientos contiguos. Incremento temporal de partículas suspendidas en el frente de obra y sus colindancias; molestias a los residentes de las secciones vecinas y depósito de polvo sobre la vegetación remanente.
		Abiótico / Suelo (Ocupación y sellado del suelo; Calidad química (contaminación); Erosión)	Ocupación e impermeabilización definitiva de la superficie · Riesgo de contaminación del suelo por residuos, aceites y combustibles	Adverso, directo, permanente, local, intensidad alta, irreversible, acumulativo, sinérgico	Pérdida irreversible de suelo con función ambiental en la superficie sellada por vialidades, banquetas y desplante de vivienda; se suma a la ya impermeabilizada por los fraccionamientos colindantes. Alteración puntual de las propiedades químicas del suelo en sitios de almacenamiento y mantenimiento, con riesgo de infiltración de contaminantes.
		Abiótico / Hidrología superficial (Patrón de escurrimiento)	Modificación del patrón natural de escurrimiento superficial	Adverso, directo, permanente, local, intensidad media, reversible, acumulativo, sinérgico	Redireccionamiento y concentración del escurrimiento hacia el drenaje pluvial, con incremento del gasto pico y del riesgo de encharcamiento aguas abajo.
		Abiótico / Hidrología subterránea (Infiltración y recarga)	Disminución de la superficie de infiltración y de la recarga local	Adverso, directo, permanente, local, intensidad media, irreversible, acumulativo, sinérgico	Reducción del volumen infiltrado al acuífero por impermeabilización; efecto acumulativo relevante en el conjunto del corredor ya urbanizado.
		Abiótico / Paisaje (Cuenca visual; Calidad paisajística; Valor escénico)	Modificación de la cuenca visual · Alteración de la calidad paisajística	Adverso, directo, permanente, local, intensidad media, reversible, acumulativo, sinérgico	Sustitución de la cubierta de matorral por elementos construidos dentro del campo visual desde las vialidades y predios

					vecinos. Pérdida de naturalidad del paisaje, atenuada porque el entorno ya presenta carácter periurbano por los fraccionamientos colindantes.
		Biótico / Fauna (% de refugio y conectividad; Abundancia)	Pérdida de sitios de refugio y de conectividad de hábitat · Disminución de la abundancia de fauna silvestre	Adverso, directo, permanente, local, intensidad media, irreversible, acumulativo, sinérgico	Eliminación de refugio y alimento y reducción de la conectividad con los manchones de matorral remanentes; efecto acumulativo con los fraccionamientos vecinos. Ahuyentamiento por ruido, presencia humana y tránsito vehicular durante la obra y la operación.
		Socioeconómico / Medio socioeconómico (Población y vivienda; Economía y empleo; Infraestructura y servicios)	Incremento de la oferta de vivienda formal · Generación de empleo e ingreso	Benéfico, directo, permanente, local, intensidad media	Atención a la demanda habitacional del municipio de Zacatecas en una zona ya consolidada y con servicios disponibles. Contratación de mano de obra local y derrama económica por compra de materiales y servicios durante la obra.
	Manejo de residuos de construcción	Abiótico / Suelo (Calidad química (contaminación))	Riesgo de contaminación del suelo por residuos, aceites y combustibles	Adverso, directo, temporal, puntual, intensidad media, reversible	Alteración puntual de las propiedades químicas del suelo en sitios de almacenamiento y mantenimiento, con riesgo de infiltración de contaminantes.
	Habitación y uso de vivienda (agua residual y RSU)	Abiótico / Hidrología superficial (Calidad del agua superficial)	Alteración de la calidad del agua superficial por sedimentos y residuos	Adverso, indirecto, temporal, local, intensidad media, reversible, acumulativo, sinérgico	Aumento de la turbidez y del acarreo de sólidos hacia el escurrimiento durante la obra, y aporte de aguas residuales domésticas en la etapa de operación.
		Abiótico / Hidrología subterránea (Calidad del agua subterránea)	Riesgo de afectación a la calidad del agua subterránea	Adverso, indirecto, temporal, local, intensidad media, reversible, acumulativo, sinérgico	Posible infiltración de contaminantes por fugas en la red sanitaria o manejo inadecuado de residuos; efecto acumulativo con las descargas de los desarrollos vecinos.
		Socioeconómico / Medio socioeconómico (Población y vivienda; Infraestructura y servicios; Economía y empleo)	Incremento de la oferta de vivienda formal · Ampliación y consolidación de la infraestructura urbana	Benéfico, directo, permanente, local, intensidad media	Atención a la demanda habitacional del municipio de Zacatecas en una zona ya consolidada y con servicios disponibles. Extensión de las redes de agua potable, drenaje, energía eléctrica y alumbrado, con beneficio también para las secciones colindantes.
Operación y mantenimiento	Tránsito vehicular y servicios urbanos	Abiótico / Atmósfera (Nivel sonoro; Calidad del aire)	Incremento de los niveles de presión sonora · Emisión de polvos, partículas y gases de combustión	Adverso, directo, fugaz, local, intensidad media, reversible, acumulativo, sinérgico	Alteración del ambiente acústico diurno por encima de la línea base; ahuyentamiento de avifauna y molestias a la población de los fraccionamientos contiguos. Incremento temporal de partículas suspendidas en el frente de obra y sus colindancias; molestias a los residentes de las secciones vecinas y depósito de polvo sobre la vegetación remanente.
		Socioeconómico / Medio socioeconómico (Vialidad y movilidad)	Incremento del tránsito vehicular sobre la vialidad existente	Adverso, directo, permanente, local, intensidad media, reversible, acumulativo, sinérgico	Mayor carga sobre los accesos compartidos con los fraccionamientos vecinos; efecto acumulativo que debe atenderse mediante estudio de impacto vial.

		Abiótico / Paisaje (Calidad paisajística; Cuenca visual; Valor escénico)	Mejora de la calidad paisajística mediante áreas verdes · Integración visual del desarrollo con el entorno	Benéfico, directo, permanente, local, intensidad media	La vegetación de vialidades y áreas de donación incorpora elementos naturales al paisaje urbano resultante. El arbolado y el tratamiento de áreas comunes atenúan el contraste visual del conjunto construido.
	Mantenimiento de áreas verdes y arbolado urbano	Biótico / Flora (% de cobertura vegetal (CUSTF); Biodiversidad; Abundancia)	Recuperación de cobertura vegetal y compensación de la superficie removida · Restitución de la diversidad florística mediante reforestación	Benéfico, directo, permanente, local, intensidad media	La compensación por CUSTF y el arbolado restituyen cobertura vegetal dentro y fuera del predio. La reforestación con especies nativas del matorral crasicaule reincorpora diversidad al predio y a su entorno.
		Biótico / Fauna (% de refugio y conectividad; Biodiversidad; Abundancia)	Recuperación de refugio y conectividad mediante áreas verdes · Restitución de hábitat para la fauna local	Benéfico, directo, permanente, local, intensidad media	La franja perimetral vegetada y el arbolado mantienen la conectividad con los manchones de matorral remanentes. Las áreas verdes con vegetación nativa ofrecen refugio y alimento para avifauna y fauna menor.
	Mantenimiento de infraestructura pluvial y vialidades	Socioeconómico / Medio socioeconómico (Infraestructura y servicios; Economía y empleo; Vialidad y movilidad)	Ampliación y consolidación de la infraestructura urbana · Generación de empleo e ingreso	Benéfico, directo, permanente, local, intensidad media	Extensión de las redes de agua potable, drenaje, energía eléctrica y alumbrado, con beneficio también para las secciones colindantes. Contratación de mano de obra local y derrama económica por compra de materiales y servicios durante la obra.
Compensación y cierre	Reforestación y compensación por CUSTF	Abiótico / Atmósfera (Calidad del aire; Nivel sonoro)	Mejora de la calidad del aire por incremento de cobertura vegetal · Atenuación de los niveles sonoros por barreras vegetales	Benéfico, directo, permanente, local, intensidad media	La reforestación y el arbolado urbano favorecen la captura de partículas y la fijación de carbono en el predio. El arbolado de vialidades y áreas verdes actúa como amortiguador acústico frente a la vialidad existente.
		Abiótico / Suelo (Erosión; Calidad química (contaminación); Calidad física (compactación))	Control de la erosión mediante obras y cubierta vegetal · Prevención de la contaminación del suelo	Benéfico, directo, permanente, local, intensidad media	La estabilización de taludes y la revegetación reducen la pérdida de suelo y el arrastre de sedimentos. El manejo adecuado de residuos y la restauración del sitio evitan la permanencia de contaminantes en el suelo.
		Abiótico / Hidrología subterránea (Infiltración y recarga)	Recuperación parcial de la infiltración y la recarga	Benéfico, directo, permanente, local, intensidad media	Los pozos de absorción, los pavimentos permeables y las áreas verdes restituyen parte del volumen de recarga perdido.
		Abiótico / Paisaje (Cuenca visual; Calidad paisajística; Valor escénico)	Integración visual del desarrollo con el entorno · Mejora de la calidad paisajística mediante áreas verdes	Benéfico, directo, permanente, local, intensidad media	El arbolado y el tratamiento de áreas comunes atenúan el contraste visual del conjunto construido. La vegetación de vialidades y áreas de donación incorpora elementos naturales al paisaje urbano resultante.
		Biótico / Flora (Biodiversidad; % de cobertura vegetal (CUSTF); Especies de importancia (NOM-059))	Restitución de la diversidad florística mediante reforestación · Recuperación de cobertura vegetal y compensación de la superficie removida	Benéfico, directo, permanente, puntual, intensidad alta	La reforestación con especies nativas del matorral crasicaule reincorpora diversidad al predio y a su entorno. La compensación por CUSTF y el arbolado restituyen cobertura vegetal dentro y fuera del predio.

		Biótico / Fauna (Biodiversidad; Abundancia; % de refugio y conectividad)	Restitución de hábitat para la fauna local · Recuperación de la abundancia de fauna en áreas verdes	Benéfico, directo, permanente, local, intensidad media	Las áreas verdes con vegetación nativa ofrecen refugio y alimento para avifauna y fauna menor. La vegetación establecida permite el retorno gradual de fauna menor al polígono y su entorno.
		Socioeconómico / Uso de suelo y ordenamiento (Cambio de uso de suelo forestal; Compatibilidad con el ordenamiento urbano)	Compensación ambiental por el cambio de uso de suelo forestal · Consolidación del uso habitacional conforme al ordenamiento urbano	Benéfico, directo, permanente, local, intensidad alta	El pago al Fondo Forestal Mexicano y la reforestación compensan la superficie forestal convertida. Ocupación de un predio inserto en un corredor ya urbanizado, congruente con la tendencia de crecimiento del centro de población.

Consulta pública

IV.4 Impactos Significativos, Sinérgicos, Acumulativos y Residuales

El presente apartado analiza de manera expresa las categorías de impacto que el artículo 13 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental exige distinguir. El análisis se construye sobre los resultados de la matriz de interacciones de Leopold y de la valoración de importancia por el algoritmo de Conesa Fernández-Vítora presentados en el apartado IV.1, cuyo desarrollo íntegro se incorpora en el Anexo 5. La matriz evaluó 16 actividades del proyecto contra 29 indicadores ambientales, de las 464 interacciones posibles se identificaron 182 reales, 103 de signo negativo y 79 de signo positivo, y la valoración de importancia arrojó 25 impactos adversos y 4 impactos benéficos.

Los criterios de clasificación adoptados son los siguientes: se consideran significativos los impactos cuya importancia absoluta es igual o superior a 50 en la escala de Conesa, o que reciben una magnitud de −3 en la matriz de Leopold; sinérgicos aquellos cuyo atributo de sinergia (SI) es igual o superior a 2; acumulativos aquellos cuyo atributo de acumulación (AC) es igual a 4; y residuales los que subsisten una vez aplicadas las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración del apartado IV.5.

IV.4.1 Impactos Significativos

De las 103 interacciones negativas identificadas, 59 fueron valoradas como leves, 39 como moderadas y 5 como significativas. Estas cinco interacciones de magnitud −3 se concentran en tres actividades de las etapas de preparación del sitio y construcción y afectan a tres indicadores, conforme se detalla a continuación.

Tabla 76 Interacciones significativas identificadas en la matriz de Leopold

Indicador ambiental	Actividad que la origina	Magnitud	Etapa
Ocupación y sellado del suelo	Apertura y conformación de vialidades	−3	Construcción
Ocupación y sellado del suelo	Edificación de vivienda y obra civil	−3	Construcción
Modificación a la topografía	Excavación, cortes y nivelación del terreno	−3	Preparación del sitio
% de cobertura vegetal (CUSTF)	Desmonte y despalme	−3	Preparación del sitio
Cambio de uso de suelo forestal	Desmonte y despalme	−3	Preparación del sitio

En contraparte, la matriz identificó 4 interacciones positivas de magnitud +3, todas ellas derivadas de la actividad de reforestación y compensación por el cambio de uso de suelo forestal, y que inciden sobre la biodiversidad florística, el porcentaje de cobertura vegetal, las especies de importancia listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y el propio balance del cambio de uso de suelo.

La valoración por el método de Conesa confirma este resultado ya que, de los 25 impactos adversos evaluados, 3 alcanzan la categoría de severos, 20 se clasifican como moderados y 2 como irrelevantes o compatibles con el ambiente. Ningún impacto del proyecto alcanza la categoría de crítico, es decir, ninguno rebasa el valor de importancia de 75.

Tabla 77 Impactos significativos (severos) conforme al algoritmo de Conesa

Indicador ambiental	Impacto	I	Atributos determinantes
% de cobertura vegetal (CUSTF)	Pérdida de cobertura vegetal por cambio de uso de suelo forestal	**−60**	Intensidad muy alta (8), muy sinérgico (4), acumulativo (4), irreversible (4)

Consulta pública

Ocupación y sellado del suelo	Ocupación e impermeabilización definitiva de la superficie	**–52**	Muy sinérgico (4), acumulativo (4), irreversible (4), irrecuperable (8)
Cambio de uso de suelo forestal	Conversión definitiva de terreno forestal a uso habitacional	**–52**	Muy sinérgico (4), acumulativo (4), irreversible (4), irrecuperable (8)

Los tres impactos significativos comparten el mismo origen físico, la conversión de la superficie del predio a uso habitacional. Su importancia deriva no de la magnitud absoluta de la afectación, que es reducida, sino de su carácter permanente e irrecuperable. Conviene dimensionar esa magnitud ya que la superficie del proyecto, de 16,106.94 m² (1.6107 ha), representa el 0.30 % de la superficie de la Región Ecológica delimitada en el apartado III.1, que asciende a 539.00 ha. El proyecto no compromete, por tanto, la continuidad de los procesos ecológicos a escala regional, si bien la afectación dentro del polígono del predio es total y definitiva.

IV.4.2 Impactos sinérgicos

Se entiende por impacto sinérgico aquel que resulta del reforzamiento mutuo de dos o más efectos simples, de modo que su manifestación conjunta es superior a la suma de sus manifestaciones individuales. En la valoración realizada, 20 de los 25 impactos adversos presentan un atributo de sinergia igual o superior a 2, y de ellos 11 fueron calificados como muy sinérgicos. El sinergismo del proyecto se organiza en tres cadenas de causa efecto claramente identificables.

a. Cadena suelo, vegetación, agua. El desmonte y despalme elimina simultáneamente la cobertura vegetal que protege el suelo, la materia orgánica superficial y la rugosidad del terreno. La pérdida de cobertura incrementa la susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica; el suelo desprotegido y compactado reduce su capacidad de infiltración; y el escurrimiento resultante, más veloz y con mayor carga de sedimentos, altera el patrón de drenaje natural hacia el arroyo el Salto. Ninguno de estos tres efectos puede evaluarse aisladamente ya que el mismo acto los desencadena y cada uno agrava a los demás.

b. Cadena de impermeabilización. La conformación de vialidades y el desplante de vivienda sellan de manera definitiva la superficie. El sellado reduce el área de infiltración, lo que disminuye la recarga local del acuífero y, al mismo tiempo, incrementa el volumen y el gasto pico del escurrimiento superficial que debe conducir el drenaje pluvial.

c. Cadena perceptual y de hábitat. La sustitución del matorral crasicaule por elementos construidos modifica de forma conjunta la cuenca visual, la calidad paisajística y el valor escénico del sitio, y simultáneamente elimina el refugio y el alimento que sostienen a la fauna menor, reduciendo la conectividad con los manchones de matorral remanentes. A ello se suma el incremento del tránsito vehicular sobre la vialidad existente, que refuerza el efecto de borde sobre la fauna y la presión sobre la movilidad local.

IV.4.3 Impactos acumulativos

El impacto acumulativo se construye sumando los efectos previsibles del proyecto a las problemáticas ambientales ya presentes en la Región Ecológica, identificadas en el apartado III.9. La valoración por Conesa asignó atributo de acumulación AC = 4 a 20 de los 25 impactos adversos, lo que refleja que el proyecto se inserta en un entorno donde los mismos procesos de deterioro ya están en marcha.

El contexto es determinante ya que el predio se localiza en el corredor periurbano de la conurbación Zacatecas Guadalupe, colindante con desarrollos habitacionales que ya consumieron cobertura de matorral crasicaule,

Consulta pública

sellaron superficie y modificaron el drenaje natural de la misma microcuenca. La propia cartografía de INEGI de uso de suelo y vegetación recortada al predio registra que el 24.44 % de su superficie corresponde ya a la clase de asentamientos humanos, es decir, el proceso de urbanización alcanzó el polígono antes de la ejecución del proyecto. Considerando los fraccionamientos colindantes, la superficie acumulada de desarrollo habitacional en el entorno inmediato asciende a aproximadamente 45 ha, frente a las cuales el proyecto aporta del orden del 3.5 % de la superficie urbanizada del conjunto.

Para incorporar cuantitativamente esta condición se aplicó un factor de acumulación (Fa) sobre la importancia individual de cada impacto, conforme a la expresión Fa = 1 + (Estado previo − 1) × 0.05 + (SI − 1)/40 + (AC − 1)/40, donde el estado previo del entorno se califica de 1 a 3 según el grado de afectación preexistente. Los coeficientes se establecieron de manera deliberadamente conservadora, con un valor máximo de 1.25, debido a que la sinergia y la acumulación ya se encuentran contabilizadas dentro del propio algoritmo de Conesa y no deben computarse dos veces. La importancia acumulada resulta Iac = I × Fa y se clasifica con los mismos rangos de significancia. El factor de acumulación promedio obtenido fue de 1.184.

Bajo este escenario, 6 impactos adversos escalan de categoría de significancia y el número de impactos severos pasa de 3 a 8. La acumulación se concentra, de manera consistente con el análisis de sinergia, en el ciclo hidrológico y en la pérdida de matorral.

Tabla 78 Impactos adversos severos considerando el escenario acumulativo

Indicador ambiental	Factor ambiental	I	Fa	Iac	Significancia acumulada
% de cobertura vegetal (CUSTF)	Flora	60	1.25	75.0	Severo
Ocupación y sellado del suelo	Suelo	52	1.25	65.0	Severo
Cambio de uso de suelo forestal	Uso de suelo	52	1.25	65.0	Severo
Infiltración y recarga	Hidrología subterránea	48	1.25	60.0	Severo (escala)
% de refugio y conectividad	Fauna	48	1.25	60.0	Severo (escala)
Patrón de escurrimiento	Hidrología superficial	46	1.25	57.5	Severo (escala)
Biodiversidad	Flora	44	1.20	52.8	Severo (escala)
Abundancia	Flora	44	1.20	52.8	Severo (escala)

El sexto impacto que escala de categoría es la calidad del agua subterránea, que pasa de irrelevante (23) a moderado (26.5) por efecto de la suma de descargas sanitarias en la misma unidad hidrogeológica. Debe subrayarse que, aun en el escenario acumulativo, ningún impacto alcanza la categoría de crítico: el valor máximo obtenido es de 75.0 para la pérdida de cobertura vegetal, que se sitúa exactamente en el límite superior del rango de severidad.

IV.4.4 Impactos residuales

El impacto residual es aquel que persiste después de aplicadas las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración. Para su estimación se asignó a cada impacto un factor de importancia residual, que expresa la proporción de la importancia original que subsiste tras la aplicación de la medida correspondiente. Cuando sobre un mismo impacto concurren varias medidas, se adoptó el factor más favorable de entre ellas, criterio conservador que no acumula eficacias y evita sobrestimar el resultado del programa.

Consulta pública

Tabla 79 Importancia residual de los impactos adversos tras la aplicación de las medidas

Factor ambiental	Indicador	I	Medidas	Factor residual	I residual	Significancia residual
Atmósfera	Calidad del aire	29	M4, M7	0.30	8.7	Irrelevante
Atmósfera	Nivel sonoro	29	M5	0.55	16.0	Irrelevante
Suelo	Calidad química (contaminación)	26	P3	0.60	15.6	Irrelevante
Suelo	Erosión	40	P2, R1, R2	0.35	14.0	Irrelevante
Suelo	Calidad física (compactación)	41	P2, R1 *	0.55	22.6	Irrelevante
Suelo	Ocupación y sellado del suelo	52	M2	0.45	23.4	Irrelevante
Hidrología superficial	Patrón de escurrimiento	46	M3	0.50	23.0	Irrelevante
Hidrología superficial	Calidad del agua superficial	27	M3, P3 *	0.50	13.5	Irrelevante
Hidrología subterránea	Calidad del agua subterránea	23	C5, P3 *	0.50	11.5	Irrelevante
Hidrología subterránea	Infiltración y recarga	48	C2, C5	0.35	16.8	Irrelevante
Geomorfología	Modificación a la topografía	40	R1 *	0.70	28.0	Moderado
Paisaje	Cuenca visual	38	C3 *	0.50	19.0	Irrelevante
Paisaje	Calidad paisajística	38	C3	0.50	19.0	Irrelevante
Paisaje	Valor escénico	28	C3 *	0.50	14.0	Irrelevante
Flora	Biodiversidad	44	C6 *	0.40	17.6	Irrelevante
Flora	Abundancia	44	C6 *	0.40	17.6	Irrelevante
Flora	% de cobertura vegetal (CUSTF)	60	C1, C6	0.40	24.0	Irrelevante
Flora	Especies de importancia (NOM-059)	26	P1	0.60	15.6	Irrelevante
Fauna	Biodiversidad	38	M1 *	0.50	19.0	Irrelevante
Fauna	Abundancia	38	M1 *	0.50	19.0	Irrelevante
Fauna	% de refugio y conectividad	48	M1	0.50	24.0	Irrelevante
Fauna	Especies de importancia (NOM-059)	27	P1, M1 *	0.60	16.2	Irrelevante
Medio socioeconómico	Vialidad y movilidad	38	M6	0.45	17.1	Irrelevante
Medio socioeconómico	Salud y seguridad	14	P4	0.65	9.1	Irrelevante
Uso de suelo y ordenamiento	Cambio de uso de suelo forestal	52	C4	0.55	28.6	Moderado

** El asterisco señala impactos atendidos por efecto transferido de una medida dirigida a otro indicador del mismo componente ambiental.*

El resultado del programa de medidas muestra que la importancia promedio de los impactos adversos desciende de 37.4 a 18.1, lo que equivale a una reducción del 51.5 % de la importancia total evaluada. Los tres impactos severos dejan de serlo, la pérdida de cobertura vegetal pasa de 60 a 24.0, la ocupación y sellado del suelo de 52 a 23.4 y el cambio de uso de suelo forestal de 52 a 28.6. Tras la aplicación de las medidas no subsiste ningún impacto severo ni crítico; 23 de los 25 impactos adversos quedan en la categoría de irrelevantes o compatibles con el ambiente y únicamente 2 permanecen como moderados.

Los dos impactos residuales que permanecen en categoría moderada son la modificación de la topografía (28.0) y el propio cambio de uso de suelo forestal (28.6). Ambos comparten la condición de ser permanentes por

naturaleza, la conformación de plataformas y taludes y la conversión legal del uso del suelo no admiten reversión, y las medidas asociadas actúan sobre sus consecuencias de estabilización del relieve resultante, compensación de la superficie convertida y no sobre el hecho que las origina. Se reconocen, por tanto, como impactos residuales asumidos del proyecto.

Aplicando el mismo criterio de factor residual sobre la importancia acumulada, los ocho impactos que resultaban severos en el escenario de acumulación descienden todos por debajo del umbral de severidad, la pérdida de cobertura vegetal queda en 30.0, el cambio de uso de suelo forestal en 35.8, la ocupación y sellado del suelo en 29.3, el patrón de escurrimiento en 28.8, la pérdida de refugio y conectividad en 30.0, la infiltración y recarga en 21.0, y la biodiversidad y la abundancia florísticas en 21.1 cada una. En consecuencia, ni siquiera en el escenario más desfavorable, que suma los efectos del proyecto a los de los desarrollos colindantes, subsiste un impacto residual severo una vez ejecutado el programa de medidas.

IV.4.5 Síntesis

El proyecto genera tres impactos significativos, todos ellos derivados de un único hecho físico que es la conversión de 1.6107 ha a uso habitacional y ninguno de ellos crítico. El componente sinérgico y acumulativo del proyecto es real y se reconoce expresamente 20 de los 25 impactos adversos son acumulativos y el escenario que suma los efectos del proyecto a los de los fraccionamientos colindantes eleva a 8 el número de impactos severos, concentrados en el ciclo hidrológico y en la pérdida de matorral crasicaule. Frente a ello, el programa de medidas del apartado IV.5 reduce la importancia promedio de los impactos adversos en 51.5 % y elimina la totalidad de los impactos severos, tanto en el escenario individual como en el acumulativo, dejando dos impactos residuales moderados de carácter permanente que el promovente asume y compensa conforme a las medidas C4, C6, R1 y R2.

IV.6 Resumen del análisis de impactos y del resultado de la aplicación de las medidas

El análisis de impactos ambientales realizado para el proyecto permite establecer que los principales efectos ambientales se concentran en las etapas de preparación del sitio y construcción, particularmente sobre los componentes suelo, vegetación, atmósfera, hidrología superficial y paisaje. Estos efectos se relacionan principalmente con el cambio de uso del suelo, el desmonte y despalme, el movimiento y compactación del suelo, la construcción de viviendas y vialidades, así como con la generación temporal de emisiones de partículas, ruido, residuos y escurrimientos.

En términos de su relación con las condiciones ambientales existentes en la región ecológica, los impactos del proyecto representan una presión adicional de carácter puntual y espacialmente limitada, debido a que la superficie directamente intervenida corresponde únicamente a 1.6 ha. La transformación prevista se incorpora a un territorio que presenta modificaciones derivadas de las actividades humanas existentes, por lo que el proyecto contribuye principalmente a la transformación local de la cobertura vegetal, del suelo y de las condiciones de infiltración y escurrimiento, sin que por sí mismo se estime que genere una modificación generalizada de los procesos ambientales que caracterizan la región.

La acumulación de impactos se presenta principalmente entre aquellos componentes que mantienen una relación funcional. En particular, la remoción de vegetación y el despalme generan una superficie de suelo expuesto, lo que puede favorecer procesos de erosión y modificar temporalmente la infiltración y el

Consulta pública

escurrimiento superficial. Posteriormente, la construcción de viviendas, vialidades y demás elementos de urbanización genera una reducción permanente de las superficies permeables y una modificación de las condiciones naturales del paisaje. De manera paralela, durante la construcción se presentan efectos temporales asociados con emisiones de polvo, ruido, tránsito de maquinaria y generación de residuos.

No obstante, la integración de las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración permite reducir la intensidad y extensión de estos efectos y evitar que impactos individuales se conviertan en afectaciones ambientales de mayor alcance. La estrategia propuesta parte de la prevención como primera línea de actuación, mediante la delimitación estricta del área autorizada, el control del desmonte y despalme, el manejo adecuado del suelo superficial, el control de sustancias potencialmente contaminantes y la gestión de residuos. Estas medidas buscan evitar afectaciones innecesarias desde el inicio del proyecto.

Las medidas de mitigación complementan esta estrategia durante la preparación y construcción mediante el control de emisiones de polvo, ruido, escurrimientos y sedimentos, así como mediante el manejo adecuado de las aguas pluviales y la recuperación de áreas que no serán ocupadas permanentemente por infraestructura. De esta manera, se busca disminuir la intensidad de los impactos que inevitablemente se encuentran asociados con la ejecución de las obras.

Para aquellos efectos que impliquen una pérdida de vegetación o una transformación permanente del sitio y que no puedan ser evitados completamente, se consideran medidas de compensación, sujetas a las disposiciones y condicionantes que establezca la autoridad ambiental competente. Finalmente, las acciones de restauración estarán orientadas principalmente a las áreas utilizadas temporalmente durante la construcción, mediante su limpieza, retiro de materiales e instalaciones temporales, acondicionamiento del suelo y revegetación cuando corresponda.

La integración de estas estrategias permite establecer una relación entre los diferentes componentes afectados. Por ejemplo, la conservación del suelo superficial y el control de escurrimientos contribuyen simultáneamente a disminuir la erosión, reducir el transporte de sedimentos y favorecer la recuperación de áreas verdes; mientras que la revegetación de superficies no ocupadas por infraestructura contribuye a mejorar la estabilidad del suelo, recuperar parcialmente la cobertura vegetal, favorecer la infiltración y disminuir el contraste visual generado por las obras. De esta manera, las medidas no se consideran acciones aisladas, sino como un sistema integrado de manejo ambiental.

Como resultado de la aplicación conjunta de las medidas propuestas, se espera que los impactos temporales asociados con la preparación y construcción sean controlables y parcialmente reversibles, disminuyendo progresivamente una vez concluidas las obras. Los efectos permanentes, principalmente los relacionados con la pérdida de cobertura vegetal en las superficies ocupadas, la impermeabilización del suelo y la modificación del paisaje, permanecerán asociados a la presencia del fraccionamiento; sin embargo, su magnitud podrá reducirse mediante la conservación de áreas no construidas, el manejo de aguas pluviales, la revegetación y las medidas de compensación que correspondan.

En este sentido, el escenario ambiental posterior a la aplicación de las medidas se caracteriza por una transformación local y permanente del área de 1.6 ha, principalmente hacia un uso habitacional, pero con mecanismos de control destinados a evitar afectaciones adicionales fuera del área autorizada y a mantener,

Consulta Pública

en la medida de lo técnicamente posible, funciones ambientales como la estabilidad del suelo, el manejo del escurrimiento superficial, la permeabilidad de áreas no construidas y la presencia de vegetación. Por lo anterior, se considera que la aplicación integral de las medidas propuestas permite reducir la magnitud, extensión y duración de los impactos ambientales identificados, manteniendo sus efectos dentro de una escala predominantemente local y compatible con el desarrollo previsto del proyecto.

IV.7 Delimitación del Área de Influencia del proyecto

Para la delimitación del Área de Influencia (AI) del proyecto "**Privada Colinas del Padre Sexta Sección**", se consideraron como criterios prioritarios los componentes ambientales potencialmente relacionados con las acciones del proyecto y la capacidad de propagación de sus efectos. En particular, se consideraron los servicios ambientales de provisión y regulación, entre ellos la captación y regulación del agua, la retención de suelo y la generación de oxígeno, así como la función de refugio y hábitat para la fauna. Debido a la naturaleza y distribución espacial de estos componentes, su delimitación resulta compatible con unidades fisiográficas e hidrológicas como las nanocuencas, particularmente para aquellos procesos cuya expresión espacial está condicionada por la topografía y la dinámica del escurrimiento superficial.

Como segundo criterio se consideró la existencia de alteraciones y elementos antrópicos preexistentes en el entorno del proyecto, así como las condiciones físicas que permiten establecer límites objetivos para el seguimiento de los posibles efectos derivados de las actividades proyectadas. En este sentido, se consideró la presencia de obras civiles y vialidades, caminos, usos de suelo y otros elementos asociados al proceso de consolidación y expansión de la mancha urbana. Estas condiciones permiten diferenciar, en la medida de lo posible, los efectos potencialmente atribuibles al proyecto de aquellos asociados con modificaciones preexistentes en el territorio.

Asimismo, se consideraron como elementos de referencia los cauces y las zonas federales asociadas a éstos, debido a su importancia como elementos de conectividad hidrológica y como posibles receptores de modificaciones derivadas de las actividades del proyecto. De esta manera, la delimitación del AI no se realizó exclusivamente con base en una distancia determinada respecto del predio, sino considerando la interacción entre las características del proyecto, la configuración topográfica, la dinámica del escurrimiento superficial y las condiciones de transformación existentes en el entorno.

Bajo estas consideraciones, se prevé que los principales efectos ambientales asociados al proyecto sean localizados y de carácter predominantemente temporal, concentrándose principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Entre los efectos potenciales se encuentran la generación y dispersión de partículas suspendidas asociadas al movimiento y transporte de materiales, la emisión de gases de combustión provenientes de la maquinaria y vehículos, así como el desplazamiento temporal de la fauna que aún pudiera utilizar los espacios con vegetación remanente y los cauces como sitios de tránsito, refugio o alimentación.

De igual manera, las actividades de construcción podrían modificar localmente las condiciones del escurrimiento superficial, particularmente como consecuencia de la remoción de cobertura vegetal, movimiento de tierras y modificación de la superficie del terreno. En caso de presentarse eventos accidentales, como derrames de combustibles, lubricantes u otras sustancias utilizadas por la maquinaria, podrían generarse alteraciones puntuales en las características fisicoquímicas del suelo y, potencialmente, del agua. La magnitud y extensión de estos efectos dependerían de las características del evento y de las condiciones hidráulicas y ambientales existentes en el sitio.

Consulta pública

La consideración de las alteraciones preexistentes resulta particularmente importante para la delimitación del AI, debido a que el entorno del proyecto presenta modificaciones asociadas al crecimiento urbano y a la presencia de infraestructura y actividades antrópicas. En consecuencia, la identificación de los efectos atribuibles exclusivamente al proyecto debe realizarse considerando el estado ambiental actual del sistema, evitando atribuir al proyecto modificaciones que son resultado de procesos o actividades preexistentes.

Con base en estos criterios, se realizó el análisis espacial mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG), integrando información topográfica, hidrológica, de uso de suelo y vegetación, infraestructura y otros elementos relevantes del territorio. Mediante diversos geoprocesos se analizó la dirección del flujo superficial y la dinámica hidráulica asociada a los cauces y sus afluentes, considerando además la topografía del terreno y la vegetación de ribera existente como elementos que pueden contribuir a amortiguar o limitar la propagación de determinados efectos.

Como parte del procedimiento, inicialmente se identificaron las unidades hidrográficas correspondientes a cuenca, subcuenca y microcuenca, para posteriormente delimitar la nanocuenca de aportación directamente relacionada con el sitio del proyecto. Esta delimitación fue complementada y ajustada considerando elementos físicos y antrópicos que condicionan la continuidad espacial de los procesos ambientales, entre ellos carreteras, caminos, usos de suelo y modificaciones existentes del terreno.

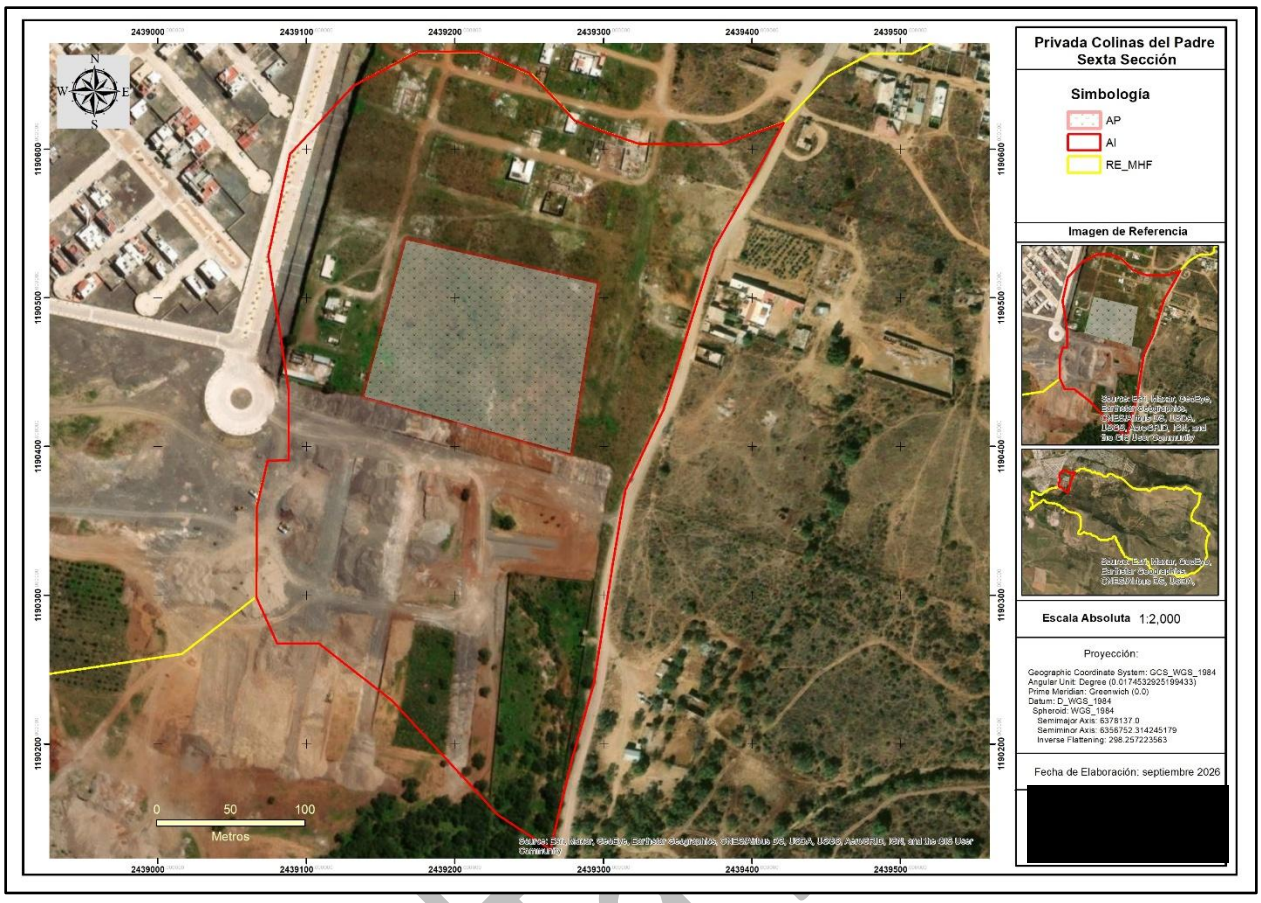
Posteriormente, los límites obtenidos fueron refinados mediante el análisis de la topografía y de las curvas de nivel, con el objeto de representar de manera más adecuada las zonas de aportación y las posibles rutas de escurrimiento hacia las derivaciones del cauce. El resultado permitió establecer una unidad espacial que integra tanto las características naturales del terreno como las condiciones de transformación existentes en el área.

Como resultado de este análisis, se determinó un Área de Influencia de 11.28 ha (112,756 m² / 0.1128 km²). Esta superficie representa el espacio territorial dentro del cual, considerando las características del proyecto, las condiciones ambientales existentes y los mecanismos potenciales de propagación de los efectos, podría manifestarse alguna modificación relacionada directa o indirectamente con las actividades proyectadas.

La delimitación obtenida constituye, por tanto, la base espacial para la evaluación de los impactos ambientales del proyecto y para la comparación de las condiciones actuales con los escenarios derivados de su ejecución. El diseño final del Área de Influencia se presenta gráficamente en el Plano 22. Área de Influencia del Proyecto.

Plano 22. Área de Influencia del proyecto

Consulta pública



Dentro de esta AI determinada podemos sintetizar que ocurrirán los impactos ambientales que el proyecto pueda producir y que incidirá en los elementos que forman esta área de gestión ambiental. Para poder describir el AI partiremos de su definición, la cual obedeció a la identificación impactos de mayor dispersión identificados para el proyecto y las acciones que provocarán estas afectaciones, considerando estos como:

- Emisión de polvos a la atmósfera.
- Dispersión de la fauna.
- Aumento en la emisión de ruidos.
- Afectación a la topografía del terreno.
- Afectación al nivel de captación hídrica.
- Disminución en la calidad química del agua.
- Compactación puntual de los suelos.
- Aumento en el nivel de erosión.
- Contaminación por la emisión de residuos.

Consulta

IV.8 Medidas de compensación y restauración ambiental

No.	Componente	Indicador / impacto asociado	Etapa	Tipo de medida	Clave	Medida propuesta	Indicador de cumplimiento	Meta
1	Flora	% de cobertura vegetal (CUSTF)	Preparación	Compensación	C1	Pago de compensación ambiental al Fondo Forestal Mexicano por la superficie autorizada de CUSTF y reforestación con especies nativas del matorral crasicaule en una relación mínima 1:1.	Comprobante de pago al FFM y hectáreas reforestadas	100 % de la superficie autorizada
2	Flora	Especies de importancia (NOM-059)	Preparación	Prevención	P1	Programa de rescate y reubicación de cactáceas y especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 previo al desmonte, con sitio receptor definido dentro del área verde del propio fraccionamiento y áreas de compensación	Número de individuos rescatados y sobrevivencia a 12 meses	Sobrevivencia ≥ 80 % de los individuos identificados en el muestreo y estimación
3	Fauna	% de refugio y conectividad	Preparación	Mitigación	M1	Ahuyentamiento dirigido y rescate de fauna previo al desmonte; conservación de una franja perimetral vegetada que mantenga conectividad con los predios no urbanizados.	Superficie de franja perimetral conservada y fauna reubicada	≥ 10 % del predio como área verde permeable
4	Suelo	Ocupación y sellado del suelo	Construcción	Mitigación	M2	Uso de pavimentos permeables en estacionamientos y andadores, y pozos de absorción en áreas verdes para compensar la pérdida de superficie de infiltración.	m² de superficie permeable respecto a la superficie total	% de superficie permeable
5	Suelo	Erosión	Preparación	Prevención	P2	Despalme selectivo por frentes de trabajo, almacenamiento del suelo orgánico en montículos menores a 1.5 m y su reutilización en áreas verdes; estabilización de taludes.	m³ de suelo orgánico conservado y reutilizado	100 % del despalme reutilizado en sitio
6	Hidrología superficial	Patrón de escurrimiento	Construcción	Mitigación	M3	Respeto de los escurrimientos naturales identificados; drenaje pluvial dimensionado para el evento de diseño y trampas de sedimentos durante la obra.	Escurrimientos respetados y capacidad hidráulica verificada	Sin obstrucción del cauce natural
7	Hidrología subterránea	Infiltración y recarga	Operación	Compensación	C2	Sistema de captación de agua pluvial en áreas comunes con descarga a pozos de infiltración, para recuperar parte del volumen de recarga perdido por la impermeabilización.	m³ infiltrados por temporada de lluvias	≥ 30 % del escurrimiento generado
8	Atmósfera	Calidad del aire	Construcción	Mitigación	M4	Riego de caminos y frentes de trabajo, cubrimiento con lona de los camiones de acarreo y verificación vehicular vigente de toda la maquinaria.	Bitácora de riego y verificaciones vigentes	100 % de unidades verificadas
9	Atmósfera	Nivel sonoro	Construcción	Mitigación	M5	Restricción de actividades ruidosas al horario de 07:00 a 18:00 horas y mantenimiento preventivo de maquinaria; medición perimetral conforme a la NOM-081-SEMARNAT-1994.	dB(A) en el límite del predio	≤ 68 dB(A) diurno
10	Paisaje	Calidad paisajística	Operación	Compensación	C3	Arbolado de vialidades y áreas comunes con especies nativas, y lineamientos de imagen urbana que integren el desarrollo con el entorno de lomerío.	Número de árboles plantados y sobrevivencia	1 árbol por vivienda, sobrevivencia ≥ 85 %

11	Medio socioeconómico	Vialidad y movilidad	Operación	Mitigación	M6	Estudio de impacto vial y aportación a la conectividad con los fraccionamientos vecinos; señalización y accesos resueltos sin saturar la vialidad existente.	Nivel de servicio de los accesos	Nivel de servicio C o mejor
12	Suelo	Calidad química (contaminación)	Construcción	Prevención	P3	Plan de manejo de residuos de la construcción conforme a la normatividad estatal, con almacén temporal, bitácora y disposición en sitio autorizado.	Toneladas dispuestas en sitio autorizado y manifiestos	100 % de residuos manifestados
13	Medio socioeconómico	Salud y seguridad	Construcción	Prevención	P4	Señalización y delimitación del frente de obra, control de accesos y protocolo de atención a la comunidad vecina durante las etapas de mayor movimiento de maquinaria.	Incidentes reportados y quejas atendidas	Cero incidentes con terceros
14	Uso de suelo y ordenamiento	Cambio de uso de suelo forestal	Preparación	Compensación	C4	Obtención y cumplimiento estricto de los términos de la autorización de CUSTF, incluyendo el programa de restauración y el seguimiento anual comprometido.	Informes de cumplimiento entregados a la autoridad	100 % de condicionantes cumplidas
15	Suelo	Erosión	Construcción	Restauración	R1	Obras de conservación de suelo y agua dentro del predio, sobre los 2,416.04 m² de áreas de donación y los taludes de vialidades: tinas ciegas, bordos en curva a nivel y presas filtrantes de piedra acomodada en los escurrimientos, con siembra de gramíneas nativas.	Superficie tratada con obras y volumen de suelo retenido (m³)	100 % de las áreas de donación y taludes tratados
16	Hidrología subterránea	Infiltración y recarga	Construcción	Compensación	C5	Tinas ciegas, zanjas trinchera y pozos de absorción con capacidad conjunta equivalente al volumen incremental de escurrimiento generado por la impermeabilización del predio	Volumen de retención construido (m³) respecto al volumen incremental calculado	≥ 100 % del volumen incremental de escurrimiento
17	Flora	% de cobertura vegetal (CUSTF)	Preparación del sitio	Compensación	C6	Reforestación compensatoria con especies nativas del matorral crasicaule en una superficie equivalente a la autorizada de CUSTF, en relación 1:1, con mantenimiento, riego de auxilio y reposición de fallas durante tres años.	Hectáreas reforestadas, densidad de plantación y sobrevivencia anual	Superficie equivalente a la autorizada, ≥ 1,100 plantas/ha y sobrevivencia ≥ 80 % a 36 meses
18	Atmósfera	Calidad del aire	Construcción	Mitigación	M7	Programa de control de polvos sostenido durante el periodo previsto para preparación del sitio y construcción: riego con agua tratada dos veces al día en frentes de trabajo y caminos internos, estabilizador de suelos en accesos, cubrimiento con lona de los camiones de acarreo, límite de velocidad de 20 km/h.	PM10 en el límite del predio y bitácora de riego y humectación	≤ 75 µg/m³ en 24 h (NOM-025-SSA1-2021) y 100 % de cumplimiento de la bitácora
19	Suelo	Erosión	Construcción	Restauración	R2	Obras de conservación de suelo y agua en un predio externo de compensación: presas filtrantes de piedra acomodada, tinas ciegas y bordos en curva a nivel, con revegetación con especies nativas.	Superficie del predio de compensación con obras establecidas y volumen de suelo retenido	≥ la superficie calculada

Consulta pública

IV.9 Pronóstico ambiental y conclusiones

El pronóstico ambiental tiene como objetivo establecer la evolución esperada la Región Ecológica ante la ejecución del proyecto de cambio de uso de suelo para la construcción del fraccionamiento, considerando las condiciones actuales del área de estudio, los efectos derivados de la ejecución del proyecto y la aplicación de las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración propuestas.

IV.9.1 Escenario sin proyecto

En ausencia del proyecto, la superficie destinada al cambio de uso de suelo conservaría las condiciones actuales de cobertura y uso del terreno, manteniéndose los procesos naturales que actualmente se desarrollan en ella.

Los principales procesos ambientales continuarían relacionados con la dinámica climática regional, la precipitación estacional, el escurrimiento superficial, la infiltración, la erosión natural del suelo y la dinámica de la vegetación existente. Asimismo, la fauna presente continuaría utilizando el área como parte de su ámbito de desplazamiento y, dependiendo de las condiciones locales, como sitio de alimentación, refugio o tránsito.

No obstante, el escenario sin proyecto no debe interpretarse como una condición completamente estática. El área se encuentra dentro de un contexto regional en el que existen procesos de transformación del territorio asociados al crecimiento urbano y a las actividades humanas. Por ello, aun sin la ejecución del proyecto, las condiciones ambientales podrían experimentar modificaciones graduales derivadas de la dinámica de expansión urbana y del uso del suelo en el entorno.

IV.9.2 Escenario con proyecto y sin medidas ambientales

En un escenario hipotético en el que el proyecto se ejecutara sin la aplicación de medidas ambientales, la transformación de la superficie produciría una modificación directa de las condiciones actuales del terreno.

La remoción de la cobertura vegetal y la preparación del sitio generarían pérdida directa de vegetación en las áreas intervenidas, así como modificación de la estructura superficial del suelo. Las actividades de despalme, nivelación, excavación y construcción favorecerían procesos de compactación y podrían incrementar temporalmente la susceptibilidad a la erosión y al arrastre de sedimentos.

La transformación de la superficie también modificaría las condiciones de infiltración y escurrimiento superficial. La incorporación de superficies impermeables y semipermeables asociadas a vialidades, viviendas y demás elementos urbanos reduciría la infiltración local en determinadas áreas y modificaría la distribución del escurrimiento.

En el componente biótico, la pérdida de cobertura vegetal y el incremento de presencia humana producirían una reducción del hábitat disponible dentro de la superficie intervenida y favorecerían el desplazamiento de fauna hacia áreas aledañas.

El paisaje también presentaría una modificación permanente debido a la sustitución de una superficie con características predominantemente naturales por infraestructura habitacional y vialidades. Este efecto sería permanente mientras se mantenga el uso urbano del predio.

Consulta pública

Adicionalmente, durante la construcción se generarían emisiones de partículas, ruido, residuos y tránsito de maquinaria, así como un incremento temporal de la perturbación ambiental. Sin medidas de control, estos efectos podrían extenderse fuera de las áreas estrictamente necesarias para la ejecución del proyecto.

IV.9.3 Escenario con proyecto y aplicación de medidas ambientales

Considerando la aplicación de las medidas ambientales propuestas, se prevé que los impactos derivados del proyecto puedan mantenerse principalmente dentro de las áreas autorizadas para su ejecución y reducirse en intensidad y duración.

La delimitación previa de las superficies de trabajo permitirá evitar afectaciones innecesarias sobre áreas externas al proyecto. El control de maquinaria, vehículos y actividades constructivas contribuirá a reducir la compactación del suelo fuera de las áreas destinadas a las obras, así como la generación de polvo, ruido y otros efectos asociados con la construcción.

Para el componente suelo, la aplicación de medidas de prevención y mitigación permitirá reducir la pérdida y dispersión de suelo, controlar procesos erosivos y disminuir el transporte de sedimentos hacia zonas bajas o sistemas de drenaje natural. La recuperación de las áreas temporales contribuirá posteriormente a restablecer parte de las funciones ambientales del suelo.

En materia de vegetación, las actividades de desmonte deberán limitarse estrictamente a las superficies autorizadas. Los ejemplares que, de acuerdo con las características del sitio y la normativa aplicable, sean susceptibles de manejo, rescate o reubicación deberán ser atendidos mediante las medidas correspondientes. Las acciones de compensación permitirán contribuir a contrarrestar la pérdida de cobertura vegetal asociada al cambio de uso de suelo.

Respecto a la fauna, las medidas de prevención, rescate y manejo permitirán reducir el riesgo de mortalidad directa y favorecer el desplazamiento de individuos hacia áreas con condiciones adecuadas de refugio y alimentación. El control de actividades y la prohibición de captura, persecución o afectación deliberada de ejemplares contribuirán a disminuir las presiones adicionales durante la construcción.

En relación con el agua, el diseño y operación de las obras de drenaje y manejo de escurrimientos deberán evitar concentraciones de flujo que puedan generar erosión o afectar terrenos colindantes. Asimismo, el manejo adecuado de combustibles, lubricantes, residuos y materiales de construcción permitirá reducir el riesgo de contaminación del suelo y agua.

El paisaje será uno de los componentes con modificación permanente, debido a la naturaleza habitacional del proyecto. No obstante, el establecimiento de áreas verdes, la integración de vegetación y la recuperación de superficies temporales permitirán mejorar la integración visual del desarrollo con su entorno.

IV.9.4 Evolución esperada de los componentes ambientales

La evolución ambiental del sitio será diferenciada entre los componentes directamente transformados y aquellos que únicamente estarán sujetos a perturbaciones temporales.

Consulta pública

La vegetación presentará una modificación permanente en las áreas ocupadas por las obras; sin embargo, las medidas de compensación y las acciones de establecimiento y mantenimiento de vegetación permitirán recuperar parcialmente funciones ambientales y generar nuevas superficies vegetadas dentro o asociadas al proyecto.

El suelo sufrirá modificaciones permanentes en las superficies construidas y compactadas. En las áreas que permanezcan libres de infraestructura, las medidas de protección y conservación permitirán mantener una mayor proporción de sus funciones originales.

La hidrología superficial será modificada por la incorporación de elementos urbanos. La correcta conducción y manejo de escurrimientos será, por tanto, un aspecto fundamental para evitar procesos erosivos y afectaciones fuera del predio.

La fauna podrá experimentar un desplazamiento durante la etapa constructiva. Una vez concluida esta etapa, es previsible que las especies con mayor tolerancia a ambientes urbanos utilicen nuevamente determinadas áreas del entorno, mientras que las especies con mayores requerimientos de hábitat tenderán a permanecer en superficies con menor grado de perturbación.

El paisaje presentará una transformación permanente como consecuencia de la urbanización. Este impacto es inherente al objetivo del proyecto y, por sus características, no puede eliminarse completamente; sin embargo, puede reducirse mediante criterios de diseño, vegetación y manejo de las áreas libres.

En términos generales, los impactos más intensos se concentrarán durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Una vez terminadas las obras, disminuirán progresivamente los impactos relacionados con maquinaria, ruido, emisiones de partículas y generación de residuos de construcción. Permanecerán aquellos efectos asociados con la ocupación y uso habitacional del terreno.

Consulta pública

Anexos. Instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la MIA

Anexo A. Documentación legal

Como documentación legal del Promovente se presenta la siguiente, misma que acredita su personalidad y capacidad de solicitar este trámite administrativo y obtener la Autorización en Materia de Impacto Ambiental correspondiente:

a) Acta Constitutiva de Inmobiliaria del Padre S.A. de C.V. (Anexo 1)
b) Identificación Nacional del Apoderado Legal de la Empresa (INE) (Anexo 2).
c) Acta 29087 de IPA Cambio de Apoderado (Anexo 3).

Documentación Legal de la Empresa que Elaboro el Estudio

El responsable encargado de este proyecto para el estado de Zacatecas será el **Biólogo David Morales Pánuco**, quien acredita su identidad y experiencia por medio de:

a) Identificación Oficial (INE) (Anexo 4).
b) Cédula Profesional No. 9907022 (Anexo 5).

Anexo B. Estudios Específicos y de Proyecto

- Lotificación 1ha Colinas del Padre 6ta Sección
- Cronograma para Urbanización
- Descripción de Procedimientos Constructivos
- Especificaciones CRETIB de Sustancias Usadas
- Plantilla del Personal
- Presupuesto de Urbanización

Anexo C. Cartografía y Archivos Geoespaciales

Capa o plano	Formatos requeridos
Polígono general del proyecto	SHP, KML/KMZ, CSV, PDF, DWG
Polígonos por componente, obras complementarias y temporales	DWG
Polígonos de intervención, afectación y cambio de uso del suelo	SHP, KML/KMZ, CSV, PDF, DWG
Región Ecológica delimitada	SHP, KML/KMZ, PDF
Área de Influencia	SHP, KML/KMZ, PDF
Sitios de muestreo de flora y fauna	SHP, KML/KMZ, CSV, PDF
Polígonos de compensación y restauración	SHP, KML/KMZ, CSV, PDF

consulta pública

Anexo D. Bibliografía y Referencias

Glosario

Ámbito: espacio incluido dentro de ciertos límites.

Alcance: fase siguiente al Sondeo en la que se determina la proyección y contenido del análisis de evaluación ambiental a partir de las características de la actividad, la información relevante del medio receptor, consultas a expertos e implicados y la identificación preliminar de los efectos previsibles.

Área de influencia: espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en la Región Ecológica (RE) o región, y que alterará algún elemento ambiental.

Desarrollo sustentable: es el progreso social, económico y político dirigido a satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades; es el mejoramiento de la calidad de vida humana sin sobrepasar la capacidad de carga de los ecosistemas que la sustentan; es un concepto multidimensional que abarca las diversas esferas de la actividad humana: económica, tecnológica, social, política y cultural.

Desequilibrio ecológico grave: alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que pueden ocasionar la destrucción, aislamiento o fragmentación de ecosistemas.

Ecosistema estratégico: es aquel (o aquellos), de los que depende directamente el funcionamiento y el bienestar de la sociedad. Su carácter estratégico deriva de la dependencia que respecto a ellos tienen los procesos básicos de la sociedad.

Ecosistemas ambientalmente sensibles: son aquellos que tienen una muy alta y comprobada sensibilidad del deterioro de las condiciones, por mínimas que éstas sean, de la calidad de su ambiente, derivadas de la introducción de presiones externas.

Entorno: es el área de influencia de un proyecto, plan o programa.

Escenario: descripción integral de una situación en el futuro como consecuencia del pasado y el presente, usualmente como varias alternativas: posibles o probables; es un insumo a la planeación a largo plazo para el diseño de estrategias viables. Su propósito es anticipar el cambio antes de que éste se vuelva abrumador e inmanejable.

Estudio de impacto ambiental: documento que presenta la información sobre el medio ambiente, las características de la actividad a desarrollar (o proyecto) y la evaluación de sus afectaciones al medio ambiente.

Evaluación ambiental: predicción, identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales aunado con el diseño de medidas de prevención, mitigación y compensación.

Evaluación ambiental estratégica: es el proceso sistemático mediante el cual se consideran los impactos ambientales de políticas, planes y programas y cuyos resultados apoyan la toma de decisiones en los niveles iniciales con el objeto de alcanzar un desarrollo sustentable.

Consulta pública

Evaluación ambiental regional: es el proceso de establecer las implicaciones ambientales acumulativas a escala regional, de desarrollos multisectoriales durante un cierto periodo y dentro de su entorno.

Impactos acumulativos: efecto en el ambiente que resulta de la adición de los impactos que potencialmente puede generar una obra o actividad, con los que ya generaron otras obras sobre el mismo componente ambiental o que actualmente los están generando.

Impacto ambiental: modificación del medio ambiente ocasionada por la acción del hombre.

Impacto ambiental significativo o relevante: aquel que resulta de la acción del hombre, cuyo valor o efecto se acerca al límite de la capacidad de carga de un ecosistema, definida por uno o más de los siguientes parámetros**:**

- La tasa de renovación de los recursos naturales (por ejemplo, la deforestación que se acerca al límite de renovación natural de una determinada cubierta forestal, la disminución de las áreas de captación hídrica, el tamaño efectivo de una población de especies en estatus, etc.).
- La tasa de compatibilidad regional o de aceptación (por ejemplo, cuando se acerca al límite de los coeficientes de ocupación o de uso del suelo, de integración al paisaje o de los tipos de vegetación, etc.).
- La tasa de asimilación de contaminantes (por ejemplo, la cantidad de efluentes que puede auto depurar un río o un lago).

Impactos indirectos: variedad de impactos o efectos significativos distintos de los causados de manera directa por un proyecto. Son causados por desarrollos y actividades colaterales desencadenadas por el proyecto cuya magnitud es significativa e incluso mayor que la ocasionada por el proyecto; impactos que son producidos a menudo lejos de la fuente o como resultado de un proceso complejo. A veces se designa como impactos secundarios o terciarios.

Impactos potenciales: posibles modificaciones del medio derivadas de una acción humana proyectada; riesgo de impacto de una actividad humana en marcha o que se derivará de una acción en proyecto, en caso de ser ejecutado. Pueden ser directos, indirectos, acumulativos o sinérgicos.

Impactos residuales: impactos que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impactos sinérgicos: aquel que se produce cuando el efecto continúo de la presencia simultánea de varias acciones supone una Incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales consideradas aisladamente.

Indicador: la palabra indicador viene del verbo latín indicare, que significa mostrar, anunciar, estimar o asignar un precio. Los indicadores son parámetros (por ejemplo, una medida o propiedad observada), o algunos valores derivados de los parámetros (por ejemplo, modelos), que proporcionan información sobre el estado actual de los ecosistemas, así como patrones o tendencias (cambios) en el estado del medio ambiente, en las actividades humanas que afectan o están afectadas por el ambiente o sobre las relaciones entre tales variables.

Indicador de impacto ambiental: expresión cuantificable de un impacto ambiental; variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración al medio ambiente; elementos del

Consulta pública

medio ambiente afectado o potencialmente afectado por un agente de cambio, evaluado de manera cuantitativa.

Índice: es una agregación de estadísticas y/o de indicadores, que resume a menudo una gran cantidad de información relacionada, usando algún procedimiento sistemático de ponderación, escala y agregado de variables múltiples en un único resumen.

Medidas correctivas: el conjunto de medidas ya sean de prevención, control, mitigación, compensación o restauración.

Medidas de mitigación: conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Medidas de compensación: conjunto de acciones para contrarrestar el daño causado por un impacto al ecosistema. Por lo general los impactos ambientales que requiere compensación son en su gran mayoría irreversibles. Algunas de las actividades que se incluyen en este tipo de medidas son la repoblación vegetal o la inversión en obras de beneficio al ambiente.

Medida de prevención: son aquellas encaminadas a impedir que un impacto ambiental se presente. Entre ellas se encuentran las actividades de mantenimiento, planes y programas de emergencia y algunas otras medidas encaminadas al mismo fin.

Medio ambiente: sinónimo de ecosistema y compuesto por elementos (estructura) y su funcionamiento (interacciones).

Programa de manejo ambiental o de vigilancia ambiental: consiste en la programación de las medidas, acciones y políticas a seguir para: prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos adversos que el proyecto o el conjunto de proyectos pueden provocar en cada fase de su desarrollo.

Región: espacio geográfico ambientalmente homogéneo, resultado de la interacción de sus diversos componentes (bióticos y abióticos), cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de estos.

Resiliencia: medida de habilidad o capacidad que tiene un ecosistema de absorber estrés ambiental sin cambiar sus patrones ecológicos característicos, esto implica la habilidad del ecosistema para reorganizarse bajo las tensiones ambientales y establecer flujos de energía alternativos para permanecer estable sin perturbaciones severas, sólo con algunas modificaciones menores en su estructura.

Región Ecológica (RE): Espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abiótico, biótico y socioeconómico de la región donde se pretende establecer el proyecto, generalmente formado por un conjunto de ecosistemas y dentro del cual se aplicará un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales y de aprovechamiento.

Sondeo (Screening): fase de consulta, previa a la Evaluación del Impacto Ambiental, en la que se decide si una actividad debe someterse a al procedimiento de EIA. La decisión comúnmente la determina la autoridad ambiental.

Sustentabilidad: es un estado ideal en el que el crecimiento económico y el desarrollo debieran ocurrir y ser mantenidos en el tiempo dentro los límites impuestos por el ambiente. La sustentabilidad es una visión

Consulta pública

de futuro y el Desarrollo Sustentable la estrategia para alcanzarla; implica comprender los límites y características de la naturaleza, leyes naturales que los gobiernan; la sustentabilidad se basa en las teorías ecológicas de sustentabilidad natural de los ecosistemas.

Consulta pública

Bibliografía y Documentación Consultada para la Elaboración de este Documento

1. Aguiló, M., et al. (1993). Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología. Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y Medio Ambiente.
2. Álvarez, T., & González, E. (2013). Guía de campo de anfibios y reptiles de México. Instituto de Biología, UNAM.
3. Amo Rodríguez, S., et al. (1999). Reforestación y plantaciones: Manejo y enriquecimiento de acahuales. Programa de Acción Forestal Tropical – Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza – SEMARNAP.
4. Aramburu, M. P., Cifuentes, P., Escribano, R., & González, S. (1994). Guía para la elaboración de estudios del medio físico. MOPU.
5. Arriaga, L., Espinoza, J. M., Aguilar, C., Martínez, E., Gómez, L., & Loa, E. (2002). Regiones terrestres prioritarias de México. CONABIO.
6. Arriaga, L., Espinoza, J. M., Aguilar, C., Martínez, E., Gómez, L., & Loa, E. (2009). Regiones prioritarias y planeación para la conservación de la biodiversidad. En Capital natural de México, Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio (pp. 433–457). CONABIO.
7. Banco de México. (2023). Remesas por municipio receptor.
8. Barberá, G. G., López Bermúdez, F., & Romero Díaz, A. (1997). Cambios de uso de suelo y desertificación en el Mediterráneo. En Acción humana y desertificación en ambientes mediterráneos.
9. Bateman, A. (2007). Hidrología básica. Universitat Politècnica de Catalunya.
10. Blanco, A. A. (1979). La definición de unidades de paisaje y su clasificación en la provincia de Santander (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid.
11. Bolòs, M. (1992). Manual de ciencia del paisaje: Teoría, métodos y aplicaciones. Masson.
12. Camacho Pulido, J. R. (1998). Importancia de las zonas boscosas en el medio ambiente y la salud de comunidades rurales. Manual de Tecnología Apropiada al Medio Rural No. 7.
13. Capó Arteaga, M. A. (1999). Establecimiento de plantaciones forestales: Los ingredientes del éxito. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
14. Ceballos, G., & Oliva, G. (2005). Los mamíferos silvestres de México. FCE / CONABIO.
15. CONABIO. (2008). Capital natural de México. Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO.
16. CONABIO. (2019). Suelos y su degradación en México. En La biodiversidad en México: Estudio de país.
17. CONABIO. (2020). Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB).
18. CONAGUA. (2024). Sistema Nacional de Información del Agua.
19. CONAGUA. (2024). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero.
20. CONEVAL. (2020). Medición de la pobreza a nivel municipal.
21. FAO-WRB. (2022). World Reference Base for Soil Resources. FAO.
22. Ferrari, L., Orozco-Esquivel, T., Manea, V., & Manea, M. (2012). The dynamic history of the Trans-Mexican Volcanic Belt. Geological Society of America Bulletin, 124(7–8), 1050–1078.
23. García, E. (2004). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. UNAM.
24. García Romero, A., & Muñoz Jiménez, J. (2002). El paisaje en el ámbito de la geografía. Instituto de Geografía, UNAM.

Consulta pública

25. Gobierno del Estado de Zacatecas. (2020). Estudio de biodiversidad del estado de Zacatecas. SAMA.
26. González Rebollar, J. L. (1999). Suelo, relieve, agua y paisaje. Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales, 1, 1–40.
27. Howell, S. N. G., & Webb, S. (1995). A guide to the birds of Mexico and northern Central America. Oxford University Press.
28. H. Ayuntamiento de Zacatecas, Zacatecas. (2024). Plan Municipal de Desarrollo 2024–2027.
29. INEGI. (1981). Guías para la interpretación de cartografía: Hidrología.
30. INEGI. (2008). Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México.
31. INEGI. (2011). Guía para la interpretación de cartografía edafológica. Serie II.
32. INEGI. (2014). Diccionario de datos fisiográficos y geológicos. Serie II.
33. INEGI. (2014). Conjunto de datos vectoriales de fisiografía. Serie III.
34. INEGI. (2016). Carta de uso del suelo y vegetación, Serie VI.
35. INEGI. (2017). Conjunto de datos vectoriales fisiográficos, Serie II.
36. INEGI. (2020). Censo de Población y Vivienda 2020.
37. INEGI. (2020). Anuario estadístico y geográfico de Zacatecas.
38. INEGI. (2020). Datos vectoriales edafológicos. Serie III.
39. INEGI. (2021). Carta de uso del suelo y vegetación, Serie VII.
40. INEGI. (2021). Diccionario de datos de edafología.
41. INEGI. (2022). Carta de uso del suelo y vegetación. Serie VI.
42. INEGI-CONABIO-SEMARNAT. (2022). Guía para la interpretación de mapas edafológicos.
43. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. (2024). Última reforma DOF 01-04-2024.
44. Loa, L. E., Cervantes, M., Durand, L., & Peña, A. (1996). Uso de la biodiversidad. En CONABIO (Ed.), La biodiversidad biológica de México: Estudio de país.
45. Martí Vargas, J. R., & Pérez González, L. (2001). Fragilidad del paisaje como herramienta de ordenación del territorio. III Congreso Internacional de Ordenación del Territorio.
46. Rissman, A. R., et al. (2007). Conservation easements. Conservation Biology, 21, 709–718.
47. Rzedowski, J. (2006). Vegetación de México (Edición digital). CONABIO.
48. SEMARNAT. (2026). Guía técnica para la elaboración de Manifestaciones de Impacto Ambiental.
49. SEMARNAT. (2022). NOM-059-SEMARNAT-2010.
50. Servicio Geológico Mexicano. (2015). Cartas geológicas y metalogenéticas regionales.
51. Servicio Geológico Mexicano. (2020). Carta geológica de la República Mexicana. Escala 1:2,000,000.
52. Solari, F. A., & Cazorla, L. (2009). El paisaje como referente de diseño. Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación, 30.
53. Springall, R. (1976). Hidrología. UNAM.
54. Zetina, N. (2015). Carta Mexicana del paisaje. MEC-EDUPAZ, UNAM.

Consulta pública