



# MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

## I. Nombre del área que clasifica.

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

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

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

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

La información correspondiente a domicilio, teléfono, correo electrónico y costo de inversión.

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

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

## V. Firma del titular del área.



SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE  
RECURSOS NATURALES  
DELEGACIÓN FEDERAL  
ESTADO DE PUEBLA

Mtro. Fernando Silva Triste  
Subdelegado de Administración e Innovación

Con fundamento en lo dispuesto por los artículos 6 fracción XVI, 32, 33, 34, 35 y 81 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia por ausencia definitiva del Titular de la Oficina de Representación de la SEMARNAT en el Estado de Puebla, previa designación<sup>1</sup> firma el C. Fernando Silva Triste, Subdelegado de Administración e Innovación.

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

ACTA\_22\_2023\_SIPOT\_3T\_2023\_XXVII, en la sesión celebrada el 13 de octubre del 2023

Disponible para su consulta en:

[http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2023/SIPOT/ACTA\\_22\\_2023\\_SIPOT\\_3T\\_2023\\_ART69.pdf](http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2023/SIPOT/ACTA_22_2023_SIPOT_3T_2023_ART69.pdf)

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



**Promovido por Cementos Moctezuma, S.A.  
de C.V.**

## **“MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR”**

**Ampliación del Proyecto Explotación, Extracción  
y Aprovechamiento de un Yacimiento de Yeso  
en el Predio Denominado La Mole, en el  
Municipio de Chietla, Puebla**

**OCTUBRE DEL 2022, CHIETLA, PUEBLA**



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



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

### **I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO**

El objetivo principal del nuevo uso que se busca darle a las áreas del proyecto es la **ampliación del proyecto explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole, en el municipio de Chietla, Puebla**, con la finalidad de satisfacer la creciente demanda de yeso a la planta de cemento Tepetzingo en Morelos y Apazapán en Veracruz Llave de Cementos Moctezuma, siendo factor detonante para el desarrollo de la construcción en la región.

El uso que se le pretende dar al terreno es la ampliación de explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole, es un predio irregular de una superficie de **19.01 ha** (etapa 3 = 19.01 y zona de amortiguamiento = 5.66).

#### **I.1.1. Nombre del proyecto**

El proyecto se denomina: Ampliación de explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole, en el municipio de Chietla, Puebla.

#### **I.1.2. Ubicación del proyecto.**

El proyecto ampliación de la explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole, en el municipio de Chietla, se ubica a 4.8 km al noreste de la localidad de Lagunillas de Rayón en el municipio de Chietla del estado de Puebla, este predio se localiza aproximadamente a 8.55 km al noreste del poblado de Axochiapán del estado de Morelos, para el acceso al predio se da a la altura del km 7.3 de la carretera Federal 892 del tramo Axochiapán-Chietla, de ahí se entronca o prosigue por una brecha de terracería que comunica a la localidad de Lagunillas de Rayón hasta llegar al predio en estudio aproximadamente a 6.77 km.



**Entidad federativa y municipio:**

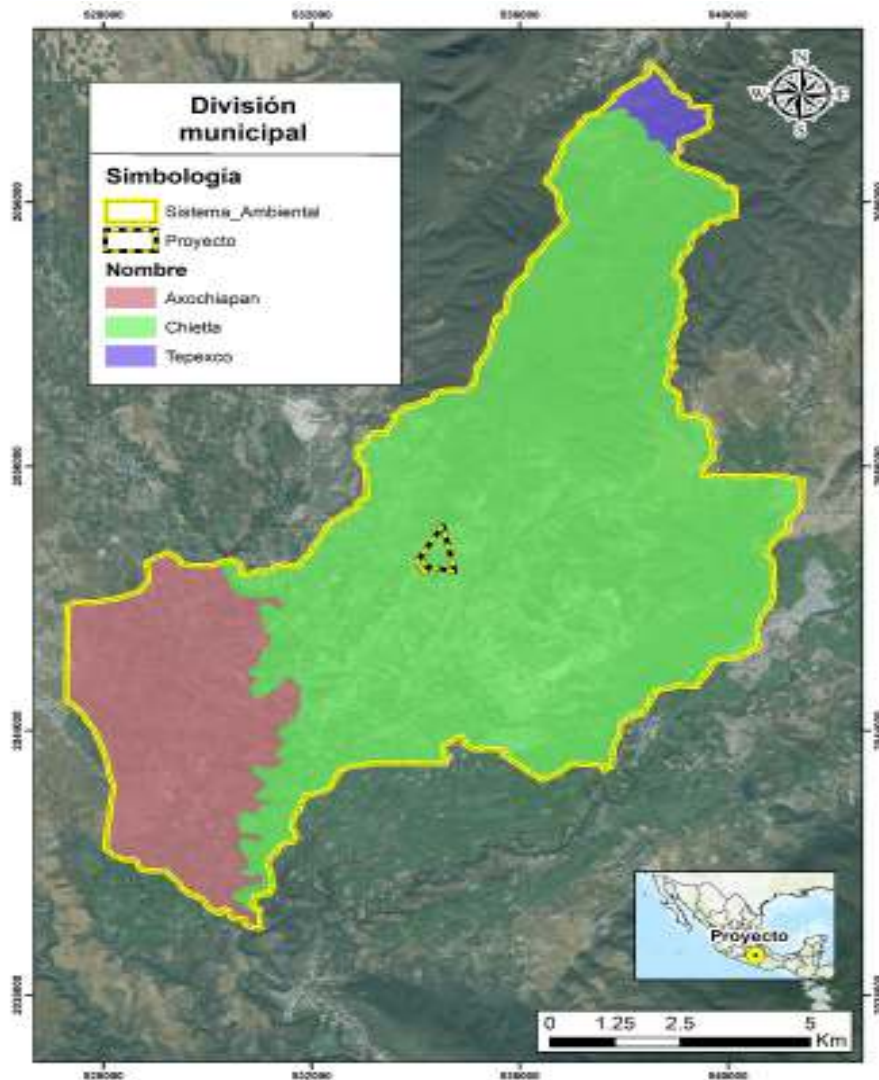
El Proyecto ampliación de la explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole, se ubica en el siguiente municipio y entidad federativa:

**MUNICIPIO**

Chietla

**ENTIDAD FEDERATIVA**

Puebla



**Figura I.1.** Ubicación general del proyecto ampliación de la explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole.

**Localidades:**

El sitio donde se ubica el predio de proyecto, está al Oeste de la cabecera municipal, a 9.8 km en línea recta del H. Ayuntamiento de Chietla. La zona de proyecto se ubica en la parte Sur-Oeste del Estado de Puebla, en el Ejido de Lagunillas de Rayón, del municipio de Chietla. Algunas de las comunidades cercanas al banco de yeso son: Tzompahuacan, Los Cuartos, San José Chietla, San José Los Laureles, Ampliación Emiliano Zapata, El Paraíso, Lagunillas de Rayón y Emiliano Zapata.

**Coordenadas geográficas y/o UTM:**

**Tabla I.1.** Coordenadas geográficas y/o UTM del proyecto ampliación de la explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole.

Cuadro de construcción del yacimiento de yeso denominado La Mole  
Coordenadas UTM 14N.

Id	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
1	2047613.26	534749.08
2	2047894.54	534688.86
3	2048131.18	534638.19
4	2048424.62	534575.35
5	2048664.16	534524.06
6	2048320.06	534316.59
7	2048028.43	534140.76
8	2047824.73	534016.70
9	2047823.87	534033.47
10	2047772.17	534052.44
11	2047616.59	534180.04
12	2047716.96	534256.15
13	2047723.24	534265.59
14	2047679.94	534461.56
15	2047678.37	534467.03
16	2047639.70	534651.97
17	2047613.93	534734.32
<b>Superficie: 38.83 ha</b>		

Cuadro de construcción del Área de amortiguamiento del predio del yacimiento de yeso denominado La Mole, Coordenadas UTM 14N.

Área de amortiguamiento Coordenadas UTM 14N		
Id	X	Y
1	534524.06	2048664.16
2	534575.35	2048424.62
3	534638.19	2048131.18
4	534688.86	2047894.54
5	534749.08	2047613.26
6	534734.32	2047613.93
7	534651.97	2047639.70
8	534467.03	2047678.37
9	534461.56	2047679.94
10	534265.59	2047723.24
11	534256.15	2047716.96
12	534180.04	2047616.59
13	534052.44	2047772.17
14	534033.47	2047823.87
15	534016.70	2047824.73
16	534140.76	2048028.43
17	534316.59	2048320.06
18	534524.06	2048664.16
19	534175.80	2048049.12
20	534049.07	2047839.42
21	534070.05	2047782.24
22	534179.42	2047648.88
23	534242.26	2047731.74
24	534261.60	2047744.60
25	534466.48	2047699.34
26	534471.84	2047697.80
27	534657.02	2047659.08
28	534723.26	2047638.35
29	534631.59	2048066.44
30	534588.23	2048268.97
31	534515.09	2048610.54

Área de amortiguamiento Coordenadas UTM 14N		
32	534267.59	2048201.00
33	534175.80	2048049.12
Superficie: 5.66 ha		

### I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto

- Duración total (incluye todas las etapas)

El proyecto contempla un banco de materiales (banco de yeso) para la fabricación de cemento.

La empresa acota la vida útil de este banco en 50 años, considerando que esta vida útil estimada se encuentra en función de la demanda de los productos fabricados, así como por el desarrollo de nueva tecnología y el uso de materias primas alternas para la producción de cemento.

El desglose de la vida útil del banco se presenta a continuación:

- Primera etapa: 7 años (ya autorizada mediante el Resolutivo DFP/215/12 del 16 de enero de 2012)
  - Segunda etapa: 12 años (ya autorizada mediante el Resolutivo DFP/215/12 del 16 de enero de 2012)
  - Tercera etapa: 31 años
- En caso de que el proyecto que se somete a evaluación se vaya a construir en varias etapas, justificar esta situación y señalar con precisión ¿qué etapa cubre el estudio que se presenta a evaluación?

Al tratarse de un banco de materiales, el proyecto se presentó a evaluación conforme a las etapas extractivas. En resolutivo anterior, la autoridad otorgó autorización condicionada para la operación de las etapas 1 y 2 del proyecto, negando la tercera etapa. Considerando que el poder contar con la autorización del banco de material en sus tres etapas permite una explotación y diseño del banco más sustentable e incorporando el conocimiento del banco y material presente, así como de la experiencia y necesidades que a la fecha se tienen, la empresa solicita se otorgue autorización en materia de impacto ambiental para la tercera etapa del proyecto, así como la evaluación ambiental de la ampliación del

área operativa de la 1ª y 2ª etapas, hacia la franja contigua de 20 metros, la cual se mitiga con la ampliación del área de amortiguamiento. Así mismo, la evaluación de la construcción de una caseta de vigilancia que contendrá una oficina y un sanitario, del cual, las aguas residuales serán enviadas a una fosa séptica prefabricada.

Por lo anterior, la solicitud consiste en:

1. Solicitar la autorización en materia de impacto ambiental, de la tercera etapa del proyecto denominado “ampliación de la explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole, en el municipio de Chietla, Puebla”.
2. Solicitar la evaluación y autorización en materia ambiental de la franja de 20 metros contigua al oeste de la etapa 1 y etapa 2 (autorizado mediante el Resolutivo DFP/215/12 del 16 de enero de 2012), para su uso como área operativa.
3. Solicitar la autorización de la ampliación de la zona de amortiguamiento declarada en la Manifestación de impacto ambiental del proyecto original y autorizado mediante el Resolutivo DFP/215/12 del 16 de enero de 2012.
4. La construcción e instalación de una caseta de vigilancia y sanitario con fosa séptica.

Una vez realizada la evaluación y en caso de contar con la autorización favorable de esta solicitud, la empresa Cementos Moctezuma procedería a solicitar la modificación del proyecto previamente evaluado y autorizado en materia de impacto ambiental, para hacer compatible el proyecto, así como para integrar y complementar las medidas de mitigación y compensación propuestas.

#### **I.1.4. Presentación legal de la documentación**

- De ser el caso, constancia de propiedad del predio. Se integran las escrituras del predio de proyecto, como anexo a este estudio.

De igual manera, se notifica a las autoridades federales y municipales sobre la construcción del proyecto, a fin de no interferir con los planes o programas que se tengan establecidos. En caso de existir interferencia alguna, se realizan acuerdos de coordinación entre ambas partes.





### **I.3. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

a. Nombre o razón social

[REDACTED]

b. Registro Federal del Contribuyente o CURP

[REDACTED]

c. Nombre del representante técnico de la elaboración del estudio

[REDACTED]

d. RFC del responsable técnico de la elaboración del estudio

[REDACTED]

e. CURP del responsable técnico de la elaboración del estudio

[REDACTED]

f. Cédula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio

[REDACTED]

g. Dirección del responsable del estudio

Calle y Número: [REDACTED]

Colonia: [REDACTED]

Código Postal: [REDACTED], Entidad Federativa: [REDACTED]

Municipio: [REDACTED]

Teléfono(s): [REDACTED]

Correo electrónico: [REDACTED]

“LOS ABAJO FIRMANTES **BAJO PROTESTA DE DECIR LA VERDAD**, QUE PARA LA OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL PRESENTE ESTUDIO DEL PROYECTO DENOMINADO “**AMPLIACIÓN DEL PROYECTO EXPLOTACIÓN, EXTRACCIÓN Y APROVECHAMIENTO DE UN YACIMIENTO DE YESO EN EL PREDIO DENOMINADO LA MOLE, EN EL MUNICIPIO DE CHIETLA, PUEBLA**”, SE UTILIZARON LAS MEJORES TÉCNICAS Y METODOLOGÍAS EXISTENTES, ASÍ COMO LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN MÁS EFECTIVAS. LO ANTERIOR, COMO LO ESTABLECE EL ART. 35 BIS 1 DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE”.

PROMOVENTE

**CEMENTOS MOCTEZUMA, S.A. DE C.V.**

RESPONSABLE DEL PROYECTO

[REDACTED]

REPRESENTANTE LEGAL

CONSULTOR

[REDACTED]

RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

[REDACTED]

CEDULA PROFESIONAL [REDACTED]

OCTUBRE DEL 2022

## CRÉDITOS

**Participantes en la elaboración del estudio;**

**[REDACTED]**  
**Cedula Profesional [REDACTED]**

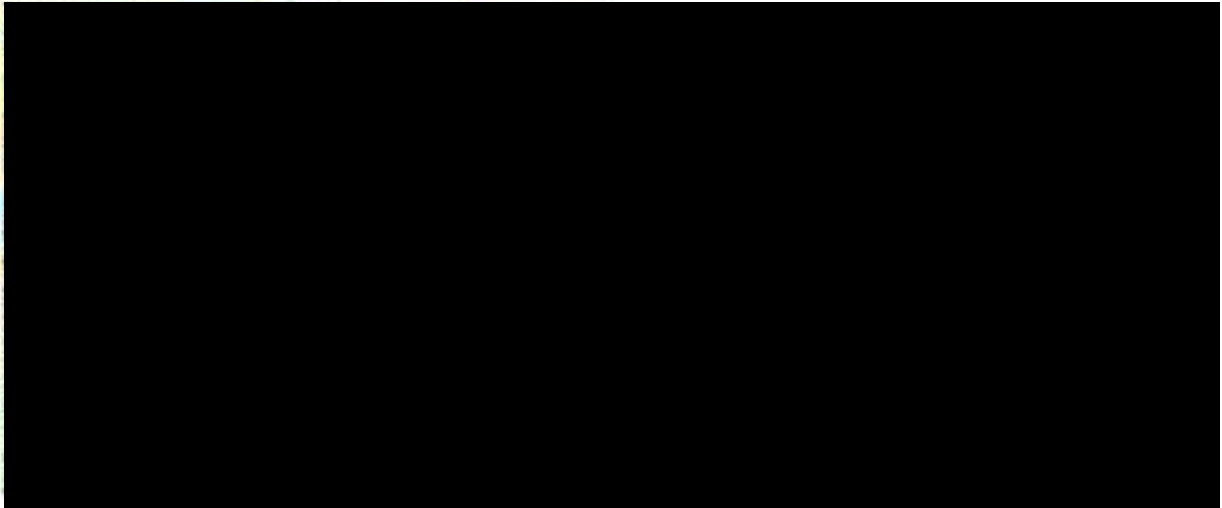
**[REDACTED]**  
**Cedula Profesional [REDACTED]**

**[REDACTED]**  
**Cedula Profesional en Trámite**

**[REDACTED]**  
**Cedula Profesional en Trámite**

**[REDACTED]**  
**Cedula Profesional No [REDACTED]**

**[REDACTED]**  
**Cedula Profesional [REDACTED]**







## ***DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO***



***Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, “Ampliación del Proyecto Explotación, Extracción y Aprovechamiento de un Yacimiento de Yeso en el Predio Denominado La Mole, en el Municipio de Chietla, Puebla”***

## ÍNDICE DEL CAPÍTULO II

<b>II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>1</b>
<b><i>II.1 Información general del proyecto .....</i></b>	<b>1</b>
II.1.1. Naturaleza del proyecto.....	1
II.1.2. Selección de la trayectoria y sitio.....	13
II.1.3. Ubicación del proyecto y planos de localización.....	17
II.1.4. Inversión requerida.....	19
II.1.5. Dimensiones del proyecto y uso actual del suelo .....	21
<b><i>II.2. Características particulares del proyecto.....</i></b>	<b>25</b>
II.2.1. Programa general de trabajo.....	26
II.2.2. Preparación del sitio.....	28
II.2.3. Etapa de operación o de explotación, extracción y aprovechamiento .....	29
II.2.4. Descripción de las áreas provisionales del proyecto.....	34
II.2.5. Etapa de abandono del sitio .....	35
II.2.6. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.....	37

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.1 Información general del proyecto

#### *II.1.1. Naturaleza del proyecto.*

El proyecto ampliación de explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole en estudio se trata la extracción y aprovechamiento de una cantera de material. En el mapa II.2 se presenta la ubicación, la cual se ubicada en el municipio de Chietla, Estado de Puebla.

Este proyecto está asociado y se encuentra dentro de los terrenos de la planta de cemento denominada Apazapan, en Veracruz y la planta de Tepetzingo en Morelos propiedad de CEMOSA S.A. de C., motivo por el cual se presenta el presente estudio.

Así, la localización de la planta de cemento generalmente está determinada por la disponibilidad de materias primas en donde la ubicación de yacimientos de yeso es un elemento clave. Dado el gran volumen de material que se procesa en una planta de cemento, los bancos de material deben estar situadas lo más cerca posible, con el objeto de minimizar los impactos y costos de transportación de materiales. Los sitios idóneos de extracción serán aquellos que muestren que tienen una buena cantidad, calidad y uniformidad; para su localización generalmente se hacen estudios específicos de sondeos y análisis de las muestras obtenidas de los sitios que se infiere pueden ser aprovechados. Al evaluar la factibilidad de un sitio también es importante considerar los posibles problemas de extracción que pueden presentarse, como son la cantidad de recubrimiento que se requiere desmontar y la forma del depósito.

En este contexto, el presente proyecto está enfocado a la ampliación de explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso, en bancos cercanos a las plantas de Cementos Moctezuma, S.A. de C.V, planta Apazapan y Tepetzingo (CEMOSA), la cual, están en operación, con el fin de aprovechar al máximo el banco de material, eficientizar la extracción y uso de dicho material y mantener la producción de cemento de manera constante. Además, la cercanía del banco de yeso a la planta de cemento hace que los impactos de su extracción sean menores, debido a que se puede aprovechar la infraestructura ya existente y la distancia y tiempo de traslado es menor, con lo cual se minimizan impactos al ambiente como son la generación de polvo, ruido y emisiones de gases.

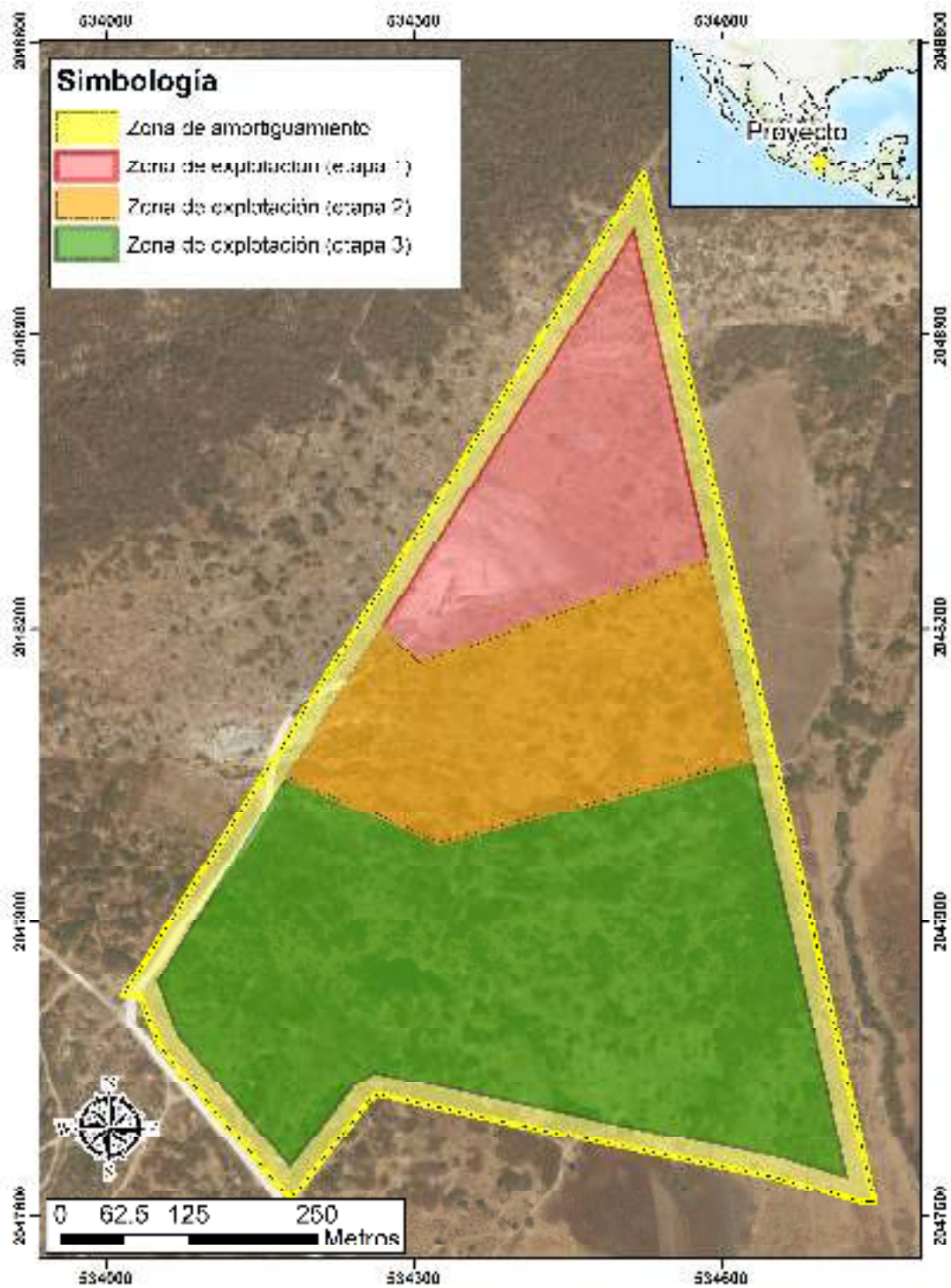
Por lo anterior, **se gestiona la autorización en Materia de Impacto Ambiental y cambio de uso de suelo**, correspondientes a un área operativa en donde se hará la explotación del yacimiento de yeso de la 3ra etapa.

La naturaleza del proyecto Ampliación del proyecto explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole, en el Municipio de Chietla, Puebla, consiste en:

- Solicitar la autorización en materia de impacto ambiental, de la Tercera etapa del proyecto denominado “explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole, en el Municipio de Chietla, Puebla”.

La MIA-P autorizada del proyecto “Explotación, Extracción y Aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole, en el municipio de Chietla, Puebla”, etapas 1 y 2, fue registrada con clave de proyecto asignada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Delegación Federal en el Estado de Puebla, 21PU2011FD030, con número de bitácora 21/MP-0170/07/11 y número de registro ambiental CMOR62111911.

Por lo que, de aquí en adelante todo el presente estudio únicamente aremos referencia al mismo, ya que se cuenta con autorización de las dos primeras etapas del proyecto. Ver mapa II.1



**Mapa II.1.** Distribución general de las tres etapas del proyecto y su zona de amortiguamiento.



Como se indicó en líneas anteriores, con el presente estudio se:

- Solicita la autorización en materia de impacto ambiental, de la Tercera etapa del proyecto denominado “ampliación de explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole, en el municipio de Chietla, Puebla”. La Etapa 3 tiene una superficie de explotación de 190,100.00 m<sup>2</sup> (19.01 ha). Las Coordenadas UTM de esta etapa se indican en la tabla II.1.

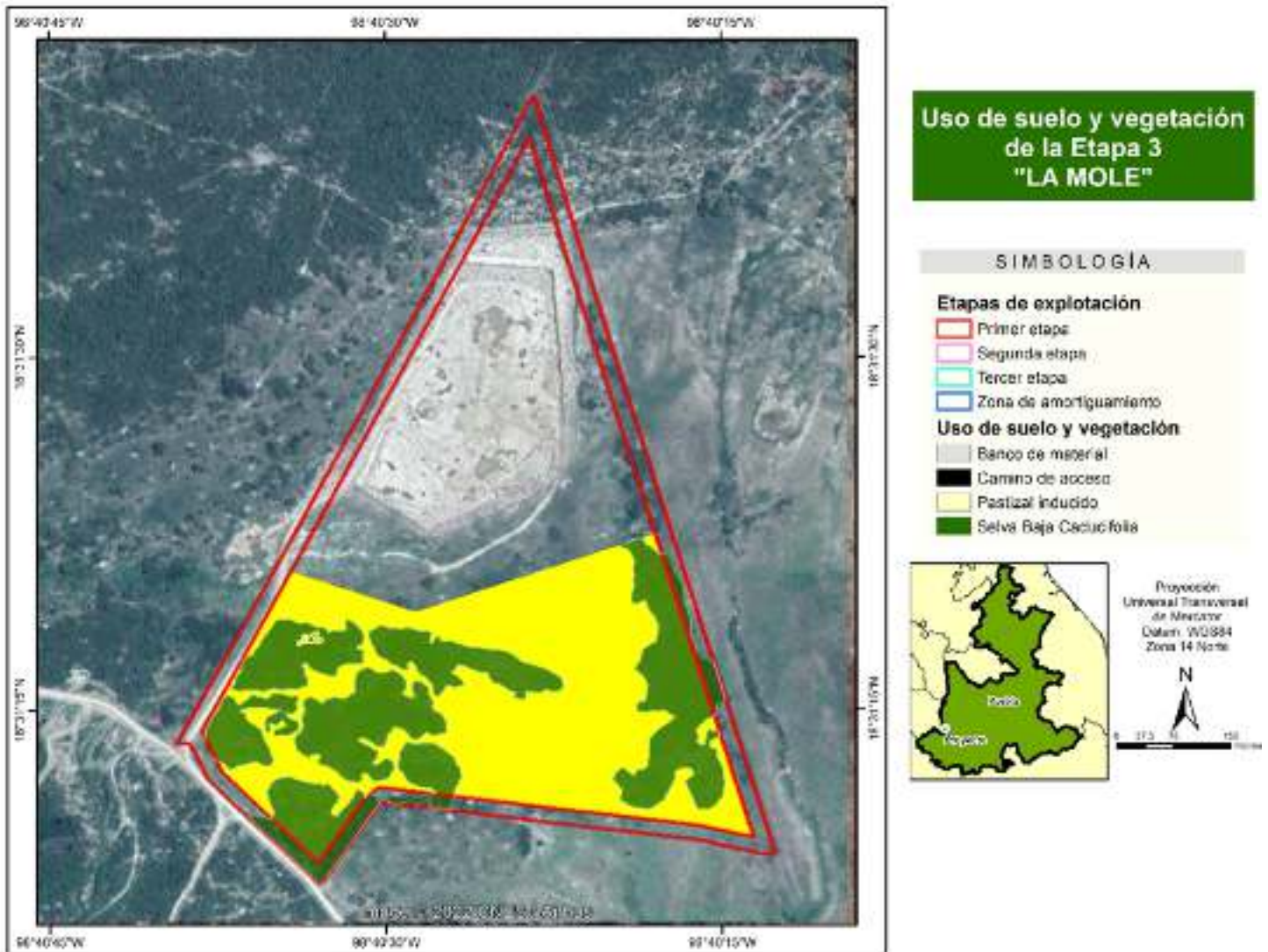
**Tabla II.1.** Coordenadas UTM de la etapa 3 de este proyecto en estudio

<b>Etapa 3 Coordenadas UTM 14N</b>		
<b>Id</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
1	2047638.35	534723.26
2	2048066.44	534631.59
3	2047981.86	534325.98
4	2048049.12	534175.80
5	2047839.42	534049.07
6	2047782.24	534070.05
7	2047648.88	534179.42
8	2047731.74	534242.26
9	2047744.60	534261.60
10	2047699.34	534466.48
11	2047697.80	534471.84
12	2047659.08	534657.02
<b>Superficie: 19.01 ha</b>		

En el mapa II.2 se muestra la ubicación de esta etapa y la conformación de su superficie y su uso actual del suelo y tipo de vegetación.

**Tabla II.2.** Uso de suelo y tipo de vegetación de la etapa 3 de este proyecto en estudio

<b>Etapa 3</b>	
<b>Uso de suelo y vegetación</b>	<b>Área (Ha)</b>
Camino de acceso	0.03
Pastizal	10.89
Selva Baja Caducifolia	8.09
<b>Total</b>	<b>19.01</b>



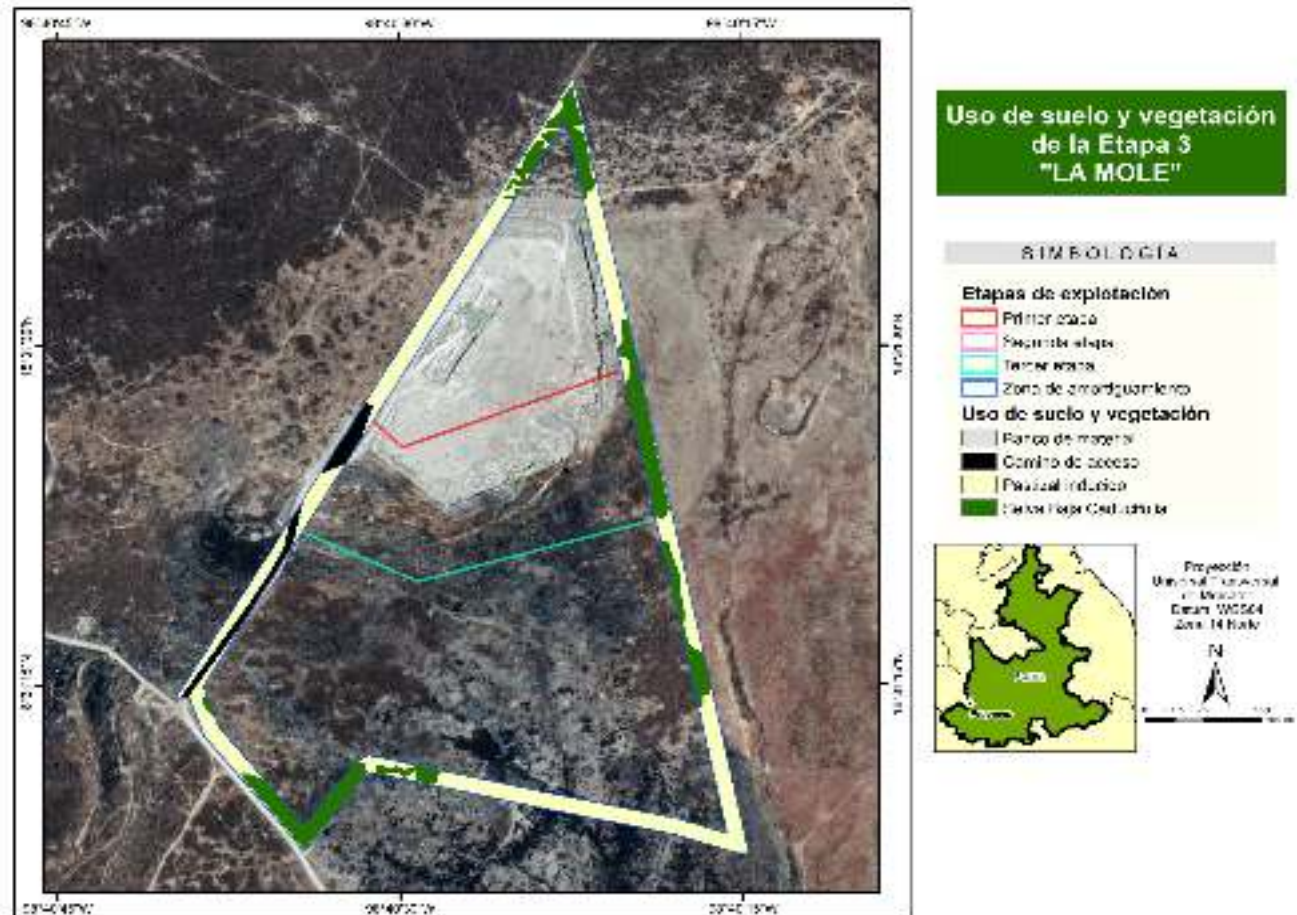
**Mapa II.2.** Uso de suelo y tipo de vegetación de la etapa 3 de aprovechamiento y extracción del proyecto en estudio.

Así mismo, se tomará en cuenta la franja de amortiguamiento de 20 en toda la periferia del total del yacimiento de yeso, la cual tendrá una superficie total de 5.66 ha. En la tabla II.3 se presenta las coordenadas de a distribución de esta y en el mapa II.3 se ubica su trazo y uso actual de suelo y vegetación (cabe aclarar que por la naturaleza del proyecto una parte del área de amortiguamiento se usara como camino de acceso de manera provisional, una vez concluido el aprovechamiento este será restaurado).

**Tabla II.3.** Coordenadas UTM de la zona de amortiguamiento total del proyecto en estudio

Área de amortiguamiento Coordenadas UTM 14N		
Id	X	Y
1	534524.06	2048664.16
2	534575.35	2048424.62
3	534638.19	2048131.18
4	534688.86	2047894.54
5	534749.08	2047613.26
6	534734.32	2047613.93
7	534651.97	2047639.70
8	534467.03	2047678.37
9	534461.56	2047679.94
10	534265.59	2047723.24
11	534256.15	2047716.96
12	534180.04	2047616.59
13	534052.44	2047772.17
14	534033.47	2047823.87
15	534016.70	2047824.73
16	534140.76	2048028.43
17	534316.59	2048320.06
18	534524.06	2048664.16
19	534175.80	2048049.12
20	534049.07	2047839.42
21	534070.05	2047782.24
22	534179.42	2047648.88
23	534242.26	2047731.74
24	534261.60	2047744.60
25	534466.48	2047699.34

Área de amortiguamiento Coordenadas UTM 14N		
26	534471.84	2047697.80
27	534657.02	2047659.08
28	534723.26	2047638.35
29	534631.59	2048066.44
30	534588.23	2048268.97
31	534515.09	2048610.54
32	534267.59	2048201.00
33	534175.80	2048049.12
<b>Superficie: 5.66 ha</b>		



**Mapa II.3.** Uso de suelo y tipo de vegetación de la zona de amortiguamiento del proyecto en estudio.



## JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y ECOLÓGICA DEL PROYECTO

A continuación, se da una justificación de la obra desde tres puntos de vista importantes:

### Técnica

La actividad humana ha llevado a la degradación de los recursos naturales, debido al mal uso que de ellos se ha hecho y a la intensidad con que se han explotado, lo cual ha traído consigo la destrucción, desgaste y desperdicio de dichos recursos, siendo mucho mayor que las primeras generativas. Por ello urge buscar principios que orienten el aprovechamiento sustentable determinado por los instrumentos de planeación territorial, mismos que previenen y consideran el aprovechamiento de los ecosistemas sin destruirlos; aquí radica la importancia de un estudio técnico justificativo, que tenga la visión de mitigación de impactos negativos hacia los recursos naturales que pudieran ocasionarse en las áreas afectadas. El estudio servirá, además como base para realizar las labores tendientes a la ejecución del proyecto; así como también las labores y avances de las mismas.

La justificación técnica, económica y social de la actividad relativa al establecimiento del proyecto “explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole”, como se ha mencionado la empresa ha identificado algunas expectativas de crecimiento en la demanda del ramo, lo que representa una oportunidad de ampliación, diversificación y consolidación de su presencia en el mercado regional. Ha concebido que dadas las condiciones favorables que ofrece el mercado, resulta oportuno aplicar inversiones para satisfacer las necesidades de crecimiento y la demanda regional.

Uno de los argumentos de mayor peso a favor del desarrollo de este proyecto por parte de la empresa Cementos Moctezuma, S.A. de C.V., es su viabilidad durante la vida útil y la oportunidad de crecimiento en el ramo de la minería, para lo cual se debe incrementar su eficiencia y competitividad. Las ventajas que representan la explotación, extracción y aprovechamiento de este predio son en primer lugar el beneficio y atención a las necesidades del ramo.

Se realizaron estudios en la zona y región del proyecto para el establecimiento del banco adecuado. El establecimiento de bancos de materiales requiere considerar varios factores, fundamentalmente que existan yacimientos de gran volumen con la calidad requerida para la fabricación del material de interés (yeso), además de que se tengan las facilidades de acceso con buenas vías de comunicación. Este aspecto es también decisivo, toda vez que permite el ingreso de la maquinaria con la cual se realizará la extracción, dado que ésta es a cielo abierto ocupando maquinaria y vehículos de carga de gran tonelaje.



Considerando el análisis de ubicación, distancias, caminos de acceso y ambientalmente que presente la menor cantidad de vegetación, se concluyó que el banco que presenta las mejores características para el desarrollo del proyecto fue el que se localiza en el Ejido de Lagunillas de Rayón.

En el terreno afloran capas inclinadas de yeso con algunas intercalaciones de anhídrita para la fabricación de yeso, al respecto el Servicio Geológico Mexicano; perforó 7 sondeos entre 20 y 25 m de profundidad en un área parcialmente limitada. Los 7 sondeos cortaron yeso y selenita (una variedad muy pura de yeso) con leyes que varían entre 35 y 48 % de SO<sub>3</sub> y entre 15 y 18 % de agua de cristalización; esto nos da un contenido de yeso de 90 %. En yacimientos que representan un horizonte de explotación de hasta 250 años. Para comprobar esto se efectuaron 6 sondeos con recuperación de núcleos. Los resultados nos muestran una secuencia de yeso de buena calidad con algunas capas de anhídrita intercaladas, las cuales pueden ser incluidas dentro del proceso. Con estos datos se calcularon 28 millones de m<sup>3</sup> equivalentes a 64 millones de toneladas, esto en una superficie aproximada de 200 hectáreas, suficientes para 250 años para 4 líneas de producción. Todos estos aspectos hacen factible la extracción de yeso que es la materia prima requerida. En este sentido, técnicamente se tienen las condiciones para su aprovechamiento.

Lo anterior nos indica un alto porcentaje de pureza en una extensión considerable. Este resultado decidió al inicio de los trámites legales para la adquisición de los terrenos, así como de aquellos para llevar a cabo la explotación y aprovechamiento del yacimiento de yeso.

## Económica

Actualmente la empresa a la que se destinará la producción (Cementos Moctezuma, S. A. de C.V.), cuenta con plantas productoras de cemento en los Estados de Morelos, San Luís Potosí y Veracruz, participando activamente en el mercado de la zona sur, occidente, centro, y norte del país. En consideración a la distancia del yacimiento en la planta de Morelos (120 km) y Veracruz (330 km), se pretende incorporar dentro de su proceso la fabricación de cemento.

El Plan Nacional de Desarrollo en su capítulo Economía Competitiva y Generadora de Empleo plantea:

*“Promover el desarrollo de los sectores de construcción y vivienda y considera son elemento esencial de la estrategia de la presente administración. Este plan considera la industria de la construcción como sectores altamente generadores de empleos y que*

*tienen el potencial de constituirse en motores del crecimiento de la demanda interna, reduciendo la sensibilidad ante fluctuaciones en la economía internacional. La construcción mantiene una vinculación directa con el desarrollo de una infraestructura moderna y eficiente y con la producción de satisfactores para demandas sociales como la vivienda”*

Por lo anterior la empresa considera de gran importancia ampliar su infraestructura para abastecer la demanda de yeso y acompañar en su crecimiento al mercado de la construcción entre otros. Adicionalmente la empresa promovente, dado que el destino del producto son las fábricas de cemento Apazapan en el estado de Veracruz y de Tepetzingo en el estado de Morelos, de la empresa Cementos Moctezuma, S. A. de C.V., busca consolidarse en el mercado mexicano con las plantas productoras más modernas y eficientes del mundo.

En el estado de Puebla, Cementos Moctezuma, S. A. de C.V., encuentra una oportunidad de inversión y desarrollo debido a la presencia de yacimientos de material pétreo con las características necesarias para su aprovechamiento y destinarlo a la industria de interés. Así mismo la ubicación geográfica del Estado permite a la empresa participar en el mercado nacional ya que la infraestructura carretera que conecta al Estado con el sureste del país y el desarrollo de proyectos carreteros y turísticos ofrece a la empresa un mercado donde el comercio de productos generados puede verse favorecido.

El gobierno del estado de Puebla, identifica en el Plan de Desarrollo, la estrategia de Crecimiento y Empleo y se consideran como el marco rector de las acciones que Gobierno y Sociedad habrán de poner en práctica para potenciar el desarrollo de la entidad se resumen en cinco grandes temas, denominados Ejes del Plan Estatal de Desarrollo:

1. Puebla, Estado de Derecho y Justicia
2. Gobierno de Nueva Generación
3. Competitividad y Progreso para Todos
4. Política Social y Combate a la Pobreza
5. Desarrollo Regional Sustentable

Cementos Moctezuma, S. A. de C.V., encuentra en la estrategia de Crecimiento y Empleo por medio de los objetivos planteados por el Gobierno y Sociedad una oportunidad de desarrollo en la que el trabajo conjunto de Empresa – Sociedad y Gobierno permitan alcanzar de manera conjunta un crecimiento económico generador de empleos para los Poblanos todo esto inmerso en un marco de sustentabilidad y responsabilidad social.

El estado se caracteriza por el crecimiento y establecimiento de una gran cantidad de viviendas e industrias, que requieren para su construcción del suministro de materias primas, especialmente en la zona centro, donde se encuentra establecida gran parte de la población. Para el caso particular del banco de material geológico motivo de este estudio, se está atendiendo a una necesidad de suministro a toda la región centro oriente del país. El proyecto representa una fuerte inversión por la adquisición de los predios y por la derrama económica durante la preparación del sitio y apertura del frente de trabajo en el yacimiento (explotación), así como de los caminos de acceso.

Actualmente en particular en el predio donde se pretende desarrollar el proyecto, el uso que se está dando a la tierra es la práctica de la ganadería extensiva. Sin embargo, el terreno tiene un alto potencial para la actividad extractiva de este mismo material (yeso). Los terrenos que conforman el predio han estado subutilizados hasta el momento en que fueron adquiridos por la empresa para destinarlos como banco de materiales.

El aprovechamiento económico del predio para la extracción de yeso es de gran relevancia, ya que esta será la materia prima básica. Debido a los importantes yacimientos detectados en el predio, la rentabilidad económica del banco se proyecta a futuro a un horizonte de 150, 200 y con posibilidades de hasta 250 años; pero para la parte que comprende el proyecto en esta etapa, se tiene un estimado de 50 años, de tal manera que la operación se extiende en el largo plazo, sustentándose una producción importante de yeso.

La industria del cemento representa uno de los sectores determinantes de la actividad nacional. La incorporación de un producto más como el yeso dota a la sociedad de otro más de los materiales fundamentales para el desarrollo de la urbanización y que además puede incorporarse a la agricultura como corrector de suelos sódicos y salino-sódicos. Se estima que un 20% de los 6 millones de ha. De terreno agrícola irrigado en México tiene problemas de salinidad y sodicidad, para cuya corrección se debe aplicar yeso si no hay suficiente calcio que sustituya al sodio en el complejo de intercambio, seguido de lavados que desplacen al sodio del perfil del suelo.

Con la incorporación de yeso como materia prima de la empresa Cementos Moctezuma, S. A. de C.V., a las plantas de su propiedad, localizadas en los estados de Morelos y Veracruz, complementarán su proceso de producción y con ello la demanda del mercado de la zona centro de la República Mexicana.

Adicionalmente a este aspecto social de la ejecución del proyecto, destacan los beneficios sociales que involucra el proyecto en cuestión. Entre ellos se tienen:

- La realización de obras de infraestructura tales como el mejoramiento de caminos para el tránsito de los camiones de carga que también serán usados por la población.
- El pago de derechos e impuestos que representan beneficios indirectos a la sociedad Poblana.
- La realización de otras obras de beneficio para las comunidades de la zona, como aportación de la empresa. Obras comprometidas y formalizadas en acuerdo de Asamblea del Ejido de Lagunillas de Rayón, municipio de Chietla Estado de Puebla.

## Ecológica

Todo aprovechamiento de yacimientos de yeso debe tomar en cuenta varios aspectos técnicos, que permitan identificar, prevenir y disminuir los efectos adversos ocasionados por el mismo, como son: la erosión, efectos sobre la fauna, la vegetación, la opinión pública, etc.

Los proyectos que de manera irremediable promueven la actividad de la ejecución del proyecto deben considerar los aspectos técnicos, que permitan identificar, prevenir, mitigar y en su caso restaurar los efectos adversos ocasionados a los recursos naturales como son: la pérdida de vegetación, suelos, efectos sobre la fauna por la pérdida del hábitat, el paisaje, etc.

En razón de lo anterior, con el proyecto “explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole”, la promovente tratará de afectar lo menos posible a los ecosistemas y la biodiversidad, prueba de ello es que gran parte de los terrenos actualmente están destinados a la ganadería extensiva (76.49%) y una parte menor (23.51%) aunque se trata de terrenos forestales, durante los trabajos de campo realizados se constató un alto grado de perturbación;

Asimismo, otra manera de evitar daños irreversibles al ecosistema es manteniendo la vegetación en las áreas adyacentes que mitiguen el efecto de los procesos erosivos, en tanto se restaure la condición original de los que se pretenden incorporar a la actividad extractiva, el establecimiento de programas de propagación de flora y rescate de fauna para la conservación y preservación de la riqueza florística y faunística del lugar. Además de que el proyecto ha considerado dejar una superficie importante para protección y amortiguamiento, conformada por una franja perimetral con un ancho aproximado de 20 m

con una superficie 5.66 ha, que representa aproximadamente el 14.60% de la superficie total del predio.

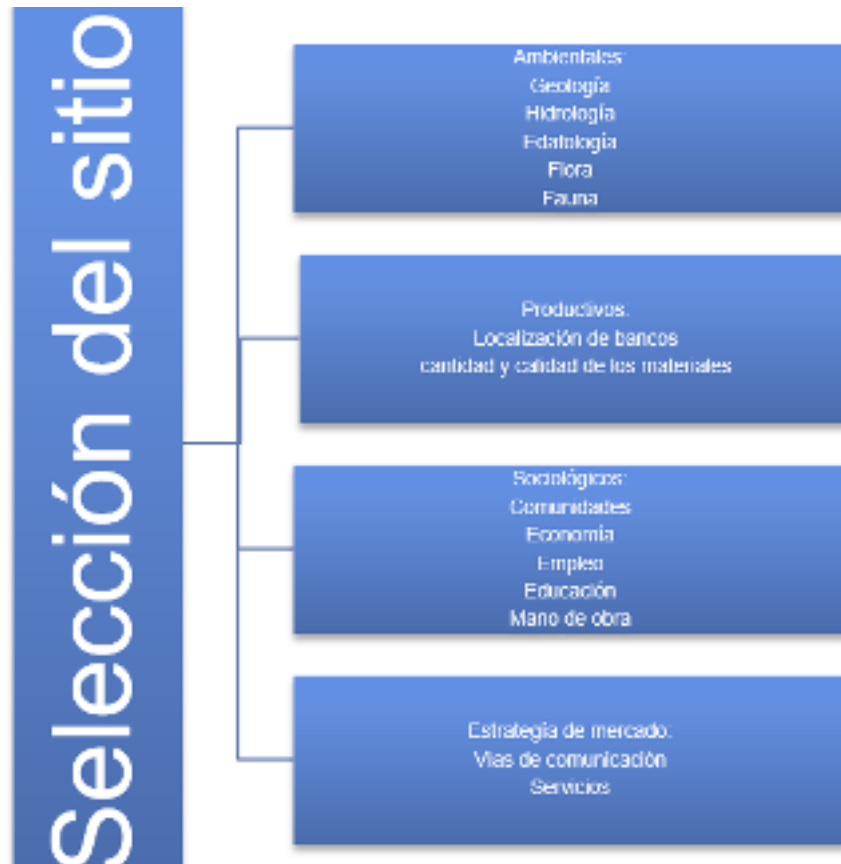
### II.1.2. Selección de la trayectoria y sitio.

Considerando las variables tanto sociales, ecológicas, productivas y de comercialización de los productos fabricados en la planta de cemento, se determina que los criterios para la selección del sitio son cuatro y se presentan en la figura II.1.

Este proyecto, es una propuesta que brinda solución a la demanda de materias primas que requiere la empresa Cementos Moctezuma S.A. de C.V., buscando la ubicación idónea de un banco de material, con ello se procura la disminución de costos en el traslado de estas materias primas; además, se pretende disminuir la generación de impactos al entorno natural donde se ubique dicho banco de material.

Existen **impactos al ambiente** que se llevarán a cabo por las actividades de la explotación, impactos adversos que se pueden eliminar o reducir si los bancos de materiales se encuentran cerca de la zona de almacenamiento y proceso.

Entre estos impactos podemos identificar los relativos al transporte, como son las emisiones a la atmósfera y los que se generan debido a la fragmentación del hábitat, por los desmontes y por la circulación de vehículos, así como por la construcción de nuevos caminos.



**Figura II.1.** Criterios de selección del sitio

El tránsito vehicular a lo largo de brechas de extracción ocasionaría ruido y generaría polvos fugitivos en cantidades considerables, además, se incrementan las posibilidades de que se presenten accidentes vehiculares al transitar con vehículos particulares en las carreteras de la zona, lo que representa un mayor riesgo.

Las **estrategias de mercado** influyen de manera determinante en la selección de los sitios, ya que es por medio de este criterio que se definen las acciones para el abastecimiento de materias primas para la producción de cemento. La selección de sitio por medio de estrategias de mercado se basa en costo – beneficio y considera principalmente la presencia de servicios (vías de comunicación, electricidad, agua, presencia de grandes ciudades) y la cercanía de los bancos de materiales a las zonas de producción con la finalidad de disminuir los costos de transporte.

La zona de proyecto, se encuentra, aproximadamente a 70 km de la Planta de Cemento Tepetzingo y a 228 km de la Planta Apazapan; sitios donde se llevaría a cabo el almacenamiento de yeso resultante de la explotación del banco “La Mole” (figura II.2).

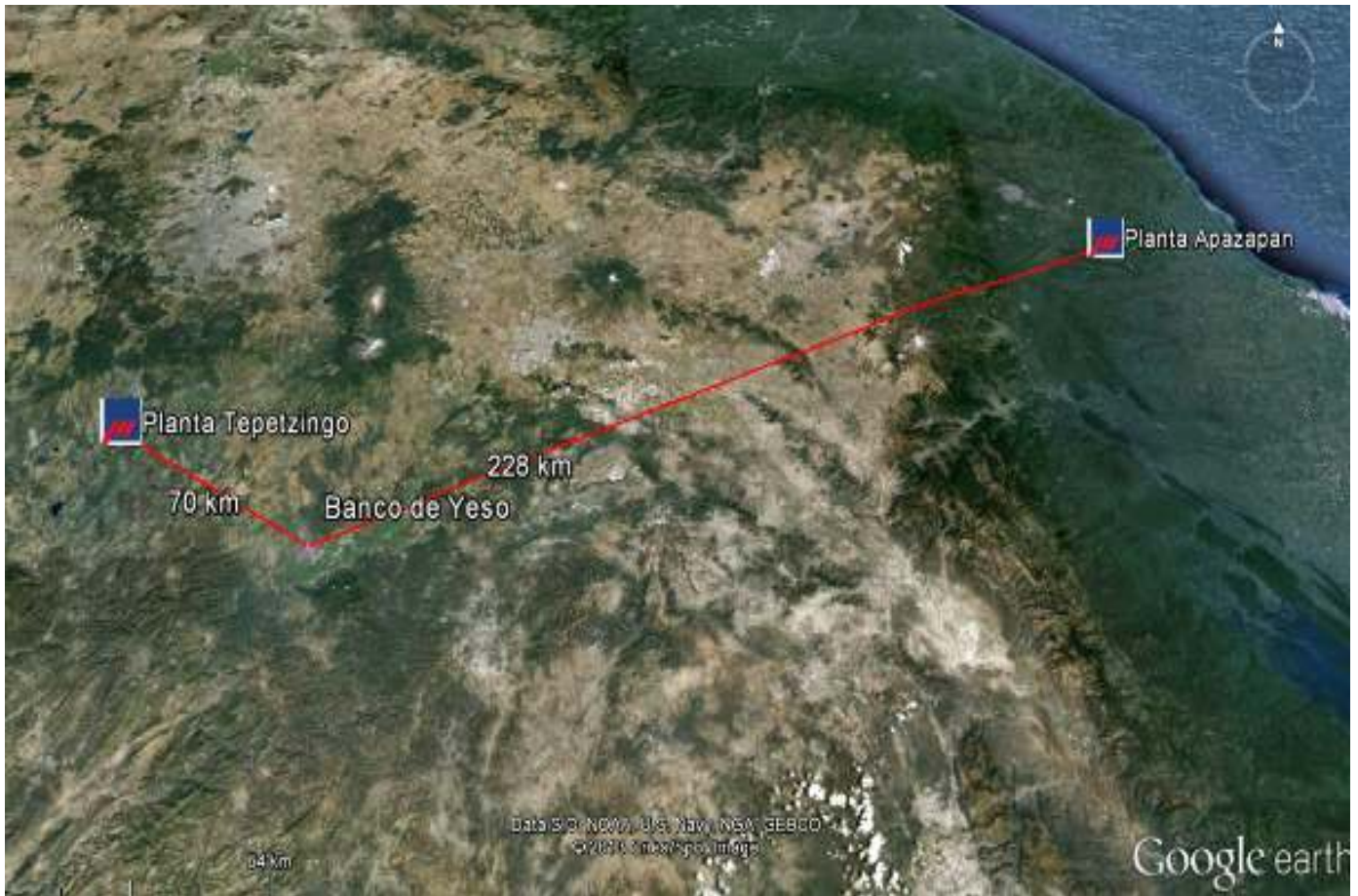
Los **criterios productivos** para la selección del sitio se llevan a cabo por medio de exploraciones de campo y gabinete para determinar por medio de análisis, cálculos y pruebas físicas y químicas la calidad, proporción y cantidad de yeso, contenidas en el sitio de proyecto.

Las actividades inician con la toma de muestras de rocas superficiales de sitios cercanos a la Planta de Cemento, una vez seleccionados los sitios donde las muestras superficiales contienen yeso de buena calidad y en alta proporción, se procede a una identificación del material subterráneo; por medio de barrenación se extraen muestras que se analizan en laboratorios propiedad de la empresa.

Ya identificados los sitios que presentaron los valores más altos en cuanto a calidad y cantidad de arcillas, se procede a una selección por medio de un análisis costo-beneficio. En el **enfoque socioeconómico**, el promovente consideró la presencia de mano de obra que participa actualmente en la operación del banco de yeso, generando con esto un beneficio en la permanencia de empleos, principalmente a nivel local y de manera directa e indirecta a niveles estatales y nacionales, contribuyendo al empleo, debido a la demanda de servicios de diferentes rubros.

Los pobladores de la zona y municipios cercanos, actualmente se ven beneficiados por la generación de empleos y la derrama económica, por la llegada de inversión de empresas que proveen y requieren de otros servicios. Por otra parte, la empresa asegura la operación de la Planta de Cemento al contar con personal laboral de diferentes líneas de trabajo.





**Figura II.2.** Ubicación de las plantas de cemento, Tepetzingo y Apazapan, con respecto al banco de yeso denominado La Mole

### II.1.3. Ubicación del proyecto y planos de localización.

El proyecto ampliación de explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole, en el municipio de Chietla, se ubica a 4.8 km al noreste de la localidad de Lagunillas de Rayón en el municipio de Chietla del estado de Puebla, este predio se localiza aproximadamente a 8.55 km al noreste del poblado de Axochiapán del estado de Morelos, para el acceso al predio se da a la altura del km 7.3 de la carretera federal 892 del tramo Axochiapán-Chietla, de ahí se entronca o prosigue por una brecha de terracería que comunica a la localidad de Lagunillas de Rayón hasta llegar al predio en estudio aproximadamente a 6.77 km.

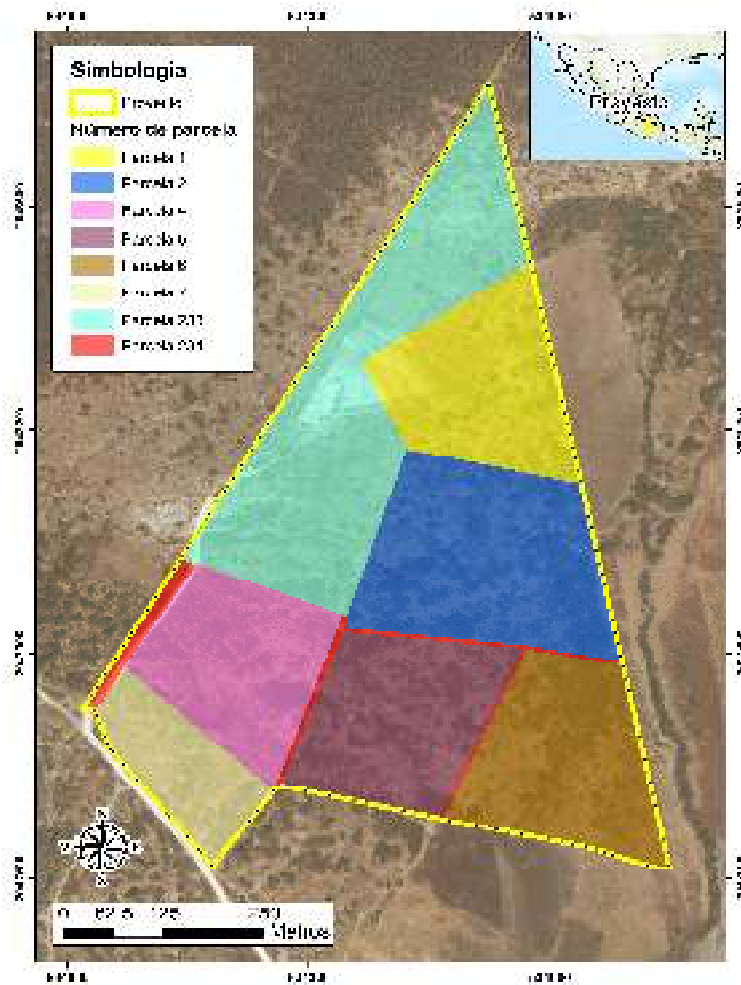
Otro acceso al predio del proyecto desde la Ciudad de Cuautla, Morelos, es por la carretera libre Cuautla – Janetelco (México 160) hasta llegar al poblado de Tepexco; desde ahí se encuentran una vía de acceso que conduce a San Antonio Coayuca, para posteriormente tomar la carretera a Tlalayo, misma que conduce al pueblo de Tzompahuacán, para finalmente tomar la desviación hacia el Este: a 2.80 km se ubica el proyecto explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole.

La totalidad del proyecto se ubicará en la parte suroeste del Estado de Puebla, entre las coordenadas UTM WGS84 (Zona 14), ver tabla II.4. El proyecto ampliación de explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole, se ubica por predios de propiedad ejidal, las cuales y fueron adquiridos por la promovente (CEMOSA, S.A. de C.V.).

**Tabla II.4.** Coordenadas geográficas y/o UTM del total del proyecto del yacimiento de Yeso La Mole.

Id	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
1	2047613.26	534749.08
2	2047894.54	534688.86
3	2048131.18	534638.19
4	2048424.62	534575.35
5	2048664.16	534524.06
6	2048320.06	534316.59
7	2048028.43	534140.76
8	2047824.73	534016.70
9	2047823.87	534033.47

Id	Coordenadas UTM 14N	
10	2047772.17	534052.44
11	2047616.59	534180.04
12	2047716.96	534256.15
13	2047723.24	534265.59
14	2047679.94	534461.56
15	2047678.37	534467.03
16	2047639.70	534651.97
17	2047613.93	534734.32
<b>Superficie: 38.83 ha</b>		



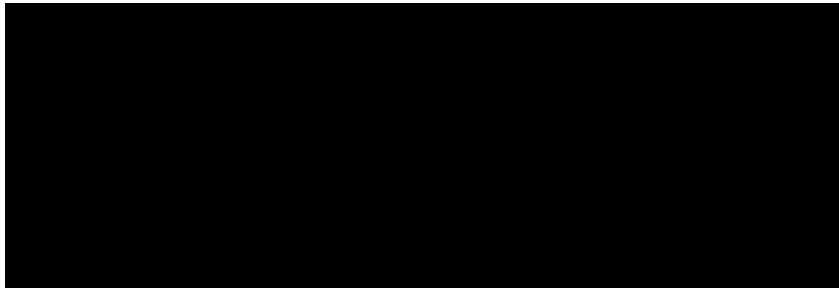
Mapa II.4. Ubicación general de las parcelas donde se ubica el total del proyecto en estudio

#### II.1.4. Inversión requerida

- a) Reportar el importe total del capital total requerido (inversión + gasto de operación), para el proyecto.

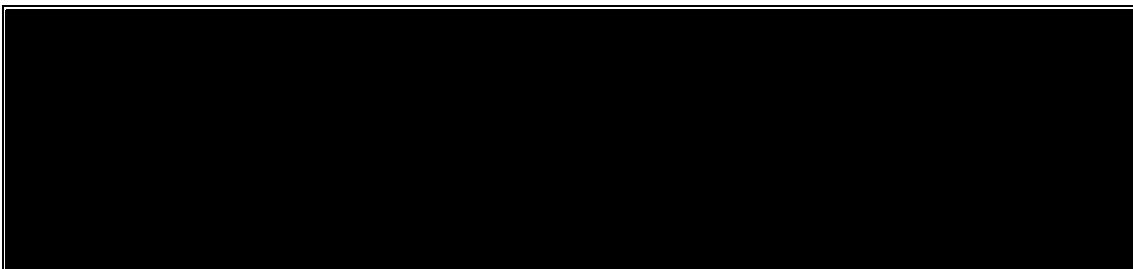
La inversión inicial se estima en [REDACTED], de acuerdo a la tabla II.5, siguiente:

**Tabla II.5.** Inversión requerida para el proyecto



- b) Precisar el período de recuperación del capital, justificándolo con la memoria de cálculo respectiva.

**Tabla II.6.** Inversión requerida para la operación de la ampliación del proyecto ampliación de explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole, y periodo de recuperación.



<sup>1</sup> MÉXICO. Sociedad Hipotecaria Federal. Panorama Económico de México. Encuesta de expectativas Banco de México. Evolución y perspectiva de la inflación general anual. [En línea]. < <http://www.shf.gob.mx/estadisticas/PanoramaEcono/PanoramaMex/Documents/PANORAMA%20ECONOM%C3%8DA%20EN%20M%C3%89XICO/EncuestaBanxico.pdf> > [citado el 20 de junio de 2013].



La recuperación del capital se estima será en un periodo de 12 años, que abarca desde el año 2018 y concluye en el 2028.

a) Especificar los costos necesarios para aplicar las medidas de prevención y mitigación.

Adicionalmente se prevé realizar inversiones anuales de alrededor de [REDACTED] por concepto de medidas de mitigación y compensación ambiental.

**Tabla II.7.** Costos de medidas de mitigación

Esta inversión se aplicará al inicio de cada etapa, cada vez que se requiera actualizar programas y ejecutarlos, mientras que año con año se aplicarán inversiones menores para el mantenimiento y cumplimiento de condicionantes, y requisitos en materia ambiental, así como para llevar a cabo actividades de rehabilitación y restauración ambiental.

### II.1.5. Dimensiones del proyecto y uso actual del suelo.

Especifique la superficie total requerida para el proyecto, desglosándola de la siguiente manera:

- a) Superficie total del predio (en m<sup>2</sup>) y su uso actual del suelo.

La propiedad de la empresa para este banco, corresponde a una superficie de 38.83 ha (100%), conforme a las escrituras de los predios.

De la superficie de propiedad se cuenta con la autorización en materia de impacto ambiental, para las etapas 1 y 2.

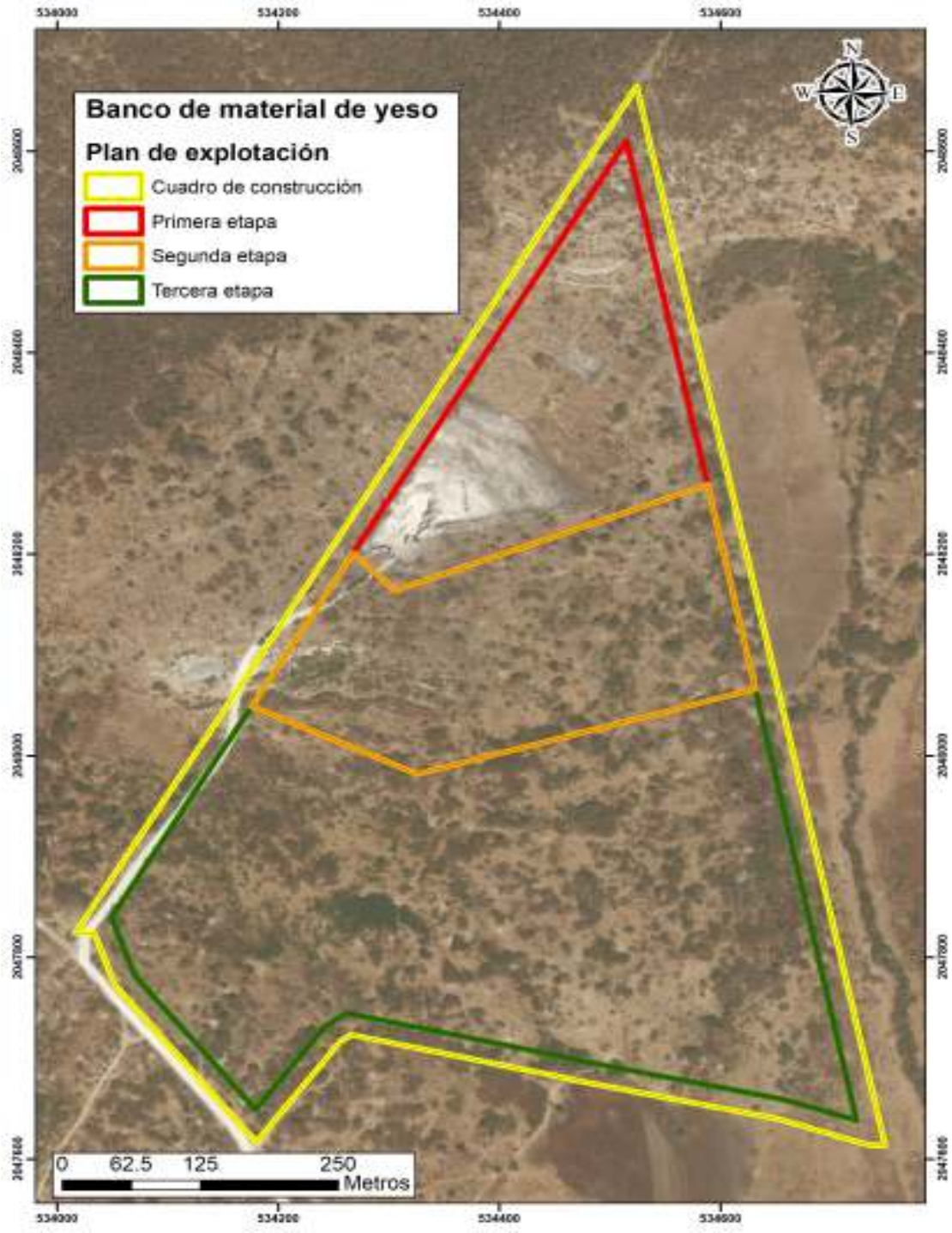
El presente estudio contempla la ampliación en materia de impacto ambiental para la Etapa 3 que abarca 19.01 ha.

Con esta ampliación se pretenden utilizar 33.17 ha para el desarrollo del proyecto (operación total) y 5.66 ha como zona de amortiguamiento (cabe aclarar que por la naturaleza del proyecto una parte del área de amortiguamiento se usara como camino de acceso de manera provisional, una vez concluido el aprovechamiento este será restaurado).

**Tabla II.8.** Usos de suelo y tipo de vegetación del área dela etapa 3 del proyecto en estudio.

Etapa 3	
Uso de suelo y vegetación	Área (Ha)
Camino de acceso	0.03
Pastizal	10.89
Selva Baja Caducifolia	8.09
<b>Total</b>	<b>19.01</b>





Mapa II.5. Superficie total del banco y de la Etapa 3



Se indica la distribución de las superficies del banco en la tabla II.9.

**Tabla II.9.** Distribución de la superficie del proyecto ampliación de explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole, en el municipio de Chietla, Puebla.

ÁREA	SUPERFICIE HA	%
Superficie total de la propiedad del banco	38.83	100
Superficie total a explotar (Etapas 1, 2 y 3)	33.17	85.40
Zona de amortiguamiento	5.66	14.60

Es importante señalar que la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, de la ampliación del banco, abarca solamente la Etapa 3, cuya superficie de proyecto comprende **19.01 ha**.

La superficie que requiere cambio de uso del suelo de terrenos forestales (CUSTF) de esta tercera etapa será de **8.09 ha** y para lo cual se somete a evaluación el correspondiente Estudio Técnico Justificativo.

b) Superficie a afectar (en m<sup>2</sup>) con respecto a la cobertura vegetal del área del proyecto, por tipo de comunidad vegetal existente en el predio (selva, manglar, tular, bosque, etc.). Indicar, para cada caso su relación (en porcentaje), respecto a la superficie total del proyecto.

La superficie por afectar por tipo de vegetación y/o uso de suelo, para la tercera etapa, y los 50 años que se prevé su duración, es la siguiente:

**Tabla II.10.** Superficie de afectación total por tipo de vegetación de la tercera etapa del proyecto

PROYECTO	TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE M <sup>2</sup>	SUPERFICIE HA
Etapa 3	Selva Baja Caducifolia	80900.00	8.09
<b>Total</b>		<b>80900.00</b>	<b>8.09</b>

Podemos observar que, de la superficie del área de ampliación, la porción sujeta a CUSTF es de **8.09 ha**, que se ubican en su totalidad en la **Etapa 3 (42.56%)** debido a que sustenta vegetación considerada forestal.

c) Superficie (en m<sup>2</sup>) para obras permanentes. Indicar su relación (en porcentaje), respecto a la superficie total.

La modificación a la topografía del terreno en la Etapa 3 será permanente por las actividades a realizar. Esta superficie corresponde a **19.01 ha** de la zona operativa de la Etapa 3, misma que comprende el **57.31 %** de la superficie total de la superficie del proyecto ampliación de explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole, en el municipio de Chietla, Puebla. Además, se construirá una caseta de vigilancia que permanecerá durante la vida útil del proyecto.

### ***Urbanización del área y descripción de servicios requeridos***

El predio del banco y el polígono de la Etapa 3, no cuentan con ningún servicio ni infraestructura urbana, ya que eran predios que hasta antes de ser adquiridos para fines de aprovechamiento, se utilizaban para el libre pastoreo del ganado en una matriz de pastizales y vegetación natural.

Respecto al acceso al predio, este será mediante los caminos de terracería que las comunidades de los alrededores han construido y utilizan para llegar a sus diferentes parcelas.

Las actividades que se realizarán en la ampliación del proyecto explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole, únicamente tendrá como infraestructura permanente la caseta de vigilancia en el sitio del proyecto.

Para las actividades extractivas, se renta maquinaria y equipo pesado y ligero; también para retiro de la vegetación, conformación de taludes, nivelación de la superficie del banco de material de la parte ya explotada, etc.; de igual forma será necesario contar con operadores para la maquinaria pesada y el equipo respectivo.

Será necesario el arrendamiento de equipo topográfico para el trazo y nivelación del terreno, así mismo se requiere la contratación de topógrafos y ayudantes.

Los vehículos y los diferentes tipos de maquinaria utilizados requerirán de combustible para realizar sus funciones en el aprovechamiento del yeso; el combustible será adquirido en las estaciones de servicio más cercanas al área de trabajo, siendo la localidad de Lagunillas de Rayón, donde se ubica la estación de servicio más próxima.

Será necesaria la contratación de camiones de volteo para la carga y transporte del material producto de las actividades de explotación.

Durante todo el proceso de preparación del sitio, operación, mantenimiento y actividades de restauración, será necesario contratar mano de obra, parte de esta podrá ser contratada en las localidades cercanas a la zona del proyecto.

Algunos de estos productos y servicios podrán adquirirse dentro del municipio de Chietla; sin embargo, otros, debido a su alta especialización, serán contratados en Puebla, Pue.

## ***II.2. Características particulares del proyecto.***

El proyecto en cuestión contempla propiamente la continuación en la explotación del banco de material de yeso. El procedimiento mediante el cual se obtendrá el material, es el siguiente:

- Propagación manual de elementos vegetales destacados
- Desmonte de vegetación restante manualmente y con equipo
- Rescate de suelo vegetal con maquinaria
- Excavación de material mediante equipo móvil
- Carga de camiones con maquinaria
- Transporte al punto de consumo (fábrica de cemento)

La etapa 3, de operación extractiva, se extenderá a lo largo de la vida útil, que es de 31 años.

Las actividades extractivas que se realizarán en las áreas de ampliación, se efectuarán en el mismo horario y con el mismo personal, el cual asciende a 8 personas (tres trabajadores de planta y cinco operadores de camiones).

Este proyecto no está asociado a otra actividad u obra diferente a las mencionadas en el art. 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y art. 5 de su Reglamento en materia de evaluación del Impacto Ambiental.

### II.2.1. Programa general de trabajo.

El programa de trabajo (tabla II.11) tiene por objeto precisar las actividades a realizar y los periodos de tiempo en que se llevará a cabo cada una de estas; con lo cual se pretende optimizar recursos, medir el avance y valorar actividades, previniendo de esta manera necesidades de materiales, equipos y recursos económicos.

**Tabla II.11.** Programa de ampliación de explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole, en el municipio de Chietla, Puebla.

ETAPAS	Actividades	ETAPAS CON TIEMPO PARA LA EXPLORACION DEL YACIMIENTO																															
		Fase 1								Fase 2								Fase 3															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
ESTUDIO PRELIMINAR	Definición de alcance																																
	Identificación de recursos																																
	Definición de objetivos																																
	Definición de metodología																																
	Definición de presupuesto																																
ESTUDIO DE VIABILIDAD	Definición de alcance																																
	Identificación de recursos																																
	Definición de objetivos																																
	Definición de metodología																																
	Definición de presupuesto																																
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	Definición de alcance																																
	Identificación de recursos																																
	Definición de objetivos																																
	Definición de metodología																																
	Definición de presupuesto																																

Nota: La etapa 1 y 2 ya esta autorizada este programa siguiente se desglosa solo para la etapa 3 en estudio

**Actividades de preparación de sitio ETAPA 3**

Preparación del sitio	AÑO 20												AÑO 21												AÑO 50											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Propagación de Especies																																				
Creación de vías de acceso																																				
Desmonte																																				
Despalme																																				
Rescate de suelo para su posterior uso en reforestación																																				
Nivelación del terreno																																				
Preparación del banco																																				

**Actividades de explotación y operación ETAPA 3**

Explotación y operación	AÑO 20												AÑO 21												AÑO 50											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Planeación del banco y frente de trabajo																																				
Rescate de especies																																				
Desmante																																				
Despalme																																				
Rescate de suelo para su posterior uso en reforestación																																				
Carga del material con palas mecánicas																																				
Transporte de material con equipo móvil a la fábrica de cemento																																				
Reforestación de yacimientos agotados																																				

Continuo al presentarse las primeras zonas no operativas

## ***Descripción de las actividades:***

### **II.2.2. Preparación del sitio**

La etapa de preparación del sitio consiste en la remoción de la cubierta vegetal y de la capa superficial de suelo orgánico para la creación y adecuación de un patio de maniobras y de caminos de terracería para el acceso a la zona de explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole.

Para llevar a cabo esta tarea se utilizará maquinaria tipo tractor con pala frontal D8 para efectuar el desmonte y el despalme de caminos internos con un ancho de corona de 8 metros. El camino será compactado por el mismo transitar de la maquinaria, así como de los vehículos operativos. Este camino (utilizado en las etapas 1 y 2) permitirá el acceso a la zona del banco de la etapa 3.

Por él transitarán el tractor, las retroexcavadoras y los camiones de volteo que cargarán y retirarán el material resultante de los desmontes y despalmes, para conducirlos a las zonas asignadas para este fin. Posteriormente, por estos caminos se retirará el yeso que se extraiga de los bancos de la Etapa 3, para llevarlo hacia la planta de cemento (Tepetzingo y Apazapan), donde será almacenado para su posterior incorporación en la producción de cemento. Los servicios requeridos para llevar a cabo esta etapa del proyecto, serán proporcionados por empresas contratistas.

Las aguas residuales serán controladas mediante la instalación de una fosa séptica prefabricada tipo rotoplas (biodigestor autolimpiable), la cual cuenta con la garantía de la misma empresa que las vende en el tratamiento de las aguas residuales al cumplir con la NOM-006-CNA-1997.

La generación de residuos sólidos urbanos para esta etapa se prevé en aproximadamente 0.5 kg/día por persona. No se prevé la generación de residuos peligrosos por las actividades de desmonte y despalme. Para el abasto de combustibles a la maquinaria y al equipo, actualmente se efectúa (Etapas 1 y 2), por medio de tanques que el contratista, operante del banco de yeso, administra desde las estaciones de servicio de la zona.



**Tabla II.12.** Maquinaria utilizada durante la fase de preparación del sitio

EQUIPO	NÚMERO DE UNIDADES	CARACTERÍSTICAS	HR/DÍA	DÍAS SEMANA	COMBUSTIBLE	CONSUMO SEMANA (L)
Perforadora	1	N/D	8	6	Diésel	200
Excavadora	1	N/D	8	6	Diésel	200
Camión de volteo	5	14 m <sup>3</sup>	8	6	Diésel	200
Camioneta	1	4 CL.	8	6	Gasolina	80

**Nota:** Se considera el tiempo aproximado que dura la obra, la utilización del equipo es de carácter intermitente.

### II.2.3. Etapa de operación o de explotación, extracción y aprovechamiento

La operación del banco de yeso aporta aproximadamente el 2% como materia prima que se utiliza en la fabricación de cemento.

Las actividades de operación consistirán en desmontes y despalmes para dejar descubierto el terreno, de donde se coleccionará el yeso por medio de palas mecánicas que lo cargarán a camiones, para su traslado a la fábrica de cemento.

No se prevén otras actividades en el predio, más que las relacionadas con la extracción de yeso para la producción de cemento y sus derivados.

La extracción del material será de manera gradual, para la Planta Apazapan, Veracruz y para la Planta Tepetzingo, Morelos, que tiene una capacidad de producción de 2.5 millones de toneladas al año.

En la tabla II.13, se muestra el volumen de extracción en toneladas por año para la Etapa 3 que se somete a evaluación ambiental.

**Tabla II.13.** Superficies y volúmenes de extracción para la Etapa 3.

ETAPA	SUPERFICIE		RESERVAS ESTIMADAS (TON)	VOLUMEN DE EXTRACCIÓN (TON/AÑO)	VIDA ÚTIL DE LA ETAPA (AÑOS)
	Total (ha)	Forestal (ha)			
Tercera	19.910	9.560	2,089,917.8	180,000	31

Para llevar a cabo la operación de la ampliación de la explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole es necesario retirar la cubierta vegetal para dejar descubiertos los yacimientos de yeso, los cuales por sus características físicas pueden ser extraídos mediante palas mecánicas que retiran el material y cargan directamente a camiones de volteo que transportarán el material a la fábrica de cemento en donde es triturado y mezclado con caliza y mineral de hierro para producir cemento.

Si el material del banco se encuentra muy compactado, es necesario utilizar explosivos para el desprendimiento del mismo y posteriormente cargarlo a los camiones de volteo, por lo que se prevé el uso de explosivos de acuerdo a la tabla II.14.

**Tabla II.14.** Explosivos a utilizar en el banco de yeso

Tipo de explosivos	Consumo anual	Tipo de transportación	Acción en la que se emplearán
Alto explosivo	3,064 kg	Camionetas especializadas con caja cerrada de aluminio y madera anti fuego.	Explotación del banco
Agente explosivo (bajo explosivo)	17,377 kg		
Cordón detonante	3,841 m		
Conductores	10,061 m		
Iniciadores	11,432 pzs.		

No se almacenarán explosivos, por lo que no será necesaria la construcción de polvorines.

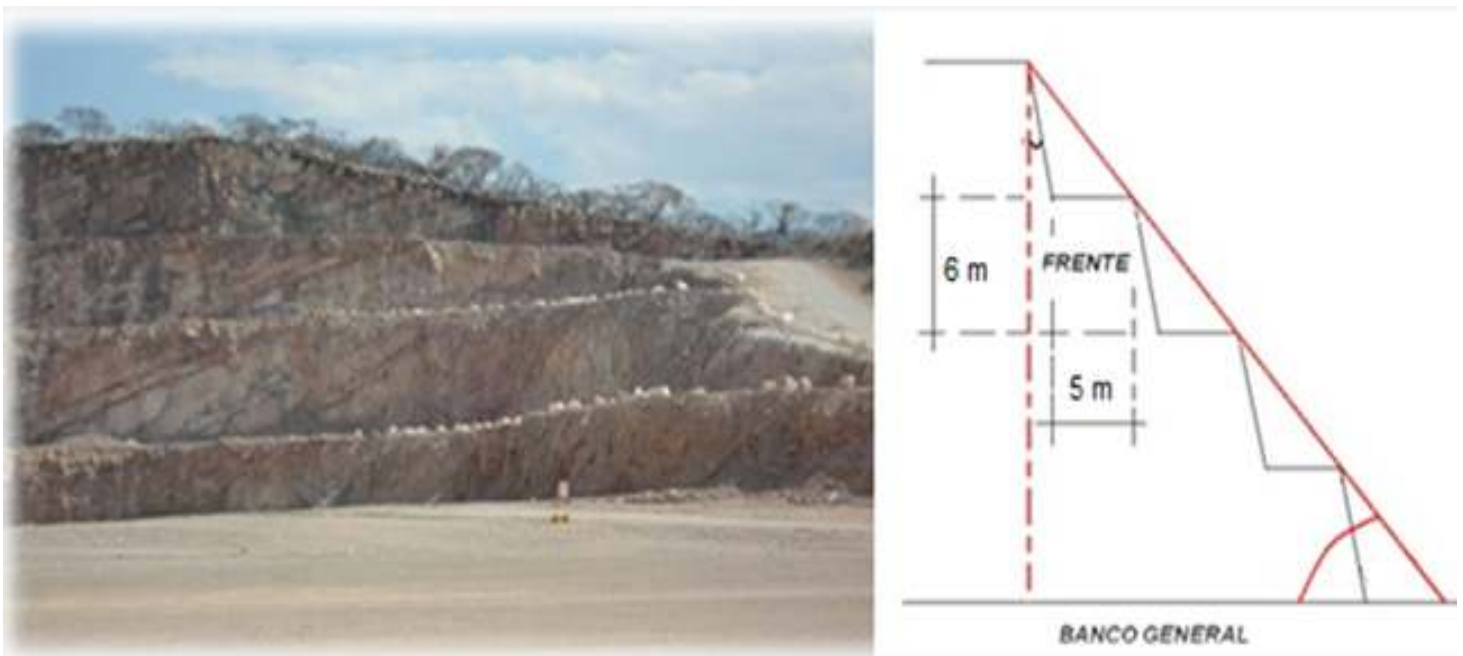
Para llevar a cabo esto es necesario realizar la planeación de la explotación de la etapa 3 y de los distintos frentes de acuerdo a la prospección geológica. De manera general el proceso de operación del banco se conforma de los siguientes pasos:

- Barrenación y Voladura
- Carga del material
- Acarreo – Transporte de material a la Planta de Cemento.

Durante el proceso de barrenación se utilizan los polvos extraídos para que personal de laboratorio tome muestras y realice fuera del predio del proyecto las correspondientes pruebas para determinar la composición química del material encontrado en ese frente.

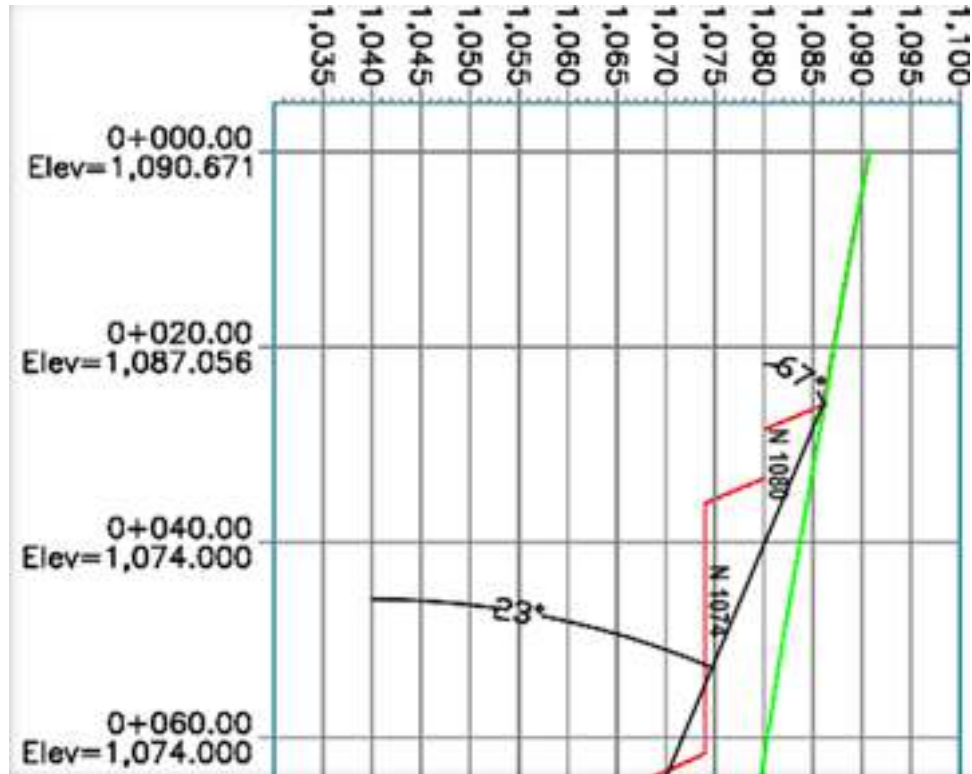
Una vez conocida la composición química de los frentes en que se puede dividir el primer frente o nivel, se procede a la realización de voladuras para desprender y fragmentar el material de yeso.

La operación del banco se basa principalmente en la conformación de taludes de 6 metros de alto con una berma de 5 metros a partir de los cuales se realiza la extracción del material; el ángulo en etapas operativas se encuentra entre  $67^\circ$  y  $23^\circ$  respecto a la vertical, pudiendo variar de acuerdo a conformación del material y a la orientación de los estratos geológicos, definiendo estos la estabilidad del talud de manera natural (figura II.3).



**Figura 0.3.** Ejemplo de talud en un banco de material

La descripción de los ángulos y de los cortes de los taludes se presenta en la siguiente figura II.4.



**Figura II.4.** Cortes y ángulos dentro del banco de yeso

a) Descripción general del tipo de servicios que se brindarán en las instalaciones

Se brindarán servicios básicos de limpieza y mantenimiento a las instalaciones, (caseta de vigilancia y baño) dentro del área de proyecto.

b) Tecnologías que se utilizarán, en especial las que tengan relación directa con la emisión y control de residuos líquidos, sólidos o gaseosos.

El equipo que se utilizará son maquinaria y vehículos de modelos recientes que cumplen con las especificaciones de diseño original de diferentes marcas comerciales.

En todo momento los vehículos son supervisados respecto a las horas de operación y funcionamiento, conservándolos en buen estado mediante programas de mantenimiento, y así prevenir, en lo posible, averías durante la operación.

c) Tipo de reparaciones a sistemas, equipos, etc.

La maquinaria que será utilizada y que puede recibir reparación por alguna avería en el lugar del proyecto será:

**Tabla II.15.** Maquinaria que podría necesitar reparación en el sitio y que será utilizada en la etapa de operación.

EQUIPO	ETAPA	CANTIDAD	HR/DÍA	DÍAS SEMANA	COMBUSTIBLE	CONSUMO SEMANA (L)	CONSUMO GENERAL
Perforadora con compresor	P-O	1	8	6	Diésel	800	800
Excavadora con martillo	P-O	1	8	6	Diésel	800	800
Camión de volteo	P-O	5	8	6	Diésel	800	4,000
Vehículo Pick-up	P-O-R	1	8	6	Gasolina	600	600
Total							6,200

ETAPAS: P= Preparación del sitio; O = Extracción; R = Restauración

d) Especificar si se pretende llevar a cabo control de malezas o fauna nociva, describiendo los métodos de control.

Para el proyecto no se pretende llevar a cabo control de malezas o fauna nociva, ya que por las actividades a realizar no se contemplan estos criterios.

La flora que se presente en el predio será la que ocurre de manera natural y es compatible con las condiciones ambientales de la zona, incluyendo la vegetación que se genere como parte de los procesos de restauración natural de los predios que en algún momento fueron asignados a agricultura o ganadería.

No se prevé la existencia de fauna nociva debido a que en las actividades del proyecto no se generan residuos de alimentos o productos que pudieran favorecer el incremento en este tipo de fauna.

#### e) Descripción de obras asociadas al proyecto

No existirán obras asociadas al proyecto; sin embargo, se utilizará un camino existente para el movimiento de vehículos al cual se le dará mantenimiento periódicamente.

#### **II.2.4. Descripción de las áreas provisionales del proyecto.**

El proyecto no requiere de obras y actividades provisionales, ya que sólo se realizarán desmontes y despalmes para la posterior extracción del material por medio de palas mecánicas, que será acarreado por camiones a la fábrica de cemento (Planta Tepetzingo y/o Planta Apazapan).

Las obras y actividades provisionales que se necesitan como apoyo para el desarrollo de la obra son las siguientes:

##### ***Construcción de caminos de acceso***

Por la gran cantidad de caminos existentes, cercanos al predio del proyecto, no será necesaria la apertura de nuevos caminos de acceso. En caso de requerir caminos nuevos se procederá a obtener los estudios y autorizaciones correspondientes.

##### ***Campamentos, dormitorios y comedores***

Entre las políticas de la promovente para el desarrollo de obras se considera no instalar campamentos, dormitorios y/o comedores en el sitio, puesto que la mayoría de los trabajadores se contratarán en los poblados cercanos al proyecto y podrán pernoctar en sus hogares. Los demás podrán utilizar la infraestructura que para ello exista en las localidades cercanas a la obra, con la finalidad de prevenir afectaciones por efecto de las actividades que se desarrollarán para la extracción y aprovechamiento del yacimiento de yeso.

##### ***Instalaciones sanitarias***

En la etapa de extracción y aprovechamiento del yacimiento de yeso se instalará una fosa séptica provisionales de acuerdo al número de empleados, mismas que estarán sujetas a un programa previo de mantenimiento durante el desarrollo de las actividades a cargo de la compañía encargada de la construcción e instalación, auxiliándose de una compañía autorizada con capacidad para manejar las aguas residuales.



### **II.2.5. Etapa de abandono del sitio.**

La estimación, en general, de la vida útil del proyecto en referencia es de 50 años; posterior a ello se tendrá un año más para la supervisión de la conclusión de las actividades de reforestación, sin embargo, a futuro la zona puede ser ocupada para otro tipo de proyectos, el cual será definido por Cementos Moctezuma, S.A. de C.V.

Todas las actividades desarrolladas durante la etapa de preparación de sitio, extracción y aprovechamiento y abandono del sitio, una vez concluidas dejarán de realizarse y se procederá a realizar las labores de limpieza, a fin de dejar la zona libre de cualquier equipo, recipientes u otros materiales. Una vez terminado el tiempo de vida útil, se procederán a realizar las siguientes actividades:

1. Retiro de manera definitiva de toda la maquinaria y equipo.
2. Retiro de materiales, residuos sólidos no peligrosos (por empresas autorizadas para su manejo) y equipo del sitio
3. La caseta del vigilante permanecerá en el sitio, ya que la actividad de vigilancia se mantendrá por un tiempo, en tanto se define el destino final del predio.
4. Inspección general que comprende lo siguiente:
  - a. Se procederá a la revisión general del banco (área afectada y colindancias) para verificar que todo material o equipo haya sido retirado.
  - b. Verificar que los taludes queden con los ángulos indicados en proyecto.
  - c. Verificar que el establecimiento de la cubierta vegetal, conforme a las etapas del programa de reforestación se haya cumplido.
  - d. Continuar con las actividades de reforestación, entregando los reportes correspondientes hasta la conclusión del mismo y su entera satisfacción por las autoridades competentes.

### **Rehabilitación del área de abandono del proyecto**

El proyecto contempla la remoción de la vegetación de selva baja caducifolia del mismo estrato; en la actualidad se aprecian en el predio de la Etapa 3, ciertas afectaciones en la vegetación por efecto de la práctica de actividades agropecuarias antiguas.

La vegetación que será rescatada durante las etapas de preparación del sitio y en la extracción y aprovechamiento del yacimiento de yeso, corresponde a algunas especies que pudieran considerarse de interés biológico para su conservación y que determine la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

En los sitios con presencia de estas especies, se llevará a cabo un programa para la conservación de los ejemplares. Además, las acciones que se realicen estarán encausadas a evitar daños a la vegetación aledaña y/o adyacente al predio que comprende la Etapa 3.

Asimismo, durante los trabajos de campo se constató que no existen escorrentías (arroyos intermitentes), por lo que habrá una afectación a la vegetación; por lo anterior, para la Etapa 3, que comprende el proyecto, es indispensable llevar a cabo los trabajos teniendo el cuidado de no afectar la vegetación que no sea necesario remover, así como la de los predios colindantes.

Las medidas técnicas que se proponen para la protección y conservación de la vegetación que pueda verse afectada, por los procesos de extracción, explotación y aprovechamiento de materiales (yeso) del proyecto, son las siguientes:

1. Continuar con el programa de reforestación, restauración y conservación de suelos, dirigido a la parte de terreno de la zona de amortiguamiento y que en la actualidad están identificados como terrenos ganaderos.
2. Continuar con el programa de propagación y/o conservación prioritaria de especies de flora que no estén en estatus; de aquellas que por sus características particulares pudieran llegar a estarlo y que en su caso fueran condicionadas por la autoridad federal, estatal o municipal.

Las medidas que se proponen para proteger las tierras frágiles que puedan verse afectadas por los procesos de extracción, explotación y aprovechamiento de materiales (yeso) del área del proyecto, son las siguientes:

- Revegetar con especies nativas, que garanticen la retención y estabilización de los terrenos en el perímetro que delimita el área extractiva con la franja de amortiguamiento.
- Las políticas de la empresa establecen las actividades de reforestación y restauración de manera gradual conforme avanza el plan de explotación y las áreas operativas así lo permiten por lo que para la etapa final del proyecto se contempla tener un avance importante en la superficie reforestada.

- Habilitar las obras de drenaje necesarias en las escorrentías superficiales que por las actividades extractivas (yeso), pudieran resultar afectadas. Lo anterior a fin de garantizar su estabilidad y continuidad.

La vegetación que deberá respetarse, además de la mencionada, es aquella de la zona de amortiguamiento que comprende el desarrollo del proyecto ampliación del proyecto explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole, debido a que esta vegetación proporcionará protección al suelo contra la erosión y será el hábitat de las especies de flora y fauna desplazadas y/o reubicadas por las actividades extractivas.

Para garantizar el cumplimiento de lo anterior, la empresa Cementos Moctezuma S.A. de C.V., tiene previsto contar con un responsable de la elaboración y ejecución de un programa de supervisión permanente que conlleve al logro de los planteamientos propuestos en el Estudio Técnico Justificativo y en la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular; así como de los Términos y Condicionantes a que se sujeten las autorizaciones por la SEMARNAT y que por la importancia del proyecto tendrán que ejecutarse para prevenir y mitigar los impactos adversos derivados de la ejecución del proyecto y con ello acatar la normatividad y regulación que en materia ambiental, forestal, de suelos y de protección y conservación de la vida silvestre, están previstas en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la LGEEPA, la Ley General de Vida Silvestre, sus respectivos Reglamentos y las Normas Oficiales Mexicanas establecidas.

#### **II.2.6. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.**

En el caso de la tercera etapa de la extracción y aprovechamiento del yacimiento de yeso, la principal generación de residuos sólidos del proyecto serán los generados por el desmonte y despalme. Estos residuos están compuestos principalmente de material orgánico (ramas, troncos), producto del desmonte y del desbroce, los cuales serán almacenados en el área dispuesta para ello.

Este material será acumulado en los extremos del predio para su posterior incorporación en la restauración del banco.

Este material, posteriormente será utilizado para reforestar y estabilizar los taludes que se generen por la obra.

En caso de que la comunidad solicite el apoyo por medio de la donación de la leña y si se considera que con esto se mitiga el uso de este recurso, la solicitud será presentada a la

Autoridad para que, en caso de ser aprobada, los productos maderables sean donados a los pobladores de los alrededores a fin de que sea utilizada para uso doméstico (con su respectiva remisión forestal); en caso de negativa, será procesada en composta para la futura reforestación.

La generación de residuos sólidos urbanos será la proveniente de los operadores de maquinaria y camiones, por lo que se prevé la generación de alrededor de 4 kilogramos al día por concepto de basura de alimentos, envases de agua, periódico, cartón, etc. Los residuos sólidos urbanos generados serán depositados en bolsas dentro de las mismas unidades y maquinaria, para su posterior depósito en los contenedores que se colocarán en las áreas operativas.

Estos residuos serán transportados de forma mensual a la Planta de Cemento Tepetzingo.

No se considera la generación de residuos líquidos, ya que no se realizará mantenimiento a las unidades y maquinaria, en caso de ser necesario el mantenimiento mecánico de algún vehículo o maquinaria por avería en el sitio, se deberán tomar las debidas precauciones para evitar derrames de combustibles o lubricantes y en caso de generarse, se enviarán los residuos a disposición final conforme a la normatividad ambiental.

Las distintas emisiones a la atmosfera, emitidas por los diversos equipos y maquinaria que será utilizada en esta etapa, son producto de la combustión de los motores de la maquinaria; sin embargo, los gases emitidos (CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, etc.), dadas las características de la zona de proyecto, serán disipados por la acción de los vientos de la región.

Las emisiones consideradas en la etapa de operación son principalmente: CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, HC y partículas, dependiendo del tipo de combustible que se utilice, para lo cual se presenta en la tabla II.16, que señala la respectiva emisión de los vehículos.

**Tabla II.16.** Emisiones atmosféricas estimadas por uso de maquinaria

CONCENTRACIÓN EMITIDA CADA 1,000 KM				
Emisión	Equipo de trabajo ligero con motor a gasolina	Equipo de trabajo pesado con motor a gasolina	Equipo de trabajo ligero con motor a diésel	Equipo de trabajo pesado con motor a diésel
SO <sub>x</sub>	0.08 Kg/unidad	0.16 Kg/unidad	0.39 Kg/unidad	1.5 Kg/unidad
NO <sub>x</sub>	3.3 Kg/unidad	5.7 Kg/unidad	0.90 Kg/unidad	21 Kg/unidad
HC	6 Kg/unidad	9.9 Kg/unidad	0.28 Kg/unidad	2.1 Kg/unidad

CONCENTRACIÓN EMITIDA CADA 1,000 KM				
CO	40 Kg/unidad	81 Kg/unidad	1.1 Kg/unidad	12.7 Kg/unidad
Partículas	0.33 Kg/unidad	0.52 Kg/unidad	No disponible	0.75 Kg/unidad

Respecto al ruido que se genera en el banco actual, éste se mantiene por debajo de los 68 dB en horario de 6:00 a 22:00 horas, conforme lo establece la NOM-081-SEMARNAT-1994.

En el horario nocturno no hay emisiones de ruido, ya que no se tienen actividades. Cabe mencionar que, con la ampliación del banco, seguirá manteniéndose el mismo nivel de ruido por debajo de los 68 dB antes mencionados, para el horario diurno.

Cabe señalar, que la generación de ruido en las inmediaciones del banco está por debajo de los valores de emisión en decibeles señalados por la normatividad ambiental vigente; además, de no existir comunidades a 2 km de distancia de la zona de la ampliación del proyecto explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole.

Las emisiones a la atmósfera estarán en función de los vehículos que operan en el banco, los cuales llegarán a ser en la etapa operativa de 8 vehículos, los cuales cumplirán con jornadas laborales en turnos de 8 horas al día.

El consumo de combustibles será de aproximadamente 5,600 litros a la semana de diésel y de 600 litros de gasolina por semana.

Todos los vehículos presentarán convertidores catalíticos y silenciadores, y se verificará que los contratistas cumplan con el mantenimiento periódico de las unidades.

Las emisiones de partículas de polvo por el manejo de material, así como por la circulación de los vehículos, será otro factor importante de emisión a la atmósfera, por lo que se mantendrá la salida de vehículos con lonas en la caja.

### **II.2.6.1. Manejo de residuos**

Los residuos sólidos urbanos re-aprovechables, se reintegrarán a los almacenes de CEMOSA, SA de CV para su posterior utilización o enajenación. En el desmonte no se utilizarán químicos ni quemados, realizándose manualmente con la ayuda de machetes y esporádicamente motosierras; los residuos vegetales podrán ser aprovechados por los dueños de los predios para fines domésticos, o bien serán triturados con el fin de que sean degradados en el menor tiempo al normal que se requiere en condiciones naturales para que sean incorporados al suelo. En cuanto a los Residuos Peligrosos, se considera que prácticamente no se generarán durante el aprovechamiento proyecto (restos de pintura, estopas impregnadas), sin embargo, independientemente del volumen en que se generen, su manejo se realizará cumpliendo con la normatividad aplicable en la materia. Los residuos que se generen en la etapa de operación y mantenimiento se clasificarán y manejarán conforme a lo establecido en la normativa aplicable vigente.

### **II.2.6.2. Disposición final de residuos peligrosos, urbanos y de manejo especial**

Para los residuos sólidos urbanos y de manejo especial (bolsas y envases de plástico, pedacería de madera), se solicitará a la autoridad del municipio en donde se ubica el proyecto el uso de los basureros municipales, rellenos sanitarios o áreas autorizadas por el mismo para la disposición final de este tipo de residuos. Los materiales que no sean susceptibles de aprovechamiento y/o reutilización, se destinarán a su disposición en los sitios que disponga la autoridad competente de acuerdo al avance de las obras y de su cercanía a las líneas, siempre observando las normas que para el caso existan.

Se utilizarán instalaciones provisionales (fosa séptica) que se distribuirán en los frentes de trabajo, a las cuales dará mantenimiento una compañía autorizada con capacidad para manejar las aguas residuales.

Como ya se mencionó anteriormente, no se espera generar residuos peligrosos durante la etapa de explotación o extracción y aprovechamiento, siendo que los producidos por el mantenimiento de los vehículos y equipo, serán manejados en los talleres especializados de reparación.



### II.2.6.3. Generación, manejo y control de emisiones a la atmósfera

Así mismo, las emisiones de ruido consistirán en las que generen los mismos vehículos y la maquinaria, los cuales se prevé estarán por debajo de los límites máximos permisibles de acuerdo con los parámetros estipulados en la Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de enero de 1995.

### II.2.6.4. Medidas de seguridad

Como medidas de seguridad para prevenir cualquier accidente, emergencia o contingencia ambiental que se llegara a presentar durante alguna etapa del proyecto, se aplicarán los procedimientos que se han elaborado para ello, listados a continuación. (Ver tabla II.17)

**Tabla II.17.** Procedimiento de emergencia / contingencia previstos para la ejecución del proyecto

Tipo de Emergencia / Contingencia	Procedimiento
Desplazamiento de taludes	CEMOSA, S.A. de C.V.
Asentamientos diferenciales	CEMOSA, S.A. de C.V.
Lluvias torrenciales	CEMOSA, S.A. de C.V.
Vientos, ciclones, huracanes y tornados	CEMOSA, S.A. de C.V.
Tormentas eléctricas	CEMOSA, S.A. de C.V.
Accidentes aéreos y terrestres	CEMOSA, S.A. de C.V.
Actos de sabotaje, terrorismo y vandalismo	CEMOSA, S.A. de C.V.
Asentamientos humanos en el predio	CEMOSA, S.A. de C.V.
Incendios	Se implementará un programa para la Atención a Emergencias Ambientales. El cual forma parte del Sistema de Gestión de la Calidad, Protección Ambiental y Seguridad y Salud en el Trabajo establecido en CEMOSA, S.A. de C.V.

### **II.2.6.5. Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos**

Dentro de la infraestructura disponible para la disposición de los residuos que pudieran generarse, se considerará el relleno sanitario o el lugar que indiquen las autoridades municipales, radicando su importancia en la capacidad con que cuenta para manejo de los mismos. En lo que concierne a la ampliación del proyecto explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole, se prevé que los residuos generados por la extracción y aprovechamiento en las diferentes etapas serán manejados y dispuestos por una compañía autorizada, previa notificación a las autoridades municipales en donde se pretenda hacerlo y considerando la normatividad aplicable en el manejo de los residuos.

#### **Preparación del sitio**

En la etapa de preparación del sitio, los residuos serán almacenados en contenedores para su posterior retiro al sitio que las autoridades del municipio de Chietla aprueben, dado que no se reporta un relleno sanitario oficial en la zona o se enviarán a las instalaciones de la planta para su disposición.

En el caso de residuos peligrosos como aceites, lubricantes, solventes o combustibles serán llevados por medio de una empresa autorizada para el transporte de residuos peligrosos a la planta de Cementos Moctezuma – Tepetzingo, para su disposición final conforme a la autorización para el reciclaje de residuos peligrosos 17 – IV- 67 – 16 Prorroga de fecha 16 diciembre 2020, notificada por medio del oficio DGGIMAR. 710/005498.

#### **Operación, explotación, extracción y aprovechamiento**

Los residuos sólidos urbanos serán depositados al final de cada turno en contenedores dentro de las instalaciones para su disposición final en sitios autorizados. La cantidad de estos residuos se estima en 4 kg diarios. Estos residuos serán transportados de forma mensual a la Planta de Cemento Tepetzingo.

Los residuos de manejo especial que serán generados corresponden a los residuos de los empaques y dispositivos de las voladuras, los cuales serán incinerados “in situ” y en presencia del personal de la SEDENA, de acuerdo a las disposiciones respectivas.

Por otra parte, se generarán eventualmente residuos peligrosos, en casos extremos, derivados de fallas mecánicas que obliguen al contratista que operará el banco a realizar

algún tipo de mantenimiento, los cuales serán manejados como se indicó en el caso de la preparación del sitio.

Los residuos peligrosos generados, serán tratados y dispuestos por el personal calificado de la empresa contratista que brindará el servicio, estimando que al mes se generarán 50 kg. Los cuáles serán enviados a la planta de Cementos Moctezuma – Tepetzingo, para su disposición final conforme a la autorización para el reciclaje de residuos peligrosos 17 – IV-67 – 16 Prorroga de fecha 16 diciembre 2020, notificada por medio del oficio DGGIMAR. 710/005498.

Los residuos sanitarios del personal serán depositados en las instalaciones de la etapa 3, que es la caseta de vigilancia donde se ubica el sanitario.



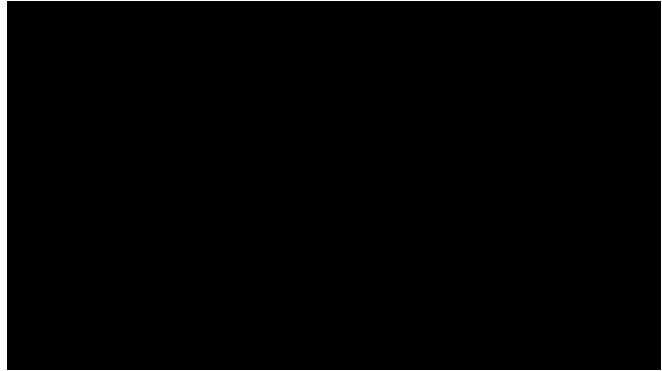
<b>NÚMERO DE REGISTRO AMBIENTAL</b> CMO731700811	<b>AUTORIZACIÓN PARA EL RECICLAJE Y COPROCESAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS</b>	<b>AUTORIZACIÓN No.</b> 17-IV-67-16
---	--	--

**EMPRESA AUTORIZADA**

<b>Razón Social</b> CEMENTOS MOCTEZUMA, S.A. DE C.V. (PLANTA TEPETZINGO)	<b>OFICIO No. DGGIMAR.710/</b> <b>005498</b>
<b>YOLANDA CAROLINA MOLINA CASTRO</b> <b>REPRESENTANTE LEGAL</b> Carretera Tezoyuca-Tepetzingo Km 1.9 s/n Col. Tepetzingo C.P. 62767, Emiliano Zapata, Morelos Tel. (777) 3290900 ext. 3841 Correo electrónico: molina.yolanda@cmoctezuma.com.mx	Ciudad de México, a <b>16 DIC 2020</b>  "2020, Año de Leona Vicario, Benemérita Madre de la Patria"

**AUTORIZACIÓN**

En atención a la solicitud de la empresa **CEMENTOS MOCTEZUMA, S.A. DE C.V. (PLANTA TEPETZINGO)**, presentada ante esta Dirección General para obtener la Autorización para realizar el Reciclaje Energético y Coprocesamiento de Residuos Peligrosos, y



## **VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERÍA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO**



## ÍNDICE DEL CAPÍTULO III

<b>III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERÍA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO .....</b>	<b>1</b>
--	----------

<b>III.1. PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO DECRETADOS .....</b>	<b>1</b>
--	----------

III.1.1. Programa de ordenamiento ecológico general del territorio.....	5
---	---

III.1.2. Áreas de importancia ecológica.....	25
--	----

<b>III.2. PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO.....</b>	<b>40</b>
---	-----------

<b>III.3. PLANES DE DESARROLLO MUNICIPAL.....</b>	<b>45</b>
---	-----------

<b>III.4. ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS NORMATIVOS QUE RIGEN AL PROYECTO.....</b>	<b>46</b>
--	-----------

III.5.1. Leyes y reglamentos.....	49
-----------------------------------	----

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

A continuación, se identifican y analizan los diferentes instrumentos de planeación que ordenan la zona donde se pretende establecer el proyecto, contenido que concuerda con lo establecido en el artículo 12, fracción III del Reglamento en materia de impacto ambiental de la LGEEPA, en el cual se hace mención de la Manifestación de Impacto Ambiental. Para la elaboración de este capítulo se realizaron diversas consultas correspondientes a las regulaciones en materia de planeación y desarrollo urbano, en las que se contempla la distribución y uso de suelo del estado de Puebla, así como los planes o programas de ordenamientos ecológicos propuestos y decretados, con la finalidad de determinar la vinculación del proyecto con lo dispuesto en dichas regulaciones.

#### **III.1. PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO DECRETADOS.**

El Ordenamiento Ecológico del Territorio (OET) es el instrumento de planeación que establece la legislación ambiental mexicana para regula los usos del suelo y las actividades productivas de acuerdo a la disponibilidad de los recursos naturales. La Ley general de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) establece cuatro niveles de ordenamiento ecológico: General de Territorio (competencia federal), Regionales (competencia estatal), Locales (competencia municipal) y Marinos (competencia federal). La formulación del OET es un proceso de planeación participativa que incorpora a organizaciones sociales y empresariales, instituciones académicas y de investigación, a la administración pública y a la sociedad en general con el propósito de consensar políticas ambientales de conservación, restauración, protección y aprovechamiento.

##### **Ordenamientos Ecológicos Estatal:**

Este aspecto comprende todas aquellas actividades cuyo objetivo es regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el propósito de lograr la protección del medio ambiente y la conservación y aprovechamiento de los recursos naturales. El territorio estatal es el escenario donde se expresan espacialmente los procesos de la política del desarrollo y de la dinámica social; así mismo refleja en el paisaje la interacción entre el uso de los recursos naturales, los procesos de transformación y los resultados socioeconómicos de sus pobladores.

El Ordenamiento Ecológico del Territorio (OET) es el instrumento de planeación que establece la legislación ambiental mexicana para regula los usos del suelo y las



actividades productivas de acuerdo a la disponibilidad de los recursos naturales. La Ley general de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) establece cuatro niveles de ordenamiento ecológico: General de Territorio (competencia federal), Regionales (competencia estatal), Locales (competencia municipal) y Marinos (competencia federal). La formulación del OET es un proceso de planeación participativa que incorpora a organizaciones sociales y empresariales, instituciones académicas y de investigación, a la administración pública y a la sociedad en general con el propósito de consensar políticas ambientales de conservación, restauración, protección y aprovechamiento.

El Estado de Puebla donde se localiza el proyecto, de acuerdo con los registros obtenidos de la SEMARNAT, no cuenta con un Programa de Ordenamiento Ecológico Regional, ni programas de ordenamiento locales decretados (figura III.1). El Ordenamiento Ecológico del Estado de Puebla, no se encuentra decretado ni publicado en el Diario Oficial de la Federación, por lo tanto, no se cuenta con la definición de criterios ecológicos aplicables, ni de unidades de gestión ambiental.

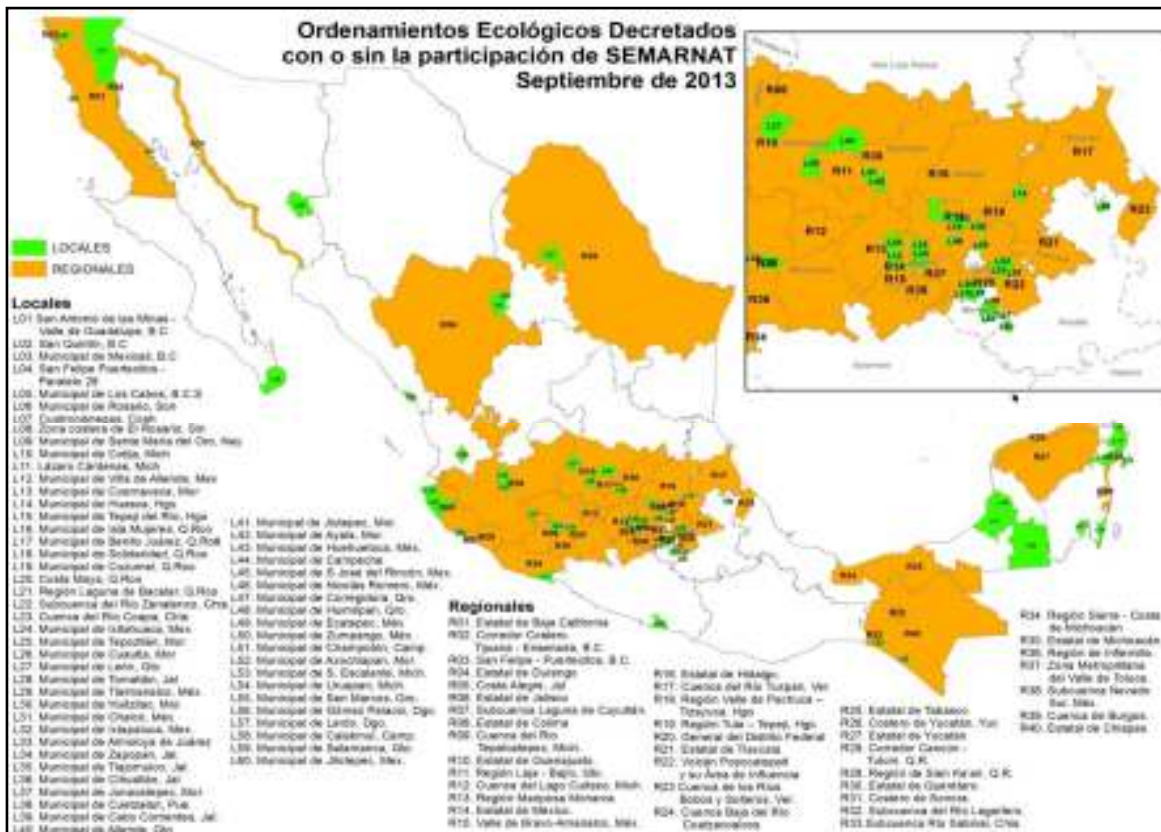


Figura III.1. Muestra la distribución de los OET regionales y locales decretados para el país.

### **Programa de Ordenamiento Ecológico y por riesgo eruptivo del territorio del volcán Popocatepetl y su zona de influencia en el Estado de Puebla**

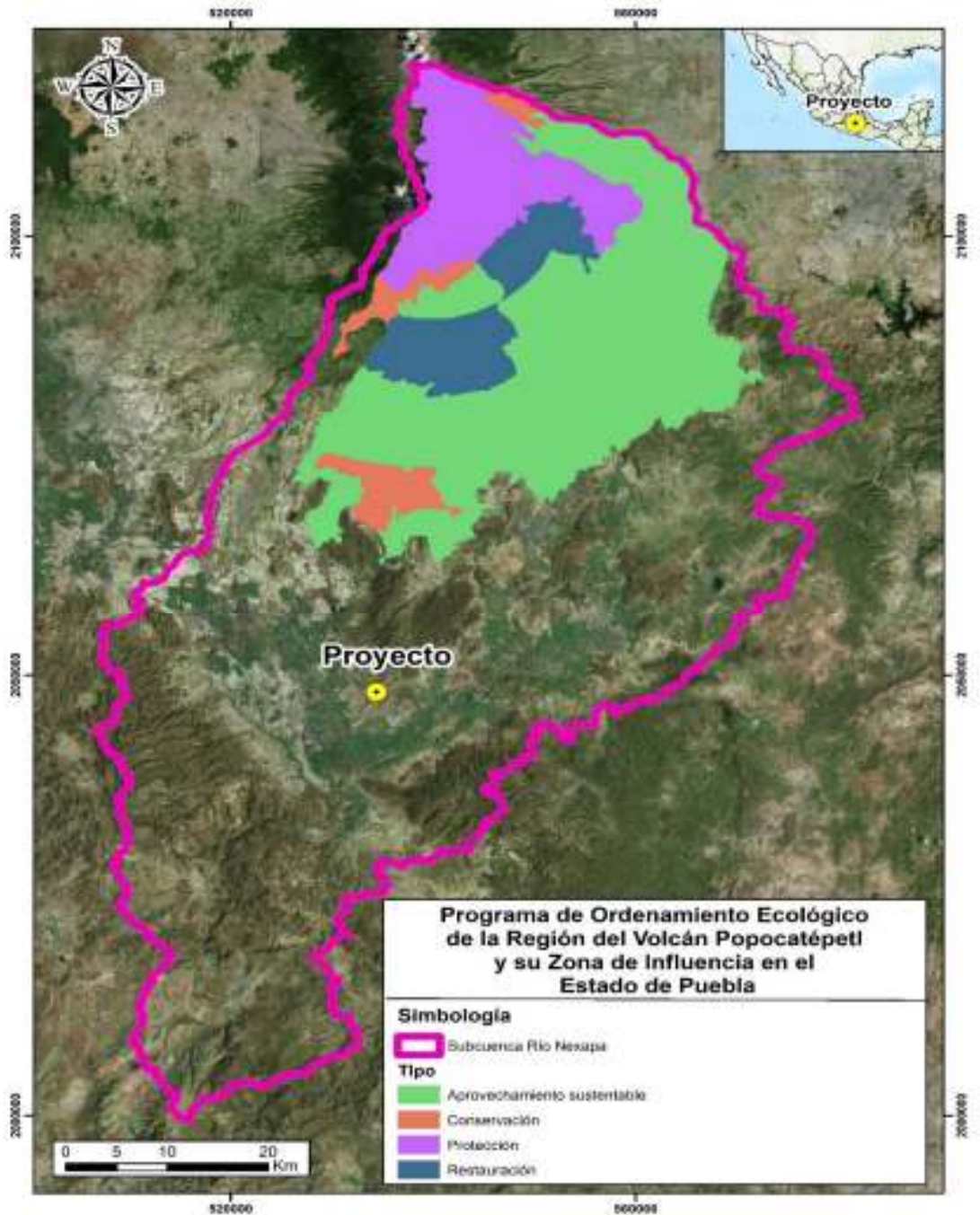
Este programa fue decretado el 28 de enero de 2005 y abarca a los siguientes Municipios:

- Tlahuapan
- El Verde
- Huejotzingo
- San Nicolas de los Ranchos
- Tochimilco
- San Salvador
- Fracc. Buena Vista
- Tianguismanalco
- Atlixco
- Media Luna

Por lo anterior, este programa no es aplicable al proyecto. Ver mapa II.1.

### **Ordenamiento Ecológico Municipal**

Se realizó la búsqueda de algún Ordenamiento que a nivel municipal aplicara para el proyecto, encontrándose que no existe información sobre algún ordenamiento que se vincule con el municipio de Chietla en el Estado de Puebla.



**Mapa III.1.** Ubicación del programa de ordenamiento ecológico de la región del volcán Popocatepetl y su zona de influencia en el estado de Puebla dentro de la unidad de análisis en estudio

### III.1.1. Programa de ordenamiento ecológico general del territorio.

El 07 de septiembre de 2012 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, que se concibe como el proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el óptimo uso del suelo y manejo de los recursos naturales en el territorio nacional. Dentro de sus objetivos y metas están el de regular e inducir el uso racional del suelo y el desarrollo de las actividades productivas para lograr la protección y conservación de los recursos naturales; lograr la protección del medio ambiente a través de la apropiación y aplicación de políticas y criterios para la protección, conservación, restauración y aprovechamiento integral de los recursos naturales, todo ello en un marco de desarrollo sustentable; elaborar la regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción a partir de la construcción de un diagnóstico con base a las características, disponibilidad y demanda de los recursos naturales, así como de las actividades productivas que en ellas se desarrollen y de la ubicación y situación de los asentamientos humanos existentes; establecer los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como para la localización de actividades productivas de asentamientos humanos.

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.

El ROE establece que el objeto del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la



ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF.

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.

Espacialmente, el POEGT actúa sobre todo el territorio nacional en su porción terrestre; administrativamente, facilita la toma de decisiones de los actores de la APF, al orientar la planeación y la ejecución de las políticas públicas; y social y económicamente, invita a establecer una relación de equilibrio entre los recursos naturales, su aprovechamiento y la satisfacción de las necesidades de la sociedad, buscando el desarrollo sustentable.

### **Propuesta del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).**

Con fundamento en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA, última reforma DOF. 28 de septiembre de 2010), la propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la **regionalización ecológica** (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los **lineamientos y estrategias ecológicas** para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

## 1. 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 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.

Las **áreas de atención prioritaria** de un territorio, son aquellas donde se presentan o se puedan potencialmente presentar, conflictos ambientales o que por sus características ambientales requieren de atención inmediata para su preservación, conservación, protección, restauración o la mitigación de impactos ambientales adversos. El resultado del análisis de estos aspectos permitió aportar la información útil para generar un consenso en la forma como deben guiarse los sectores, de tal manera que se transite hacia el desarrollo sustentable. Se establecieron 5 niveles de prioridad: Muy alta, Alta, Media, Baja y Muy baja. Dentro de éstos el muy alto se aplicó a aquellas UAB que requieren de atención urgente porque su estado ambiental es crítico y porque presentan muy alto o alto nivel de conflicto ambiental, por otro lado el nivel muy bajo se aplicó a las UAB que presentan un estado del medio ambiente estable a medianamente estable y conflictos ambientales de medio a muy bajo.

Conforme a lo dispuesto en el artículo 24 del ROE, las **áreas de aptitud sectorial** se identificaron de manera integral en el territorio sujeto a ordenamiento, a través de las UAB en las que concurren atributos ambientales similares que favorecen el desarrollo de los programas, proyectos y acciones de las dependencias y entidades de la APF. En cada una de las UAB se identificaron las aptitudes de los sectores presentes, así como aquellos que presentaban valores de aptitud más altos, tomando en consideración las políticas ambientales y la sinergia o conflicto que cada sector presenta con respecto a los otros sectores con los que interactúan en la misma UAB.

En función de lo anterior, se propuso el nivel de intervención sectorial en el territorio nacional, que refleja el grado de compromiso que cada sector adquiere en la conducción



del desarrollo sustentable de cada UAB, por lo que serán **promotores del desarrollo sustentable** en la UAB y en la región a la que pertenecen, de conformidad con la clasificación que tengan en términos de aptitud sectorial y en concordancia con sus respectivas competencias.

Lo anterior sólo es posible mediante la participación y colaboración de los distintos sectores involucrados en la ejecución de este programa, y mediante una visión integral y sinérgica de su actuación en el territorio, independientemente de la obligación que en términos del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento, tienen de observar este Programa en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos de egresos y en sus programas de obra pública. Además los sectores reconocen bajo este esquema, la necesidad de trabajar conjuntamente organizados hacia tal fin en el Grupo de Trabajo Intersecretarial (GTI).

El grado de participación que los promotores del desarrollo adquieren para cada UAB, puede clasificar a los sectores como Rectores, Coadyuvantes, Asociados o Interesados. *Los Rectores*, son aquellos que tienen un papel esencial en el devenir del desarrollo sustentable de una UAB, reconocen la necesidad de ir a la cabeza en la construcción de los acuerdos que se tomarán en el seno del Grupo de Trabajo Intersecretarial, para el cumplimiento de los lineamientos ecológicos correspondientes. Los Coadyuvantes tendrán un papel de colaboradores con los cuales se generará la sinergia necesaria para mantener los acuerdos que se generen con la iniciativa de los Rectores. Los Asociados, por su parte, se definen como los sectores comprometidos a participar con los demás sectores presentes en la UAB, desarrollando actividades cada vez más sustentables y alineadas con los lineamientos ecológicos. Por último, los interesados, se caracterizan por su interés en desarrollar sus programas en la UAB, lo cual refrenda su compromiso por participar en las acciones que se desarrollen en este sentido en el seno del GTI.

Las **políticas ambientales** (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su aplicación promueve que los sectores del Gobierno Federal actúen y contribuyan en cada UAB hacia este modelo de desarrollo. Como resultado de la combinación de las cuatro políticas ambientales principales, para este Programa se definieron 18 grupos, los cuales fueron tomados en consideración para las propuestas sectoriales y finalmente para establecer las estrategias y acciones ecológicas en función de la complejidad interior de la UAB, de su extensión territorial y de la escala. El orden en la construcción de la política ambiental refleja la importancia y rumbo de desarrollo que se desea inducir en cada UAB. Tomando como base la política ambiental asignada para cada una de las 145 UAB, los sectores rectores del desarrollo que resultaron de la definición de los niveles de corresponsabilidad sectorial, y la prioridad de atención que los diferentes sectores

deberán considerar para el desarrollo sustentable del territorio nacional, se realizó una síntesis que dio como resultado las **80 regiones ecológicas**, que finalmente se emplearon en la propuesta del POEGT.

## **2. Lineamientos y estrategias ecológicas.**

Los 10 lineamientos ecológicos que se formularon para este Programa, mismos que reflejan el estado deseable de una región ecológica o unidad biofísica ambiental, se instrumentan a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional.

Por su parte, las estrategias ecológicas, definidas como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el territorio nacional, fueron construidas a partir de los diagnósticos, objetivos y metas comprendidos en los programas sectoriales, emitidos respectivamente por las dependencias de la APF que integran el Grupo de Trabajo Intersecretarial.

En este sentido, se definieron tres grandes grupos de estrategias: las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, las dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

Los lineamientos ecológicos a cumplir son los siguientes:

1. Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.
2. Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.
3. Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación ambiental a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.
4. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.

5. Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.
6. Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.
7. Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.
8. Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.
9. Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.
10. Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

➤ **Estrategias Ecológicas**

**1. Dirigidas a lograr la Sustentabilidad Ambiental del territorio:**

**A. Dirigidas a la Preservación**

Estrategia 1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.

Estrategia 2. Recuperación de especies en riesgo.

Estrategia 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.

**B. Dirigidas al Aprovechamiento Sustentable**

Estrategia 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, recursos genéticos y recursos naturales.

Estrategia 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.

Estrategia 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.

Estrategia 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.

Estrategia 8. Valoración de los servicios ambientales.

**C. Dirigidas a la Protección de los recursos naturales**

Estrategia 9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.

Estrategia 10. Reglamentar el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos para su protección.

Estrategia 11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Estrategia 12. Protección de los ecosistemas.

Estrategia 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.

**D. Dirigidas a la Restauración**

Estrategia 14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agropecuarios.

**E. Dirigidas al aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios**

Estrategia 15. Aplicación de los productos de la investigación en el sector minero al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.

Estrategia 15BIS: Coordinación entre los sectores minero y ambiental.

Estrategia 16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional.

Estrategia 17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).

Estrategia 18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos.

Estrategia 19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.

Estrategia 20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.

Estrategia 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.

Estrategia 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.

Estrategia 23. Sustener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).

## **2. Dirigidas al Mejoramiento del Sistema Social e Infraestructura Urbana.**

### **A. Suelo Urbano y Vivienda.**

Estrategia 24: Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.

### **B. Zona de riesgo y Prevención de Contingencias.**

Estrategia 25: Prevenir, mitigar y atender los riesgos naturales y antrópicos en acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno de manera corresponsable con la sociedad civil.

Estrategia 26: Promover el desarrollo y fortalecimiento de capacidades de adaptación al cambio climático, mediante la reducción de la vulnerabilidad física y social y la articulación, instrumentación y evaluación de políticas públicas, entre otras.

### **C. Agua y Saneamiento.**

Estrategia 27: Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.

Estrategia 28: Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.

Estrategia 29: Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.

### **D. Infraestructura y equipamiento urbano y regional.**

Estrategia 30: Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración inter e intrarregional.

Estrategia 31: Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.

Estrategia 32: Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.

#### **E. Desarrollo social.**

Estrategia 33: Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.

Estrategia 34: Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.

Estrategia 35: Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.

Estrategia 36: Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.

Estrategia 37: Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.

Estrategia 38: Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.

Estrategia 39: Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.

Estrategia 40: Atender las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.

Estrategia 41: Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.



### 3. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

#### A. Marco Jurídico

Estrategia 42: Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.

#### B. Planeación del ordenamiento territorial.

Estrategia 43: Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.

Estrategia 44: Impulsar el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

En Base a la zonificación del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)<sup>1</sup>, el Sistema Ambiental Regional delimitado para el proyecto se sobrepone a la región 18.9, Unidad Ambiental Biofísica 6 denominada: Sierras del sur de Puebla (Figura III.2 y mapa II.2), en las tablas III.1 y III.2 refieren la ubicación y características de la UAB al que pertenece el área del proyecto, así como los criterios ecológicos con sus respectivas estrategias, las cuales pueden o no vincularse el proyecto en cuestión.

**Tabla III.1.** Unidades Biofísicas Ambientales donde se ubica el proyecto en estudio.

Valores	Sistema ambiental	
	Área (Km <sup>2</sup> )	%
Sierras del sur de Puebla	113.38	100

**Tabla III.2.** Política ambiental de las unidades Ambientales Biofísicas (UAB) que componen el Sistema Ambiental.

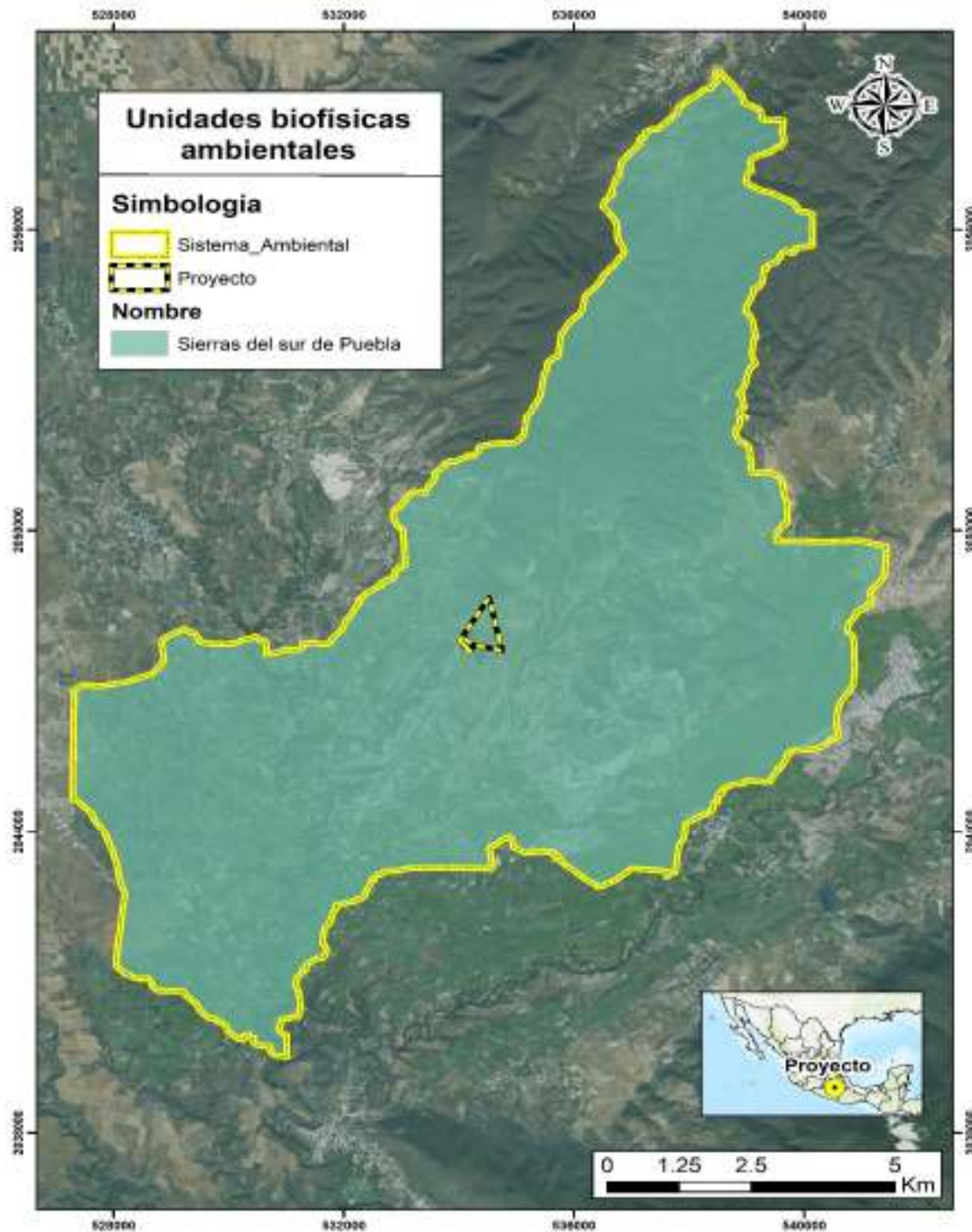
Valores	Sistema ambiental	
	Área (Km <sup>2</sup> )	%
Restauración y aprovechamiento sustentable	113.38	100

<sup>1</sup><http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamientoecologico/Paginas/OrdGenTerr.aspx>



**Figura III. 2.** Unidades Ambientales Biofísicas para el territorio mexicano. <sup>2</sup>

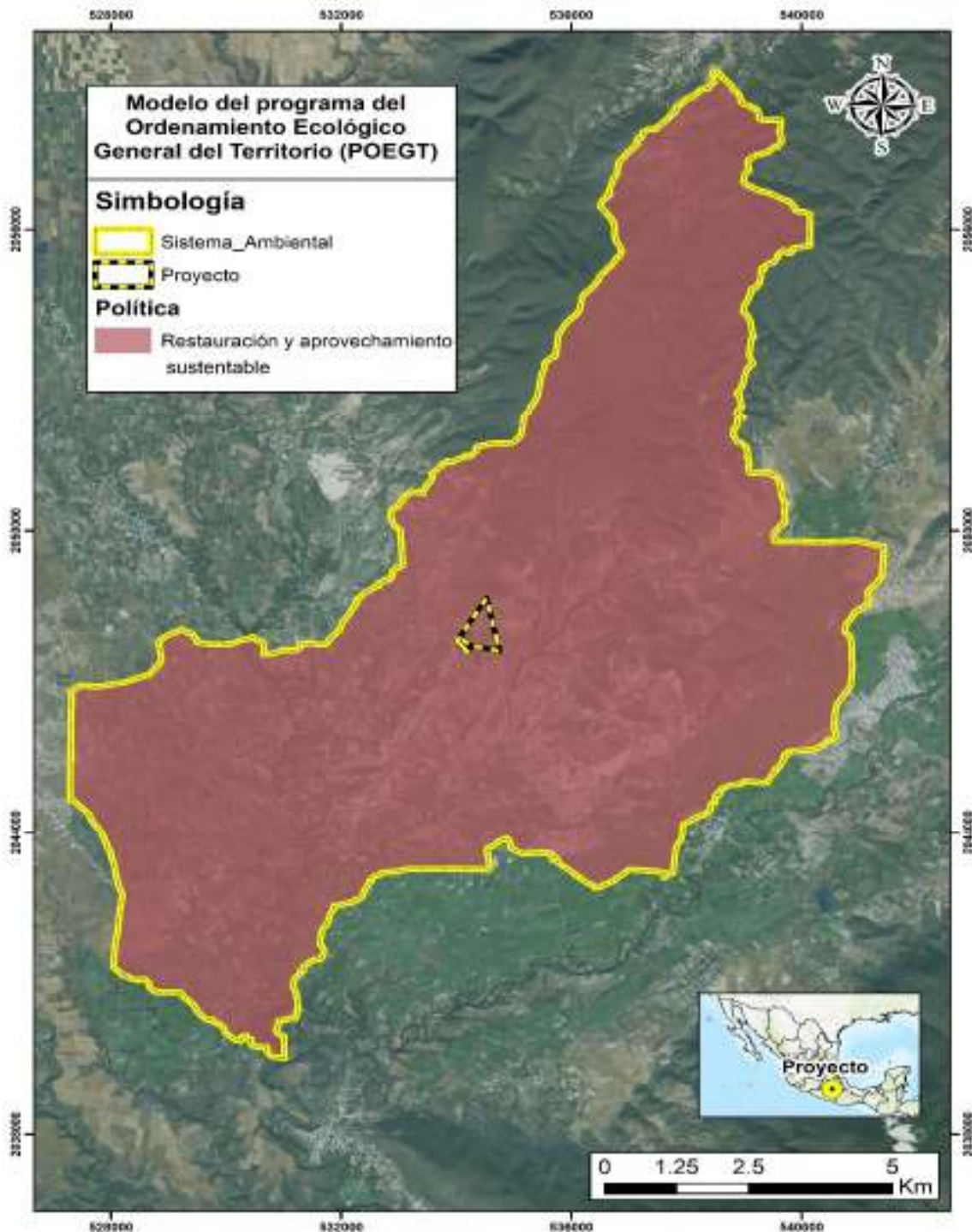
<sup>2</sup>Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial (SEMARNAT, 2012)



Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial (SEMARNAT, 2012)


**Mapa III.2.** Unidades Biofísicas Ambientales donde se ubica el proyecto en estudio





Mapa III.3. Política ambiental de las unidades Ambientales Biofísicas (UAB) que componen el Sistema Ambiental.

**Tabla III.1.** Descripción general de la ubicación y caracterización de la Unidad Ambiental Biofísica UAB-61 registrada para el área del proyecto de acuerdo al POEGT.

				<b>REGIÓN ECOLÓGICA: 18.9</b> Unidad Ambiental Biofísica que la compone: 61. Sierras del Sur de Puebla  Localización: Centro sur del estado de Puebla y sureste de Morelos.			
				Superficie en km <sup>2</sup> : <b>Superficie Total:</b> 12,221.17 m <sup>2</sup>		<b>Población Total:</b> 1,405,539 hab.	
				<b>Población Indígena:</b> Cuicatlán, Mazateca, Tehuacán y Zongolica		<b>Estado Actual del Medio Ambiente 2008:</b>  <b>Crítico. Conflicto Sectorial Nulo.</b> Muy baja superficie de ANPs. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de media a baja. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km <sup>2</sup> ): Media. El uso de suelo es Forestal y Agrícola. Déficit de agua superficial. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 34.8. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Medio indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de subsistencia. Media importancia de la actividad minera. Media importancia de la actividad ganadera.	
				<b>Política Ambiental:</b>  <b>Restauración y Aprovechamiento Sustentable</b>			
				<b>Prioridad de Atención:</b>  Alta			
<b>Escenario al 2033:</b>  Inestable							
CLAVE REGION	UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales	
18.9	61	DESARROLLO SOCIAL	FORESTAL	AGRICULTURA GANADERIA MINERIA	SCT PUEBLOS INDIGENAS	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	

**Tabla III.2.** Criterios ecológicos, así como sus respectivas estrategias registradas para el área del proyecto

CRITERIOSECOLÓGICOS		VINCULANTE	NO VINCULANTE	CONSIDERACIONES Y MEDIDAS VINCULANTES
<b>Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio</b>				
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.		X	El proyecto no representa un aprovechamiento forestal por lo que no se contraviene con este criterio. No obstante, la autorización de cambio de uso de suelo en terreno forestal que en su caso se obtenga, amparará el aprovechamiento de los productos derivados del cambio de uso del suelo, y el material resultante del mismo será aprovechado en las obras de conservación de suelos.
B) Aprovechamiento sustentable	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.		X	El proyecto no es de tipo agrícola, ni promoverá las actividades de este tipo, por lo que el proyecto no es vinculante para este rubro.
	6. Modernizar la infraestructura hidro-agrícola y tecnificar las superficies agrícolas.		X	El proyecto no es de tipo agrícola, ni promoverá las actividades de este tipo, por lo que el proyecto no es vinculante para este rubro.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.		X	El giro del proyecto no es de aprovechamiento sustentable, por lo que no se vincula a este criterio del POEGT.
	8. Valoración de los servicios ambientales.		X	Como parte del desarrollo del Estudio Técnico Justificativo para Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestal que se elaborará para este proyecto, se realizara la valoración detallada de dichos servicios ambientales.
C) Protección de los Recursos Naturales	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.		X	El proyecto no es de tipo agrícola, ni promoverá las actividades de este tipo, por lo que el proyecto no es vinculante para este rubro.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables	16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional.		X	El proyecto no es de tipo industrial y no se especializa en ningún tipo de producción, por lo que este rubro no es vinculante con el proyecto.



CRITERIO ECOLÓGICOS		VINCULANTE	NO VINCULANTE	CONSIDERACIONES Y MEDIDAS VINCULANTES
y actividades económicas de producción y servicios	17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).		X	El proyecto no es de tipo industrial y no se especializa en ningún tipo de producción, por lo que este rubro no es vinculante con el proyecto.
	19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.		X	El proyecto no es de tipo eléctrico y no se especializa en ningún tipo de producción, por lo que este rubro no es vinculante
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.		X	El proyecto no es vinculante, ya que es de extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso
<b>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</b>				
A) Suelo Urbano y Vivienda.	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.		X	El proyecto es de extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso y no contempla obras urbanas.
B) Zona de Riesgo y prevención de contingencias	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.		X	El proyecto no contempla la generación de riesgos ambientales por lo cual no se considera la vinculación con este criterio.
	26. Promover la educación de la vulnerabilidad física.		X	El proyecto no es vinculante con el criterio ecológico establecido en este rubro.

CRITERIO ECOLÓGICOS		VINCULANTE	NO VINCULANTE	CONSIDERACIONES Y MEDIDAS VINCULANTES
C) Agua y Saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.		X	El proyecto no es vinculante con este rubro debido a que es de extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso y no contempla obras urbanas.
	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.		X	El proyecto no es vinculante con este rubro debido a que es de extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso y no contempla obras urbanas.
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.		X	El proyecto no es vinculante con este rubro debido a que es de extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.		X	El proyecto no es vinculante con este rubro debido a que es de extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso y no contempla el desarrollo de infraestructuras de tipo urbano.
	32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.		X	El proyecto no es vinculante con este rubro debido a que es de extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso y no contempla obras urbanas.
E) Desarrollo Social	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climáticos adversos.		X	El proyecto no es vinculante con este rubro debido a que es de extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso
E) Desarrollo Social	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.		X	El proyecto no es vinculante con este rubro debido a que es de extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso y no contempla obras al sector agroalimentario o nexos con políticas alimentarias

CRITERIO ECOLÓGICOS		VINCULANTE	NO VINCULANTE	CONSIDERACIONES Y MEDIDAS VINCULANTES
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.		X	El proyecto no es vinculante con este rubro debido a que es de extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso y no contempla obras al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales.
	38. Promover la asistencia y permanencia escolar entre la población más pobre. Fomentar el desarrollo de capacidades para el acceso a mejores fuentes de ingresos.		X	El proyecto no es vinculante con este rubro debido a que es de extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso.
	39. Incentivar el uso de servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.		X	El proyecto no es vinculante con este rubro debido a que es de extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso.
E) Desarrollo Social	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.		X	El proyecto no es vinculante con este rubro debido a que es de extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.		X	El proyecto no es vinculante con este rubro debido a que es de extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso.
<b>Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional</b>				
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.		X	El proyecto no es vinculante con este rubro.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos		X	El proyecto no es vinculante con este rubro.

CRITERIO ECOLÓGICOS	VINCULANTE	NO VINCULANTE	CONSIDERACIONES Y MEDIDAS VINCULANTES
productivos.			
44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.		X	El proyecto no obedece a un Plan de Desarrollo Urbano, si no al Programa de Obra de CEMOSA; sin embargo, para su ejecución se considera el plan de desarrollo urbano de los municipios involucrados.

Fuente: Diario Oficial de la Federación 7 de septiembre del 2012, recuperado el 21/05/2013.

Las **políticas ambientales** (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su aplicación promueve que los sectores privados actúen y contribuyan en cada UAB hacia este modelo de desarrollo. Como resultado de la combinación de las cuatro políticas ambientales principales, para este Programa se definieron 18 grupos, los cuales fueron tomados en consideración para las propuestas sectoriales y finalmente para establecer las estrategias y acciones ecológicas en función de la complejidad interior de la UAB, de su extensión territorial y de la escala. El orden en la construcción de la política ambiental refleja la importancia y rumbo de desarrollo que se desea inducir en cada UAB.

**Lineamientos y estrategias ecológicas.** Los 10 lineamientos ecológicos que se formularon para este Programa, mismos que reflejan el estado deseable de una región ecológica o unidad biofísica ambiental, se instrumentan a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional. Por su parte, las **estrategias ecológicas**, definidas como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el territorio nacional, fueron construidas a partir de los diagnósticos, objetivos y metas comprendidos en los programas sectoriales, emitidos respectivamente por las dependencias de la APF que integran el Grupo de Trabajo Intersecretarial. Las estrategias se implementarán a partir de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersecretarial para dar cumplimiento a los objetivos de este POEGT. En este sentido, se definieron tres grandes grupos de estrategias: las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, las dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

Las **áreas de atención prioritaria** de un territorio, son aquellas donde se presentan o se puedan potencialmente presentar, conflictos ambientales o que por sus características ambientales requieren de atención inmediata para su preservación, conservación, protección, restauración o la mitigación de impactos ambientales adversos. Se establecieron 5 niveles de

*prioridad: Muy alta, Alta, Media, Baja y Muy baja. Dentro de éstos el muy alto se aplicó a aquellas UAB que requieren de atención urgente porque su estado ambiental es crítico y porque presentan muy alto o alto nivel de conflicto ambiental, por otro lado, el nivel muy bajo se aplicó a las UAB que presentan un estado del medio ambiente estable a medianamente estable y conflictos ambientales de medio a muy bajo.*

*El grado de participación que los promotores del desarrollo adquieren para cada UAB, puede clasificar a los sectores como Rectores, Coadyuvantes, Asociados o Interesados. **Los Rectores**, son aquellos que tienen un papel esencial en el devenir del desarrollo sustentable de una UAB, reconocen la necesidad de ir a la cabeza en la construcción de los acuerdos que se tomarán en el seno del Grupo de Trabajo Intersecretarial, para el cumplimiento de los lineamientos ecológicos correspondientes. Los Coadyuvantes tendrán un papel de colaboradores con los cuales se generará la sinergia necesaria para mantener los acuerdos que se generen con la iniciativa de los Rectores. **Los Asociados**, por su parte, se definen como los sectores comprometidos a participar con los demás sectores presentes en la UAB, desarrollando actividades cada vez más sustentables y alineadas con los lineamientos ecológicos. Por último, los interesados, se caracterizan por su interés en desarrollar sus programas en la UAB, lo cual refrenda su compromiso por participar en las acciones que se desarrollen en este sentido en el seno del GTI.*

En general, el POEGT es un instrumento inductivo que pretende una participación y colaboración de los distintos sectores involucrados en su ejecución mediante una visión integral y sinérgica de su actuación en el territorio, independientemente de la obligación que, en términos del Reglamento en materia de ordenamiento ecológico, tienen de observar el POEGT en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos de egresos y en sus programas de obra pública. Por lo anterior, es importante señalar que los promotores del desarrollo en términos del POEGT, en lo que se incluye la promovente, no tienen prerrogativa alguna para llevar a cabo sus actividades en la UAB o región de que se trate. Aquellas dependencias y entidades de la APF que no estén consideradas como promotores del desarrollo, podrán realizar sus actividades en las unidades que corresponda, en la medida en que las mismas se ajusten a lo que dispone este Programa en su ámbito de aplicación, y observen lo establecido en otros instrumentos de planeación vigentes y la normatividad aplicable a dichas actividades.

### III.1.2. Áreas de importancia ecológica.

#### ➤ *Áreas Naturales Protegidas (ANP).*

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP'S) son el instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad. Un aspecto también importante es que las ANP'S proporcionan un campo propicio para la investigación científica y el estudio de los ecosistemas y su equilibrio.

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. Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la **Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente**, su **Reglamento**, el programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley. La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (ANPS) administra actualmente 174 áreas naturales de carácter federal que representan más de 25,334,353 hectáreas.

Su objetivo general es conservar la biodiversidad, permitir la continuidad de los procesos evolutivos y mantener los beneficios que el área presta a su entorno, mediante servicios ecológicos como captación de agua, belleza escénica, captura de bióxido de carbono y otros gases, control de emisión, regulación clima, control de riesgo inundaciones, hábitat para fauna local y migratoria, mediante el establecimiento de una estrategia de planificación, con el consenso de los principales usuarios, que guíe las acciones de protección, haciendo especial énfasis en las especies endémicas y/o que se encuentran con alguna categoría de protección, de acuerdo a la norma NOM-059-SEMARNAT-2010, y que también fomente el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de la región, en las zonas donde esto sea posible.

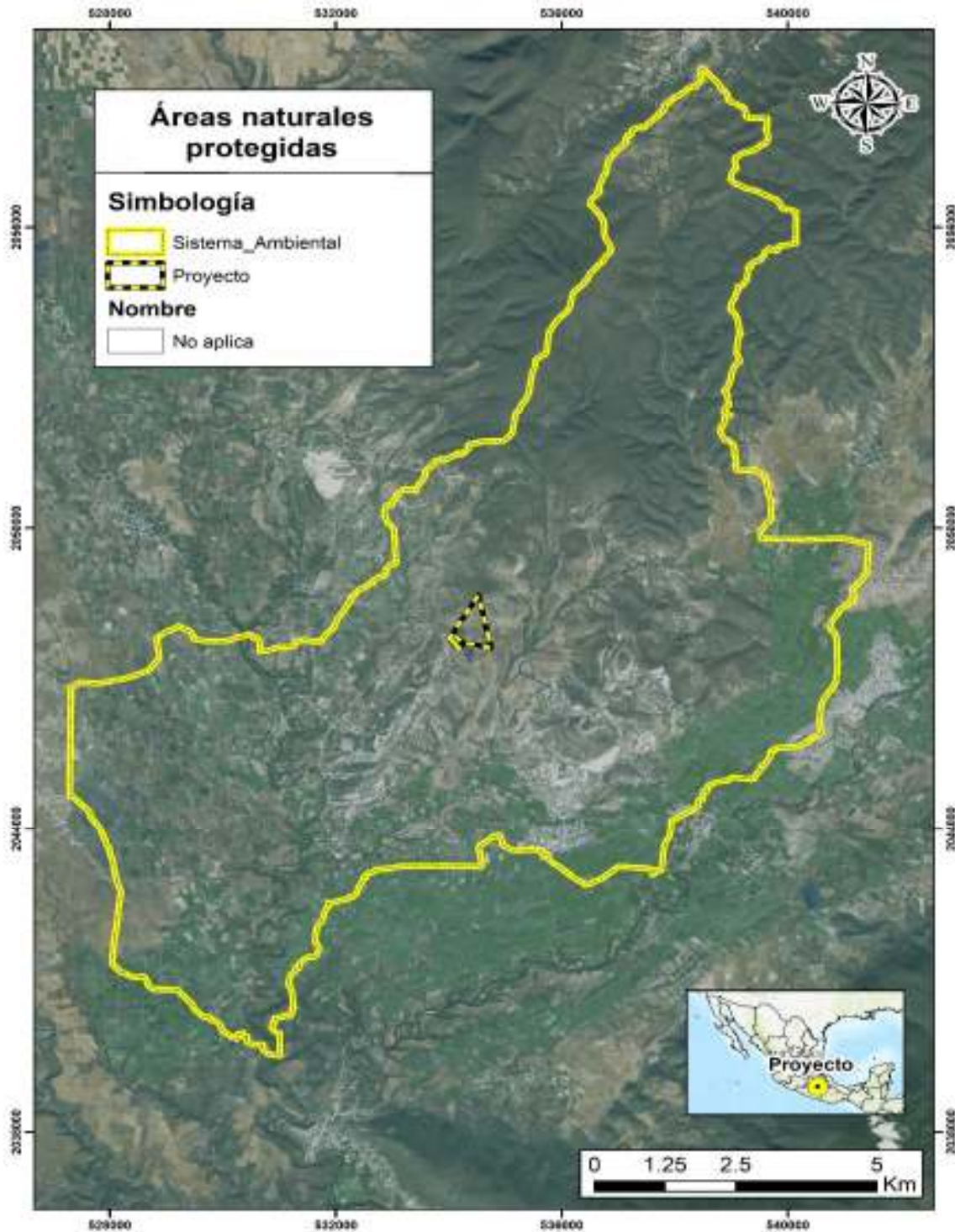
Dada la importancia que presentan las ANP's, resulta trascendental hacer mención de que el área del proyecto no afecta de manera total, ni parcial la superficie de ninguna de las Áreas Naturales Protegidas Federal que se encuentran en el estado de Puebla.

El ANP Federal más cercana al proyecto es la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla; esta ANP se ubica a 18.76 km en dirección Oeste del sitio del proyecto; por ello, el proyecto no se vincula con ninguna ANP de competencia federal, el mapa III.4 muestra el sistema ambiental y el predio del proyecto respecto a las ANP de la región.



**Tabla III.3.** Áreas naturales protegidas del estado de Puebla

ANP	Categoría	Superficie (ha)	Superficie aprox. en el estado de Puebla (ha)	Ubicación	Injerencia
Tehuacán-Cuicatlán	Reserva de la Biosfera	490 187	183 499.86	Oaxaca y Puebla	Federal
Iztacchuatl–Popocatepelt Zoquiapan y anexas	Parque Nacional	40 591	11 121	México, Puebla y Morelos	Federal
Malinche o Matlalcuéyatl	Parque Nacional	45 711	14 479.32	Tlaxcala y Puebla	Federal
Pico de Orizaba	Parque Nacional	19 750	12 253.56	Veracruz y Puebla	Federal
Cuenca Hidrográfica del río Necaxa	Área de Protección de Recursos Naturales	39 557	32 292.28	Hidalgo y Puebla	Federal
<b>Totales</b>		<b>635 796</b>	<b>253 646.02</b>		



**Mapa III.4.** No se registran ANP dentro del sistema ambiental y área del proyecto.

➤ **Regiones Prioritarias para la Conservación (CONABIO).**

La regionalización implica la división de un territorio en áreas menores con características comunes y representa una herramienta metodológica básica en la planeación ambiental, ya que permite el conocimiento de los recursos para su manejo adecuado. Su importancia radica en la premisa de incluir toda la heterogeneidad ecológica que prevalece dentro de un determinado espacio geográfico para, así, proteger hábitats y áreas con funciones ecológicas vitales para la biodiversidad, las cuales no hubiesen sido consideradas con otro tipo de análisis (CONABIO, 2008).

En México la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) es la encargada desde 1996 de identificar aquellas regiones prioritarias para la biodiversidad. Mediante sendos talleres de especialistas, se han definido las áreas de mayor relevancia en cuanto a la riqueza de especies, presencia de organismos endémicos y áreas con un mayor nivel de integridad ecológica, así como aquellas con mayores posibilidades de conservación en función a aspectos sociales, económicos y ecológicos; todo ello considerando los siguientes ámbitos (tabla III.5.) (CONABIO, 2008):

1. Ámbitos Terrestres (**Regiones Terrestres Prioritarias**).
2. Ámbitos Marinos (**Regiones Prioritarias Marinas**).
3. Ámbitos Acuáticos Epicontinentales (**Regiones Hidrológicas Prioritarias**).

**Tabla III.4.** Se describen a grandes rasgos el número y características de las regiones definidas para el territorio mexicano.

Regionalización	No. Total en México	Criterios de regionalización
Regiones Terrestres Prioritarias	152	Por 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 (Arriaga et al., 2000).
Regiones Prioritarias Marinas	70	Por su alta diversidad biológica, por el uso de sus recursos y por su falta de conocimiento sobre biodiversidad (Arriaga et al., 2008).
Regiones Hidrológicas Prioritarias	110	Por las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas dentro de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país (Arriaga et al., 2002).

Así mismo la CONABIO junto con diversas organizaciones nacionales e internacionales han establecido de manera regional (desde 1997) las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México, pretendiendo ser entre muchos otros objetivos, una herramienta para los sectores de toma de decisiones que ayude a normar criterios de priorización y de asignación de recursos para la conservación. El listado completo incluye un total 230 AICAS, que incluyen más de 26,000 registros de 1,038 especies de aves (96.3% del total de especies para México según el American Ornithologist's Union) (CONABIO, 2004).

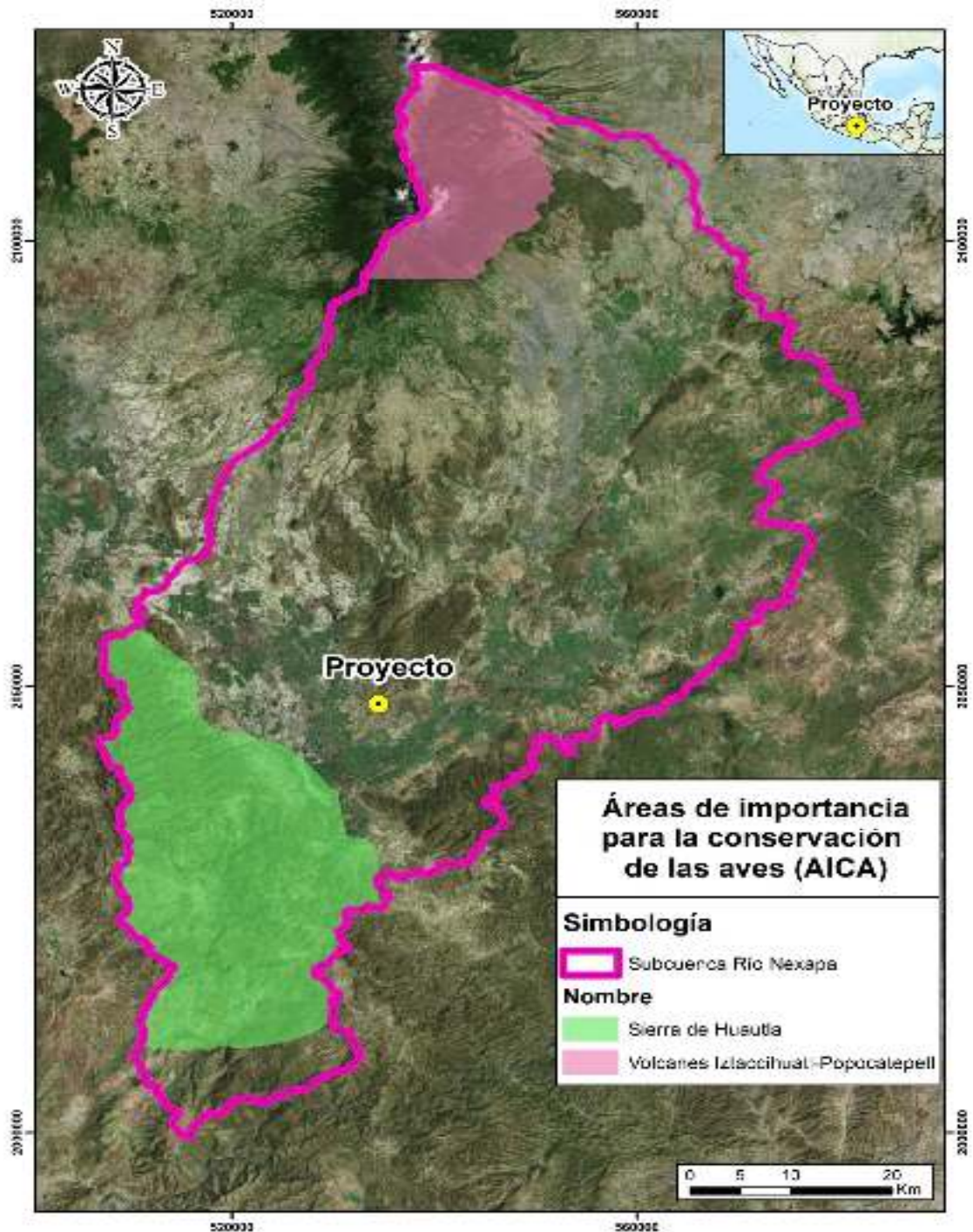
De acuerdo a la ubicación del proyecto y los límites publicados de manera oficial para las RTP, RHP y AICA en México, se confirma a continuación la distribución del mismo fuera o dentro de alguna de ellas, no tomando en cuenta las RPM, ya que como su nombre lo indica implica a ecosistemas marinos, no aplicable al ecosistema del proyecto.

➤ **Áreas de Importancia de Conservación de las Aves (AICA's).**

Un AICA provee hábitat esencial para una o más especies de aves. Estos sitios pueden tener aves amenazadas, con rango de distribución restringida, las que son representativas de un bioma o concentraciones numerosas de aves en sitios de reproducción, durante su migración, o en sus sitios de hibernación. Cada AICA contiene un perfil técnico que incluye su descripción biótica y abiótica, un listado avifaunístico con las especies registradas en la zona, su abundancia (en forma de categorías) y su estacionalidad en el área. Finalmente, contiene un directorio con los especialistas que participaron en el llenado de las fichas correspondientes.

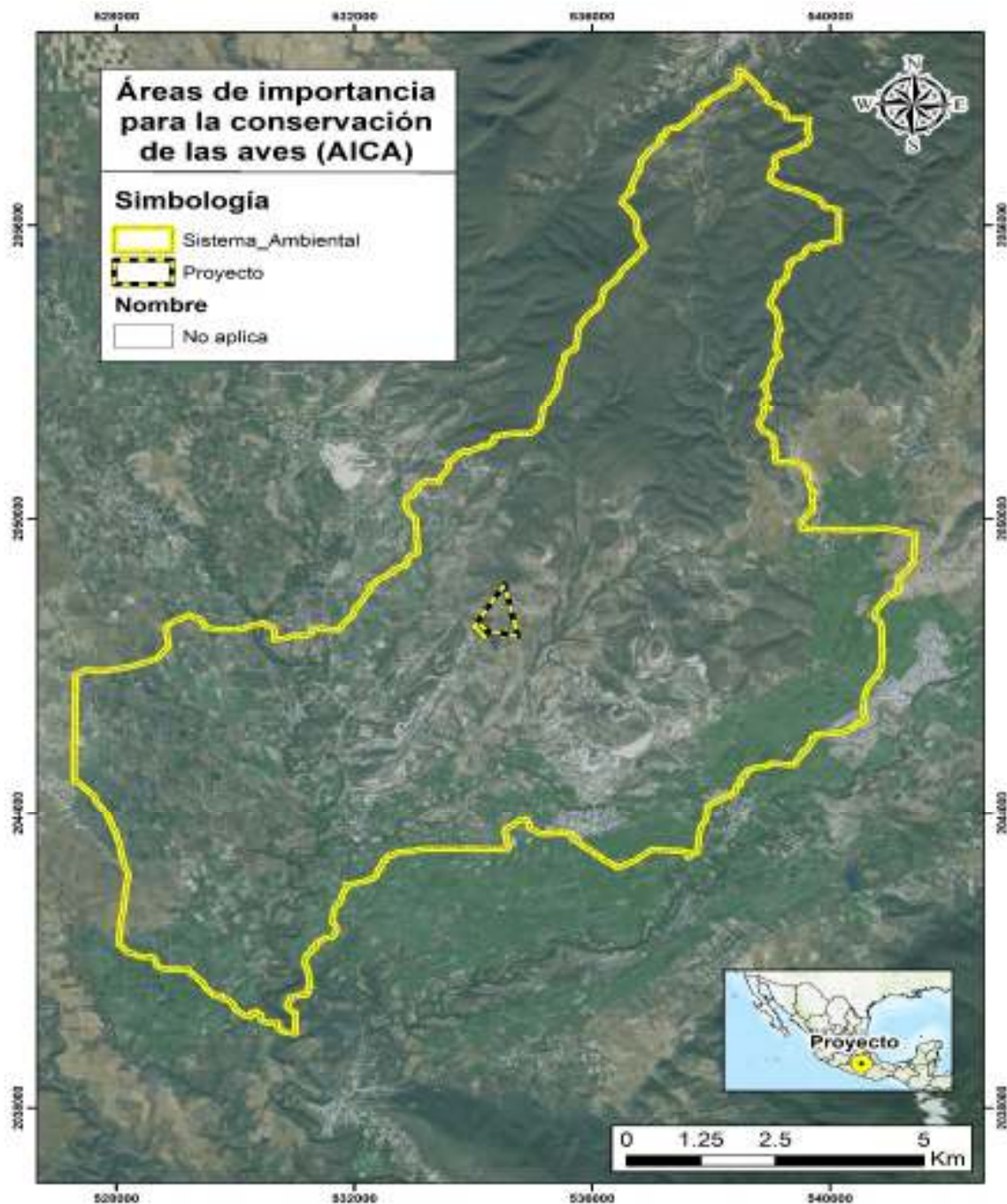
Por lo anterior y conscientes de la importancia para la conservación y protección de las aves, la planeación del proyecto ha puesto especial atención en evitar pasar por alguna AICA; resulta trascendental mencionar que la zona de la obra proyectada, no afectaran en forma total, ni parcial las superficies de ninguna de estas áreas. Con ayuda de la regionalización por medio de mapas para las AICAS por parte de la CONABIO, el área del proyecto, se encuentran fuera de alguna de estas áreas, las más cercanas tomando como referencia la parte dentro del proyecto y los límites de cada AICA se localizan a aproximadamente 10 km, al suroeste de la Sierra de Huautla por lo que el proyecto no representa un riesgo de importancia para la avifauna, (mapa III.5 y 6).





**Mapa III.5.** AICAS registradas para la parte oeste del estado de Puebla.

Fuente: CONABIO, [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)



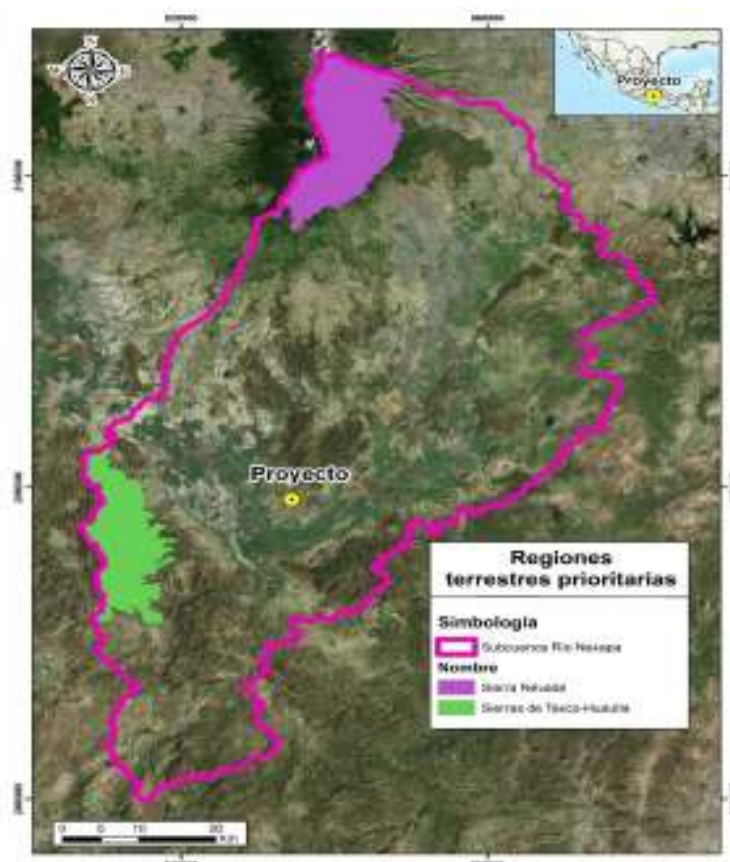
**Mapa III.6.** Muestra la ubicación del proyecto con respecto a las AICA´s, registradas para el Sistema ambiental delimitado.



➤ **Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)**

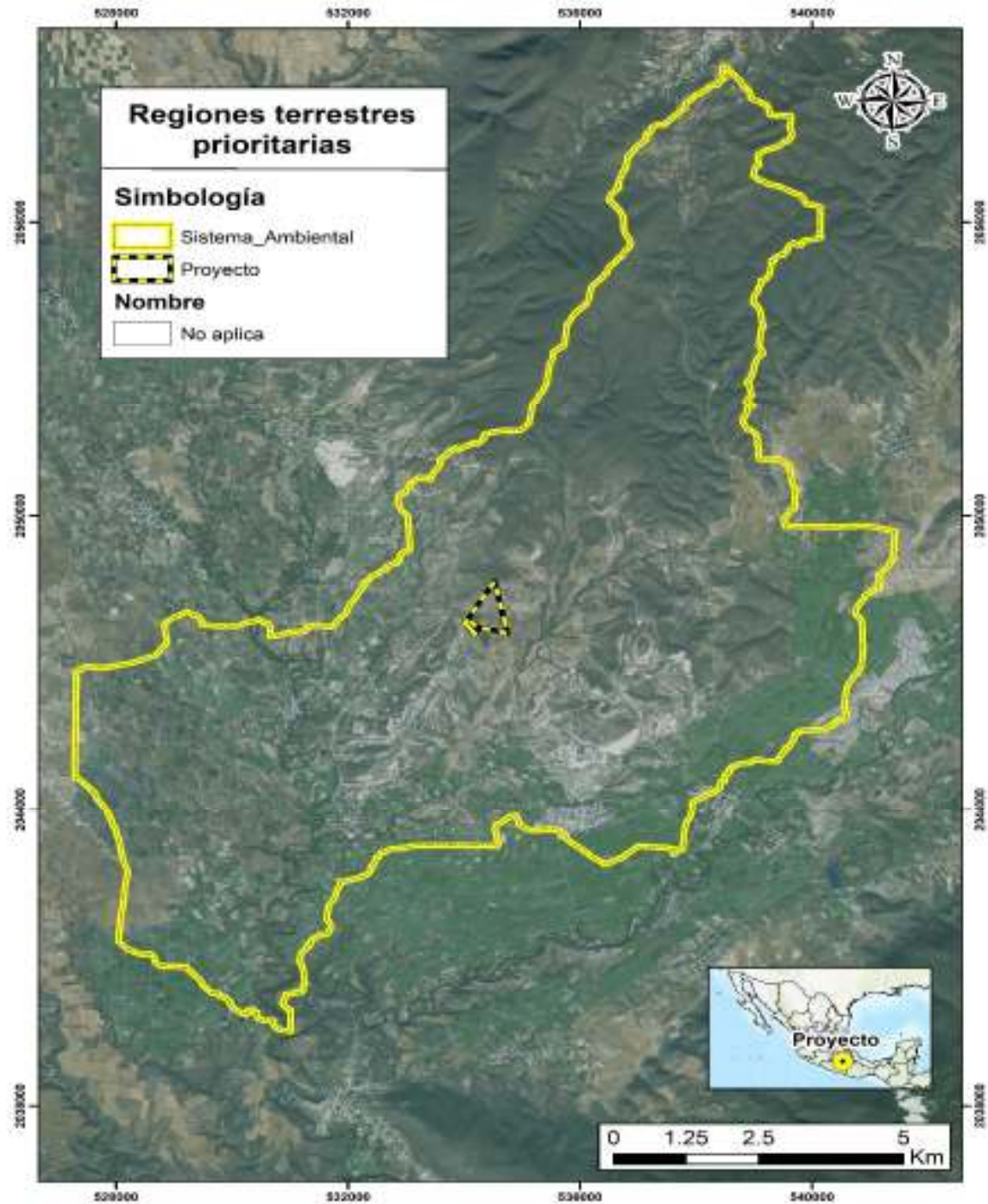
Descritas por iniciativa de la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO), tienen como propósito contribuir a integrar una agenda que otorgue dirección a la inversión que las agencias nacionales e internacionales financian en apoyo a las actividades de conservación. De igual forma, este ejercicio se orienta a conformar un marco de referencia que pueda ser utilizado en la toma de decisiones para definir programas que ejecutan los diferentes sectores y niveles de gobierno, considerándolas bajo algún esquema de conservación y de uso sostenible.

De acuerdo con el mapa de las regiones terrestres prioritarias (CONABIO, 2000), el área del proyecto, se encuentran fuera de alguna de estas áreas, las más cercanas tomando como referencia la parte dentro del proyecto y los límites de cada RTP, son la de las Sierras de Taxco-Huautla a 16.0 km al este del proyecto, (mapa III.7 y 8), por lo que el proyecto no representa un riesgo de afectación a estas áreas.



Mapa III.7. Regiones terrestres prioritarias cercanas al proyecto

Fuente: CONABIO, [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)

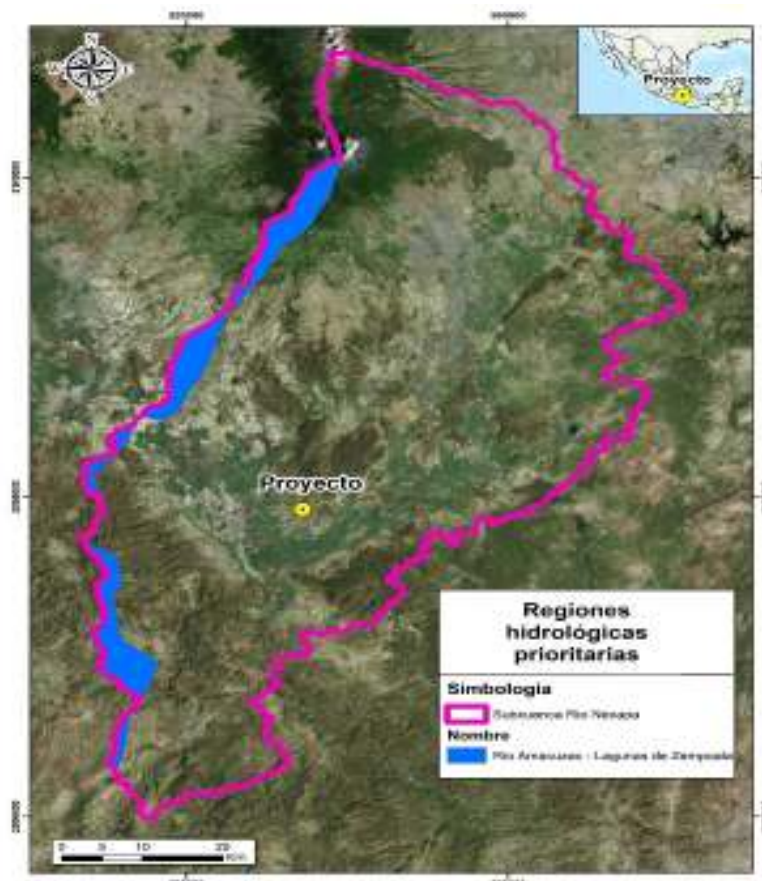


**Mapa III.8.** Ubicación de las RTP's, con respecto al sistema ambiental y área del proyecto.

➤ **Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)**

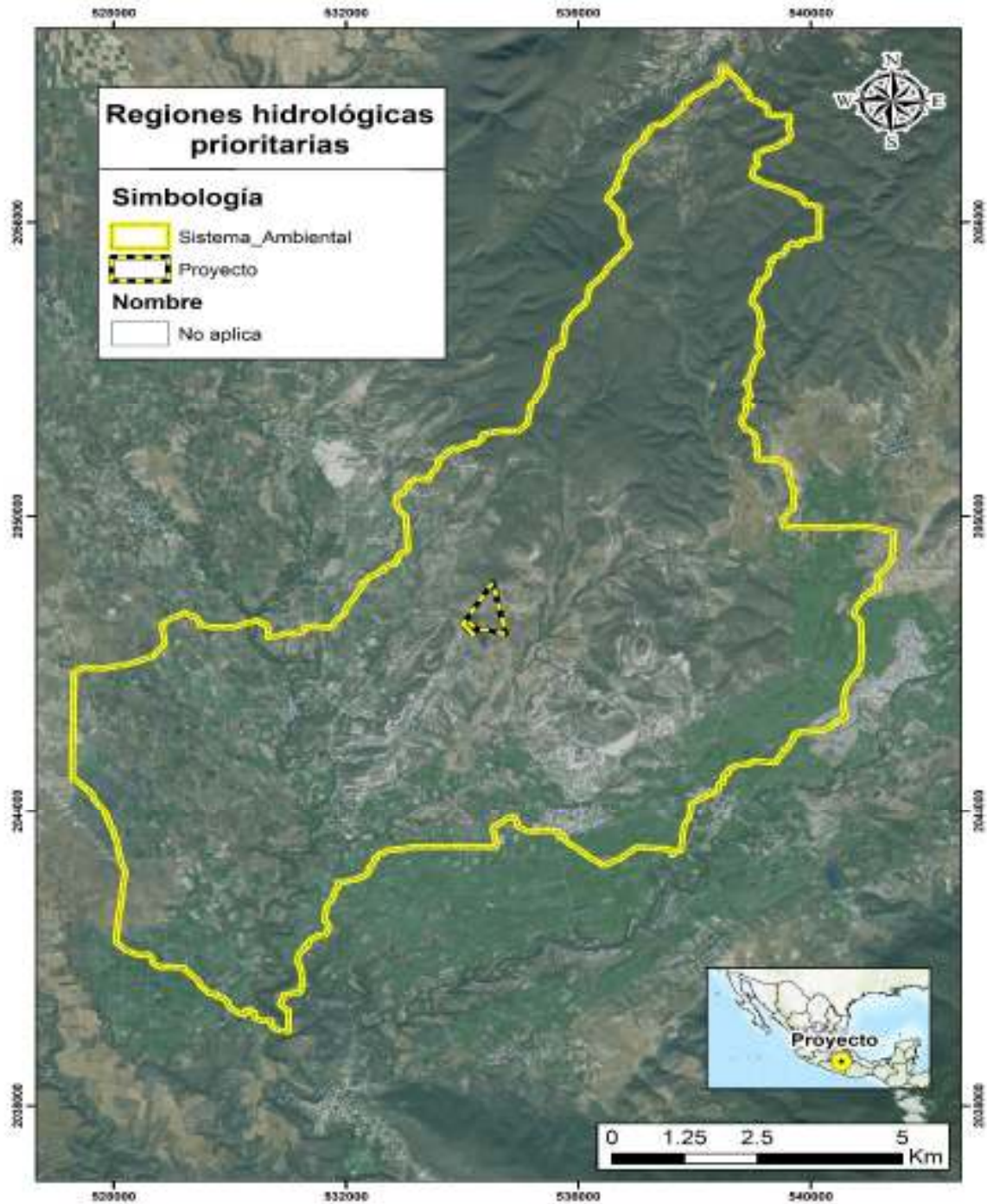
De acuerdo con el mapa de las regiones hidrológicas prioritarias (Figura III.6; CONABIO, 2000), el sistema ambiental y área del proyecto se encuentran fuera de alguna de estas áreas, este programa junto con los *Programas de Regiones Marinas Prioritarias* y *Regiones Terrestres Prioritarias* forma parte 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. El área del proyecto que se pretende realizar, no se ubica dentro de alguna Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

De acuerdo con el mapa de las regiones terrestres prioritarias (CONABIO, 2000), el área del proyecto, se encuentran fuera de alguna de estas áreas, la más cercana tomando como referencia la parte dentro del proyecto y los límites de cada RHP, a una distancia de 24.16 km al Este de la RHP Río Amacuzac - Lagunas de Zempoala (mapa III.9 y 10), por lo que el proyecto no representa un riesgo de afectación a estas áreas.



**Mapa III.9.** Localización de las RHP de la oeste del estado de Puebla.





**Mapa III.10.** Muestra la ubicación del proyecto con respecto a las RHP's, registradas para el sistema ambiental.

### ➤ Sitios Ramsar

Conocida también como Convenio RAMSAR fue firmada en la ciudad de Ramsar (Irán) el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor en 1975. México se adhirió a este Convenio en 1986. Instrumento que no forma parte del sistema de convenios y acuerdos sobre medio ambiente de las Naciones Unidas. Ramsar es el primero de los tratados modernos de carácter intergubernamental sobre conservación y uso sostenible de los recursos naturales, que está dedicado a un ecosistema, con disposiciones relativamente sencillas y generales.

El énfasis inicial de la Convención fue la conservación y el uso racional de los humedales sobre todo como hábitat de aves acuáticas, sin embargo, con los años la Convención ha ampliado su alcance hasta abarcar la conservación y el uso racional de los humedales en todos sus aspectos, reconociendo que los humedales son ecosistemas extremadamente importantes para la conservación de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades humanas.

La Convención entró en vigor en 1975, a noviembre de 2010 cuenta con 160 Partes Contratantes con 1904 sitios designados con una superficie total de 186 584 279 hectáreas, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) es la Depositaria de la Convención.

México forma parte de la Convención de Ramsar desde 1986, es actualmente la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, la Dependencia del Gobierno Federal encargada, de llevar a cabo la aplicación de la Convención. Actualmente nuestro país cuenta con 130 Sitios Ramsar con una superficie total de casi nueve millones de hectáreas. Que incluyen, entre otros tipos de humedales, manglares, pastos marinos, humedales de alta montaña, arrecifes de coral, oasis, sistemas cársticos y sitios con especies amenazadas.

De esta manera se aclara que la ubicación del proyecto y el sistema ambiental no concuerdan con ningún sitio Ramsar anteriormente descritos, sin embargo, es importante mencionar que el proyecto contempla medidas para la protección y permanencia de los procesos de infiltración como compensación por la afectación de la superficie solicitada para el proyecto.

Al respecto cabe señalar que el sitio RAMSAR más cercano a la zona del proyecto en estudio se encuentra a poco más de 55.5 km al suroeste, siendo este sitio RAMSAR No 2027 denominado Presa Manuel Ávila Camacho (Presa Valsequillo) incorporado con esta calificación desde el año 2012.





**Figura III.3.** Sitio Ramsar más cercano al proyecto denominado Presa Manuel Ávila Camacho (Presa Valsequillo)

Se considera que con la construcción y operación del proyecto no se afectaría ni alteraría el patrón actual que guarda este sitio Ramsar.



➤ **Sitios Acuáticos Epicontinentales.**

La ubicación geográfica y la accidentada topografía del país, entre otros factores, favorecieron el desarrollo de una gran variedad de ecosistemas, entre ellos los acuáticos, con una biota diversa que destaca por estar compuesta de numerosas especies endémicas. Conjuntamente, los servicios que proveen los ecosistemas acuáticos funcionales son múltiples, incluyendo el control de inundaciones, almacenamiento de agua, control de plagas, retención del suelo, control y estabilización de microclimas, provisión de alimentos, purificación de desechos, provisión de servicios estéticos y recreativos, entre muchos otros.

No obstante, los ecosistemas acuáticos, son también los primeros en recibir los desechos e impactos de las diferentes actividades antropogénicas, entre los factores que contribuyen a la destrucción y modificación de estos sistemas se puede mencionar el cambio de uso del suelo, la sobreexplotación del recurso hídrico, la contaminación de cuerpos de agua, la alteración de los flujos de agua por presas, bordos y canales, y la introducción accidental o deliberada de especies exóticas que causan severos impactos a los ecosistemas y desplazan a las especies nativas. La pérdida de la biodiversidad acuática epicontinental y de los recursos hídricos tiene como consecuencia la pérdida de servicios ambientales de suma importancia para el bienestar humano.

Bajo esta perspectiva, una de las estrategias para el mantenimiento de estos ecosistemas es la conservación y manejo sustentable de áreas vinculadas por los procesos clave del ciclo del agua. Es en este sentido que la identificación de sitios prioritarios para la conservación de los ecosistemas acuáticos epicontinentales resulta ser una herramienta valiosa y útil para dirigir los esfuerzos de conservación, rehabilitación y manejo sustentable (<http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/vaciosyom.html>).

La identificación de los sitios prioritarios acuáticos epicontinentales se hizo en siete grandes regiones hidrográficas para asignar valores a las diferencias ecológicas pronunciadas entre las regiones semiáridas y húmedas de México, así como para poder reconocer las particularidades de los impactos humanos que representan las mayores amenazas a la biodiversidad. De esta manera sobre el trazo del proyecto no se ubican sitios de interés, adicionalmente, en los recorridos no se observaron cuerpos de agua, por lo cual el proyecto motivo de la presente manifestación propone medidas para la protección de la avifauna de la zona, así mismo en caso de registrar nidos sobre el área del proyecto estos serán reubicados fuera del área de extracción y aprovechamiento.

Los sitios se clasificaron en tres niveles de prioridad: extrema, alta y media, para cada una de las siete regiones de trabajo con base en la frecuencia de selección de las unidades de análisis. De esta manera, sobre la superficie del **proyecto se encuentra totalmente inmerso en una prioridad media, dentro de la región centro.** (Figura III.4).



**Figura III.4.** Ubicación del proyecto con respecto a los sitios SPAE's, registradas para la región. Fuente: CONABIO, [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)

### III.2. PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO.

En el presente apartado se realiza un análisis de los instrumentos normativos del sistema jurídico mexicano que se encuentran vinculadas con el proyecto en comento, demostrando así el cumplimiento legal aplicable.

#### ➤ **Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (PND)**

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) constituye el instrumento base de la planeación del Ejecutivo Federal con horizonte de seis años y presenta los principios de este gobierno, sus objetivos y estrategias.

Es imperativo satisfacer las necesidades energéticas del país, identificando de manera anticipada los requerimientos asociados al crecimiento económico y extendiéndolos a todos los mexicanos, además de los beneficios que derivan del acceso y consumo de la energía.

Se deben redoblar los esfuerzos para que el país siga siendo superavitario en su balanza de energía primaria más allá del año 2020. Hacia el futuro la mayor incorporación de usuarios y un mejor acceso al suministro de energía significarán un reto para satisfacer las necesidades de energía eléctrica de la población y la planta productiva del país.

La Constitución ordena al Estado mexicano velar por la estabilidad de las finanzas públicas y del sistema financiero; planificar, conducir, coordinar y orientar la economía; regular y fomentar las actividades económicas y "organizar un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación". Para este propósito, la Carta Magna faculta al Ejecutivo Federal para establecer "los procedimientos de participación y consulta popular en el sistema nacional de planeación democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del plan y los programas de desarrollo". El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es, en esta perspectiva, un instrumento para enunciar los problemas nacionales y enumerar las soluciones en una proyección sexenal.

Tenemos ante el mundo la responsabilidad de construir una propuesta posneoliberal y de convertirla en un modelo viable de desarrollo económico, ordenamiento político y convivencia entre los sectores sociales. Debemos demostrar que sin autoritarismo es

posible imprimir un rumbo nacional; que la modernidad puede ser forjada desde abajo y sin excluir a nadie y que el desarrollo no tiene por qué ser contrario a la justicia social. Tales son los lineamientos en los que se enmarca el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.

## **II. POLÍTICA SOCIAL**

### **Construir un país con bienestar**

El objetivo más importante del gobierno de la Cuarta Transformación es que en 2024 la población de México esté viviendo en un entorno de bienestar. En última instancia, la lucha contra la corrupción y la frivolidad, la construcción de la paz y la seguridad, los proyectos regionales y los programas sectoriales que opera el Ejecutivo Federal están orientados a ese propósito sexenal.

### **Desarrollo sostenible**

El gobierno de México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, que en la época presente se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar. Se le define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esta fórmula resume insoslayables mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico. El hacer caso omiso de este paradigma no sólo conduce a la gestación de desequilibrios de toda suerte en el corto plazo, sino que conlleva una severa violación a los derechos de quienes no han nacido. Por ello, el Ejecutivo Federal considerará en toda circunstancia los impactos que tendrán sus políticas y programas en el tejido social, en la ecología y en los horizontes políticos y económicos del país. Además, se guiará por una idea de desarrollo que subsane las injusticias sociales e impulse el crecimiento económico sin provocar afectaciones a la convivencia pacífica, a los lazos de solidaridad, a la diversidad cultural ni al entorno.

## **III. ECONOMÍA**

### **Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo**

Una de las tareas centrales del actual gobierno federal es impulsar la reactivación económica y lograr que la economía vuelva a crecer a tasas aceptables. Para ello se requiere, en primer lugar, del fortalecimiento del mercado interno, lo que se conseguirá con una política de recuperación salarial y una estrategia de creación masiva de empleos productivos, permanentes y bien remunerados. Hoy en día más de la mitad de

la población económicamente activa permanece en el sector informal, la mayor parte con ingresos por debajo de la línea de pobreza y sin prestaciones laborales. Esa situación resulta inaceptable desde cualquier perspectiva ética y pernicioso para cualquier perspectiva económica: para los propios informales, que viven en un entorno que les niega derechos básicos, para los productores, que no pueden colocar sus productos por falta de consumidores, y para el fisco, que no puede considerarlos causantes.

### ➤ **Plan Estatal de Desarrollo de Puebla**

El Plan Estatal de Desarrollo (PED) cumple con la visión de que los recursos naturales del Estado, no son una herencia de los padres que se puedan derrochar, sino el patrimonio de los hijos que se deben cuidar y preservar. Se tienen que satisfacer las necesidades del presente, pero sin comprometer a las futuras generaciones.

Con relación al proyecto en cuestión, el PED desarrolla en su Eje 1 lo siguiente.

El Eje 1, más empleo y mayor inversión, marca que las actividades económicas pueden generar afectaciones ecológicas como la sobreexplotación de los recursos naturales que dañan los ecosistemas; por ello, es necesario un adecuado balance entre el desarrollo de las actividades que contribuyen al crecimiento económico y la sustentabilidad de los recursos naturales, con la finalidad de garantizar la disponibilidad de éstos a las futuras generaciones.

Así mismo, el Eje 1, resalta la responsabilidad para preservar los recursos naturales, de forma que toda sociedad humana produce bienes y servicios para satisfacer sus necesidades. Dichos satisfactores requieren la aplicación de recursos humanos, financieros y naturales, entre ellos: agua, energía, suelo, flora y fauna silvestre.

Para garantizar el desarrollo armónico de la sociedad, es necesario mantener un equilibrio entre el desarrollo económico, el social y la conservación ambiental, de forma tal que no comprometamos la viabilidad de las generaciones futuras.

Se tiene como reto: atenuar el impacto hacia el ambiente derivado de las actividades humanas, las cuales generan contaminación y degradación. Por todo lo anterior, este plan tiene entre otros, los siguientes objetivos y proyectos estratégicos:



- a) Aplicar decididamente una combinación de políticas e instrumentos que permitirán preservar los recursos naturales y el territorio del estado, dándoles un uso sustentable.
- b) Ubicar a Puebla como vanguardia en el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; por ello, se implementará un programa intensivo de reforestación que implique la recuperación de los ecosistemas forestales.
- c) Vigilar el territorio forestal conservado, estableciendo lineamientos, sistemas, métodos y mecanismos de prevención, combate y control.
- d) Mitigar el impacto de las actividades humanas en el ambiente a través del fomento al uso adecuado del agua y el cuidado a la calidad del aire.
- e) Establecer políticas públicas que permitan mejorar la calidad del aire en el estado de Puebla.
- f) Crear un territorio socialmente responsable donde el entorno y sus recursos naturales y culturales se aprovechen y sean la base del desarrollo económico.
- g) Fomentar la adopción de medidas ambientales responsables.

Con relación a los objetivos y proyectos estratégicos referidos en las líneas anteriores, el presente proyecto reporta la vinculación que se refiere a continuación:

- a) Ante el desmonte de la cubierta vegetal requerida por el proyecto, esta será restablecida gradualmente en los bancos agotados, a fin de lograr su restauración y con ello, un uso sustentable.
- b) El proyecto contempla realizar actividades de reforestación en los bancos agotados, con el propósito de recuperar los ecosistemas forestales.
- c) El proyecto conservará las zonas de amortiguamiento que cuenten con cubierta vegetal, previniendo su deterioro y procurando su mejora.
- d) El proyecto contempla un uso mínimo de agua para el proceso extractivo. Para controlar las posibles emisiones de polvos por las actividades operativas y con ello la calidad del aire en la zona circundante, se utilizará esporádicamente, agua cruda en los riegos de control, y solamente en la temporada seca del año; para evitar el uso de agua en los riegos referidos y toda vez que es escasa el agua en la zona, se realizarán las maniobras de la maquinaria y la circulación de vehículos, dentro del predio, a baja velocidad para minimizar la emisión de polvos fugitivos, derivados del desplazamiento de las unidades. Además, los desmontes de las áreas sujetas a cambio de uso del suelo de terrenos forestales, se realizarán de forma gradual para mantener la cubierta vegetal el mayor tiempo posible y con ello prevenir la generación de polvos.
- e) Debido a lo expuesto en el inciso anterior (d), el promovente se unirá al cumplimiento de las políticas estatales relacionadas con la calidad del aire que sean aplicables a la zona de proyecto.



- f) El promovente asume su responsabilidad social, así como la responsabilidad en el aprovechamiento de los recursos naturales del subsuelo, la cubierta vegetal y la fauna silvestre de la zona de proyecto, para impulsar el desarrollo económico en el ámbito nacional, estatal y municipal, en función de su vinculación.
- g) El proyecto considera la propuesta de medidas ambientales, preventivas, de mitigación y compensación, como parte de los estudios elaborados y como parte de las acciones de atenuación de efectos del proyecto, durante el desarrollo del mismo.

### III.3. PLANES DE DESARROLLO MUNICIPAL

#### III.3.1. Plan Municipal de Desarrollo de Chietla 2021-2024.

En el presente Plan de Desarrollo se integran las directrices que han de orientar las acciones del Gobierno Municipal durante la Administración 2014-2018, constituyéndose como el instrumento estratégico para la planificación, implementación, seguimiento y retroalimentación de las actividades sustanciales del Gobierno de Chietla. Su contenido ha sido estructurado de acuerdo a la visión y estrategias instauradas en el Plan de Desarrollo Nacional de Desarrollo 2013-2018 y en el Plan Estatal de Desarrollo 2011-2017 del Estado de Puebla; conteniendo las líneas estratégicas y programáticas que permiten vincular los esfuerzos de largo y mediano plazo con los de corto plazo, en este caso con las acciones del gobierno local, para alcanzar nuestro futuro común deseable.

El Plan de Desarrollo Municipal Chietla (PDM) 2014 – 2018, señala un conjunto de objetivos generales y a partir de ellos, las estrategias y líneas de acción para implementar el Plan, a través de cuatro Ejes de acción, que son los siguientes:

- ✓ Eje 1. Desarrollo Institucional para un Gobierno Confiable
- ✓ Eje 2. Desarrollo Económico Sostenible
- ✓ Eje 3. Desarrollo Social Incluyente
- ✓ Eje 4. Desarrollo Ambiental Sustentable

El proyecto del banco de yeso La Mole, se vincula con el PDM directamente en el Eje de acción 4, el cual tiene como objetivo que la población sea consciente de la problemática ambiental, fomentando el rescate del medio ambiente y los recursos naturales, aparejado a un uso adecuado de los recursos a través de programas, planes y acciones que ayuden a la conservación y preservación del medio ambiente. VINCULACIÓN: En este sentido, el proyecto contempla realizar las acciones de rescate de flora, fauna y suelo vegetal, para su uso en la restauración y mejoramiento de las zonas de amortiguamiento y para la posterior reforestación de los bancos agotados.

En este Eje, se plantea que Chietla sea un municipio eficiente y racional de los recursos naturales; en su conservación y en su manejo adecuado, para garantizar su permanencia en el espacio y el tiempo, poniendo en práctica las medidas necesarias para que todos los proyectos, particularmente los de infraestructura y los del sector productivo, sean compatibles con la protección del ambiente. VINCULACIÓN: El proyecto contempla la transparencia informativa hacia las autoridades municipales, en términos del manejo ambiental.

### III.4. ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS NORMATIVOS QUE RIGEN AL PROYECTO

#### CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

El marco regulatorio del sector eléctrico mexicano tiene como fundamento los Artículos 25, 26, 27 párrafo sexto, 28, 73, 90, 108, 110, 123 en particular en su fracción XXXI y 134 de la constitución.

**Artículo 25.** Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará al cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga esta Constitución. Al desarrollo económico nacional concurrirán, con responsabilidad social, el sector público, el sector social y el sector privado, sin menoscabo de otras formas de actividad económica que contribuyan al desarrollo de la Nación. El sector público tendrá a su cargo, de manera exclusiva, las áreas estratégicas que se señalan en el Artículo 28, párrafo cuarto de la Constitución, manteniendo siempre el Gobierno Federal la propiedad y el control sobre los organismos que en su caso se establezcan.

Así mismo podrá participar por sí o con los sectores social y privado, de acuerdo con la ley, para impulsar y organizar las áreas prioritarias del desarrollo. Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando el medio ambiente.

La ley establecerá los mecanismos que faciliten la organización y la expansión de la actividad económica del sector social: de los ejidos, organizaciones de trabajadores, cooperativas, comunidades, empresas que pertenezcan mayoritaria o exclusivamente a los trabajadores y, en general, de todas las formas de organización social para la producción, distribución y consumo de bienes y servicios socialmente necesarios. La ley alentará y protegerá la actividad económica que realicen los particulares y proveerá las condiciones para que el desenvolvimiento del sector privado contribuya al desarrollo económico nacional, en los términos que establece esta Constitución.

**Artículo 26.** A. El Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la Nación. Los fines del proyecto nacional contenidos en esta Constitución determinarán los objetivos de la planeación. La planeación será democrática. Mediante la participación de los diversos sectores sociales, recogerá las aspiraciones y demandas de la sociedad para incorporarlas al plan y los programas de desarrollo. Habrá un plan nacional de desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la Administración Pública Federal. La ley facultará al Ejecutivo para que establezca los procedimientos de participación y consulta popular en el sistema nacional de planeación democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del plan y los programas de desarrollo. Asimismo, determinará los órganos responsables del proceso de planeación y las bases para que el Ejecutivo Federal coordine mediante convenios con los gobiernos de las entidades federativas e induzca y concierte con los particulares las acciones a realizar para su elaboración y ejecución.

**Artículo 28.** En los Estados Unidos Mexicanos quedan prohibidos los monopolios, las prácticas monopólicas, los estancos y las exenciones de impuestos en los términos y condiciones que fijan las leyes. El mismo tratamiento se dará a las prohibiciones a título de protección a la industria. No constituirán monopolios las funciones que el Estado ejerza de manera exclusiva en las diferentes áreas estratégicas entre ellas la generación de electricidad y las actividades que expresamente señalen las leyes que expida el Congreso de la Unión.

**Artículo 73.** El congreso tiene facultad: Fracción X Para legislar en toda la República sobre energía eléctrica y otras materias de aplicación; así como expedir las leyes del trabajo reglamentarias del artículo 123.

**Artículo 90.** La Administración Pública Federal será centralizada y paraestatal conforme a la Ley Orgánica que expida el Congreso, que distribuirá los negocios del orden administrativo de la Federación que estarán a cargo de las Secretarías de Estado y definirá las bases generales de creación de las entidades paraestatales y la intervención del Ejecutivo Federal en su operación. Las leyes determinarán las relaciones entre las entidades paraestatales y el Ejecutivo Federal, o entre éstas y las Secretarías de Estado.

**Artículo 108.** Para los efectos de las responsabilidades a que alude este Título se reputarán como servidores públicos a los representantes de elección popular, a los miembros del Poder Judicial Federal y del Poder Judicial del Distrito Federal, los funcionarios y empleados y, en general, a toda persona que desempeñe un empleo, cargo o comisión de cualquier naturaleza en el Congreso de la Unión, en la Asamblea Legislativa del Distrito Federal o en la Administración Pública Federal o en el Distrito

Federal, así como a los servidores públicos de los organismos a los que esta Constitución otorgue autonomía, quienes serán responsables por los actos u omisiones en que incurran en el desempeño de sus respectivas funciones.

Las Constituciones de los Estados de la República precisarán, en los mismos términos del primer párrafo de este artículo y para los efectos de sus responsabilidades, el carácter de servidores públicos de quienes desempeñen empleo, cargo o comisión en los Estados y en los Municipios.

**Artículo 123.** En particular la fracción XXXI. La aplicación de las leyes del trabajo corresponde a las autoridades de los Estados, en sus respectivas jurisdicciones, pero es de la competencia exclusiva de las autoridades federales en los asuntos relativos a: a) Ramas industriales y servicios: textil, eléctrica, cinematográfica, hulera, azucarera, y demás citas en esta Constitución.

El proyecto que nos ocupa, se registrá por los principios establecidos en la Constitución Política, en particular con los artículos 25, 26, 27 párrafo sexto, 28, 73, 90, 108, 123 en su fracción XXXI y 134. A consecuencia, se estaría en el supuesto del aprovechamiento racional de los recursos atendiendo a las necesidades presentes y futuras en ejercicio de las facultades constitucionales que se le conceden.

Titulo primero, Capítulo I De las Garantías Individuales Artículo 4 Párrafo 5, Artículo 25, Artículo 26 Inciso A, Artículo 27 Párrafo 3, 4 y 5.

Esta Ley Suprema además de establecer que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar, determina que los fines del proyecto nacional están contenidos en esta Constitución y determinarán los objetivos de la Planeación, la cual, será democrática; mediante la participación de los diversos sectores sociales se recogerá las aspiraciones y demandas de la sociedad para incorporarlas al Plan y los Programas de Desarrollo, Por tanto, habrá un Plan Nacional de Desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la Administración Pública Federal.

Asimismo, especifica que la nación tendrá en todo tiempo el derecho 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.

Por lo anterior, el presente Estudio Técnico Justificativo (ETJ), se hace a la observancia a lo que establece esta Ley Suprema, por ser precursora de las leyes ambientales, tales como, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y Ley General de Vida Silvestres (LGVS), las cuales, son reglamentarias de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sobre 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; siendo así, el proyecto propuesto deberá observar y ajustarse a la legislación ambiental aplicable, como son, Planes de Desarrollo, Planes de Ordenamiento Ecológico Territorial, Leyes, Reglamentos y Normas Ambientales, etc.

De acuerdo a lo establecido en este artículo, se analizan las leyes que lo reglamentan y que se vinculan con los siguientes instrumentos normativos.

### **III.5.1. Leyes y reglamentos.**

#### **➤ Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)**

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Modificada el 31 de diciembre el 2002). Publicada en el Diario Oficial de la Federación (D.O.F.) en fecha 28 de enero de 1988, tiene como objetivos establecer los lineamientos para la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección al ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

En particular, el presente estudio se vincula con la LGEEPA, con los lineamientos establecidos en la Sección V referente a la Evaluación de Impacto Ambiental, en donde de acuerdo con artículo 28, se define como el procedimiento a través del cual la SEMARNAT establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras o actividades que pueden causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar, y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine el reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las obras o actividades que se indican en diferentes incisos, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT; los incisos aplicables al proyecto son los siguientes: II.



Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, **del cemento** y eléctrica.

Así mismo, el inciso IV referente al **cambio de uso del suelo de áreas forestales**; así como en selvas y zonas áridas.

En el artículo 30 de la LGEEPA se considera que para obtener la autorización a que se refiere el mencionado artículo 28, los interesados deberán presentar a la SEMARNAT una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener por lo menos una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación, y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

### **Reglamentos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.**

**Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.** (Publicado en el D.O.F. de fecha 30 de mayo de 2002), establece en el artículo 5, requieren de la autorización de la SEMARNAT en materia de Impacto Ambiental. Así también, En el artículo 9 se indica que los promoventes deberán presentar ante la SEMARNAT una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que esta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.

**Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.** (Publicado en el D.O.F. de fecha 25 de noviembre de 1988). En el artículo 13 se establece que para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: I.- La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país, y II.- Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Para el proyecto, serán de observancia los artículos 10 y 28, en vista de que el proyecto en todas sus etapas generará emisiones de contaminantes a la atmósfera, aun cuando esté por debajo de la NOM-041-SEMARNAT-2006 y NOM-045-SEMARNAT-1996.

**Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión del Ruido.** (Publicado en el D.O.F. de fecha 6 de diciembre de 1982). En

artículo 29 se indica que, para efectos de prevenir y controlar la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido, ocasionada por automóviles, camiones, autobuses, tracto-camiones y similares, se establecen los siguientes niveles permisibles:

Peso bruto hasta 3,000 kg, más de 3,000 y hasta 10,000 kg y más de 10,000 kg los niveles máximos permisibles son de 79, 81 y 84 dB (A), respectivamente.

Los valores anteriores serán medidos a 15 m de distancia de la fuente por el método dinámica de conformidad con la norma correspondiente.

Debido a que el proyecto utilizará en sus distintas etapas maquinaria y equipos que emitirán ruido contaminante, serán de observancia los Artículos 29 y 30, aun cuando dichos equipos estén por debajo de los límites máximos permisibles de las NOM-080-SEMARNAT-1994 y NOM-081-SEMARNAT-1994.

### **Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos**

En caso de que se generen residuos peligrosos, el responsable de ejecutar el proyecto deberá cumplir con los artículos 2, fracción IV; 22, 40 a 48 y 50. Por lo que se refiere a la generación de residuos urbanos y de manejo especial, se atenderá lo dispuesto en el artículo 95 de esta Ley.

### **Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos**

Publicado en el D.O.F. de fecha 30 de noviembre de 2006. En el artículo 48 se indica que, para obtener autorización, en los términos del artículo 50 de la Ley, los interesados deberán presentar solicitud mediante formato que expida la Secretaría. En el ETJ deberán señalarse los residuos peligrosos que vayan a generarse. Así también, en el artículo 49 se señala la información relativa a la actividad para la cual se solicita autorización.

### **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.**

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de febrero de 2003. Esta Ley tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, aprovechamiento, cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, Estados, el Distrito federal y los municipios.

Esta Ley, en el artículo 117, establece que la secretaría SEMARNAT sólo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Así también, este artículo establece que las autorizaciones de cambio de uso del suelo deberán atender lo que en su caso dispongan los programas de ordenamiento ecológico, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

### **Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.**

El reglamento publicado en el diario oficial de la Federación el 21 de febrero de 2005, en sus artículos 121 y 122 estipula los requerimientos para la realización del cambio de utilización de terrenos forestales; así como la integración de la documentación para su solicitud. Dentro de los requisitos se establece que el promovente deberá presentar un estudio técnico justificativo o en su caso el ETJ.

### **Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y su Reglamento**

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS), publicada en el D.O.F. el 3 de julio de 2000 y modificada el 26 de junio de 2006, tiene por objeto establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, a fin de lograr 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. Cabe mencionar que en el artículo 58 de esta LGVS, se indican las condiciones de las especies y poblaciones en riesgo como:

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

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.

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

El proyecto respetará lo establecido en la Ley de vida silvestre, no vulnerando con los lineamientos, políticas, criterios y demás disposiciones que señala dicho instrumento de regulación, además de llevar a cabo las medidas de protección ambiental relacionadas con los factores de flora y fauna vinculados con la LGVS.

### **Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas**

Publicado en el DOF el 8 de diciembre de 1975, y su última reforma en el DOF el 16 de nov. de 2011 y tiene por objetivo regular y fomentar la conservación, protección y restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos.

El objetivo de esta Ley es el interés social y nacional y sus disposiciones de orden público, busca la investigación, protección, conservación, restauración, y recuperación de los monumentos arqueológicos, artísticos e históricos y de las zonas de monumentos. La Ley los define como:

**El Artículo 5.-** Son monumentos arqueológicos, artísticos, históricos y zonas de monumentos los determinados expresamente en esta Ley y los que sean declarados como tales, de oficio o a petición de parte. En México el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) es el encargado de declarar los monumentos. En el presente proyecto no se afectará ningún monumento, arqueológico, artístico, histórico o zona de monumentos, debido a que el área donde se pretenden desarrollar las obras no se encuentra ninguno de ellos, por lo que la presente Ley no aplica.

### **Vinculación**

No aplica

## **Acuerdos y Convenios**

El Gobierno de la República ha optado por sumarse a los esfuerzos internacionales suscribiendo importantes acuerdos, entre los que destacan el Convenio sobre Diversidad Biológica; el Convenio de Estocolmo, sobre contaminantes orgánicos persistentes; el Protocolo de Montreal, relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono; la Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación; la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres; los Objetivos del Milenio de la Organización de las Naciones Unidas y el convenio Ramsar.

De entre los acuerdos internacionales ratificados por México, únicamente se referirá este capítulo a aquellos que están vinculados con el proyecto que se somete a evaluación de impacto ambiental.

Son acuerdos de voluntad, celebrados por escrito:

### **Convenio sobre la diversidad biológica**

El presente Convenio fue el primer acuerdo global para abordar todos los aspectos de la diversidad biológica como son los recursos genéticos, los ecosistemas y los seres vivos, y el primero en reconocer que la conservación de la diversidad biológica es una preocupación común de la humanidad, y una parte integral del proceso de desarrollo.

Uno de los objetivos principales del Convenio es promover de manera permanente la asociación entre los países que lo conforman mediante la cooperación científica y tecnológica el acceso a los recursos genéticos y la transferencia de tecnologías ambientalmente sanas, son la base de esta asociación.

México forma parte del Convenio desde el 5 de junio de 1992 y junto con otras 176 naciones del mundo existe el compromiso de conservar la biodiversidad, utilizar de manera adecuada sus recursos biológicos, y compartir justa y equitativamente los beneficios derivados del uso de los recursos genéticos.

Es en su artículo 6º se establece que cada parte contratante:

*a) Elaborará estrategias, planes o programas nacionales para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica o adaptará para ese fin las estrategias, planes o programas existentes, que habrán de reflejar, entre otras cosas, las medidas establecidas en el presente Convenio que sean pertinentes para la Parte Contratante interesada; y*



*b) Integrará, en la medida de lo posible y según proceda, la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica en los planes, programas y políticas sectoriales o intersectoriales.”*

Por lo tanto, es una obligación de las Partes elaborar estrategias, planes o programas nacionales para la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica que sean congruentes con los objetivos del Convenio.

Al respecto es de señalar que México ha dado cumplimiento a la disposición anteriormente citada, ya que a través de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) quien ha desarrollado la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México como un conjunto de acciones, objetivos y líneas estratégicas expresadas por representantes de los diversos sectores de la sociedad mexicana para conservar y preservar la diversidad biológica de nuestro país a partir de las cuatro líneas estratégicas en las cuales se concentran los pasos a seguir:

- Protección y conservación
- Valoración de la biodiversidad
- Conocimiento y manejo de la información
- Diversificación del uso.

Al respecto, como parte de la vinculación con el citado Convenio, el Proyecto del estudio pretende el planteamiento y ejecución de programas de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre durante las distintas etapas, para la protección y conservación de las especies presente en el sitio donde se pretende desarrollar, considera además la figura de la Residencia Ambiental que, estará a cargo de personal debidamente capacitado y con experiencia suficiente en impacto ambiental, manejo de residuos y protección, rescate y manejo de flora y fauna silvestre.

Dicha residencia contará con facultades suficientes como para instruir detener una obra y/o actividad si se encuentra en riesgo algún ejemplar de fauna o flora, en tanto que se adoptan medidas inmediatas para su rescate y protección, con lo anterior, se considera que se da cumplimiento a lo que dicta el artículo 14. Evaluación del impacto y reducción al mínimo del impacto adverso., para ello se reconoce que cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda:

*a) Establecerá procedimientos apropiados por los que se exija la evaluación del impacto ambiental de sus proyectos propuestos que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica con miras a evitar o reducir al mínimo esos efectos y, cuando proceda, permitirá la participación del público en esos procedimientos.*

- b) Establecerá arreglos apropiados para asegurarse de que se tengan debidamente en cuenta las consecuencias ambientales de sus programas y políticas que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica;*
- c)... En cumplimiento a lo establecido en el artículo antes descrito, en el capítulo X del presente estudio, se proponen una serie de medidas para evitar y reducir al máximo los impactos generados por el Proyecto y que permitan dar cumplimiento a los procedimientos establecidos por la Secretaría del medio Ambiente y Recursos Naturales y a la normatividad aplicable.*

### **Convenio sobre humedales: Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas (RAMSAR).**

La Convención se firmó en Ramsar, Irán, en 1971 y entró en vigor en 1975 siendo el único convenio medioambiental que se ocupa de un ecosistema específico.

De acuerdo con este instrumento, las Partes Contratantes designan humedales idóneos de sus territorios para ser incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional. Estos pueden ser designados con base en su población de peces, en su población de aves acuáticas, por su característica de humedales subterráneos, con base en su flora y en las características específicas de vegetación (turberas de vegetal carbonizado), también incluye superficies artificiales cubiertas de agua, ya sean permanente o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas y extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.

Las Partes Contratantes se obligan a buscar mantener las características ecológicas de los sitios y darán monitoreo a los humedales produciendo mapas y fichas informativas sobre éstos para describir y determinar sus características ecológicas. Este monitoreo se actualiza cada seis años (cada dos reuniones de la Conferencia), revisándose así los datos proporcionados. Para tal fin, existe un "Procedimiento de Orientación para la Gestión" dentro del Convenio.

Al respecto cabe señalar que el sitio RAMSAR más cercano a la zona del proyecto en estudio se encuentra a poco más de 55.5 km al suroeste, siendo este sitio RAMSAR No 2027 denominado Presa Manuel Ávila Camacho (Presa Valsequillo) incorporado con esta calificación desde el año 2012.

### **Convenio de Basilea**

El Convenio de Basilea tiene como objetivo reducir al mínimo la generación de desechos peligrosos y su movimiento transfronterizo, así como asegurar su manejo ambientalmente racional, para lo cual promueve la cooperación internacional y crea mecanismos de coordinación y seguimiento. Fue adoptado por la Conferencia de Plenipotenciarios el 22 de marzo de 1989, mediante la firma de 116 países; México ratificó el convenio el 22 de febrero de 1991.

El proyecto en estudio y su vinculación con el citado Convenio no implica movimiento de residuos transfronterizos toda vez que se planea llevar a cabo la implementación de un Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos por etapas de proyecto, que considere por demás acciones o medidas encaminadas a disminuir su generación y en todo caso manejo y reciclaje de éstos. No sobra decir que se pretende dar cumplimiento en todo momento a la normatividad ambiental en materia de residuos peligrosos.

### **Convenio de Rotterdam**

El Convenio de Rotterdam fue aprobado el 11 de septiembre de 1998, fecha en la que México lo suscribió. El Convenio entró en vigor el 24 de febrero de 2004. México depositó el instrumento de adhesión el 4 de mayo de 2005 ante la Secretaría General de la ONU, y es parte del mismo a partir del 2 de agosto de 2005.

Dicho Convenio, tiene por objetivo establecer un mecanismo de autorización previa a la importación y exportación de sustancias químicas peligrosas y plaguicidas comerciales, denominado Consentimiento Fundamentado Previo, PIC por sus siglas en inglés y que frecuentemente se le conoce por este acrónimo al convenio, con la finalidad de tener toda la información necesaria para conocer las características y los riesgos que implica el manejo de dichas sustancias, permitiendo que los países importadores decidan qué sustancias químicas desean recibir y excluir aquellas que no puedan manejar de manera segura para evitar riesgos a la salud humana y el ambiente así como contribuir a su utilización ambientalmente racional, facilitando el intercambio de información acerca de sus características, estableciendo un proceso nacional de adopción de decisiones sobre su importación y exportación y difundiendo esas decisiones a las Partes.

El Convenio en su artículo 3 establece que el mismo, se aplicará a: a) Los productos químicos prohibidos o rigurosamente restringidos; y (b) Las formulaciones plaguicidas extremadamente peligrosas.

El Proyecto no tiene contemplado la utilización de sustancias químicas peligrosas y plaguicidas comerciales que no se encuentran listados en el Anexo III del Convenio;

asimismo en concordancia con dicho Convenio, no se dará cumplimiento a lo establecido por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST) para la utilización de las mencionadas sustancias.

### **Convenio de Estocolmo**

México firmó el convenio el 23 de mayo de 2001, en Suecia, y lo ratificó el 10 de febrero de 2003 siendo el primer país de Latinoamérica que ratificó este convenio, el cual entró en vigor el 17 de mayo de 2004. Con este convenio se cubre 12 COP prioritarios, producidos deliberada y no deliberadamente. La producción no deliberada de tales productos proviene de fuentes diversas, tales como la combustión doméstica o los incineradores de basuras.

Estos COP prioritarios son la aldrina, el clordano, el diclorodifeniltricloroetano (DDT), la dieldrina, la eldrina, el heptacloro, el mírex, el toxafeno, los policlorobifenilos (PCB), el hexaclorobenceno, las dioxinas y los furanos. En una primera fase, el Convenio tiene por objeto prohibir la producción y uso de 9 COP y reducir la producción y uso de una décima sustancia. Por lo que respecta a los dos últimos COP (dioxinas y hexaclorobenceno), se trata de reducir su emisión accidental y su vertido al medio ambiente.

El Proyecto cumplirá con el Convenio de Estocolmo, toda vez que no utilizará sustancias para fumigar, ni equipos cuenten con receptáculos que contengan líquidos con bifenilos policlorados (por ejemplo, transformadores, condensadores u otros) ni ninguna otra sustancia que se encuentre listada los Anexos A, B y C del mencionado Convenio.

### **Protocolo de Kyoto**

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), fue firmada por el Gobierno de México el 13 de junio de 1992 y aprobada unánimemente por la Cámara de Senadores del H. Congreso de la Unión el 3 de diciembre del mismo año. Tras la aprobación del Senado, la Convención fue ratificada ante la Organización de las Naciones Unidas el 11 de marzo de 1993.

Actualmente, México es miembro activo del Programa Especial de Cambio Climático (PECC), a través del cual establece políticas públicas para prevenir y mitigar el cambio climático y adaptarse los cambios que se le presentan, sin comprometer el proceso de desarrollo, e incluso con beneficio económico (resiliencia).

Para integrar el PECC, se consideraron cuatro componentes fundamentales para el desarrollo de una política integral para enfrentar el cambio climático: Visión de Largo

Plazo, Mitigación, Adaptación, y Elementos de Política Transversal. México asume el objetivo indicativo o meta aspiracional de reducir en un 50% sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) al 2050, en relación con las emitidas en el año 2000. Asimismo, el 6 de julio de 2012, se publicó la Ley General de Cambio Climático, de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático, la cual tiene por objetivos:

- i. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la Federación, las entidades federativas y los municipios, en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero;*
- ii. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático, considerando en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma;*
- iii. Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático;*
- iv. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno;*
- v. Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático;*
- vi. Establecer las bases para la concertación con la sociedad, y*
- vii. Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono.*

Para alcanzar el objetivo último de la Convención, se definieron compromisos para las partes firmantes, con base en el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas, bajo el cual los países desarrollados, conocidos como países Anexo I, adoptaron el compromiso cuantitativo de reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para regresar, en el año 2000, a los volúmenes de emisión que tenían en 1990 y mantenerse en esos niveles.

Los países en desarrollo se conocen como países no Anexo I y no tienen compromisos cuantitativos de reducción de emisiones; no obstante, comparten los compromisos aplicables a todas las partes de la Convención, entre los que figuran actividades de planeación, implementación de acciones y educación y difusión del conocimiento. En este sentido, México realiza diversas actividades para dar cumplimiento a sus compromisos ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, entre las que se encuentran la elaboración de documentos de planeación a nivel nacional y estatal,



y la elaboración de las comunicaciones nacionales de México con sus respectivos inventarios de emisiones.

En general, el Protocolo de Kyoto es considerado como el primer paso importante hacia un régimen verdaderamente mundial de reducción y estabilización de las emisiones de GEI, y proporciona la arquitectura esencial para cualquier acuerdo internacional sobre el cambio climático que se firme en el futuro. Según los acuerdos de participación para el periodo 2013-2020, México está catalogado como “Nación en Desarrollo sin Metas Obligatorias”. No obstante lo anterior, según los acuerdos de la Reunión COP-16 de Cancún, 2010, México suscribió metas voluntarias para reducir las emisiones de GEI en 30% para el año 2020.

La mayor parte de las emisiones se generaran durante la construcción del proyecto por emisiones de fuentes móviles (vehículo). No obstante lo anterior, el proyecto está considerado para ser ecológicamente eficiente y sustentable. Previo a la construcción se hará mantenimiento a cada vehículo y maquinaria y se ejecutara un programa de mantenimiento vehicular, aun cuando el Proyecto no esté concebido para aspirar a obtener las certificaciones LEED Platino, Oro y Plata en sus diferentes instalaciones. Por todo lo anterior, el desarrollo del proyecto contribuye a alcanzar las metas voluntarias de México respecto a los postulados del Protocolo de Kyoto.

### **Protocolo de Montreal**

El Protocolo tiene como objetivo, establecer medidas concretas para la eliminación del uso de las sustancias que agoten la capa de ozono para evitar los daños a la salud y al medio ambiente, apoyando con recursos financieros (Fondo Multilateral del Protocolo de Montreal) a los países en desarrollo (denominados en el Artículo 5), a los cuales se les da un periodo de gracia de 10 años antes de cumplir los compromisos específicos de eliminación, respecto de los países desarrollados.

México fue el primer país (IV Reunión del Protocolo de Montreal en 1995) en presentar un calendario de reducción acelerada del uso de estas sustancias hasta dejarlo en 10% para el año 2000, 10 años antes que el resto de los países en desarrollo. Actualmente, nuestro país ha reducido en 90% el uso de CFC's. Desde 1990, los productos en aerosol distribuidos en México utilizan propelentes alternativos. Todos los refrigeradores domésticos y el 95% de los equipos de refrigeración comercial producidos a nivel nacional se encuentran libres de CFC's.

El sector de solventes y el de espumas de poliuretano han eliminado su uso de CFC's en un 80% y 75%, respectivamente. Al respecto, y para tener una participación activa que

permita que México se siga distinguiendo como uno de los países con mejor desempeño en el cumplimiento de los compromisos en el marco del Protocolo; no se permitirá el uso de sustancias listadas en el mencionado Protocolo, específicamente, se tendrá especial atención para que los equipos de enfriamiento nacionales o de importación que se instalen durante la etapa de operación del pretendido proyecto no usen sustancias que dañen o puedan dañar la capa de ozono.

El Proyecto en estudio aquí planteado no pretende la utilización de sustancias o productos enlistados en el citado Protocolo de Montreal, por lo que dicho protocolo no es vinculante.

### **Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres**

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), es un acuerdo internacional al cual se encuentra integrado México, misma que aporta marco jurídico internacional para los procedimientos que deben seguir los países participantes en la regulación del comercio internacional de las especies incluidas en sus Apéndices mediante un sistema de permisos y certificados.

Las especies amparadas por la CITES están incluidas en tres Apéndices, según el grado de protección que necesiten como se describe a continuación:

En el Apéndice I se incluyen todas las especies en peligro de extinción. El comercio en especímenes de esas especies se autoriza solamente bajo circunstancias excepcionales.

En el Apéndice II se incluyen especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia.

La Conferencia de las Partes (CoP), órgano supremo de adopción de decisiones de la Convención e integrada por todos sus Estados miembros, ha aprobado la Resolución Conf. 9.24 (Rev. CoP16), en la que se enuncian una serie de criterios biológicos y comerciales para ayudar a determinar si una especie debería incluirse en el Apéndice I o II. En cada reunión ordinaria de la CoP, las Partes presentan propuestas basadas en esos criterios para enmendar estos dos Apéndices. Estas propuestas de enmienda se examinan y se someten a votación.

Asimismo, la Convención prevé lo necesario para adoptar enmiendas mediante el procedimiento de votación por correspondencia entre reuniones ordinarias de la CoP

(párrafo 2 del Artículo XV de la Convención), pese a que apenas se recurre a este procedimiento.

Por otra parte, en el Apéndice III se incluyen especies que están protegidas al menos en un país, el cual ha solicitado la asistencia de otras Partes en la CITES para controlar su comercio.

Los cambios en el Apéndice III se efectúan de forma diferente que los cambios a los Apéndices I y II, ya que cada Parte tiene derecho a adoptar enmiendas unilaterales al mismo.

En México existen tres autoridades para la CITES: la Autoridad Administrativa está representada por la Dirección General de Vida Silvestre (SEMARNAT), la Autoridad Científica por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y la Autoridad de Aplicación de Ley por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

Es de resaltar que durante la realización del proyecto en estudio, se pretende implementar el programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna, en el que se contempla evitar y en su caso denunciar, la utilización y venta ilegal de cualquier especie que se encuentra dentro del área del proyecto y en la zona de influencia (aun las que no se encuentren en el CITES).

Asimismo, se dará cumplimiento a lo solicitado por las autoridades ambientales de nuestro país, con el fin de que éstas puedan verificar que el Proyecto cumple con la Convención, pese que el mismo, no implica actividades de exportación ni importación de especies de flora y fauna.

### **Normativa Oficial Mexicana.**

En la tabla III.5 se señalan las Normas y criterios Oficiales Mexicanas que regulan las actividades del proyecto.

**Tabla III.5.** Normas Oficiales Mexicanas (NOM) aplicables al proyecto en estudio.

Norma	Regulación	Vinculación con el proyecto
<b>RESIDUOS PELIGROSOS, SÓLIDOS URBANOS Y DE MANEJO ESPECIAL</b>		
<p>NOM-052-SEMARNAT-2005</p>	<p>Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos (DOF-23-06-2006)</p>	<p>Durante la etapa de preparación del sitio y principalmente durante la etapa extracción y aprovechamiento, los diferentes procesos NO involucran la generación de residuos peligrosos. En casi necesario se realizará una caracterización de todos los residuos para asegurar la correcta identificación y manejo de todos los mismos, al respecto, se contratará su manejo a través de empresas acreditadas por la autoridad ambiental para el manejo, transporte y disposición final de los mismos.</p>
<p>NOM-054-SEMARNAT-1993</p>	<p>Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993</p>	<p>Se evitarán derrames de residuos líquidos, tales como aceites, grasas, solventes, sustancias tóxicas, etc., generados en las diferentes etapas del proyecto, los cuales se deberán colectar y transportar fuera el área de las obras y entregarlos a empresas que los utilicen, o bien serán depositados en un almacén temporal de residuos peligrosos, el cual debe de cumplir con lo especificado en la normatividad aplicable.</p> <p>De llegar a generarse residuos peligrosos estos podrán ser almacenados temporalmente, por un periodo menor a 6 meses, y deberán ser manejados integralmente por un prestador de servicios autorizado por SEMARNAT.</p> <p>Evitar realizar actividades de mantenimiento, tales como cambios de aceite, lavado y/o reparación de la maquinaria dentro y fuera del área del proyecto, estas actividades</p>

Norma	Regulación	Vinculación con el proyecto
		deberán realizarse en los lugares donde presten este servicio.
<b>FLORA Y FAUNA</b>		
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. (DOF-30-12-10).	En la zona del proyecto si se encontraron especies de flora bajo estatus de protección, sin embargo para el caso específico de fauna si se encuentran algunas enlistadas en dicha norma, para lo cual se aplicara un programa de rescate de flora y fauna silvestre, y se implementaran las medidas establecidas en el capítulo VI de este estudio.
NOM-025-SEMARNAT-1995	Que establece las características que deben de tener los medios de marcaje de la madera en rollo, así como los lineamientos para su uso y control (D.O.F., del 01 de diciembre de 1995).	Se contratara a un Responsable técnico forestal, quien será el responsable de la ejecución del marcaje y en su caso necesario se tramitaran ante la Delegación de la SEMARNAT en Puebla, las guías o remisiones forestales para acreditar la legal procedencia de las materias primas forestales resultantes del desmonte.
NOM-061-SEMARNAT-1994	Especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal	Durante el desarrollo de la MIA-P del proyecto se consideran medidas de prevención y mitigación.
NOM-152-SEMARNAT-2006	Que establece los Lineamientos, criterios y especificaciones de los contenidos de los Programas de manejo forestal para el aprovechamiento de recursos Forestales maderables en bosques, selvas y vegetación de zonas áridas. 17/oct/08	Durante el desarrollo de la MIA-P del proyecto se consideran un Programas de manejo forestal para el aprovechamiento de recursos.
<b>CONTAMINACIÓN POR RUIDO Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA, SEGURIDAD E HIGIENE</b>		
NOM-041-SEMARNAT-2006	Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Se deberá llevar una bitácora de operación de los vehículos que se vayan a utilizar, donde se deberá verificar que cuenta con todas sus revisiones mecánicas.
NOM-045-SEMARNAT-2006,	Protección ambiental.-Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos	Se deberá llevar una bitácora de operación de los vehículos que se vayan a utilizar, donde se deberá verificar que cuenta con



Norma	Regulación	Vinculación con el proyecto
	permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	todas sus revisiones mecánicas.
NOM-080-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición (DOF-13-01-95).	Los vehículos presentes durante la preparación del sitio y extracción y aprovechamiento del proyecto, cumplirán con un programa de mantenimiento vehicular, el cual considerará la revisión del sistema de escape el cual debe estar en buen estado de operación y libre de fugas, así como contar con silenciador.
NOM-081-SEMARNAT-1994	Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Las actividades de preparación del sitio, extracción y aprovechamiento del proyecto no implican emisión por encima de los parámetros establecidos. En su operación, los establecimientos deberán realizar la extracción y aprovechamiento para cumplir con los parámetros normados listados en el numeral 5.4 de esta Norma.
NOM-011-STPS-2001	Referente a condiciones de seguridad e higiene en los centro de trabajo donde se genere ruido (DOF-17-04-2002).	El proyecto se apegará a la NOM para no vulnerar con los lineamientos, políticas criterios y demás disposiciones que señala dicho instrumento de regulación.
NOM-017-STPS-2001.	Equipo de protección al personal, selección, uso y manejo en los centros de trabajo (DOF-05-11-2001).	El personal que se contrate para desarrollar las actividades de extracción y aprovechamiento del proyecto, contará con equipo de protección personal básico, así como sistemas y equipos de seguridad, tanto para el manejo de sustancias como para el control de incendios y otras eventualidades, con lo cual todos los requerimientos deberán cumplir con las especificaciones de la Normas Oficiales Mexicanas referentes a la protección del personal.

## **VINCULACIÓN GENERAL**

El impacto ambiental es definido, según el artículo 3°, fracción XIX de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), como la “modificación del ambiente por la acción del hombre o de la naturaleza”. Bajo este contexto se inscribe la ampliación del proyecto explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole, en el Municipio de Chietla, Puebla, que de acuerdo a los Artículos 5°, Inciso L, Fracción II y 29, del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, debe someterse a su evaluación y dictaminarían por la autoridad competente.

Para proporcionar todos los elementos técnicos necesarios y, de esa manera, poder realizar un análisis de los posibles impactos y efectos sobre el medio por el desarrollo del proyecto, el presente estudio integra las características particulares de la obra en cuanto a sus dimensiones de desplante, el proceso de su operación, la generación de residuos y las actividades relacionadas con la prevención, control y disposición de contaminantes. Todo ello, junto a la información del medio físico, natural y social del predio seleccionado; analizando, además, los elementos y condiciones que pudieran condicionar a la realización de medidas especiales para la prevención un desequilibrio ecológico, y que, por lo tanto, requirieran de un tratamiento especial.

Es procedente destacar que dentro del área de estudio, durante la ejecución del proyecto no se tiene contemplada la utilización o aprovechamiento de los recursos bióticos, tal es el caso de flora y fauna; por otra parte, la ampliación del proyecto explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole no habrá formación de canales que pudiera modificar el régimen hidrológico o interferir en los patrones de recarga de acuíferos o balance hídrico, ya que el proceso de extracción y aprovechamiento del yacimiento de yeso no considera el consumo de agua proveniente de corrientes superficiales, el agua necesaria para la extracción y aprovechamiento se obtendrá de fuentes previamente autorizadas, los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, peligrosos serán manejados y se dará disposición final conforme a la normatividad aplicable.

Así mismo, se dará un seguimiento estricto durante la etapas de preparación del sitio, extracción y aprovechamiento de la ampliación del proyecto Explotación, Extracción y Aprovechamiento de un Yacimiento de Yeso en el Predio Denominado La Mole, verificando el cumplimiento de la normatividad aplicable y la ejecución de las medidas de mitigación o correctivas establecidas en el capítulo VI de la MIA-P, con la finalidad de evitar, reducir o compensar los impactos ambientales resultantes al desarrollar el proyecto en estudio.

Por lo anterior, se justifica la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular (MIA-P) conforme al formato vigente expedido por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental y, de esa manera, presentarlo ante el área respectiva de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, con la finalidad de obtener la autorización en la materia.

Por lo tanto, de acuerdo con los instrumentos de planeación y normativos en materia ambiental y de uso de suelo, y a las políticas y lineamientos de desarrollo sustentable en el Estado de Puebla en este capítulo, se considera que la extracción y aprovechamiento del proyecto en estudio es vinculante con las disposiciones establecidas en los citados instrumentos.

## BIBLIOGRAFIA

Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (coordinadores). 1998. Regiones marinas prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer. 2002. "Aguas continentales y diversidad biológica de México". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

CONABIO. 2004. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS). [En línea]. Disponible en: <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicas.html>. Fecha de consulta: Octubre de 2013.

CONABIO. 2008. Regionalización. [En línea]. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/regionalizacion.html>. Fecha de consulta: Octubre de 2013.



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





## ÍNDICE DEL CAPÍTULO IV

<b>IV.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>1</b>
<b>IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL.....</b>	<b>10</b>
<b>IV.2.1. Aspectos abióticos.....</b>	<b>10</b>
IV.2.1.1. Clima.....	10
IV.2.1.2. Geología y Geomorfología.....	30
IV.2.1.3. Fisiografía.....	52
IV.2.1.4. Suelos.....	56
IV.2.1.5. Hidrológica superficial y subterránea.....	93
<b>IV.2.2. Aspectos bióticos.....</b>	<b>118</b>
IV.2.2.1. Vegetación terrestre y/o acuática.....	118
IV.2.2.2. Fauna .....	169
IV.2.2.3. Medio socioeconómico .....	207
IV.2.2.4. Paisaje .....	231
<b>IV.3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....</b>	<b>247</b>
IV.3.1. Síntesis de las características bióticas y abióticas más relevantes del área de estudio .....	247
IV.3.2. Componentes ambientales relevantes o críticos.....	251
IV.3.3. Análisis de cambio de uso de suelo en la región.....	257
<b>IV.4. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>262</b>

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

##### IV.1. Delimitación del sistema ambiental (SA) o área de estudio (AE)

La región como *objeto de análisis* puede definirse a partir de criterios de homogeneidad, integración o funcionalidad. Esta ha sido la idea más generalizada y aceptada del concepto (aunque no necesariamente la más adecuada). Desde la perspectiva de su composición preponderantemente ambiental, puede señalarse que el área de estudio es un conjunto de subunidades más o menos homogéneas del espacio geográfico.

Por su estructura, puede afirmarse que un área de estudio es en principio un sistema territorial: delimitable e interconectable. Y, desde el punto de vista de su funcionamiento y de sus interacciones, político, económicas, sociales y administrativas, en efecto, el atributo más definitorio se lo confiere el tratarse de un sistema abierto en todos estos aspectos. Para la delimitación de sistemas ambientales como estos, se sigue la definición de Bailey (1996), quien subraya la importancia de:

*“...el estudio de los patrones de distribución, estructura y procesos de diferenciación de sistemas como unidades espaciales a diversas escalas...”*

No obstante el precepto de *uniformidad*, en el concepto de área de estudio (AE) (señalado por la DGIRA-SEMARNAT), no implica necesariamente la *equitatividad* en la significancia de todos sus componentes, de manera que en el siguiente apartado se tratará de atender los criterios que se siguieron para la definición del AE. La búsqueda de una definición y justificación del AE parte de la premisa de la definición de unidades de análisis objetivos que permitan una delimitación de estructuras y procesos funcionales que ocurren en este espacio geográfico.

De acuerdo con Bailey (1996), delimitaciones en este sentido pueden conducirse diferenciando criterios generales en los niveles jerárquicos superiores y criterios más específicos en los niveles inferiores. Así, mientras más rápido responda un componente a tasas de cambio naturales, más abajo se debe ubicar en la estructura jerárquica de preponderancia espacial de criterios para la delimitación del sistema ambiental y viceversa. En ese sentido, la vegetación y la fauna no pueden colocarse en escalas amplias de delimitación de sistemas ambientales regionales ya que se tratan de rasgos de caracterización muy fina principalmente porque muestran tasas naturales de cambio en su distribución espacial muy dinámicas.

Por tal razón, previo a la delimitación física del AE, se hizo un análisis de aquellos elementos o componentes a considerar en dicha delimitación, de tal forma que los mismos englobaran espacialmente todas las actividades del proyecto y que los potenciales impactos que se ocasionarían por el desarrollo del proyecto quedaran restringidos al AE.

Por lo cual, en la delimitación del área de estudio se consideraron algunos aspectos que se establecen en la fase de caracterización del Manual de Proceso de Ordenamiento Ecológico del Territorio (SEMARNAT, 2006), el cual fue utilizado como metodología para la definición del sistema ambiental.

El Ordenamiento ecológico es utilizado en general como un mecanismo para resolver un problema en particular o impulsar un proceso productivo específico, cuyo primer paso es considerar cuál es el objetivo que se persigue con dicho ordenamiento ecológico, así como los alcances que éste tiene como instrumento de planeación. Con base en lo anterior, se incorporan otros criterios que, en la mayoría de los casos corresponden a criterios de homogeneidad, ya sea física o funcional, de tal forma que el área a ordenar se define a partir de un criterio o de la combinación de varios como:

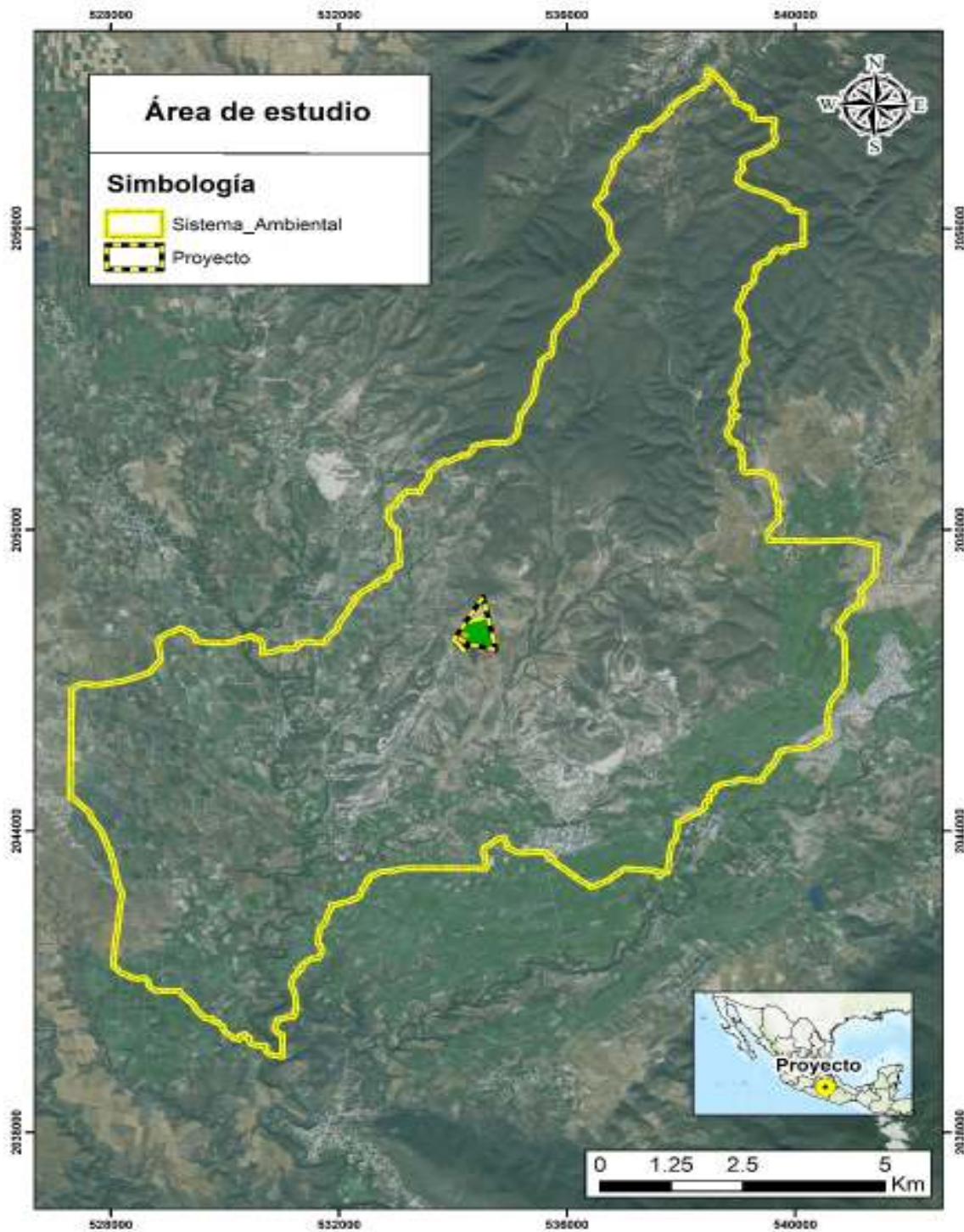
- ❖ **Cuencas.**- hidrológicas, subcuencas e incluso microcuencas o una combinación de estos criterios
- ❖ **Ecosistemas.**- este criterio puede ser aplicable homologando ecosistemas y formación vegetal
- ❖ **Límites político-administrativos.**- resulta un buen criterio de delimitación cuando es consensuada entre las autoridades correspondientes estableciendo los límites en que los estados o municipios contiguos no entren en controversia por sus fronteras comunes.
- ❖ **Áreas prioritarias.**- definidas en los programas de desarrollo vigentes, por ejemplo las microregiones delimitadas en los programas del gobierno federal
- ❖ **Actividades sectoriales.**- la actividad sectorial es un criterio auxiliar que permite definir límites claros en el territorio.
- ❖ **Regionalización ecológica.**- que permite la definición del área a ordenar con las siguientes ventajas: a) puede hacerse a diferentes niveles jerárquicos; b) las unidades naturales en que se divide proveen condiciones homogéneas de acuerdo al criterio que haya considerado y c) las unidades están definidas por características que delimitan niveles regionales y escalas de trabajo convenientes.
- ❖ **Criterios *ad hoc*.**- que permiten una delimitación más precisa del área a ordenar como por ejemplo los límites de programas de desarrollo urbano, declaratorias de áreas naturales protegidas, entre otras.

Es conveniente aclarar que para el caso particular del proyecto no se trata de un ordenamiento ecológico; sin embargo, para la delimitación del área de estudio se

aplicaron algunos criterios anteriormente mencionados, básicamente los relativos a la regionalización ecológica.

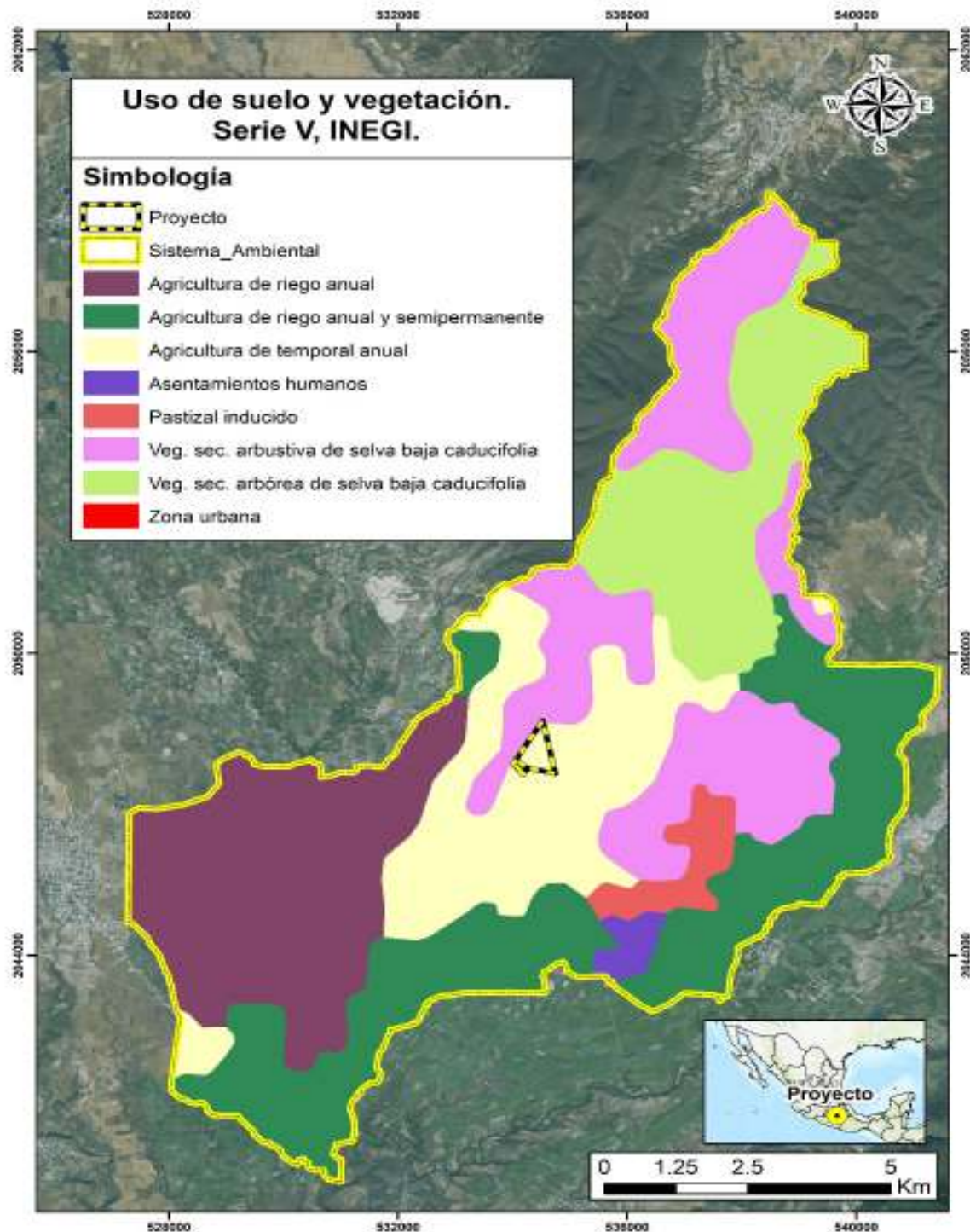
Por todo lo anterior, para la delimitación del área de estudio y determinación de las unidades ambientales del proyecto en estudio, se utilizaron las cartas topográficas, escala 1:50000, imágenes de satélite y la de regionalización fisiográfica, escala 1:700000 (mapa IV.1). Los principales criterios que se utilizaron para delimitar el área de estudio fue la hidrología, uso de suelo e impacto social. El criterio hidrológico se aplicó para identificar distintos sistemas de escurrimiento superficial y sirvió para definir los límites espaciales del área de estudio y determinar unidades ambientales, algunas de éstas íntimamente vinculadas con asociaciones vegetales. Para la delimitación del sistema ambiental se generó un modelo digital de elevación utilizando las curvas de nivel y escurrimientos de las cartas topográficas.

Para definir el sistema ambiental de este proyecto se utilizó a través de microcuencas, dichas microcuencas lo obtuvo en base al Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) link: <http://mapas.semarnat.gob.mx/SIGEIA4PUBLICO/BOS/Bos.php> (<http://www.semarnat.gob.mx/sigeia>) y la fuente de información de las microcuencas es de la fuente de SAGARPA-FIRCO, [http://www.firco.gob.mx/proyectos/microcuencas/Paginas/micro\\_01.aspx](http://www.firco.gob.mx/proyectos/microcuencas/Paginas/micro_01.aspx)



**Mapa IV.1.** Delimitación del área del sistema ambiental del proyecto





**Mapa IV.2.** Uso de Suelo y vegetación dentro del sistema ambiental (área de estudio del proyecto).

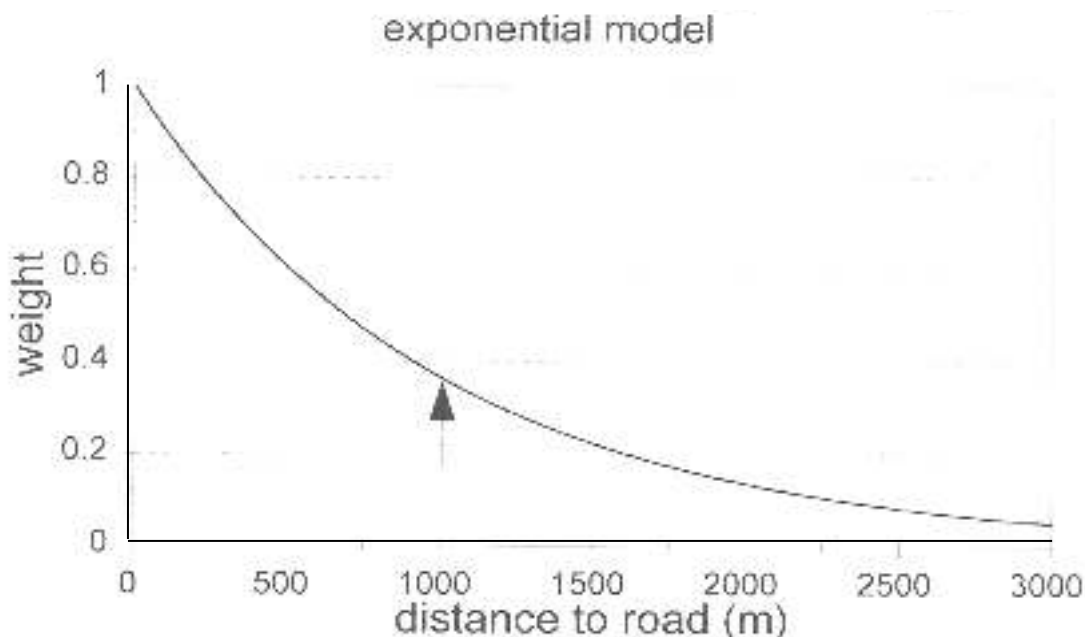
**Tabla IV.1.** Superficies de uso de suelo y vegetación del sistema ambiental (SA) identificado.

Valores del Sistema Ambiental	Área (Km <sup>2</sup> )	%
Agricultura de riego anual	22.55	19.88
Pastizal inducido	2.81	2.48
Veg. sec. arbórea de selva baja caducifolia	16.34	14.41
Agricultura de riego anual y semipermanente	13.16	11.60
Agricultura de riego anual y semipermanente	0.81	0.72
Agricultura de riego anual y semipermanente	13.73	12.11
Agricultura de temporal anual	0.92	0.81
Agricultura de temporal anual	0.12	0.11
Agricultura de temporal anual	18.03	15.90
Asentamientos humanos	1.13	1.00
Veg. sec. arbustiva de selva baja caducifolia	0.02	0.02
Veg. sec. arbustiva de selva baja caducifolia	8.42	7.43
Veg. sec. arbustiva de selva baja caducifolia	5.72	5.04
Veg. sec. arbustiva de selva baja caducifolia	1.81	1.60
Veg. sec. arbustiva de selva baja caducifolia	7.81	6.89

**ÁREA DE INFLUENCIA.** Es la superficie real (directa e indirectamente) a afectar por un proyecto, considerando para su delimitación la valoración de los impactos ambientales, principalmente en cuanto a su extensión.

Desafortunadamente no existen trabajos de investigación respecto al área mínima a considerar durante la evaluación del impacto (área de influencia) ocasionado por bancos de yacimientos de yeso y los pocos trabajos existentes para proyectos lineales se centran principalmente en el efecto de caminos (Leclerc y Rodríguez, 1998).

El modelo exponencial de Leclerc y Rodríguez (1998), evaluado en una escala de 0 a 1, predice que en trazos de caminos, el impacto perpendicular ocasionado al ambiente (específicamente a la vegetación) por la tala, llega hasta 1.5 km (grafica IV.1); ya que la relación que se presenta entre la deforestación del bosque y los caminos, disminuye cuanto más lejos este la vegetación (bosque) del camino. Sin embargo este modelo es susceptible a sitios altamente poblados o con gran cobertura agrícola y que se vuelve más preciso en áreas con mayor cobertura vegetal conservada.

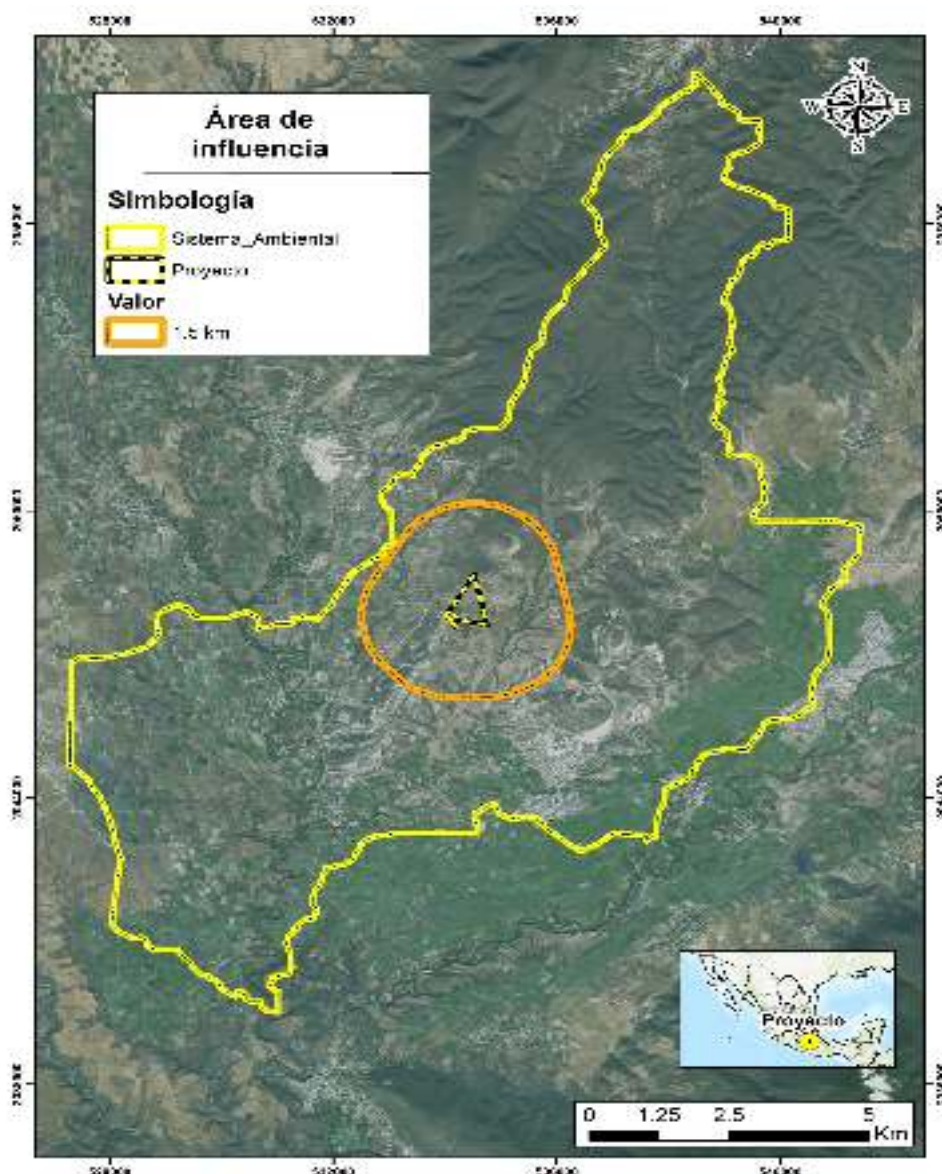


**Grafica IV.1.** Punto de amenaza por pérdida del bosque en relación a la proximidad de la carretera (Leclerc y Rodríguez, 1998).

Por ello, para la obra en estudio se delimitó un área de influencia (*buffer*) de 1.5 km de ancho de cada lado del eje, considerando que las actividades constructivas y de operación requeridas para el banco de yacimiento de yeso, no representan un cambio drástico en el ambiente como el generado por una carretera, la cual fragmenta los hábitats terrestres, aumenta la mortalidad de los mamíferos y algunas aves rapaces que las atraviesan.

Para la delimitación del área de influencia se utilizó el Software Arc View versión 3.2 para Windows con el cual fueron capturados los vértices del polígono del proyecto, registrados en campo mediante un GPS por la promotora, esto permitió

georeferenciar y visualizar gráficamente en pantalla la trayectoria y las características físicas del medio, por donde se ubica el proyecto. Una vez delimitada el área de influencia se inició la digitalización; tomando como límite de digitalización 1.5 km a cada lado del centro del predio. Finalmente se realizó la sobreposición de las cartas temáticas para realizar una intersección y conocer las áreas del proyecto por unidades de vegetación que resultarán afectadas. Partiendo de lo anterior, en el siguiente mapa se presenta el área de influencia del proyecto.



Mapa IV.3. Delimitación del área de influencia del proyecto.



**Tabla IV.2.** Superficies del área de influencia del proyecto identificado.

Valores	Área de influencia del proyecto (1.5 km buffer)	
	Área (Km <sup>2</sup> )	%
Área de influencia	11.88	10.48

**ÁREA DEL PROYECTO.** Es la superficie directamente a afectar por el desarrollo del proyecto, considerando para su delimitación las características técnicas del proyecto, como son el área de la tercera etapa del predio en estudio, las cuales se presentan en la tabla IV.3.

**Tabla IV.3.** Usos de suelo y tipos de vegetación del área del proyecto en estudio.

Etapa 3	
Uso de suelo y vegetación	Área (Ha)
Camino de acceso	0.03
Pastizal	10.89
Selva Baja Caducifolia	8.09
<b>Total</b>	<b>19.01</b>

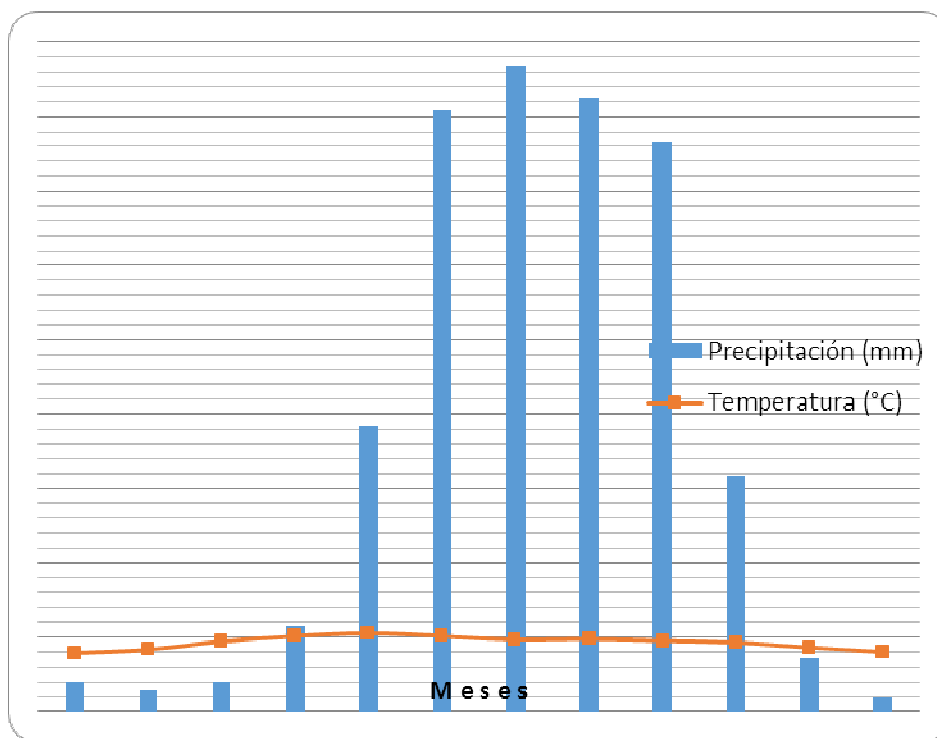


## IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental

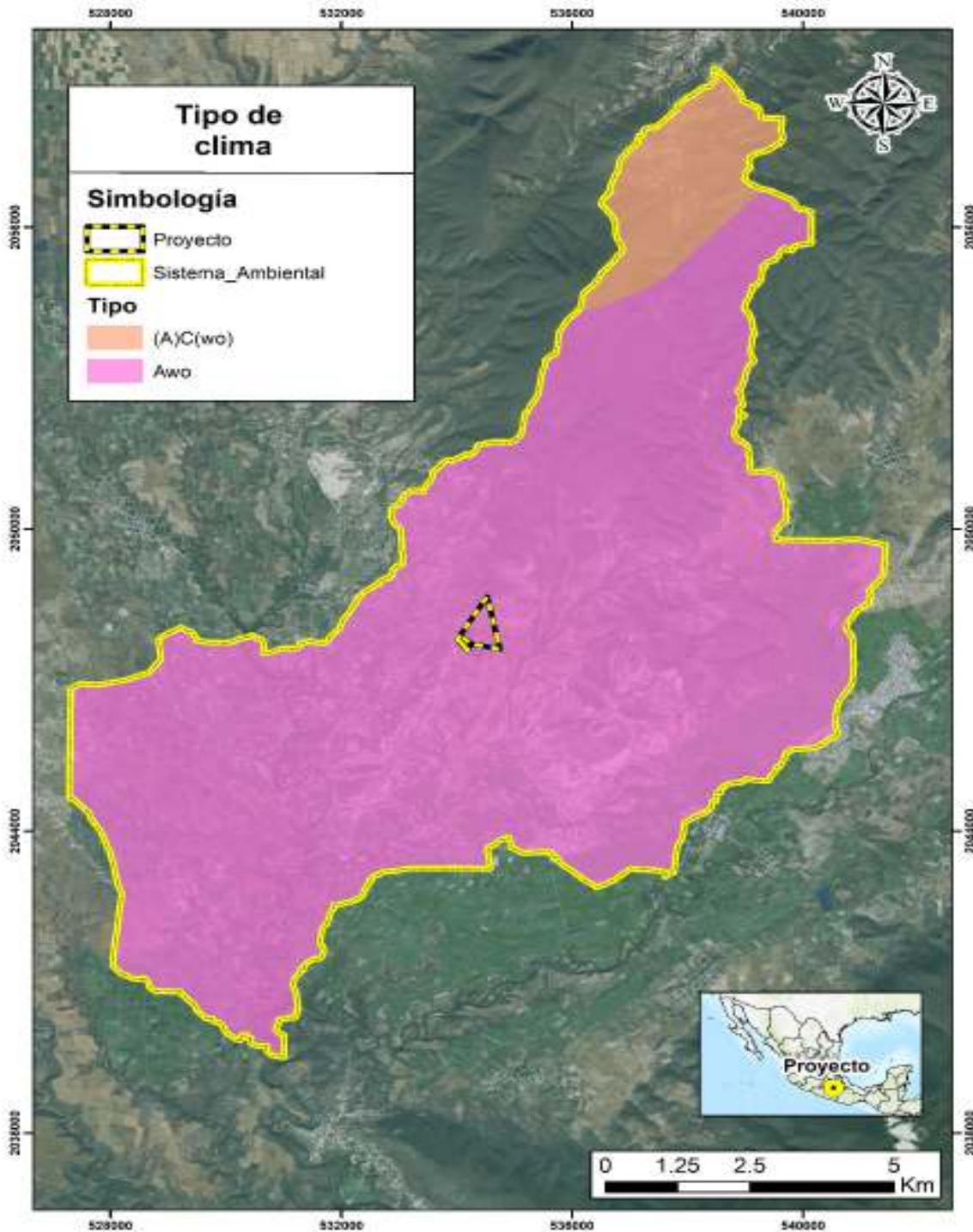
### IV.2.1 Aspectos abióticos

#### IV.2.1.1. CLIMA.

El clima del sistema ambiental se definió mediante INEGI de acuerdo a la clasificación mundial de tipos de climas de Köeppen (1936) modificado por Enriqueta García (1988), con el objeto de reflejar adecuadamente las características climáticas de nuestro país. En la región del estado de Puebla donde se localiza el proyecto, el clima es de tipo **Aw0.- Cálido subhúmedo**: Temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. **(A) C (w0).- Semicálido subhúmedo del grupo C**: Temperatura media anual mayor de 18oC, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2, y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual, (ver grafica IV.2 y mapa IV.4).



**Grafica IV.2.** Diagrama Ombrotérmico de las estaciones seleccionadas para el estudio climatológico del Proyecto.



**Mapa IV.4.** Tipo de clima en el Área del Sistema Ambiental donde se ubica el proyecto. (INEGI).

### Temperatura media anual (grados centígrados).

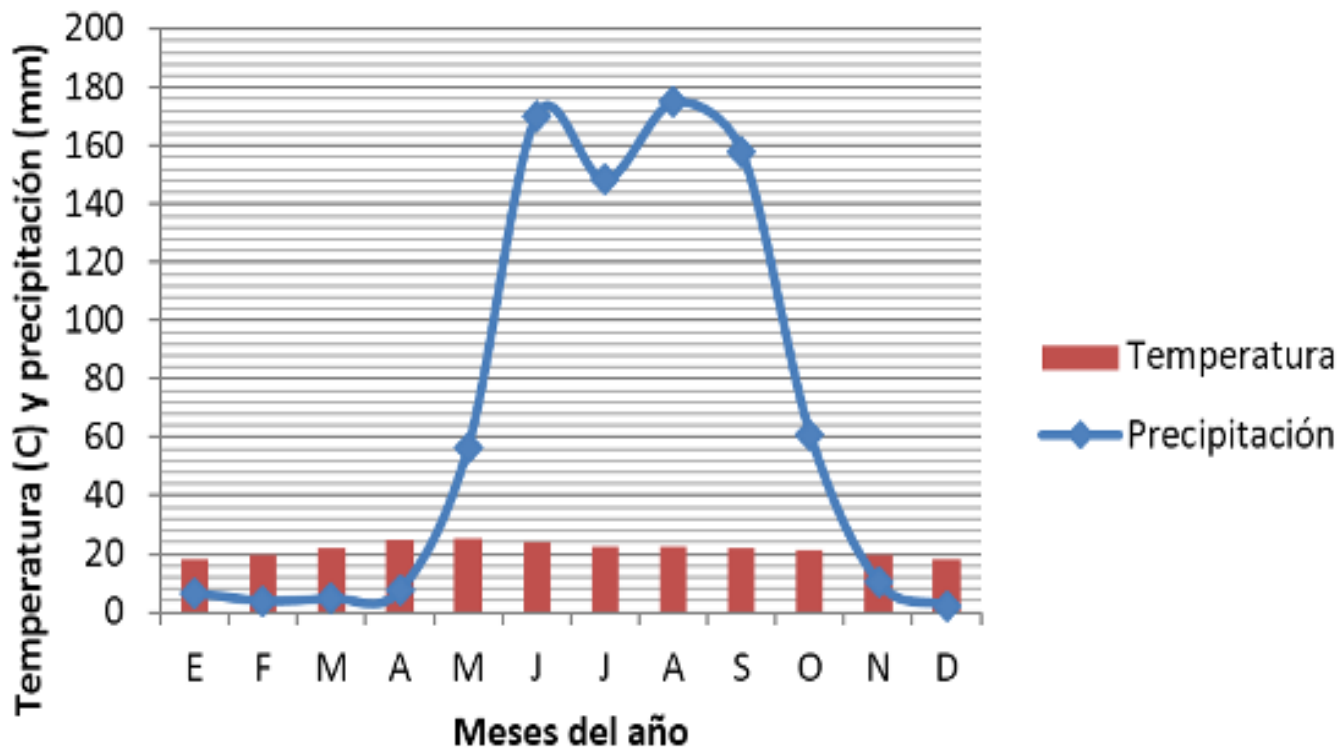
De acuerdo con datos de las normales climatológicas publicadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CNA), para la estación: Lagunillas de Rayon (00017036) para el periodo 1951-2010, la temperatura media anual registrada es de 21.7 °C, la máxima promedio de 30.9°C y la mínima promedio es de 12.50 °C; la temperatura mínima extrema registrada es de 2.4°C y la máxima extrema de 41.0°C. El área de estudio se localiza una temperatura promedio anual de 22 a 26 grados centígrados. La variación térmica que se presenta en la zona de influencia del proyecto en base a los datos meteorológicos, nos arroja que las temperaturas más bajas están los meses de Enero y Diciembre y empiezan a subir en el mes de Abril para mantenerse con las mayores cifras de temperatura en los meses de Abril y Mayo para volver nuevamente a ir bajando en el mes de Octubre y seguir bajando en los meses de Noviembre y Diciembre para cerrar el ciclo anual de temperaturas, (Ver tabla IV.4, grafica IV.3 y mapa IV.5)

**Tabla IV.4.** Valores de Temperatura Máxima, Promedio y Mínima registrada en la estación Meteorológica Lagunillas de Rayon (00017036).

TEMPERATURA MAXIMA													
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NORMAL	28.7	30.7	33.1	35	34.8	31.6	30.1	30.1	29.2	29.7	29.7	28.6	30.9
MAXIMA MENSUAL	31.7	33.3	36	38.3	37.2	37.6	33.9	33.7	33.5	32.7	31.8	32.2	
AÑO DE MAXIMA	2006	2006	1991	2006	2005	2005	1998	1997	2004	2004	2005	2005	
MAXIMA DIARIA	35	37	40	40	41	41	36	38	36	35	38	34	
FECHA MAXIMA DIARIA	21/1982	may-75	31/1982	mar-82	dic-86	jun-05	24/1987	may-97	23/1982	may-82	nov-97	sep-86	
AÑOS CON DATOS	33	33	32	34	34	33	33	33	32	32	33	33	
TEMPERATURA MEDIA													
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NORMAL	18	19.7	22	24.5	25.1	24	22.7	22.6	22.2	21.5	20	18.2	21.7
AÑOS CON DATOS	33	33	32	34	34	33	33	33	32	32	33	33	
TEMPERATURA MINIMA													
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NORMAL	7.2	8.7	11	13.9	15.4	16.4	15.3	15.2	15.1	13.3	10.2	7.8	12.5
MINIMA MENSUAL	2.4	5.5	5.8	8.1	1.8	8.4	8.6	8.3	8.4	6.6	5.6	3.3	
AÑO DE MINIMA	2006	1998	2005	2004	1995	2006	2004	2005	2005	2005	2006	2003	
MINIMA DIARIA	-2	1	2	6	1.3	7	8	7	7	4	2	-2	
FECHA MINIMA DIARIA	dic-97	27/1976	ene-83	ene-04	ago-95	25/2004	feb-04	ene-05	mar-05	16/2005	19/1984	25/1989	
AÑOS CON DATOS	33	33	32	34	34	33	33	33	32	32	33	33	

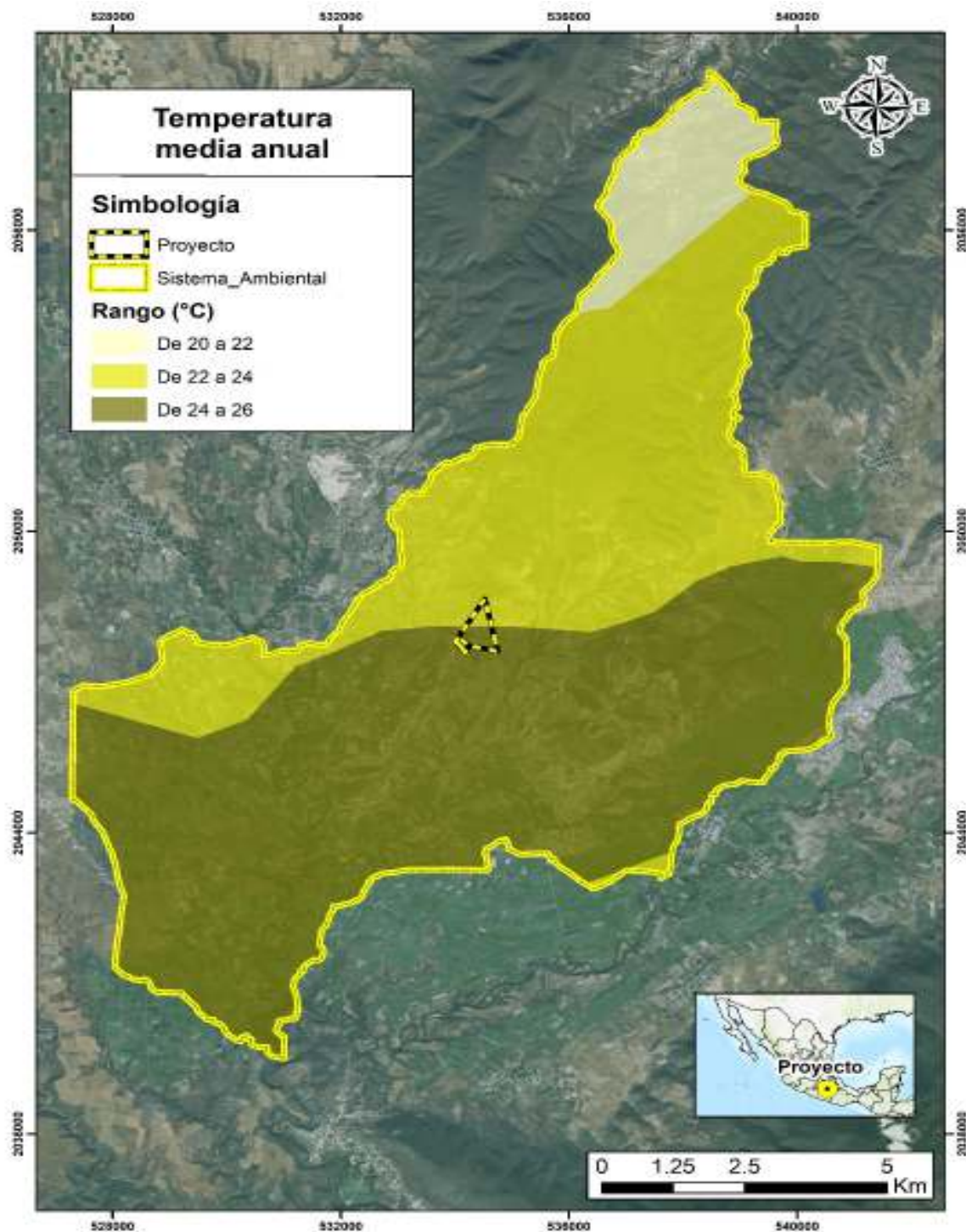
Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

## Climograma



Grafica IV.3. Climograma Lagunillas de Rayon (00017036).





**Mapa IV.5.** Isotermas medias anuales presente en el área del sistema ambiental en estudio.



**Tabla IV.5.** Distribución y superficies de las isotermas medias anuales del sistema ambiental

Isotermas medias anuales	Sistema Ambiental	
	Área (km <sup>2</sup> )	%
De 20 a 22	7.26	6.41
De 22 a 24	40.71	35.90
De 24 a 26	65.41	57.69

### Precipitación total anual (milímetros).

De acuerdo con datos de las normales climatológicas publicadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CNA), para la estación Lagunillas de Rayon (00017036), para el periodo 1951-2010, la precipitación total anual promedio es de 804.10 mm; la mayor precipitación total mensual promedio corresponde al mes de septiembre con 500.70 mm; y la menor al mes de febrero con 30.0 mm.

En el área de estudio se puede observar que la mayor parte del año se encuentra por debajo de los 100.00 mm, a excepción de los meses de junio, julio, agosto y septiembre donde se presentan precipitación por encima de los 100 mm. (Ver tabla IV.6)

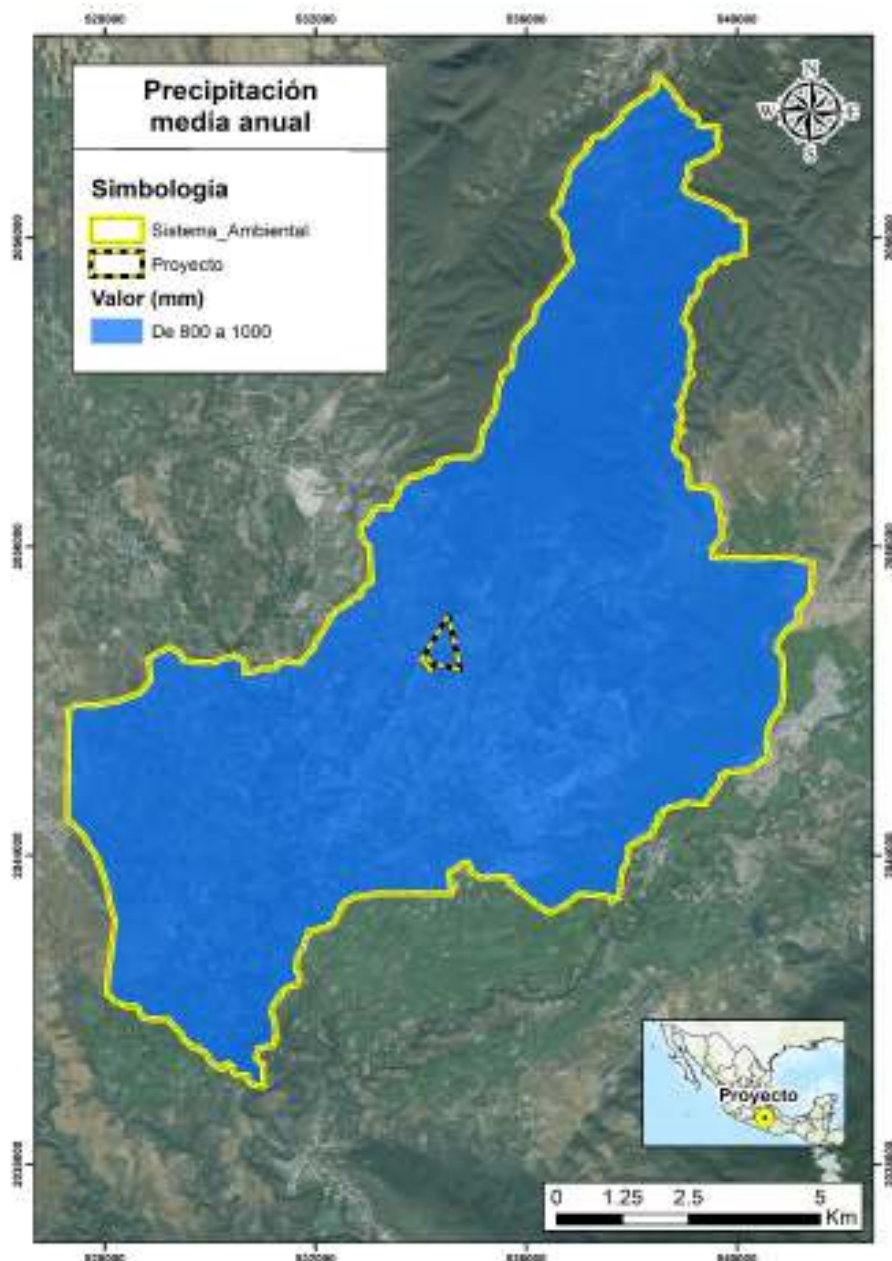
**Tabla IV.6.** Registros de Precipitación Máxima, Promedio y Mínima registrada en la Estación Meteorológica Lagunillas de Rayon (00017036).

PRECIPITACION													
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NORMAL	6.6	3.9	4.7	7.3	56.6	170.4	148.3	174.9	158	60.9	10.2	2.3	804.1
MAXIMA MENSUAL	67.8	30	35	26.5	155.8	307.9	405	465.3	500.7	164.5	64.5	38.1	
AÑO DE MAXIMA	1992	1983	1985	1981	1995	1978	1990	1999	1998	1999	2006	1995	
MAXIMA DIARIA	21	19.5	35	20	53.5	92	91	81	73.5	64.8	42	16.8	
FECHA MAXIMA DIARIA	25/1980	23/1981	13/1985	17/1999	25/1995	14/1981	feb-90	31/2001	sep-98	ago-99	13/2006	31/1995	
AÑOS CON DATOS	33	33	32	34	34	33	33	33	32	32	33	33	

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL, NORMALES CLIMATOLÓGICAS, ESTADO DE MORELOS, PERIODO: 1951-2010, ESTACION: 00017036 LAGUNILLAS DE RAYON, LATITUD: 18°29'00" N, LONGITUD: 098°43'00" W, ALTURA: 1,010.0 MSNM.

### Isoyetas medias anuales

El valor de las Isoyetas medias anuales en el área del sistema ambiental de estudio es de 300 a 400 mm, (ver mapa IV.6).



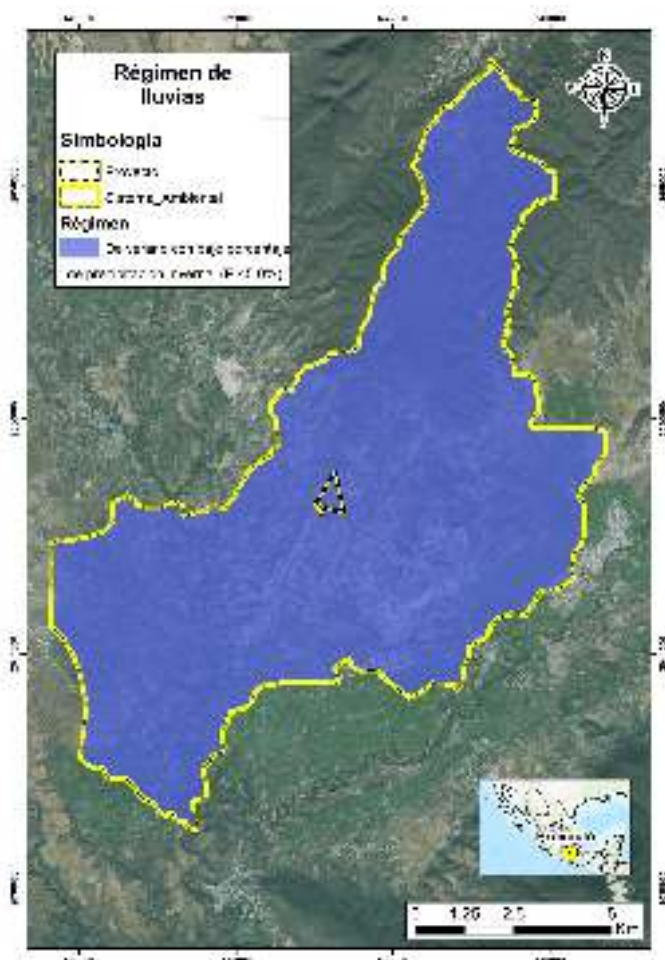
**Mapa IV.6.** Isoyetas medias anuales presente en el área del sistema ambiental en estudio.

**Tabla IV.7.** Distribución y superficies de las isoyetas medias anuales del sistema ambiental.

Isoyetas medias anuales	Sistema Ambiental	
	Área (km <sup>2</sup> )	%
800 a 1000 mm	113.38	100

### Régimen de Lluvias

El Régimen de Lluvias en el área del Sistema Ambiental de estudio es de lluvias en verano con bajo porcentaje de precipitación invernal, menor al 5% (ver mapa IV.7).



**Mapa IV.7.** Régimen de lluvias presentes en el área del Sistema Ambiental en estudio.

**Tabla IV.8.** Distribución y superficies de los regímenes de lluvias del sistema ambiental

Régimen de Lluvias	Sistema Ambiental	
	Área (km <sup>2</sup> )	%
De verano con bajo porcentaje de precipitación invernal (PI < 5.0 %)	113.38	100.00

- **Fenómenos climatológicos (nortes, tormentas tropicales y huracanes, entre otros eventos extremos).**

A continuación, se incorpora la información relevante de Intemperismos del Municipio Axochiapan, correspondiente a la Estación Meteorológica “Lagunillas de Rayón”. El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) ha reportado las normales climatológicas para un periodo de tiempo que abarca los años de 1971-2000. Estos Intemperismos pueden interactuar con la ejecución del proyecto y se presentan los datos en la tabla siguiente.

**Tabla IV.9.** Intemperismos cerca del área de proyecto

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Temperatura Máxima Normal (°C)												
28.5	30.4	32.8	34.6	34.3	31.1	29.7	29.7	28.8	29.3	29.5	28.4	30.6
Temperatura Máxima Mensual (°C)												
31.4	32.8	36.0	36.5	36.8	35.0	33.9	33.7	31.3	31.0	31.2	30.2	
Temperatura Mínima Normal (°C)												
7.6	9.0	11.7	14.7	16.2	17.2	16.1	16.0	15.8	13.9	10.7	8.4	13.1
Precipitación Máxima Diaria (mm)												
21.0	19.5	35.0	20.0	53.5	92.0	91.0	70.0	73.5	64.8	24.0	16.8	
Precipitación Máxima Mensual (mm)												
67.8	30.0	35.0	26.5	155.8	307.9	405.0	465.3	500.7	164.5	35.1	38.1	
Número de Días con Lluvia												
0.9	0.6	0.6	1.4	5.6	13.4	11.8	13.8	12.5	5.3	1.1	0.4	67.4
Evaporación Total Normal (mm)												
175.6	173.6	236.2	250.6	246.6	205.5	198.8	188.8	159.3	154.1	133.2	127.3	2,219.6
Número de Días con Granizo												
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Número de Días con Tormenta Eléctrica												
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Con base en estos datos se puede comentar que para el predio de interés se pueden esperar una temperatura máxima de 30.6 °C y una mínima normal de 13.1°C. El máximo número de días con lluvia, en el año, es de 67.4 mm y la máxima evapotranspiración anual es de 2,219.6 mm. Por su parte, el granizo y las tormentas eléctricas no tienen apariciones a lo largo del año.

## Humedad relativa

La humedad relativa es la humedad que contiene una masa de aire, en relación con la máxima humedad absoluta que podría admitir sin producirse condensación, conservando las mismas condiciones de temperatura y presión atmosférica.

Esta es la forma más habitual de expresar la humedad ambiental y se expresa en porcentaje. La importancia de esta manera de expresar humedad ambiental estriba en que refleja muy adecuadamente la capacidad del aire de admitir más o menos vapor de agua, lo que, en términos de comodidad ambiental para las personas, expresa la capacidad de evaporar la transpiración, importante regulador de la temperatura del cuerpo humano.

Cuando disminuye la temperatura a los 0° C o menos, y el viento es escaso, el vapor de agua contenido en el aire, se condensa; si la humedad es abundante, ésta produce niebla y cuando tiene poco contenido de humedad, se forma la helada. Por ello una gran humedad atmosférica reduce la probabilidad de ocurrencia de heladas.

Los datos correspondientes a la humedad relativa media anual en las estaciones climatológicas representativas del área de estudio no están disponibles.

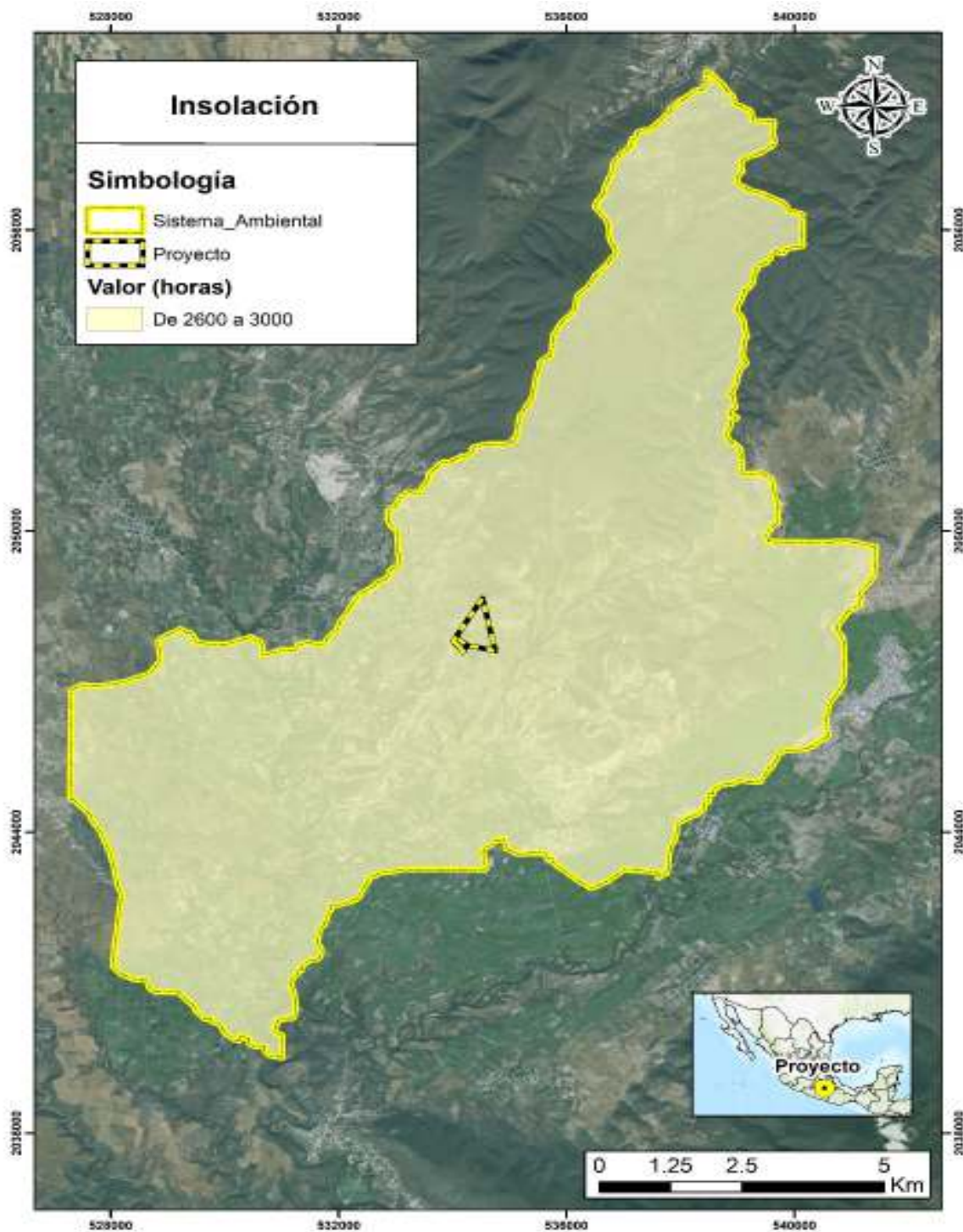
## Insolación anual

La Insolación Anual en el Sistema Ambiental es de 2000 a 3000 horas, (ver mapa IV.8).

**Tabla IV.10.** Distribución y superficies de la insolación anual del sistema ambiental

Insolación Anual	Sistema Ambiental	
	Área (km <sup>2</sup> )	%
De 2600 a 3000	113.38	100

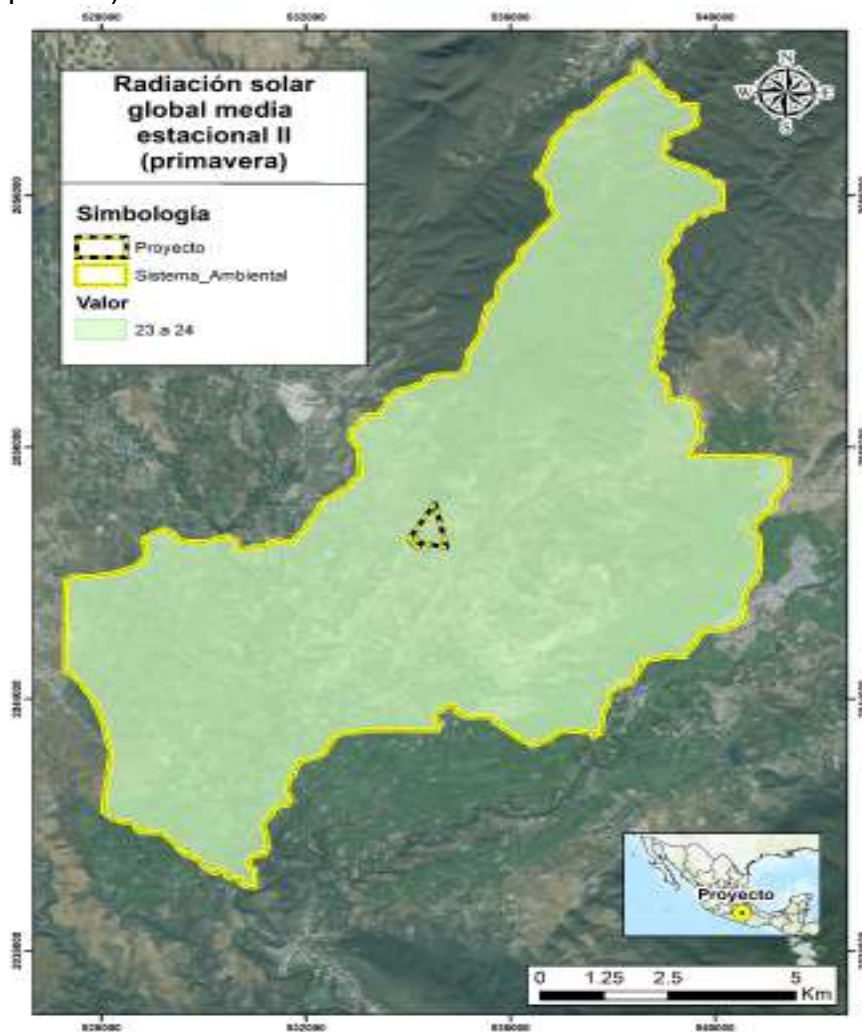




**Mapa IV.8.** Insolación Anual en el área del sistema ambiental en estudio.

### Radiación Solar Global Media Estacional (Verano)

La radiación solar global durante el verano en el Sistema Ambiental varía de 23 a 24 W/m<sup>2</sup> (ver mapa IV.9).



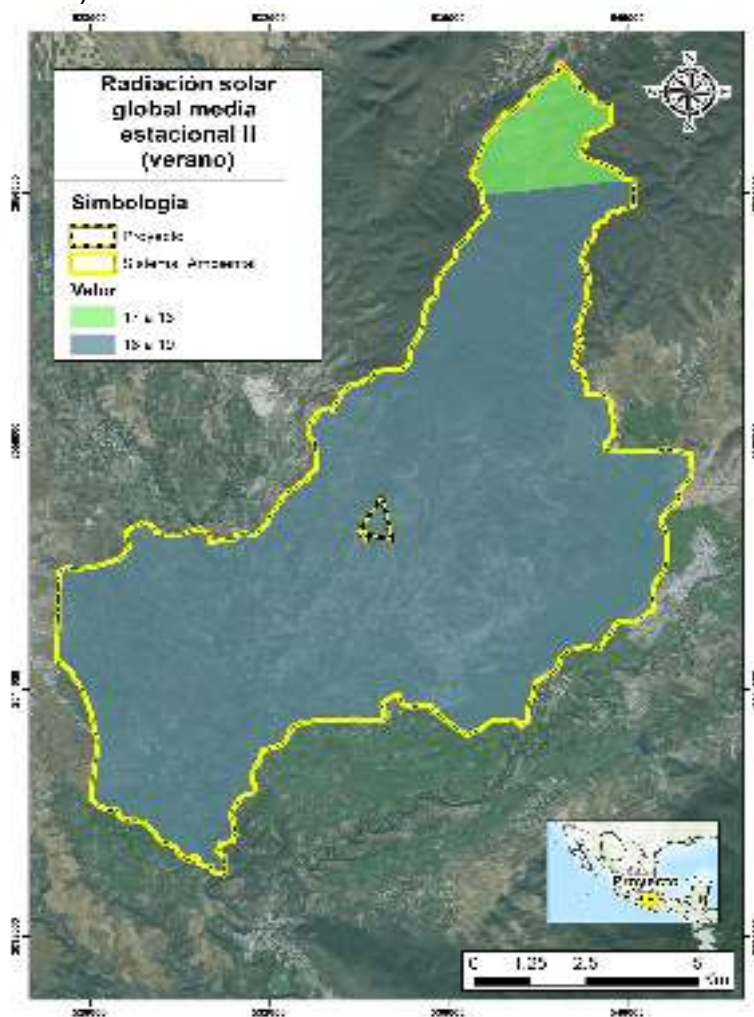
**Mapa IV.9.** Radiación Solar Global Media Estacional (verano) en el área del Sistema Ambiental en estudio.

**Tabla IV.11.** Distribución y superficies de la Radiación Solar Global Media Estacional (verano) del sistema ambiental

Radiación Solar Global Media Estacional (Verano)	Sistema Ambiental	
	Área (km <sup>2</sup> )	%
23 a 24	113.38	100

### Radiación Solar Global Media Estacional (Primavera)

La radiación solar global durante el verano en el Sistema Ambiental es de los 17 a 19 W/m<sup>2</sup>. (ver mapa IV.10).



**Mapa IV.10.** Radiación Solar Global Media Estacional (primavera) en el área del Sistema Ambiental en estudio.

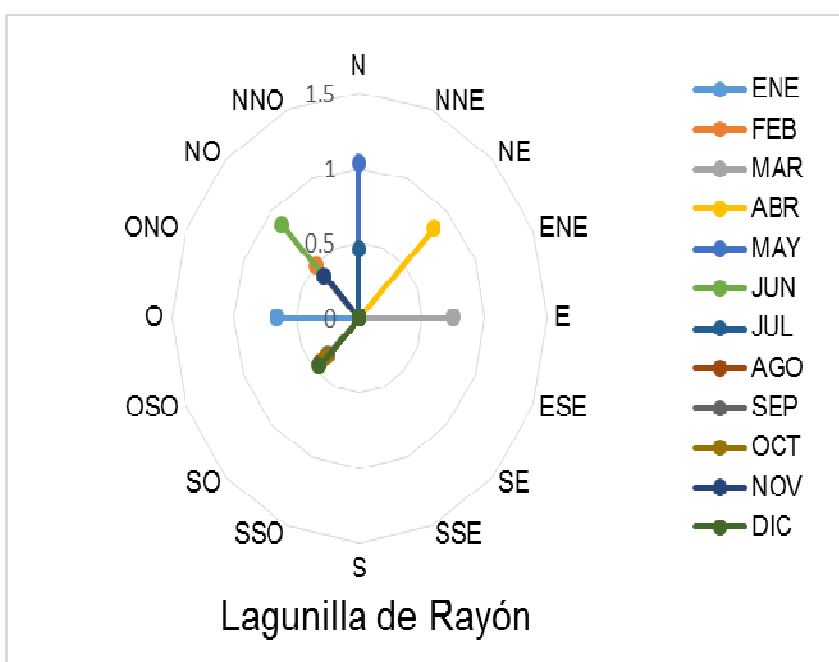
**Tabla IV.12.** Distribución y superficies de la Radiación Solar Global Media Estacional (primavera) del sistema ambiental

Radiación Solar Global Media Estacional (Primavera)	Sistema Ambiental	
	Área (km <sup>2</sup> )	%
17 a 18	6.05	5.33
18 a 19	107.34	94.67

## Dirección y velocidad del viento (promedio)

### Velocidad del viento

Las principales corrientes de aires provienen en el sentido W, con una velocidad promedio de 2.1 m/s; siendo la más alta en el mes de Mayo con 3.7 m/s y la más baja se presenta en el mes de Septiembre con 1.3 m/s. De acuerdo a los datos de la rosa de los vientos proporcionada por la Red Estatal de Monitoreo Atmosférico de Puebla para la estación Lagunillas de Rayón, se indica que el 85% de las corrientes de aire vienen en el sentido NNE.



Gráfica IV.4. Velocidad del viento en el Área del Sistema Ambiental en estudio.

Tabla IV.13. Velocidad y dirección del viento mensual y anual en el área de estudio.

Nombre	Parámetro	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Estación Lagunilla de Rayón	VV	2.3	1.7	2.7	3.0	3.7	3.1	1.6	1.5	1.3	1.3	1.4	1.6	2.1
	VV max.	12.7	14.8	17.5	50.4	36.7	26.1	28.2	21.8	17.9	18.2	13.4	19.0	23.1

Vv.=Velocidad del viento (km/hr)

Vv. Máx.= Velocidad del viento Máxima (km/hr)

s/d= sin dato

Fuente: Elaboración propia a través de datos históricos de Estaciones Climáticas del INIFAP (periodo 2007 -2014).



## Otros fenómenos climatológicos (nortes, tormentas tropicales y huracanes, entre otros eventos extremos).

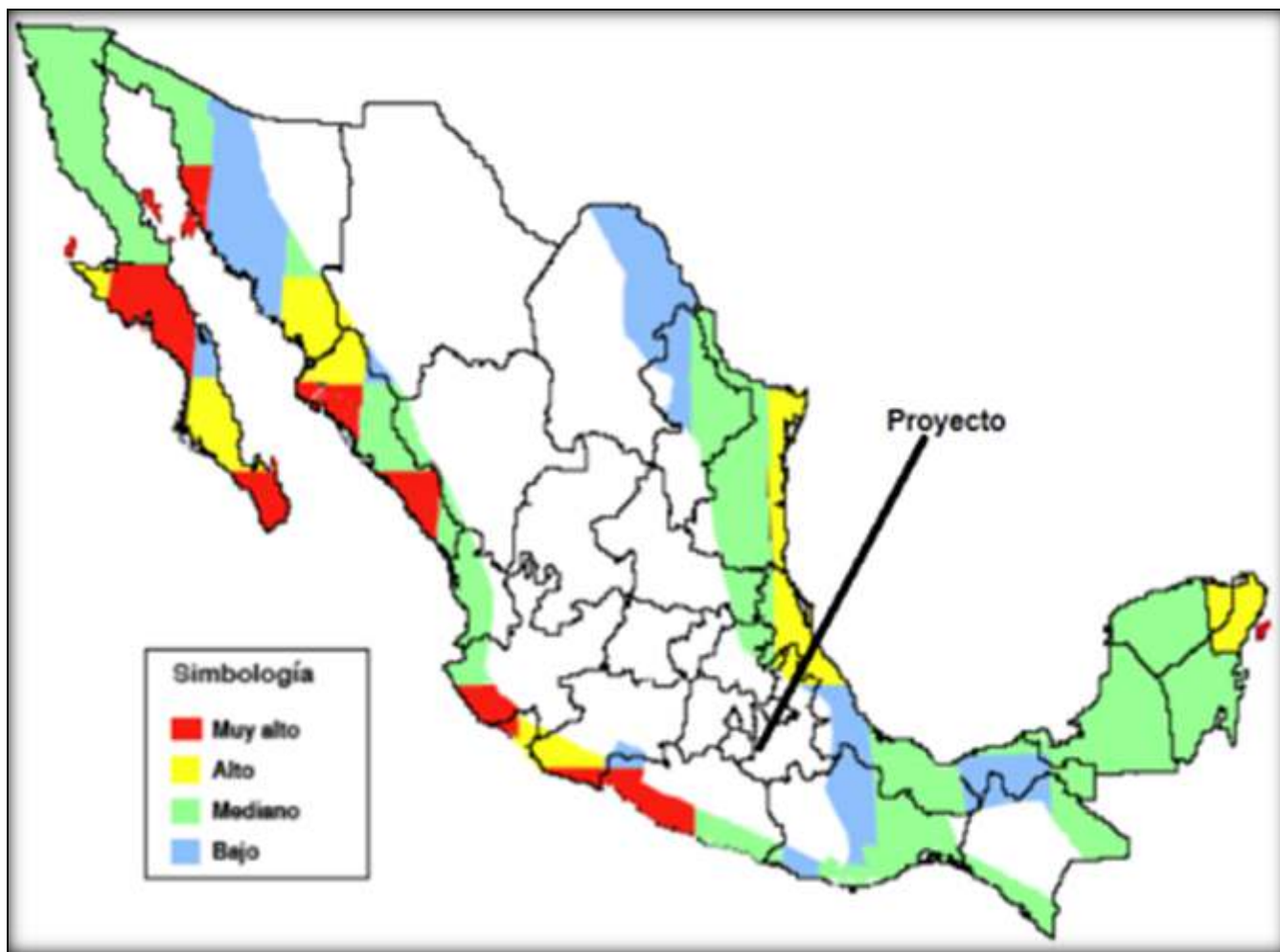
### Ciclones

En la figura IV.1 se indica la distribución de las zonas de peligro por incidencia de ciclones en el ámbito nacional (CENAPRED, Diagnóstico nacional de los asentamientos humanos ante el riesgo de desastres, 2010), apreciándose que el Estado de Puebla se clasifica en dos categorías: alto y bajo; con lo cual, el 17.7 % de la población está potencialmente expuesta, lo que equivale a 958,815 habitantes, pero el predio de interés no se clasifica dentro de alguna de estas secciones, ya que dichos fenómenos climatológicos se ubican hacia las zonas costeras del país, y las zonas contiguas son amortiguadas por las topoformas dominantes (sierras principalmente).

Gracias a estas distribuciones fisiográficas, el predio se resguarda de estos fenómenos, al ubicarse fuera de las áreas de alcance. Los diversos ciclones tropicales, que han impactado en las costas mexicanas corresponden a un total de 153 eventos para el Pacífico de 1963 a 2009, mientras que para el Atlántico se registraron 96 eventos de 1944 a 2009. En el caso del área del predio, no presenta incidencia por ciclones costeros.

En el periodo de 1944 a 2009, se registraron 723 ciclones tropicales, de los cuales el 53% evolucionaron a huracán. De los ciclones generados en el Atlántico, el 28% llegó a tener repercusión en la República Mexicana. Los ciclones tropicales que se forman en el Atlántico y que llegan a tocar tierras mexicanas son aproximadamente el 12%, es decir, un total de 78 eventos. La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) reporta para la zona de estudio, la presencia de huracanes categoría I (nivel de daño mínimo con vientos  $\leq 153 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) y categoría II (nivel de daño moderado con vientos  $\leq 177 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ). Los ciclones no tienen relación con el proyecto debido a que la costa se ubica a 220 km de distancia (Sur – Oeste); además, el Municipio de Chietla no está clasificado como población objetivo por riesgo hidrometeorológico.





**Figura IV.1.** Diagnóstico de Peligros por Ciclones



**Figura IV.2.** Porcentaje de ciclones en las costas mexicanas

### Inundaciones

Por otra parte, el área de proyecto está catalogada en el Índice de peligro municipal por inundaciones del Estado de Puebla, como Media (figura IV.3), teniendo las siguientes características:

Sin decesos

Daño moderado

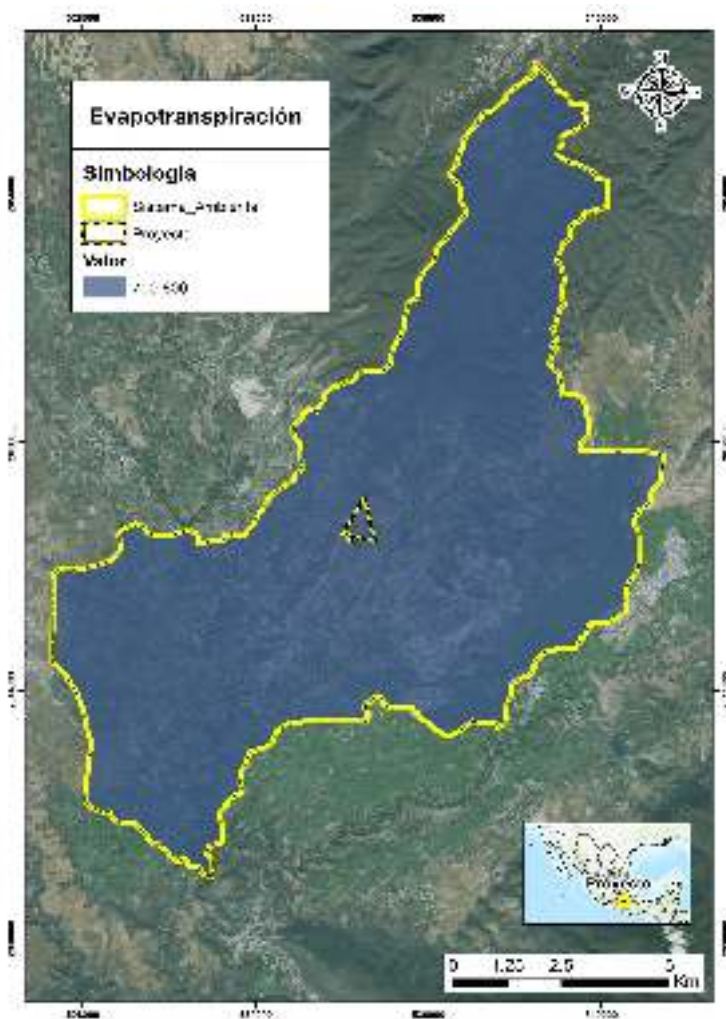


Figura IV.3. Riesgo de inundación municipal



### Evapotranspiración

La evapotranspiración presente en el área del sistema ambiental es de 700-800 mm (mapa IV.11).



Mapa IV.9. Evapotranspiración presente en el área del proyecto.

Tabla IV.14. Número de días de evaporanspiración total

EVAPORANSPIRACIÓN TOTAL													
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NORMAL AÑOS CON DATOS	143.8	171.5	232.2	251.6	246.4	208	195.4	185.4	155.3	151.3	133.9	126.6	2,201.40
	32	33	32	33	33	31	31	31	29	31	32	32	

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL, NORMALES CLIMATOLÓGICAS, ESTADO DE MORELOS, PERIODO: 1951-2010, ESTACION: 00017036 LAGUNILLAS DE RAYON, LATITUD: 18°29'00" N, LONGITUD: 098°43'00" W, ALTURA: 1,010.0 MSNM.

**Otros fenómenos:**

**Tabla IV.15.** Número de días con lluvia

NUMERO DE DIAS CON LLUVIA													
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
AÑOS CON DATOS	0.8	0.6	0.7	1.5	5.7	13.3	11.8	13.4	12.6	5.3	1.3	0.5	67.5
	33	33	32	34	34	33	33	33	32	32	33	33	

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL, NORMALES CLIMATOLÓGICAS, ESTADO DE MORELOS, PERIODO: 1951-2010, ESTACION: 00017036 LAGUNILLAS DE RAYON, LATITUD: 18°29'00" N, LONGITUD: 098°43'00" W, ALTURA: 1,010.0 MSNM.

**Tabla IV.16.** Número de días con niebla

NIEBLA													
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
AÑOS CON DATOS	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0.2
	33	33	32	34	34	33	33	32	32	32	33	33	

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL, NORMALES CLIMATOLÓGICAS, ESTADO DE MORELOS, PERIODO: 1951-2010, ESTACION: 00017036 LAGUNILLAS DE RAYON, LATITUD: 18°29'00" N, LONGITUD: 098°43'00" W, ALTURA: 1,010.0 MSNM.

**Tabla IV.17.** Número de días con granizo

GRANIZO													
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
AÑOS CON DATOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	33	33	32	34	34	33	33	32	32	32	33	33	

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL, NORMALES CLIMATOLÓGICAS, ESTADO DE MORELOS, PERIODO: 1951-2010, ESTACION: 00017036 LAGUNILLAS DE RAYON, LATITUD: 18°29'00" N, LONGITUD: 098°43'00" W, ALTURA: 1,010.0 MSNM.

**Tabla IV.18.** Número de días con tormenta eléctrica

TORMENTA ELECTRICAS													
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
AÑOS CON DATOS	0	0	0	0	0.2	0.9	0.8	0.7	0.8	0.3	0	0.1	3.8
	33	33	32	34	34	33	33	32	32	32	33	33	

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL, NORMALES CLIMATOLÓGICAS, ESTADO DE MORELOS, PERIODO: 1951-2010, ESTACION: 00017036 LAGUNILLAS DE RAYON, LATITUD: 18°29'00" N, LONGITUD: 098°43'00" W, ALTURA: 1,010.0 MSNM.



#### IV.2.1.2. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

##### *Geología histórica.*

Particularmente en la zona de estudio se encuentran las siguientes unidades geológicas con origen geológico del Cenozoico.

**Ti(cg):** Era **Cenozoico**, Periodo **Terciario inferior**, Origen **Conglomerado** y **Ts(lgei):** Era **Cenozoico**, Periodo **Terciario superior**, Origen **Roca Ígnea Extrusiva**,

**T(s):** Era **Cenozoico**, Periodo **Terciario superior**, Origen **Conglomerado** y **K(s):** Era **Cenozoico**, Periodo **Cretácico Superior**, Origen **Roca sedimentaria**,

La unidad **Ti(cg)**, está constituida por conglomerados rojos y calcáreos, con interdigitaciones y superposiciones de paquetes de areniscas y limolitas. Los conglomerados en su mayoría son masivos y bien compactados, compuestos por fragmentos de calizas, dolomías, areniscas, pedernal y rocas ígneas. Esta unidad contiene intercalaciones de derrames de basalto y andesita, pertenece a la formación Balsas y aflora en varias zonas, al sur del estado. La unidad **Ts(lgei)**, constituye la base del paquete de rocas volcánicas de la región de la Faja Volcánica Mexicana o Eje Neovolcánico. Esta unidad pertenece al Terciario Superior y aflora ampliamente en toda la parte centro y centro norte del estado. Conforman la mayor parte de las grandes estructuras volcánicas, como el Pico de Orizaba, La Malinche, El Popocatepetl e Iztaccíhuatl. Incluye a varias unidades de composición andesítica de diversa textura, como brechas volcánicas, tobas y derrames, que sobreyacen discordantemente a rocas sedimentarias del Mesozoico. A su vez, se encuentran cubiertas por tobas ácidas, y ceniza volcánica del Terciario Superior y Cuaternario. En la parte sur y suroeste del estado, la unidad está representada por derrames tipo "AA" de andesita porfídica amigdaloides, que presentan intemperismo, esferoidal; y por cuerpos de toba vitrocrystalina de composición andesítica, con pseudoestratificación. Descansa sobre sedimentos continentales del Terciario Inferior y sobre rocas metamórficas, del Paleozoico y está cubierta por basaltos y brechas volcánicas básicas.

La unidad **K(s)**, en el área está caracterizada por el predominio de materiales pertenecientes al Cretácico Superior (margas, calizas margosas y areniscas).

Los materiales que afloran en el municipio se han agrupado en unidades litológicas atendiendo a la composición de las rocas que las integran y a su comportamiento físico-químico frente a los procesos erosivos. En la tabla anterior se representa la correspondencia entre las unidades geológicas y las unidades litológicas. Se describen a continuación las unidades litológicas presentes:

### 1. Margas

Incluye los materiales carbonatados en los que la componente arcillosa es lo suficientemente importante como para que se refleje en la litología. Puede existir algún tramo alternante de margocaliza o limolita, según que este predominio de arcillas sea algo menor o algo mayor. Son margas y margocalizas del Cretácico Superior.

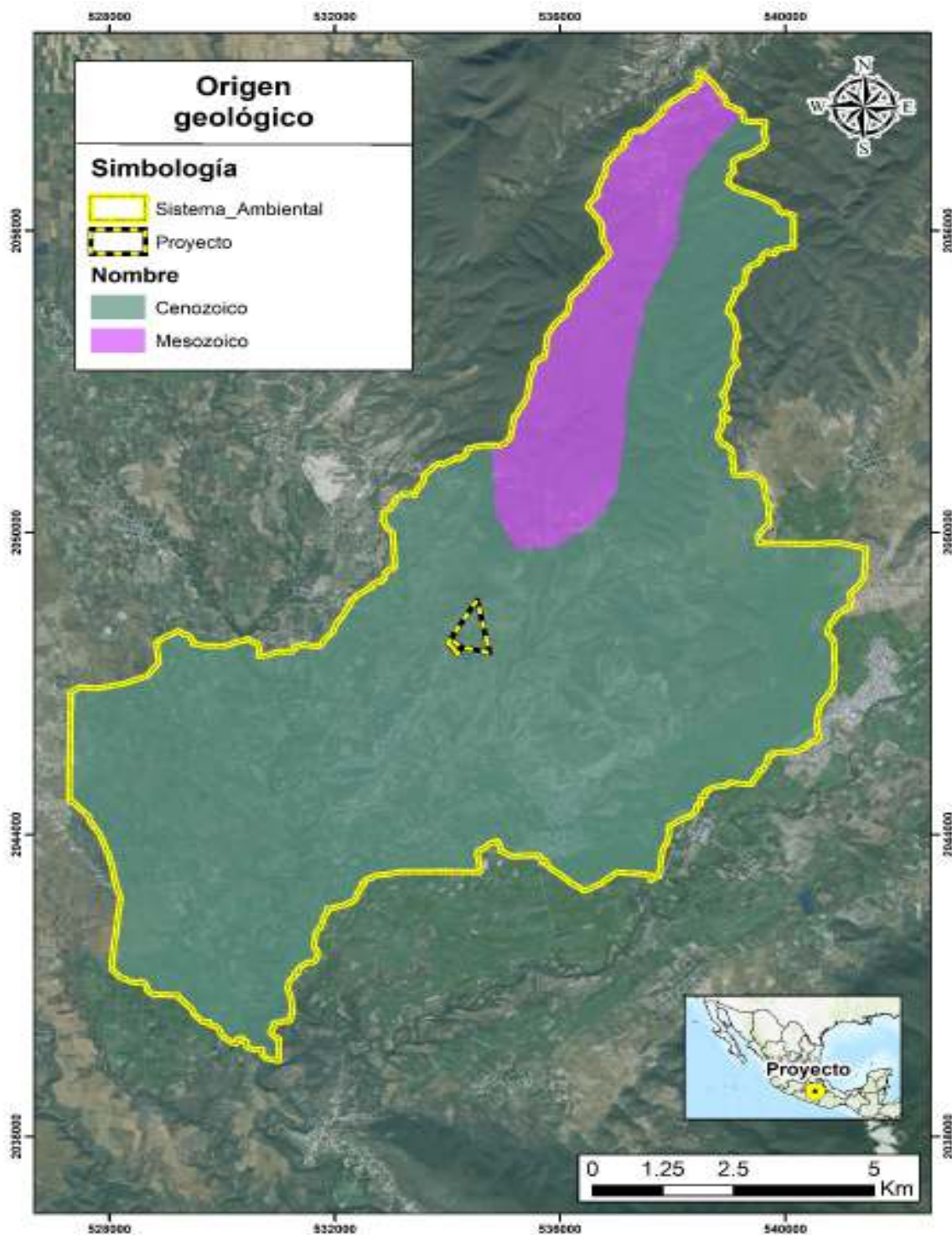
### 2. Alternancia de margocalizas, margas, calizas y calcarenitas

En esta unidad se incluyen las alternancias formadas por materiales fundamentalmente carbonatados, sin importar la abundancia de ninguna de las litologías en concreto. Son formaciones flyschoides del Cretácico y del Terciario.

### 3. Calizas

Incluye todas las unidades con un alto contenido de carbonato, fundamentalmente calizas, independientemente de su carácter (calcarenitas, calizas bioclásticas, nodulosas, estratificadas, arenosas, etc.)

El área de interés tiene su conformación Geológica en los Periodos Cuaternario, Cretácico, Neógeno, Paleógeno y Terciario. También está conformado por un suelo del tipo aluvial. Tiene su origen, en el Terreno Mixteco, el cual tiene como base al Complejo Metamórfico Acatlán, del Paleozoico Temprano. La columna geológica del sitio donde se localiza el Banco de Yeso “La Mole”, abarca la Era del Cenozoico, del Periodo Terciario, de la Época del Neógeno, con pisos del Mioceno y del Plioceno y cuyo tipo de rocas en la zona del proyecto es Volcanoclástico – Yeso (TmplVc-Y).



Mapa IV.12. Origen geológico presentes en el área del sistema ambiental en estudio

**Tabla IV.19.** Distribución y superficies del origen geológico del sistema ambiental

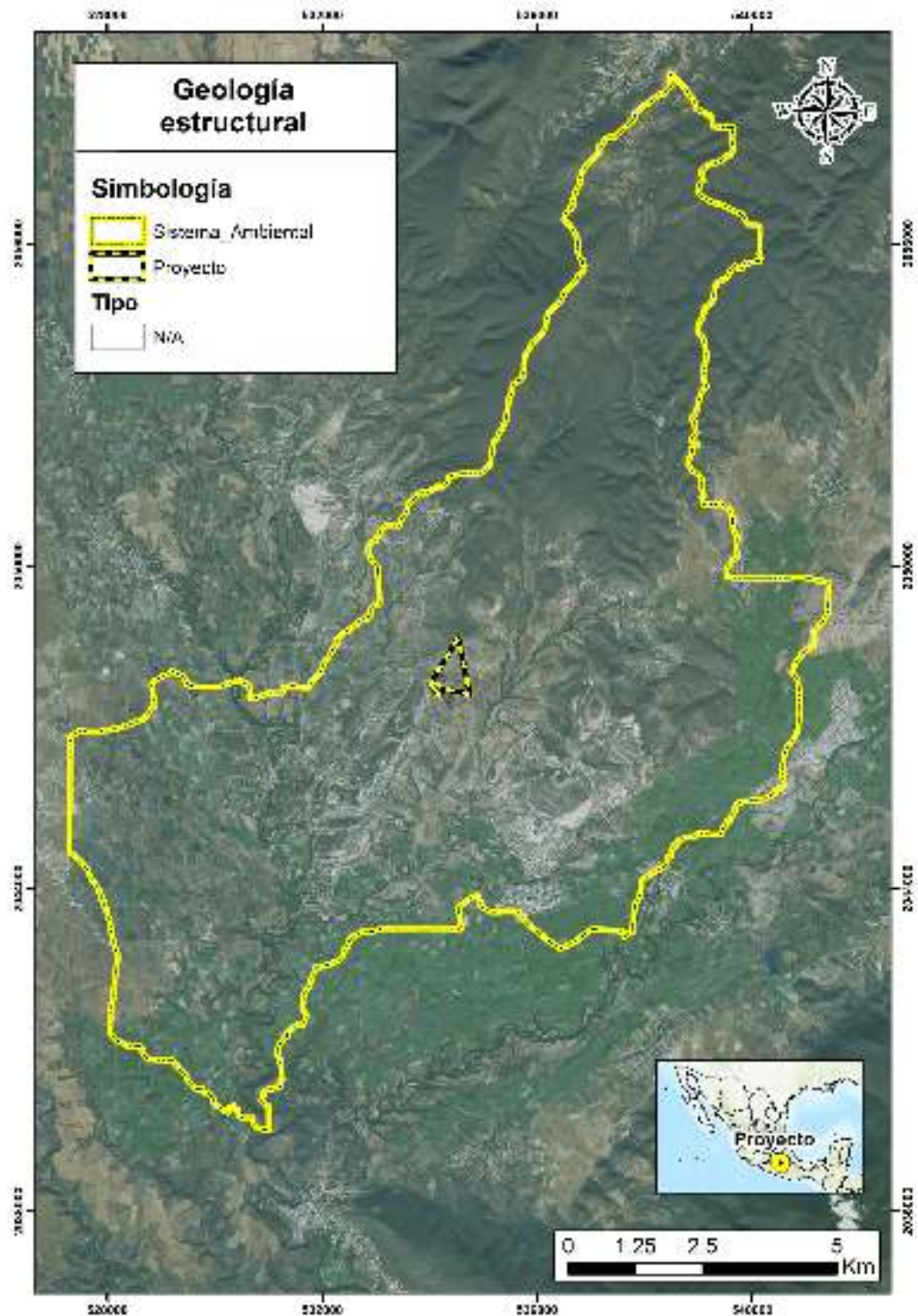
Origen geológico	Sistema Ambiental	
	Área (km <sup>2</sup> )	%
Cenozoico	98.67	87.03
Mesozoico	14.71	12.97

El área del sistema ambiental en estudio se encuentra dentro de la provincia fisiográfica Eje neovolcánico. Esta provincia se puede describir como una acumulación de estructuras volcánicas de diversos tipos, originada en numerosos y sucesivos episodios volcánicos que se iniciaron a mediados del terciario y continuaron hasta el presente.

### ***Geología estructural***

El sistema ambiental se encuentra exento de fallas y fracturas. Con base en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se puede declarar que el predio de interés no reporta presencia de fallas o fracturas. A 21.5 km al noroeste del predio, se encuentra una falla normal definida con orientación noroeste-suroeste y con una longitud de 9364.5 km. En el costado noreste se ubica a 26.049 km, una falla normal definida con orientación noroeste-suroeste y el bloque está direccionado hacia el Noroeste con una longitud de 9342.6 km. Al suroeste se ubica a una distancia de 16.069 km, una falla normal definida con dirección noroeste-suroeste con una longitud de 9584.8 km y el bloque está direccionado hacia el Noroeste. Finalmente, existe una falla normal definida con dirección noroeste-suroeste, con una longitud de 8853.7 km y el bloque está direccionado hacia el Noroeste, a una distancia del predio de 12.8 km, (ver mapa IV.13).





**Mapa IV.13.** Geología estructural presente en el área del sistema ambiental en estudio.



**Características litológicas del área.**

**Clase de rocas:**

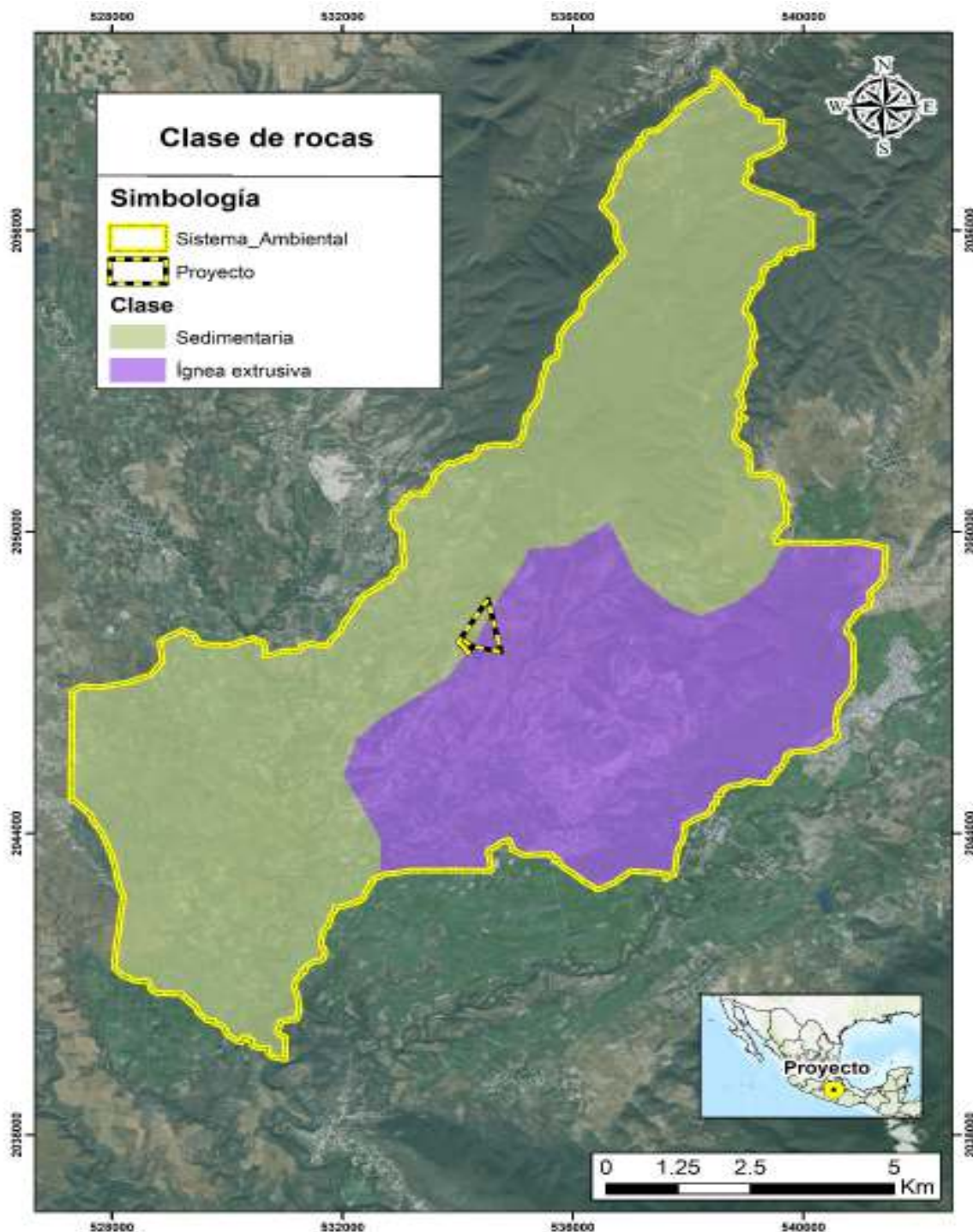
**Sedimentarias.** Son rocas que se forman por acumulación de sedimentos, los cuales son partículas de diversos tamaños que son transportadas por el agua, el hielo o el viento, y son sometidas a procesos físicos y químicos (diagénesis), que dan lugar a materiales consolidados. Las rocas sedimentarias pueden formarse a las orillas de los ríos, en el fondo de barrancos, valles, lagos, mares, y en las desembocaduras de los ríos. Se hallan dispuestas formando capas o estratos. Existen procesos geológicos externos que actúan sobre las rocas preexistentes, estos agentes las meteorizan, transportan y depositan en diferentes lugares dependiendo del transporte (agua, viento, hielo). De igual manera, distintos organismos animales o vegetales pueden contribuir a la formación de rocas sedimentarias (fósiles). Las rocas sedimentarias pueden existir hasta una profundidad de diez kilómetros en la corteza terrestre. Estas rocas pueden presentarse sueltas o consolidadas, es decir, que han sido unidas a otras por procesos posteriores a la sedimentación, conocidos como diagénesis. Las rocas sedimentarias cubren más del 75 % de la superficie terrestre, formando una cobertura sedimentaria que se encuentra sobre rocas ígneas y, en menor medida, en metamórficas. Sin embargo, su volumen total es pequeño cuando se comparan sobre todo con las rocas ígneas, que no solo forman la mayor parte de la corteza, sino la totalidad del manto.

***Igneas Extrusivas.***

Las rocas ígneas que se forman sobre la superficie de la tierra se llaman rocas ígneas extrusivas. A estas rocas también se les conoce como rocas volcánicas, ya que se forman de la lava que se enfría en o sobre el nivel de la superficie de la Tierra.

**Tabla IV.19.** Distribución y superficies de las clases de roca del sistema ambiental.

Clases de rocas	Sistema Ambiental	
	Área (km <sup>2</sup> )	%
Ígnea extrusiva	40.47	35.69
Sedimentaria	72.92	64.31



Mapa IV.14. Clases de rocas presentes en el área del sistema ambiental en estudio

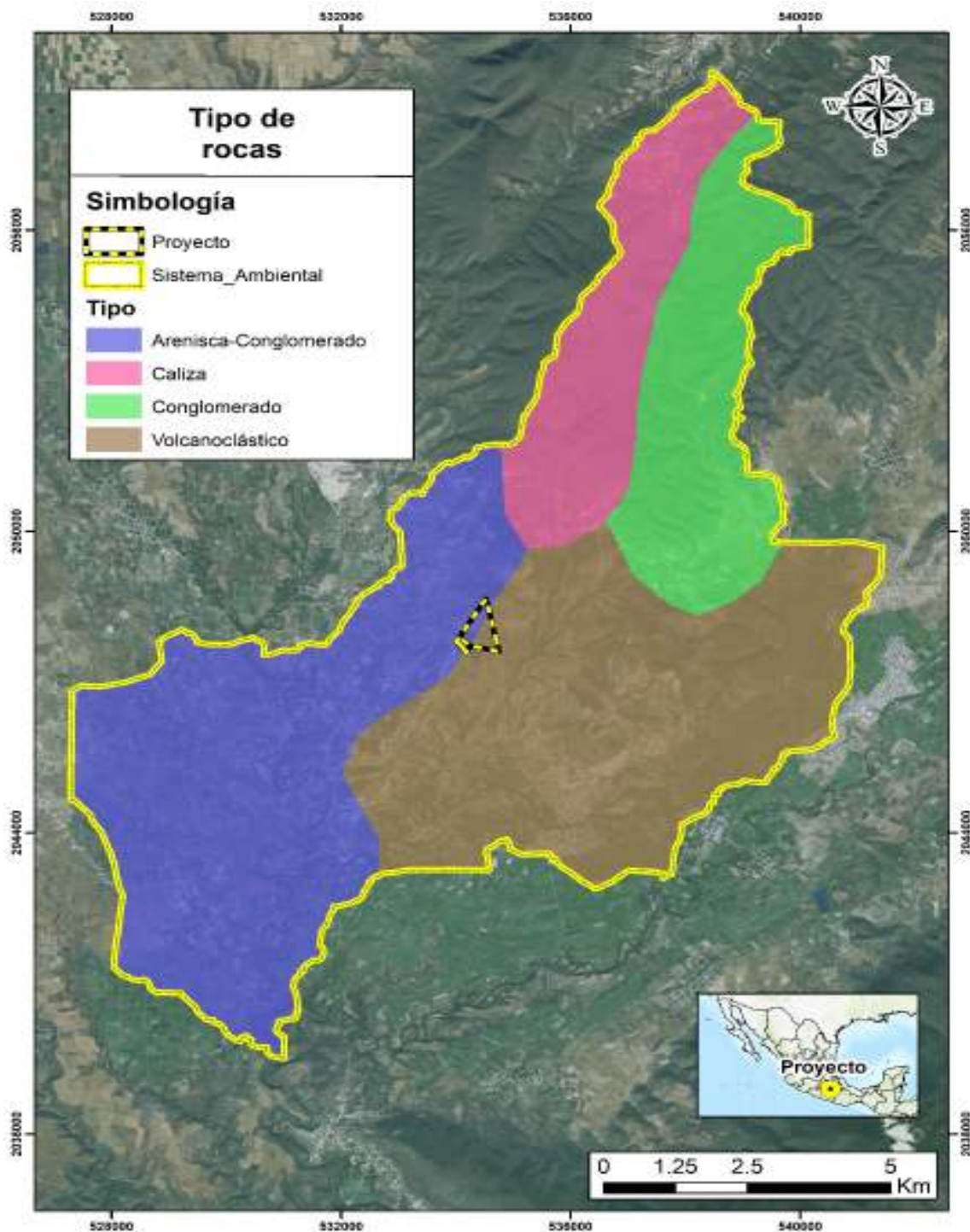
**Tipo de Rocas:**

**Arenisca-Conglomerado.** Arenisca. La composición química de esta roca es la misma que la de la arena; así, la roca está compuesta esencialmente de cuarzo y se podrían encontrar pequeñas cantidades de feldespato y otros minerales. Reconocimiento: granos de tipo arena. Un Conglomerado es una roca sedimentaria clástica. Se forma generalmente en el ambiente fluvial. El conglomerado se compone de clastos (fragmentos) redondeados de tamaño grande.

**Volcánoclasico.** Son rocas de una tercera clasificación se funda en la herencia de los fragmentos volcánicos. Los piroclastos involucrados y provenientes del evento volcánico se llaman clastos juveniles. Los clastos formados por fragmentación de rocas preexistentes y incorporados en los depósitos volcanoclásticos son clastos accidentales.

**Tabla IV.20.** Distribución y superficies de los tipos de roca del sistema ambiental.

Clases de rocas	Sistema Ambiental	
	Área (km <sup>2</sup> )	%
Arenisca-Conglomerado	40.70	35.90
Caliza	14.71	12.97
Conglomerado	17.51	15.44
Volcanoclástico	40.47	35.69



Mapa IV.15. Tipos de rocas presentes en el área del sistema ambiental en estudio



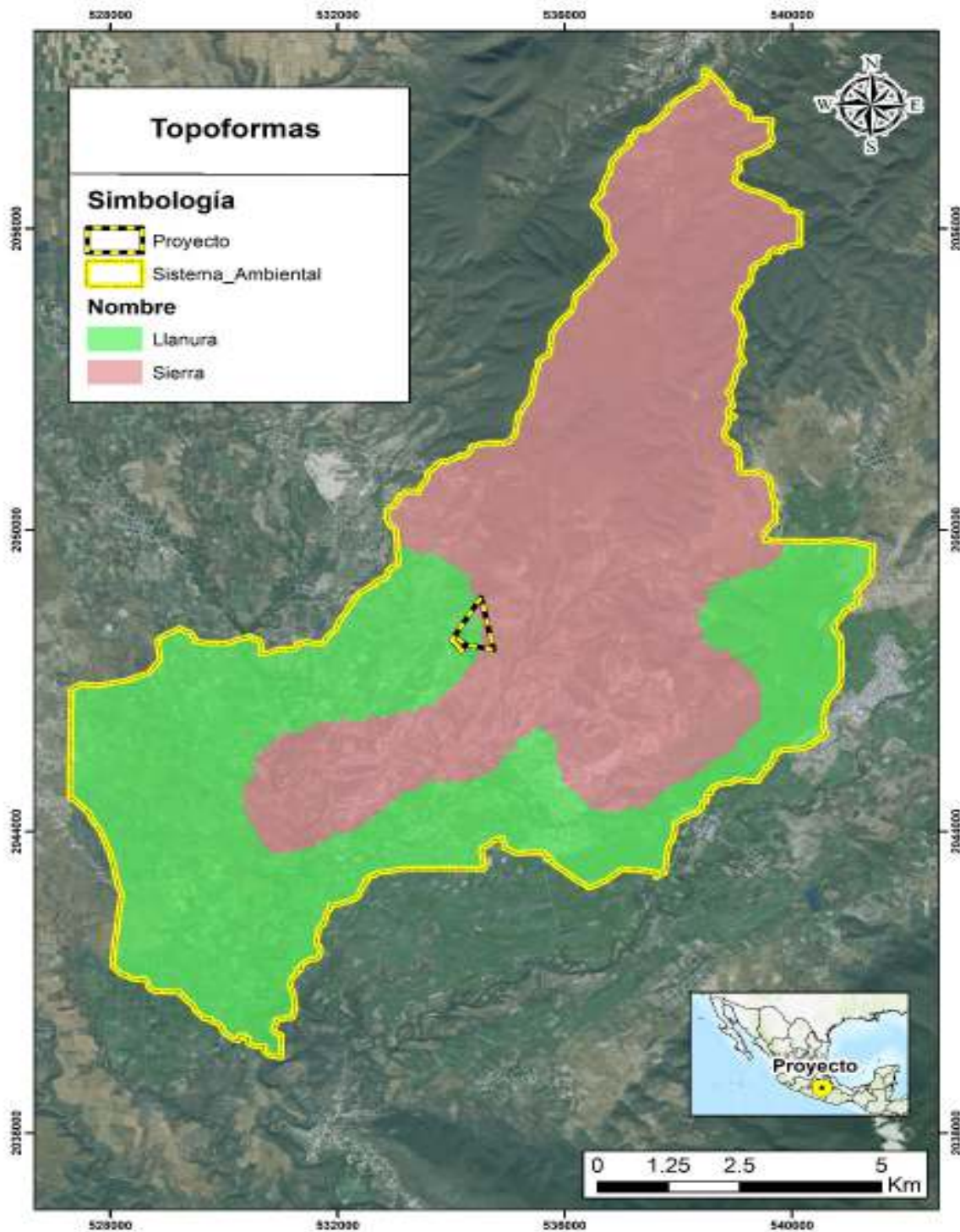
## Geomorfología

La República Mexicana ha sido dividida en 15 diferentes provincias fisiográficas y en el predio de interés se encuentra la provincia denominada Eje Neovolcánico. Esta provincia se puede describir como una acumulación de estructuras volcánicas de diversos tipos, originada en numerosos y sucesivos episodios volcánicos que se iniciaron a mediados del terciario y continuaron hasta el presente.

Uno de sus rasgos característicos es la franja de volcanes que se extiende de oeste a este casi en línea recta alrededor del paralelo 19°. Esta provincia incluye sierras volcánicas, grandes coladas de grava, depósitos de ceniza, cuencas cerradas (endorreicas) ocupadas por lagos y estructuras de calderas volcánicas. La Subprovincia del predio de interés se ubica en la Lagos y Volcanes de Anahuac.

En el sistema ambiental del proyecto, la topoforma dominante es la sierra (mapa IV.16), término que el INEGI usa para definir a la franja de terreno suavemente inclinado formado en las bases de las cadenas montañosas (INEGI 2000; Diccionario de datos fisiográficos).





Mapa IV.16. Tipo de topoformas presentes en el área del sistema ambiental en estudio.

**Tabla IV.21.** Distribución y superficies de las geoformas del sistema ambiental

Geoformas	Sistema Ambiental	
	Área (km <sup>2</sup> )	%
Llanura	50.79	44.80
Sierra	62.59	55.20

### Elevación.

El rango altitudinal presente dentro del sistema ambiental en estudio oscila de los 500 a los 2000 msnm (ver mapa IV.17) y el rango altitudinal presente dentro del proyecto en estudio oscila de los 1000 a 1500 msnm, específicamente entre los 1052 a 1101 msnm, con una altura promedio de los 1064 msnm.

**Tabla IV.22.** Distribución y superficies del rango altitudinal del sistema ambiental.

Rango altitudinal	Sistema Ambiental	
	Área (km <sup>2</sup> )	%
500 a 1000	21.61	19.06
1000 a 1500	85.21	75.15
1500 a 2000	6.56	5.79

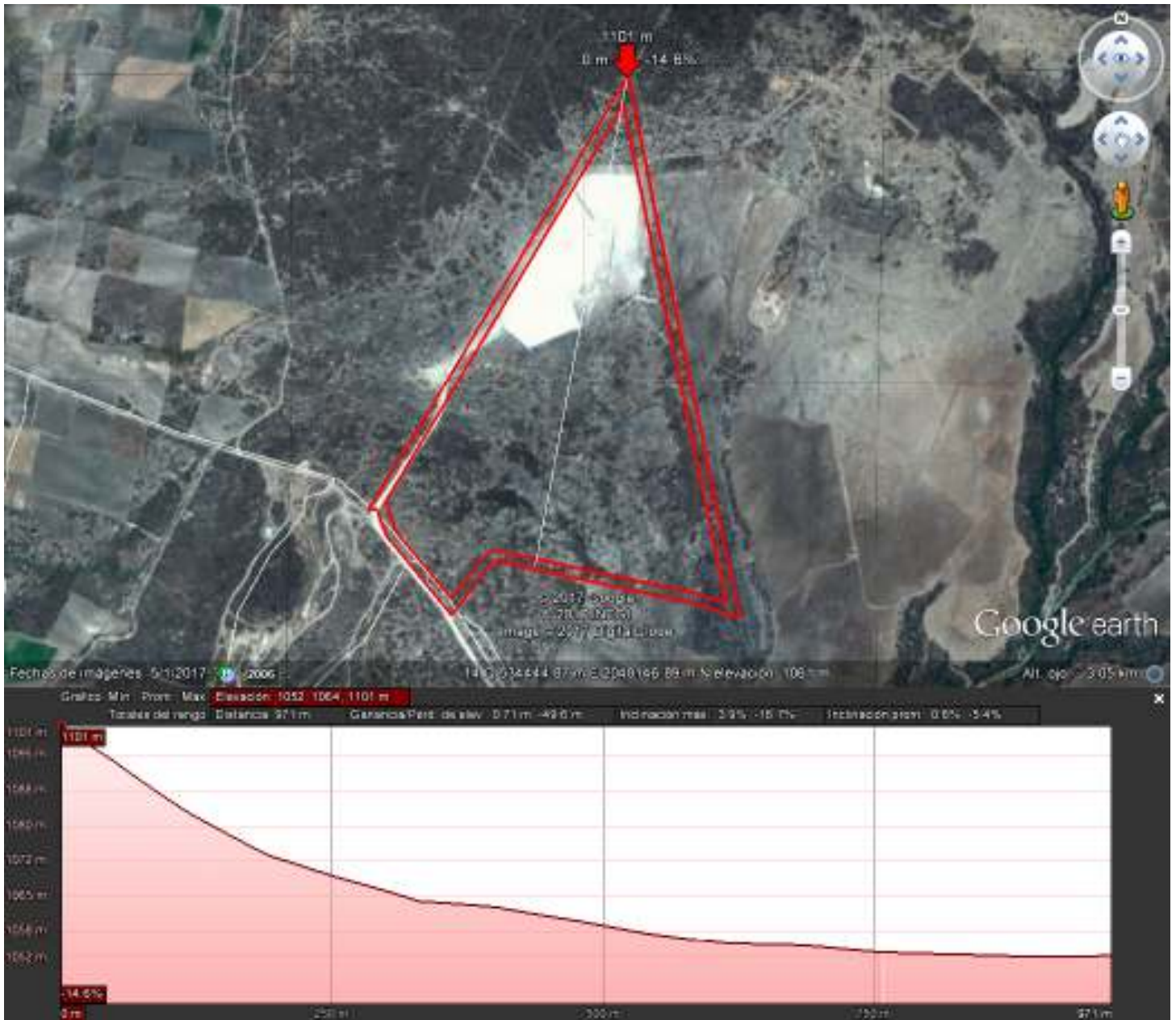
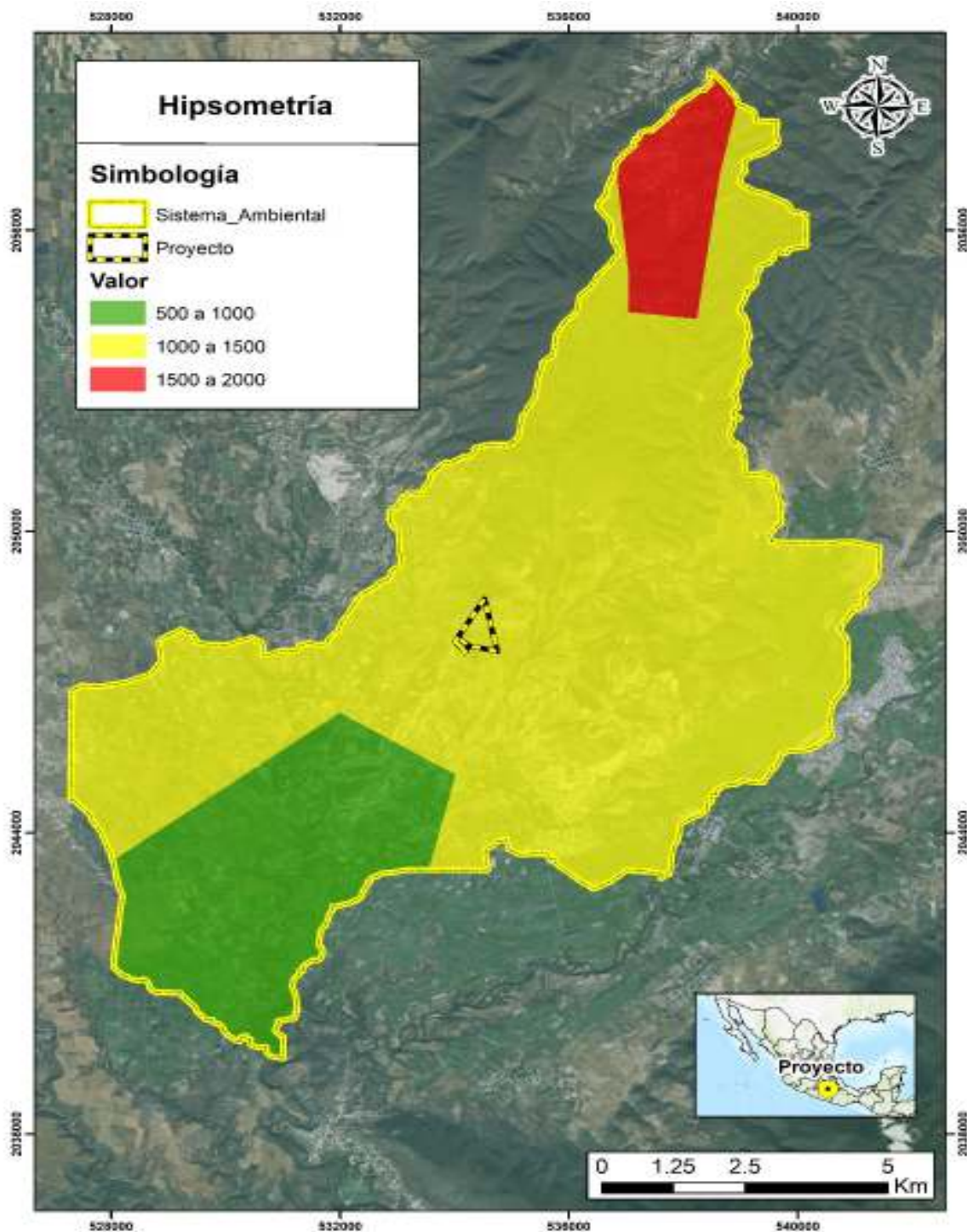


Figura IV.4. Perfil topografico altitudinal del proyecto en estudio

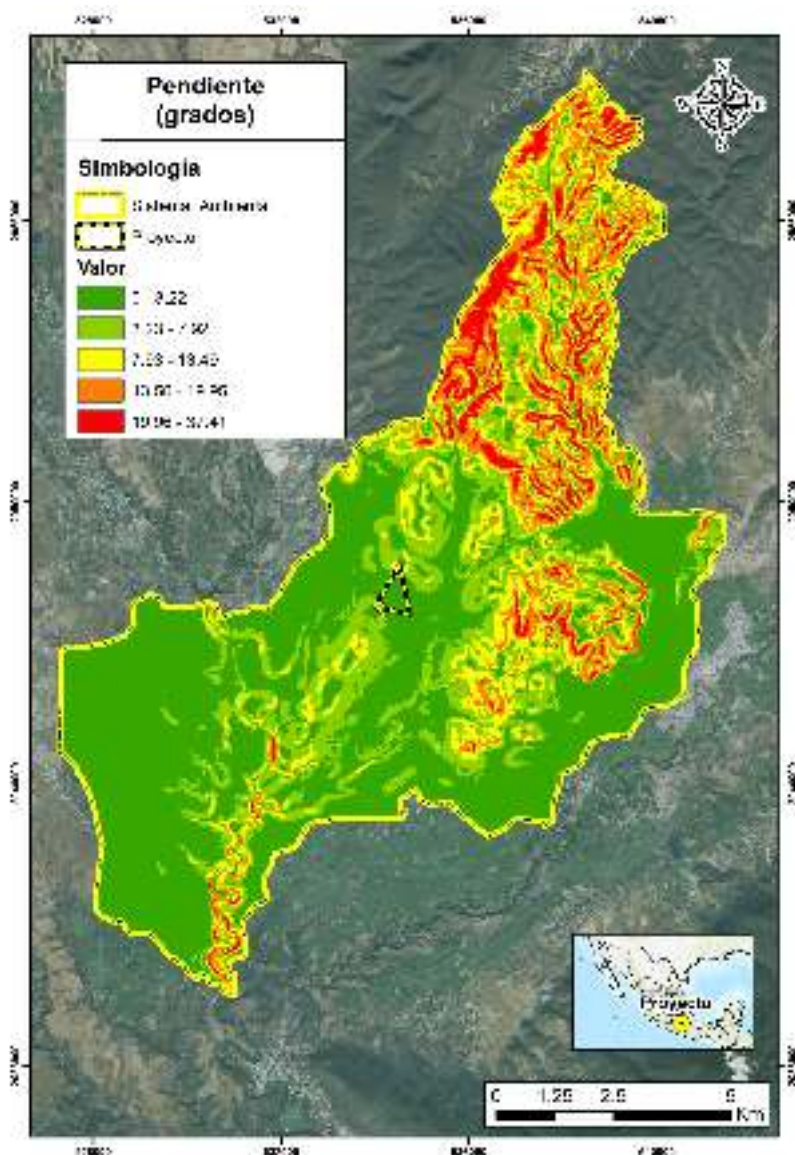




**Mapa IV.17.** Rangos altitudinales (msnm) presentes en el área del sistema ambiental en estudio.

## Pendientes

Los grados de pendiente registradas dentro del sistema ambiental en estudio van en su mayoría de los 0 a 3.22 %. El porcentaje de pendiente registradas dentro del proyecto en estudio van en su mayoría de los 0 a 5.27 %, registrándose la pendiente mas alta en la parte norte del proyecto con un 16.7%. El porcentaje de pendiente media en el área de estudio va del 4%, (ver mapa IV.18, tabla IV.23).



**Mapa IV.18.** Gradientes de la pendiente en porcentaje presentes en el área del sistema ambiental en estudio.



**Tabla IV.23.** Distribución y superficies del rango de pendientes del sistema ambiental.

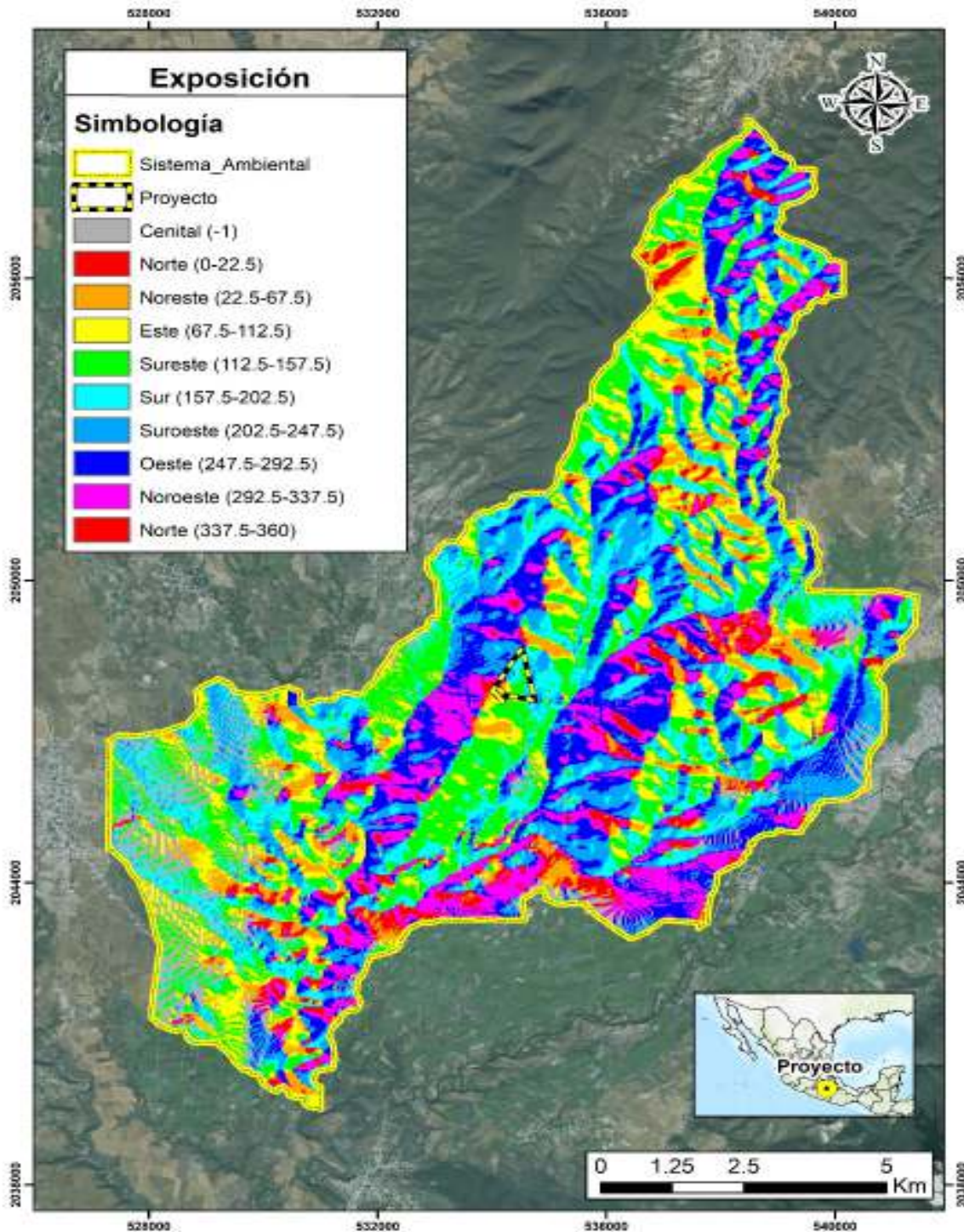
Rango de pendientes	Sistema Ambiental	
	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentaje
0 - 3.22	57.5	50.68
3.23 - 7.92	23.7	20.92
7.93 - 13.49	15.2	13.41
13.50 - 19.95	11.3	9.95
19.96 - 37.41	5.7	5.04

### Exposiciones

Las exposiciones presentes dentro del sistema ambiental son muy diversas y variadas, registrándose en su mayoría exposiciones sureste (17.84%) y sur (17.84%), (ver mapa IV.19).

**Tabla IV.24.** Distribución y superficies del rango de exposiciones del sistema ambiental.

Rango de Exposiciones	Sistema Ambiental	
	Área (km <sup>2</sup> )	%
Cenital (-1)	6.6	5.84
Norte (0-22.5)	3.1	2.77
Noreste (22.5-67.5)	7.5	6.62
Este (67.5-112.5)	12.6	11.13
Sureste (112.5-157.5)	20.2	17.84
Sur (157.5-202.5)	17.0	15.03
Suroeste (202.5-247.5)	16.9	14.87
Oeste (247.5-292.5)	15.4	13.61
Noroeste (292.5-337.5)	11.5	10.14
Norte (337.5-360)	2.4	2.15



**Mapa IV.19.** Principales exposiciones presentes en el área del sistema ambiental en estudio.

- Susceptibilidad de la zona a: sismicidad, deslizamiento, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica.

### Sismicidad

El Estado de Puebla por su ubicación geográfica es afectado por el eje neovolcánico, que tuvo su origen en fenómenos tectónicos y orogénicos que se desarrollaron en el lugar, y fueron de los tipos del Oligoceno y Mioceno del Período Terciario de la Era Cenozoica. En la parte Noroeste del Estado se detectaron sistemas de fallas y fracturas locales, de tipo normal, esto la convierte en una región asísmática, es decir, sin presencia de sismos. En tanto la zona de valle del Estado, se incluyen en una zona penisísmática, es decir, que es alto el riesgo de la presencia de un sismo y en caso de presentarse sería de muy alto.



Mapa IV.5. Clasificación de las áreas de riesgos para la República Mexicana.

## Deslizamientos

De acuerdo al CENAPRED, la inestabilidad de laderas, también conocida como proceso de remoción en masa, se puede definir como la pérdida de la capacidad del terreno natural para autosustentarse, lo que deriva en reacomodos y colapsos. Se presenta en zonas montañosas donde la superficie del terreno adquiere diversos grados de inclinación. Los principales tipos de inestabilidad de laderas son: Caídos, deslizamientos y flujos. El grado de estabilidad de una ladera depende de diversas variables (factores condicionantes) tales como la geología, la geomorfología, el grado de intemperismo, la deforestación y la actividad humana, entre otros. Los sismos, las lluvias y la actividad volcánica son considerados como factores detonantes o desencadenantes de los deslizamientos (factores externos). Debido a que el agua juega el papel más importante en la inestabilidad de una ladera, las medidas de prevención y mitigación deben ser orientadas a reducir al mínimo su ingreso al interior de las laderas. El banco de Yeso “La Mole”, se ubica en la región potencial a deslizamientos de ladera denominada “Eje Neovolcánico”, que forma parte de las 8 regiones potenciales con deslizamiento de laderas, como se puede ver en la Figura IV.1.

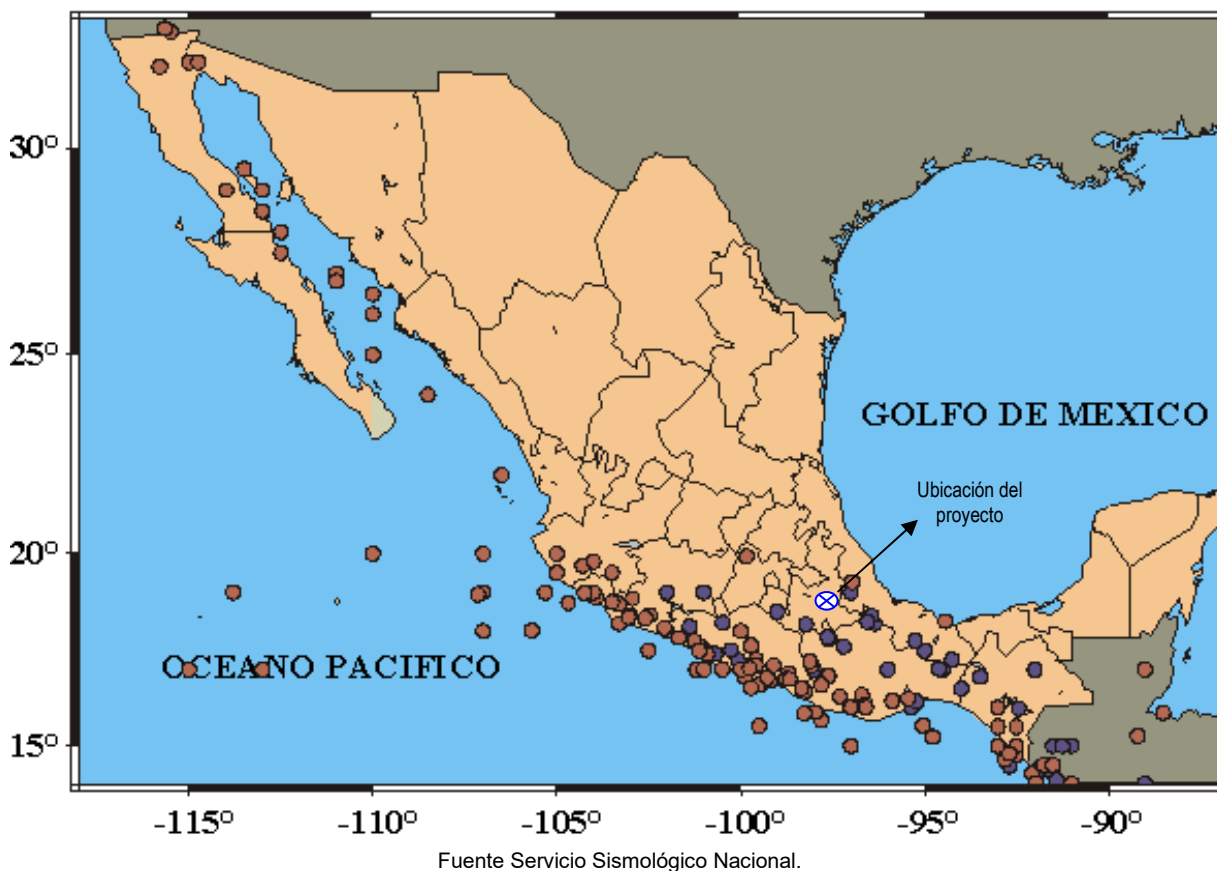


Figura IV.1. Regiones potenciales de deslizamiento en la república mexicana



### Derrumbes

La zona de interés es un área donde no hay movimientos tectónicos, por lo que queda descartada la posibilidad de derrumbes por movimientos tectónicos.



**Mapa IV.20.** Localización de sismos mayores a 7° escala de Richter.

Sin embargo, en la superficie de proyecto y sus alrededores existe la posibilidad de que sucedan derrumbes favorecidos por la ocurrencia de lluvias torrenciales, ya que el predio es una zona de ladera cerril, con pedregosidad superficial.



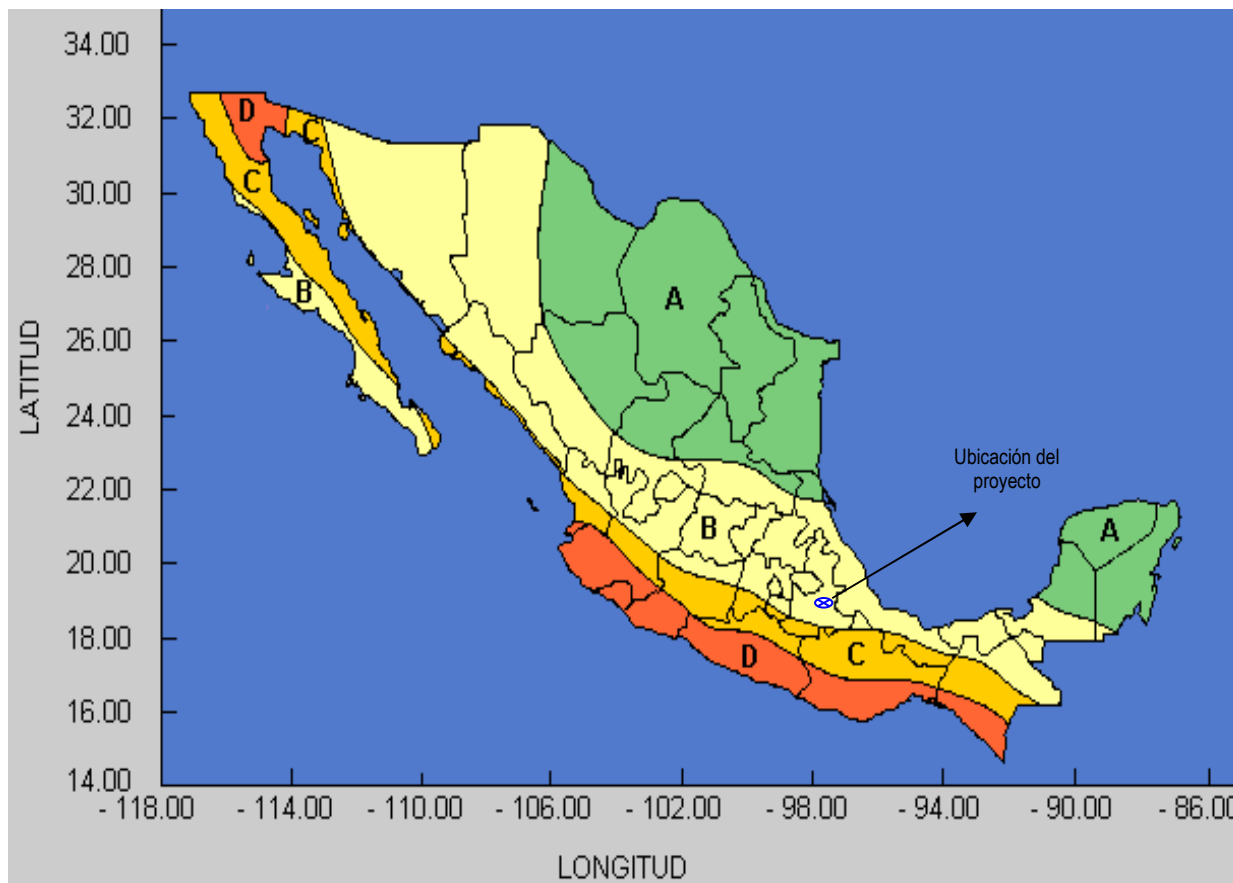
### **Actividad volcánica**

El municipio de Chietla, Puebla, está considerado en dos de los sectores de riesgo volcánico, que son el 44 y el 45, establecidos por el CENAPRED -UNAM, en caso de erupción del volcán Popocatepetl, con posibilidades de caída de ceniza y flujo de lodos (Mapa de Planeación de Emergencias para el Volcán Popocatepetl).

La región de incidencia del volcán Popocatepetl, ha sido dividida en sectores numerados. El primer dígito indica el nivel de peligro de los sectores de acuerdo a las áreas definidas por el Mapa de Planeación de Emergencias para el Volcán Popocatepetl; el segundo dígito señala la posición azimutal del sector. Las regiones marcadas con un primer dígito 4 muestran áreas de amenazas por flujos de lodo en el evento de una erupción extrema, como es el caso donde se ubica el proyecto.

En el documento “El Programa Especial para la Emergencia del volcán Popocatepetl del Estado de Puebla”, no considera al predio entre los municipios con población riesgosa, ya que este se ubica en el municipio de Chietla y su distancia al proyecto es de 58 km.

En el mapa siguiente, se presentan las cuatro zonas sísmicas de la República Mexicana, donde se puede apreciar que el proyecto en estudio y área de influencia se encuentra localizada geográficamente en la Zona B, de media intensidad. Esta zona es de moderada intensidad, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad. (Servicio Sismológico Nacional, 1999).



Fuente: Comisión Federal de Electricidad, 1999.

**Mapa IV.21.** Regionalización sísmica de la República Mexicana.

### IV.2.1.3. FISIOGRAFÍA

De acuerdo a la carta temática de Fisiografía de INEGI en el predio de interés se encuentra la provincia denominada Eje Neovolcánico.

#### ***Provincia Sistema Volcánico Transversal***

El Eje Neovolcánico también llamado Eje Volcánico Transversal, sierra Volcánica Transversal o cordillera Neovolcánica es una cadena de volcanes ubicada en México. Atraviesa el país cerca del paralelo 19° N, desde las islas Revillagigedo en el océano Pacífico hasta el Golfo de México, pasa por el Distrito Federal y los estados de: Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, México, Hidalgo, Morelos, Tlaxcala, Puebla y Veracruz, en la región de Los Tuxtlas.

Inicialmente llamada por los geólogos *cordillera volcánica de México*, el surgimiento abrupto de nuevas cumbres y volcanes (como el Parícutín en pleno siglo XX, el cual nació como una hendidura humeante el 20 de febrero de 1943 y rápidamente formó una eminencia o cono volcánico) hizo que se la apelara "neo-volcánica".

En la Cordillera Neo-volcánica se encuentran las cumbres más elevadas de México; tal sistema montañoso forma prácticamente el límite meridional de la placa tectónica norteamericana, y tiene inmediatamente al sur la zona de subducción, que constituye la falla del río Balsas, la cual señala los límites geológicos entre América del Norte y América Central.

Esta provincia se puede describir como una acumulación de estructuras volcánicas de diversos tipos, originada en numerosos y sucesivos episodios volcánicos que se iniciaron a mediados del terciario y continuaron hasta el presente.

Uno de sus rasgos característicos es la franja de volcanes que se extiende de oeste a este casi en línea recta alrededor del paralelo 19°. Esta provincia incluye sierras volcánicas, grandes coladas de grava, depósitos de ceniza, cuencas cerradas (endorreicas) ocupadas por lagos y estructuras de calderas volcánicas. La Subprovincia del predio de interés se ubica en la Lagos y Volcanes de Anahuac.

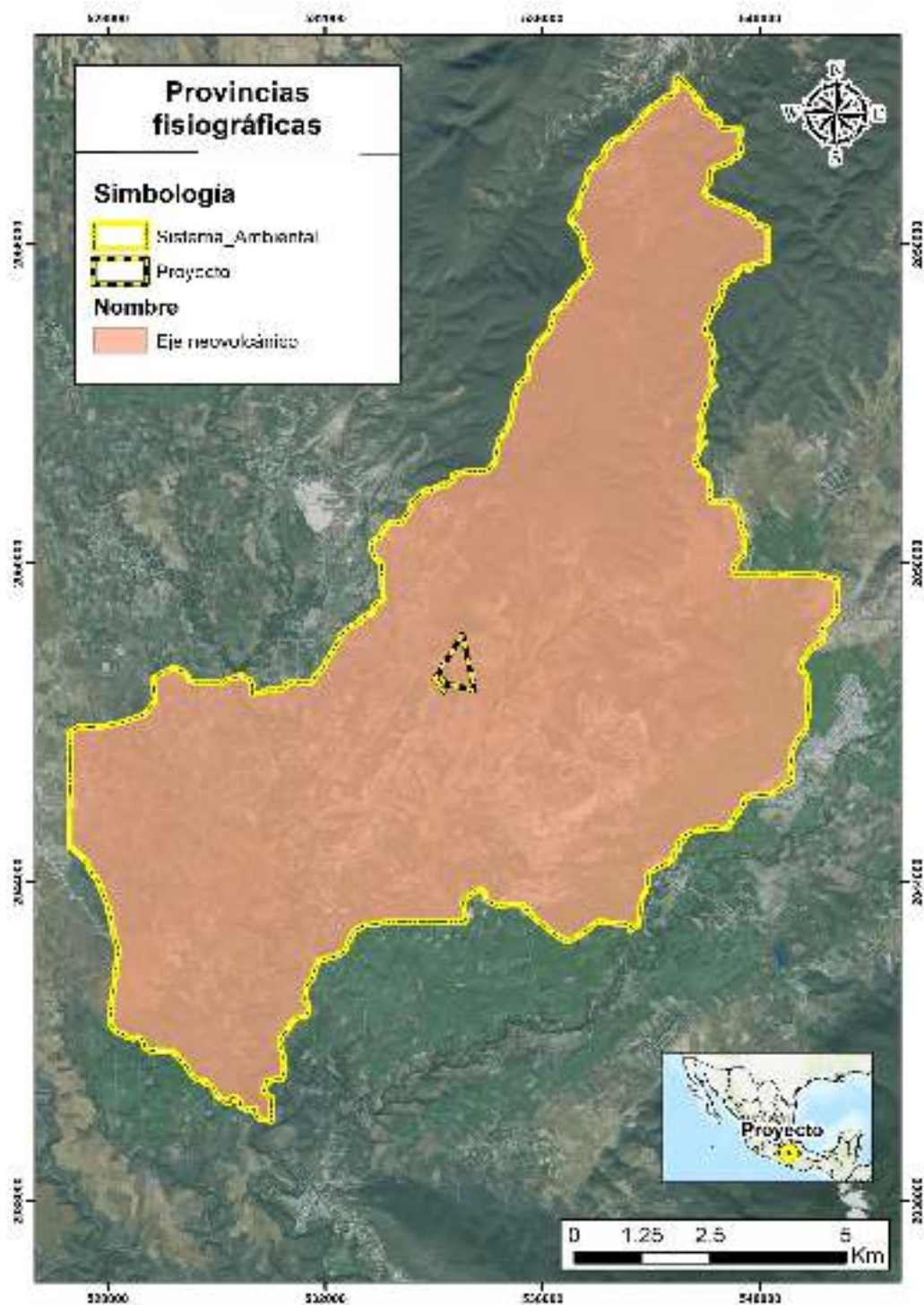
#### **Subprovincia 57 Lagos y Volcanes de Anahuac**

Es la más extensa de las catorce que integran al Eje Neovolcánico; en ella quedan comprendidas las ciudades de Puebla, Toluca, Pachuca, Tlaxcala, Cuernavaca y México. La subprovincia se extiende de poniente a oriente, desde unos 35 km al occidente de Toluca, México, hasta Quimixtlán, Puebla. Consta de sierras volcánicas o

grandes aparatos individuales que alternan con amplias llanuras formadas, en su mayoría, por vasos lacustres. De oeste a este se encuentran en sucesión las cuencas de Toluca, México, Puebla y Oriental.

En el estado de Puebla esta subprovincia es la que abarca mayor superficie, ya que 35.93% de su territorio pertenece a ella. Limita al norte con las subprovincias Carso Huasteco, de la Sierra Madre Oriental, y Chiconquiaco, del Eje Neovolcánico; al este se prolonga hacia el estado de Veracruz-Llave; y al sur colinda con las subprovincias Sierras Orientales, Sur de Puebla, Sierras y Valles Guerrerenses y Llanuras Morelenses; todas éstas son integrantes de la provincia Sierra Madre del Sur. Ocupa casi toda la parte central de la entidad, desde la Sierra Nevada hasta el Pico de Orizaba; también el área de Izúcar de Matamoros y dos franjas que van desde Hueyapan y Ahuazotepec hasta la localidad de Oriental. Comprende 66 municipios completos, algunos de los cuales son: San Pedro Cholula, Tlahuapan, Ahuazotepec, Lafragua, Chignahuapan, Atzitzintla y San Nicolás los Ranchos; asimismo, cubre parte de otros 35, entre ellos, Huauchinango, Zacatlán, Teziutlán, Cañada Morelos, Tecali de Herrera, Atlixco, Cohuecán y San Diego la Mesa Tochimiltzingo.

En esta zona se localizan las tres mayores elevaciones del país: Citlaltépetl o Pico de Orizaba, que es compartido con el estado de Veracruz-Llave y cuya altitud es de 5 610 m; Popocatepetl, el cual tiene 5 500 msnm y pertenece a los estados de Puebla, México y Morelos; e Iztaccíhuatl, con una altitud de 5 220 m e integrante de los estados de Puebla y México; en las cumbres de estas elevaciones existen tres de los pocos pequeños glaciares de la región intertropical del mundo, además, entre las dos últimas, las cuales conforma a la Sierra Nevada, se localiza el Paso de Cortés, puerto orográfico relevante por su importancia histórica y su accesibilidad. También se encuentran: el Atlítzin o cerro La Negra, con 4 580 m; y el volcán Matlalcueye (La Malinche), con 4 420 msnm; todos estos aparatos volcánicos mencionados forman parte del sistema de topofomas denominado sierra volcánica con estratovolcanes o estratovolcanes aislados. Asimismo, quedan incluidas las cuencas de Puebla y Atlixco-Izúcar, que están interrumpidas y separadas por lomeríos suaves; y la de Oriental, que es compartida con el estado de Veracruz-Llave. (Ver mapa IV.22).



Mapa IV.22. Provincias de la provincia fisiográfica "eje neovolcánico" (fuente: INEGI).



**Tabla IV.25.** Distribución y superficies de la provincia fisiográfica del sistema ambiental.

Provincia Fisiográfica	Sistema Ambiental	
	Área (km <sup>2</sup> )	%
Eje Neovolcánico	113.38	100

### Orografía

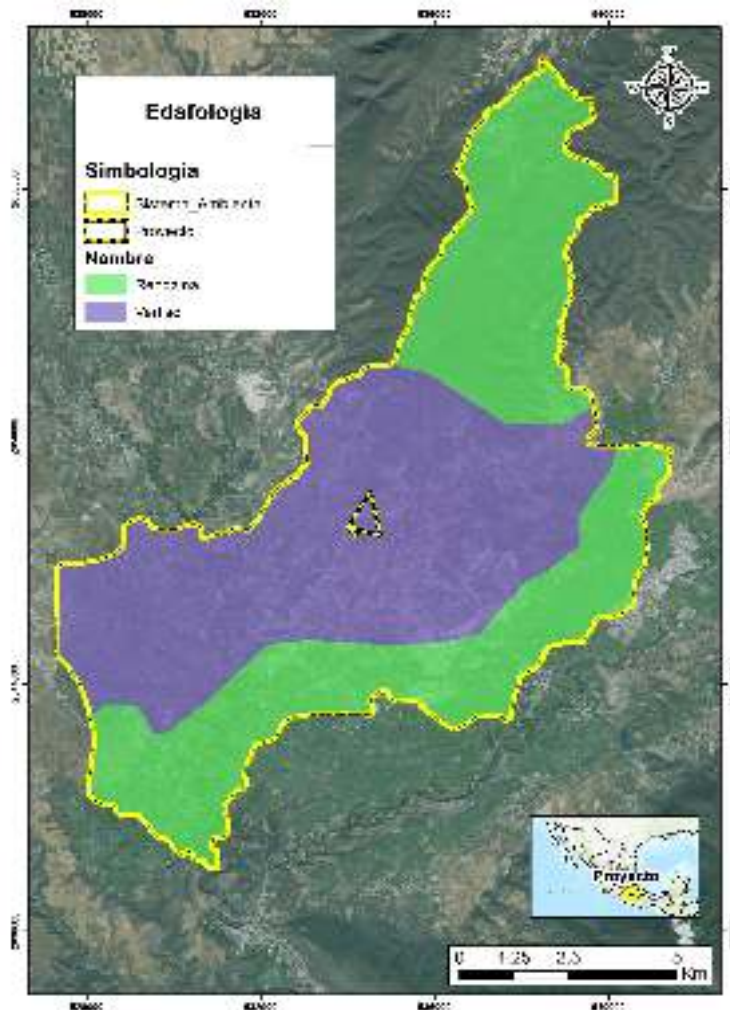
El predio de interés fue cotejado con la carta de unidades morfométricas del relieve mexicano, para Cuernavaca, clave E14-05, escala 1:250,000, cortesía de INE, SEMARNAT y del Instituto de Geografía de la UNAM. Con base a ello, el predio se conforma de patrones clasificados como “Ondulado, en ocasiones plano, débil o ligeramente diseccionado, aisladamente poligenético”.

**IV.2.1.4. SUELOS**

En la clasificación de la carta edafológica del INEGI (1999), se obtiene que para el área del sistema ambiental se tiene: Rendzina y vertisol, (ver mapa IV.23).

**Tabla IV.26.** Distribución y superficies de las unidades de suelo del sistema ambiental.

Tipo de Suelo	Sistema Ambiental	
	Área (Km <sup>2</sup> )	%
Rendzina	55.56	49.00
Vertisol	57.82	51.00



**Mapa IV.23.** Tipos de suelos dominantes y presentes en el área del sistema ambiental en estudio.

## **Características de las unidades y subunidades de suelo.**

### **Vertisol (V).**

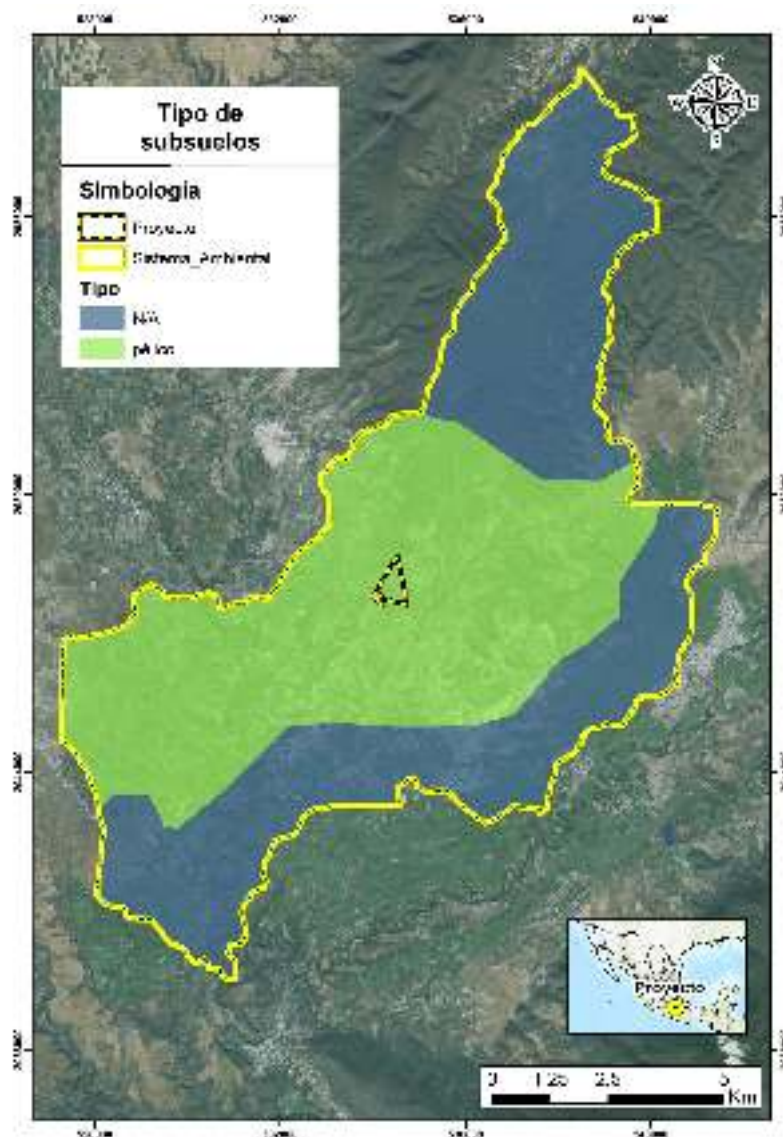
Son suelos muy abundantes para el Estado de Puebla. Se presentan muchas veces acompañados de regosoles, en climas templados y cálidos, en zonas en las que hay una marcada estación seca y otra lluviosa, La vegetación natural de estos suelos va desde las selvas bajas hasta los pastizales y matorrales de los climas semisecos. Se caracterizan por las grietas anchas y profundas que aparecen en ellas en la época de sequía. Son suelos muy arcillosos, frecuentemente negros o grises en la Zona del Centro y Oriente de México; y cafés rojizos en el Norte. Son pegajosos cuando están húmedos y muy duros cuando están secos. A veces son salinos, su utilización agrícola es muy extensa, variada y productiva. Son casi siempre muy fértiles pero presentan ciertos problemas para su manejo, ya que su dureza dificulta la labranza y con frecuencia presentan problemas de inundación y drenaje. Tienen por lo general baja susceptibilidad a la erosión. Su símbolo es (V). En el área de estudio podemos encontrar la subunidad crómico, que son vertisoles que se caracterizan por su color pardo o rojizo. Donde más frecuentemente se encuentran es en climas semisecos y generalmente se han formado por rocas calizas. Su símbolo es (Vc).

### **Rendzina (E).**

Del polaco rzedzic: ruido. Connotativo de suelos someros que producen ruido con el arado por su pedregosidad. Estos suelos se presentan en climas semiáridos, tropicales o templados. Se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Generalmente las rendzinas son suelos arcillosos y poco profundos -por debajo de los 25 cm- pero llegan a soportar vegetación de selva alta perennifolia. En el estado de Yucatán se utilizan también para la siembra de henequén con buenos rendimientos y para el maíz con rendimientos bajos. Si se desmontan se pueden usar en la ganadería con rendimientos bajos a moderados pero con gran peligro de erosión en laderas y lomas. El uso forestal de estos suelos depende de la vegetación que presenten. Son moderadamente susceptibles a la erosión.

**Tabla IV.27.** Distribución y superficies de las unidades de subsuelo del sistema ambiental

Valores	Sistema Ambiental	
	Área (Km <sup>2</sup> )	%
N/A	55.56	49.00
pélico	57.82	51.00



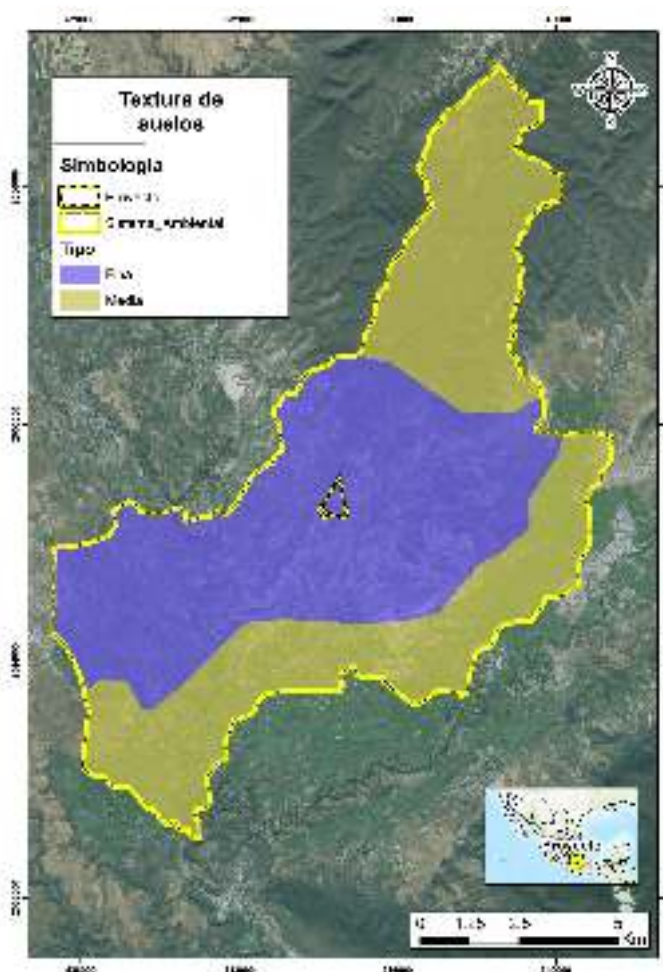
**Mapa IV.24.** Tipos de subsuelos dominantes y presentes en el área del sistema ambiental en estudio.

**Textura del suelo**

El sistema ambiental en estudio se caracteriza por la textura de suelo fina y media, (ver mapa IV.25).

**Tabla IV.28.** Distribución y superficies de la clase de textura de los tipos de suelo del sistema ambiental.

Clase textural de suelo	Sistema Ambiental	
	Área (Km <sup>2</sup> )	%
Fina	57.82	51.00
Media	55.56	49.00

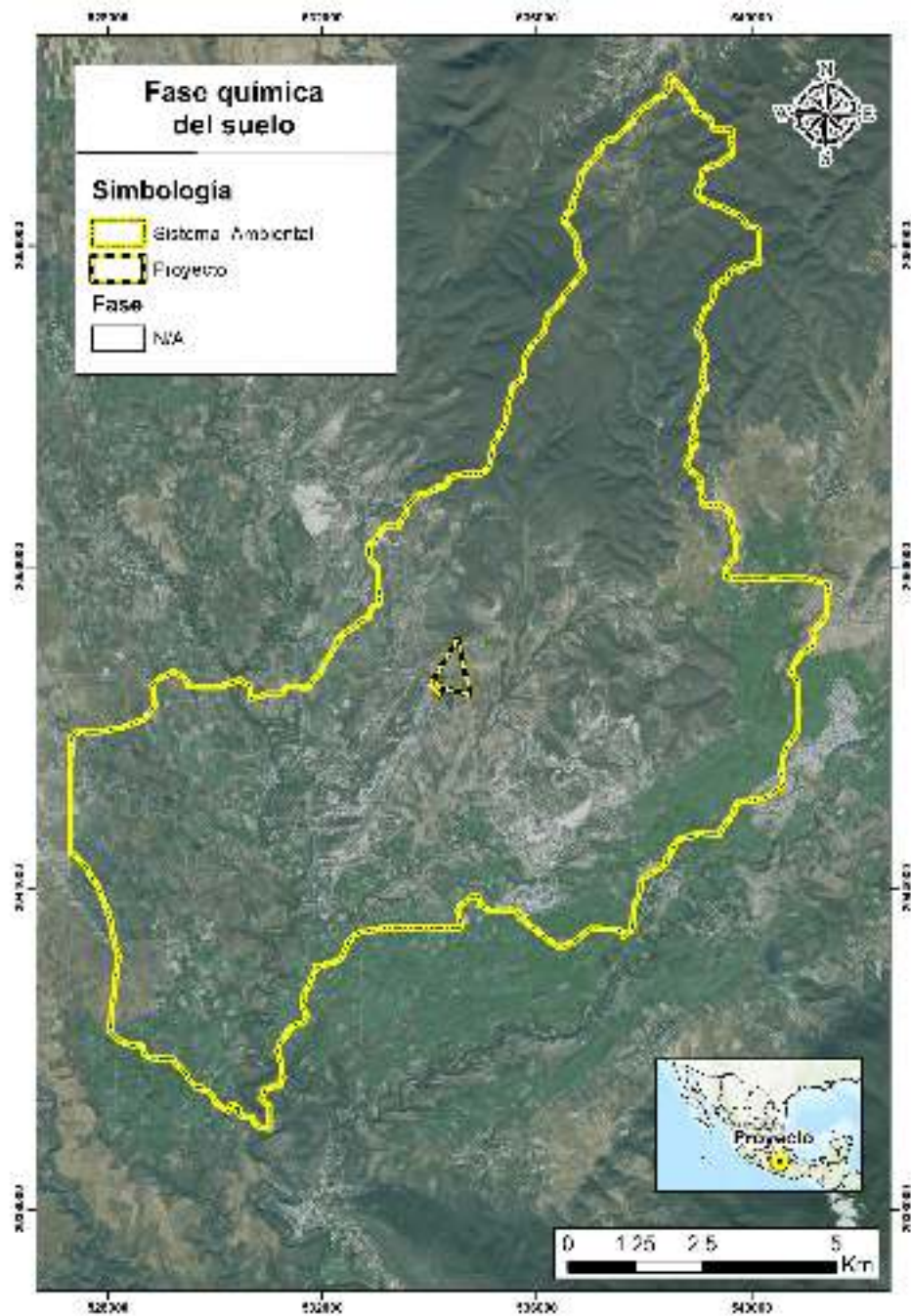


**Mapa IV.25.** Tipos de clase textural del suelo presentes en el área del proyecto en estudio.



### Fase Química del Suelo

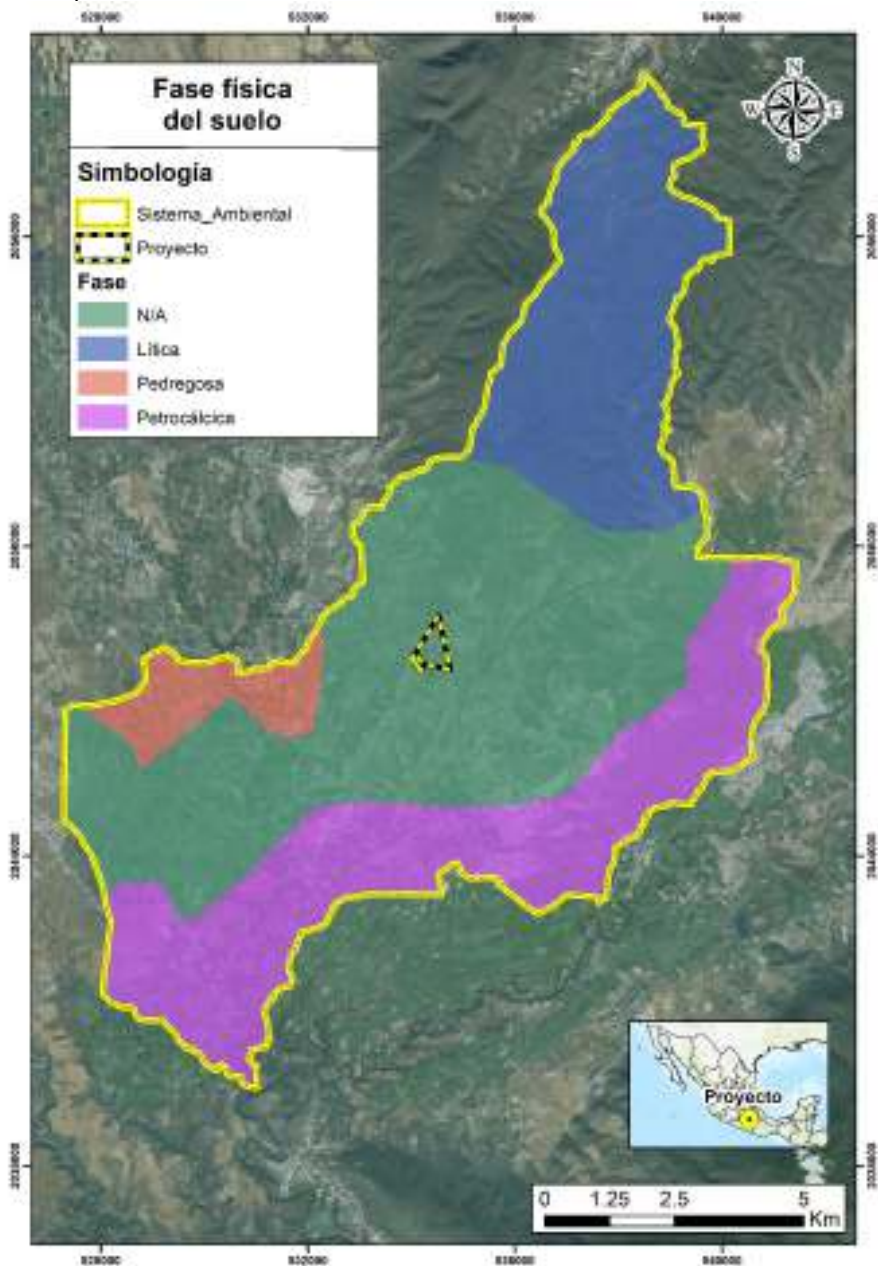
El sistema ambiental en estudio no existe información sobre la fase química del suelo, (ver mapa IV.26).



**Mapa IV.26.** Fases química del suelo presentes en el área del proyecto en estudio.

### Fase Física del Suelo

El sistema ambiental en estudio se ubica sobre la fase física del suelo Petrocálcica en un 31.10%, fase pedregosa en un 5.36% y fase lítica en un 24.46%, y la restante N/A, (ver mapa IV.27).



**Mapa IV.27.** Fases físicas de los tipos de suelo presentes en el área del proyecto en estudio.

**Tabla IV.29.** Distribución y superficies de las fases físicas de los tipos de suelo del sistema ambiental

Fase física	Sistema Ambiental	
	Área (Km <sup>2</sup> )	%
N/A	52.46	46.27
Lítica	24.46	21.57
Pedregosa	5.36	4.73
Petrocálcica	31.10	27.43

### Resultados del análisis de la erosión en el Sistema Ambiental.

#### Pérdida de suelo por erosión

El proceso de erosión del suelo consiste en la remoción de las partículas individuales de la masa de suelo por acción del viento o de la lluvia. A la fecha, el término se emplea para referirse a cualquier forma de destrucción del suelo o de la superficie de la Tierra.

La erosión del suelo consiste en el desprendimiento, transporte y deposición de las partículas individuales del suelo, causada por la acción del agua o del viento (ASCE, 1975). Para su estudio, ha sido conveniente clasificarla desde diversos puntos de vista. Así, se tiene que por su naturaleza puede ser de dos formas: natural o geológica e inducida o acelerada. Por el agente activo que la produce puede ser hídrica o eólica. Por el modo de acción y/o señales dejadas en el terreno (formas de erosión) puede ser por salpicamiento, en canalillos, en surcos, en cárcavas, por caída o remontante. Finalmente, por la intensidad del proceso se califica como nula, ligera, moderada, severa y muy severa.

En teoría y como lo señala Figueroa et al. (1991), para que una tasa de pérdida de suelo se considere severa, debería ser mayor a la formación del suelo y en ese momento se considera que se tienen tasas de erosión acelerada o muy severa. Por su parte, las tasas de erosión permisibles debieran ser iguales a las tasas de formación química del suelo. Estos conceptos deben manejarse con precaución, ya que el aumento en la tasa de erosión está asociado a un incremento en el escurrimiento superficial. Como consecuencia, la infiltración se ve disminuida ligeramente y la cantidad de materiales químicos removidos en solución, que es una medida de la tasa de mineralización de la roca madre, también se reducen.

En principio y de acuerdo con Becerra (2005), los principales agentes que intervienen en la erosión pueden ser clasificados en los siguientes grupos: activos, predisponentes,

amortiguador y pasivo. Los *agentes activos* son los que directamente realizan las fases del proceso de la erosión, esto es, el desprendimiento, el transporte y el depósito de los materiales del suelo. Se denominan *agentes predisponentes* a todos aquellos fenómenos ambientales u organismos vivos que directa o indirectamente predisponen al suelo para ser erosionado. Tal es el caso de la oscilación térmica, la humedad relativa, la acción de algunos animales y diversos aspectos inherentes a la actividad del hombre. La vegetación es el *agente amortiguador* de la erosión, debido a su efecto disipador de la energía cinética de la lluvia, los escurrimientos superficiales y la velocidad del viento. Finalmente, el suelo es el *agente pasivo*, es el que recibe la acción de la erosión, y el cual, por su mayor o menor susceptibilidad a la misma, influye también en la magnitud del proceso.

### **Erosión Hídrica**

La erosión del suelo por el agua ocurre cuando la infiltración de la lluvia en el suelo es de una magnitud tal que se produce un flujo superficial del agua sobre el terreno. El agua entonces, tiene una velocidad relativamente alta y puede acarrear materiales del suelo en función de la fuerza hidráulica de su flujo. Conforme el agua que fluye sobre la superficie tiene una carga más grande, se ejercen fuerzas hidráulicas mayores y la erosión del suelo puede actuar catastróficamente, aun en pendientes suaves. Estas condiciones ocurren comúnmente en las regiones semiáridas, aunque aquellos terrenos abiertos al cultivo son susceptibles a la erosión en cualquier clima. La erosión severa que se asocia con la formación de cárcavas puede iniciar movimientos de masas en las pendientes abruptas de las paredes de las cárcavas, que son importantes en la remoción total de sedimentos (Figueroa et al., 1991).

La erosión de los suelos por causa de la lluvia involucra tres fases o etapas (SEMARNAT, 2002). Primero, el desprendimiento de las partículas del suelo de la superficie del mismo; segundo, el transporte de dichas partículas desprendidas; y por último, la depositación de las partículas desprendidas y transportadas. En este sentido, se argumenta que no existe la pérdida de suelo por erosión si no se presentan, de manera combinada, los tres procesos. Sin embargo, los dos primeros (desprendimiento y transporte) son los más importantes en el fenómeno de pérdida de suelo, dado que la depositación es consecuencia u ocurre cuando las fuerzas de desprendimiento y transporte se detienen o se presentan por debajo de la fuerza de gravedad de las partículas y estas caen o se depositan.

A escala mundial, investigaciones entre pérdida de suelo y clima han mostrado que la erosión alcanza un máximo en aquellas áreas con una precipitación efectiva media anual de 300 mm (Langbein y Schumm, 1958). En precipitaciones mayores a esta cifra, la erosión aumenta a medida que la precipitación aumenta, ya que la energía



disponible para el transporte y el desprendimiento es limitada. Conforme la precipitación afectiva es mayor, se tiene una cobertura vegetal más grande, lo que trae como consecuencia una mejor protección de la superficie, de tal manera que la relación se ha explicado en función de la interacción de la energía erosiva y la densidad de vegetación (Figuroa et al., 1991). Sin embargo, esta relación suelo y clima aun sigue en discusión y nuevas investigaciones se están llevando a cabo.

La variación temporal de la erosión, como aquella que ocurre a lo largo del año, se presenta mayormente durante los eventos de lluvia con frecuencia moderada y magnitud pequeña, los eventos catastróficos son muy esporádicos pero contribuyen de forma apreciable al total del suelo erosionado en un periodo largo de tiempo. Pero los estudios recientes de cambio climático predicen un aumento de éstos en los años venideros.

La magnitud de la erosión hídrica que se presenta en un momento dado, depende de cuatro factores principales: primeramente el clima, en particular la precipitación y la temperatura; segundo, el suelo, su resistencia natural a la dispersión, su capacidad de infiltración y su velocidad de transmisión del agua. En tercer lugar se encuentra la topografía, particularmente la inclinación, la longitud y la forma de la pendiente, y finalmente, como cuarto factor se encuentra la cobertura vegetal, ya sea en forma viviente o de residuos (Figuroa, 1975).

El primer factor señalado como causa de la erosión hídrica es el *clima*, en particular la que causa la *lluvia*. La pérdida de suelo está relacionada de manera muy estrecha con el poder de desprendimiento que tienen las gotas de lluvia que golpean la superficie del suelo y con la contribución de la lluvia al escurrimiento (Figuroa et al., 1991).

*Cantidad de lluvia.* Aunque existe una relación directa de la cantidad de lluvia y cantidad de suelo erosionado, en términos estadísticos ésta puede ser una correlación débil (Wischmeier, 1959). La misma cantidad de lluvia puede en ocasiones, resultar en cantidades diferentes de suelo erosionado, por lo que es difícil predecir la erosión a partir de los datos de precipitación. Por ejemplo, los reportados por el servicio meteorológico nacional, de precipitación total anual o total mensual (SEMARNAT, 2002).

*Intensidad de la precipitación.* La intensidad de la precipitación es un parámetro que indica la cantidad de lluvia en un lapso de tiempo determinado. Según Ortiz (1992), es complicado predecir qué precipitación provoca más erosión, si aquella que se presenta con alta intensidad en poco tiempo o aquella con baja intensidad, pero de larga duración. Siguiendo el razonamiento de Figuroa et al. (1991), la cantidad de lluvia necesaria para que se produzca una erosión significativa puede ser bajo eventos de lluvia de entre 30 y 60 mm. Como señala, siempre es necesario poder contar con



aparatos capaces de medir el momento o la energía cinética del impacto de una gota, y que además estos están sujetos a errores debido a influencias externas, tales como la turbulencia del aire cerca del instrumento y la adhesión de las gotas de agua (Hudson, 1995).

*Tamaño de las gotas de lluvia.* De acuerdo con SEMARNAT (2002), es de esperarse que bajas intensidades de lluvia generen gotas de lluvia pequeñas y que a medida que se aumenta la intensidad de la lluvia, el tamaño de las gotas se incrementa. El tamaño superior de las gotas, según Figueroa (1975), parece ser de 5 mm de diámetro, debido a que gotas mayores se rompen en un gran número de gotas pequeñas.

*El momento y la energía cinética de las gotas de lluvia.* Se refiere al proceso que involucra trabajo y mucha de la energía requerida para realizar este trabajo la proporciona el agua de lluvia. La energía de las gotas de lluvia se calcula más fácilmente de una manera indirecta utilizando las relaciones de intensidad de la lluvia (tamaño de gotas, velocidad final de las gotas y masa de las gotas).

El segundo factor que afecta la erosión es la capacidad del *suelo* y su resistencia natural al desprendimiento y transporte por los agentes erosivos se le conoce como erosionabilidad. Esta resistencia depende de factores intrínsecos del suelo, aunque se ve afectada por la posición topográfica, la pendiente y la cantidad de disturbio de la estructura del suelo que produce el hombre (Figueroa et al., 1991). La erosionabilidad varía en función de la textura del suelo, la estabilidad de los agregados, la resistencia al corte, la capacidad de infiltración y el contenido de materia orgánica y cementantes químicos del suelo.

La *topografía* del terreno es el tercer factor que interviene significativamente en la pérdida de suelos por erosión, de este factor interesa conocer el grado de inclinación, la longitud y la forma. El grado de la pendiente se define como el ángulo de inclinación de una ladera, puede ser expresada en grados o en porcentaje. Aunque no existe una relación directamente proporcional se ha observado mayor pérdida de suelo a mayor pendiente. La longitud de la pendiente, se define como la distancia desde el punto de origen de flujo sobre la superficie hasta cualquiera de los siguientes puntos: cuando el gradiente de pendiente disminuye, tal que ocurre la depositación o bien, el escurrimiento alcanza un cauce o canal definido.

El cuarto y último factor se refiere a la *cobertura vegetal*, la cual tiene un efecto amortiguador del proceso de erosión hídrica. Es indiscutible el beneficio de la cobertura vegetal en la erosión de suelos, como disipador de la energía, obstáculo en la escorrentía y precursor de la conservación del agua en el suelo y subsuelo. De acuerdo con SEMARNAT (2002) son varios los procesos que se llevan a cabo en presencia de vegetación: a) las gotas de lluvia se rompen antes de alcanzar el suelo, b)

se reduce la velocidad final de las gotas de lluvia, c) aumenta la duración de la precipitación, d) se presenta combinación de gotas pequeñas en gotas más grandes que caen a menor velocidad, y e) se divide la precipitación en lluvia directa y la que escurre lentamente por troncos y tallos.

### Resultados del análisis de la erosión hídrica

La evaluación de los factores que determinan la erosión hídrica, mismos que se describen, en la metodología se presenta a continuación.

#### a) *Factor de erosividad de la lluvia (R).*

También llamado “factor de la precipitación”, se define como el producto de la energía cinética de un lapso de lluvia por su máxima intensidad en 30 minutos. La energía cinética se calcula con la expresión:

$$E = 0.29 * (1 - 0.72 * \exp(-0.05 I))$$

Donde:

**E** Es la energía cinética de 1 mm de lluvia (Mj/ha\*mm)  
**I** Es la intensidad de lluvia (mm/hr)

La suma de los promedios anuales de “**EI**” para una región es el índice de erosividad de la lluvia, con la expresión:

$$R = \frac{\sum (EI_{30})i}{N}$$

Donde:

**R** Es la erosividad de la lluvia (en unidades de **EI<sub>30</sub>**)  
**(EI<sub>30</sub>)** Es el valor de la energía total de la tormenta por la intensidad máxima en un lapso de 30 minutos  
**N** Es el número de tormentas erosivas en un periodo de **N** años

El factor R se calculo utilizando los reportes de precipitación de las estaciones climatológicas en la tabla IV.30 ubicadas cerca del sistema ambiental., en el software Minitab se calculó la formula de precipitación.

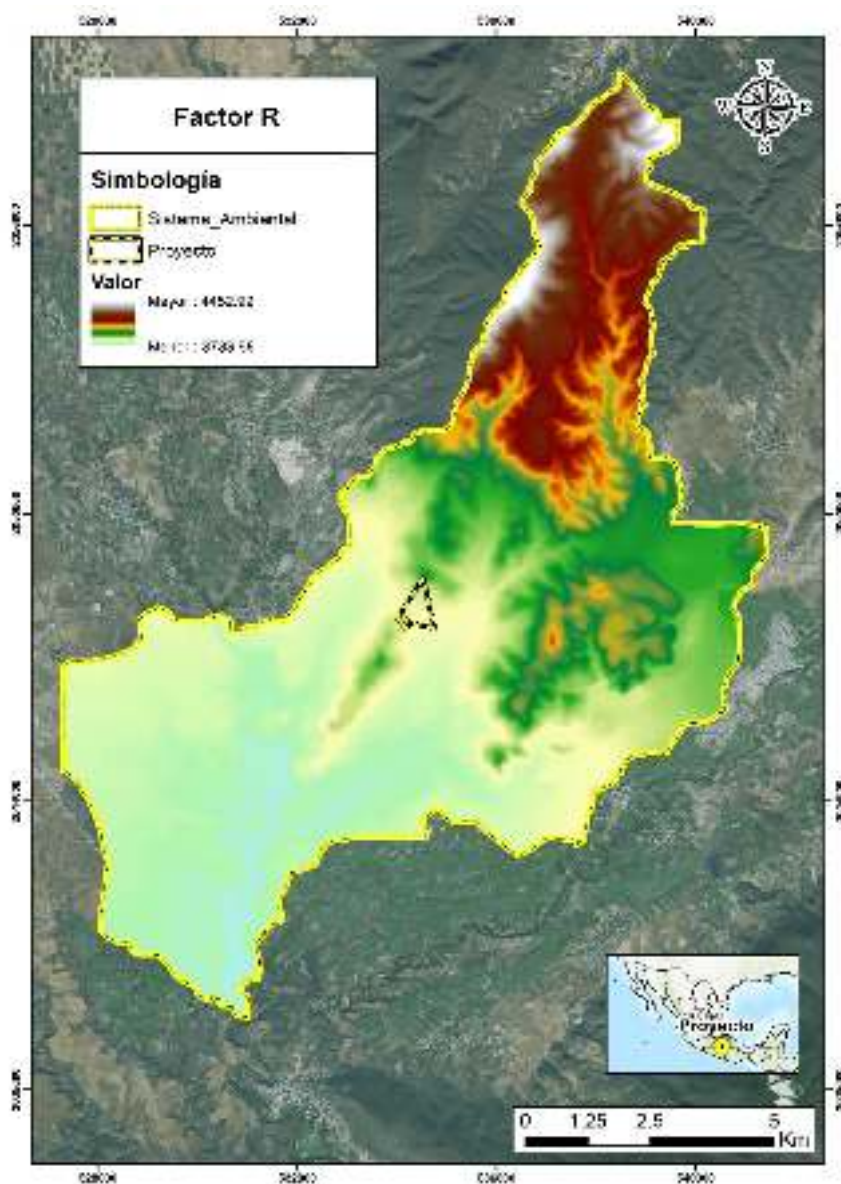
**Tabla IV.30.** Factor R calculado para las estaciones climatológicas incluidas o cercanas al sistema ambiental.

ID Estación	Estación	Coordenadas	
		X	Y
17015	Tepalcingo	516499.21	2056176.92
17020	Tlacotepec	526341.74	2080191.94
17021	Tlacualera	505948.38	2058414.27
17028	Jonacatepec	518481.70	2066720.67
17036	Lagunillas de Rayón	529911.73	2043684.45
17045	Huecahuaxco E	526004.58	2091102.51
17046	Hueyapan E	532620.69	2088131.57
17048	Puente Ocuituco E	523669.21	2087349.68
17057	El Limón	506596.32	2048948.38
17060	Alponocan	532670.24	2093233.78
17081	Amilcingo	525036.95	2070969.64
21012	Atlixco	557476.42	2092248.86
21024	Chietla	544094.21	2048506.57
21034	Echeverria	576298.78	2096066.54
21050	Jolalpan	519049.59	2025998.64
21123	Huaquechula	548391.21	2076393.97
21132	Izucar de Matamoros (SMN)	556116.15	2058004.73
21167	San Andrés Calpan	556419.83	2112593.45
21177	Tepexco	532579.29	2061391.90
21189	Teotlalco	523461.81	2042323.14
21192	Huilango E	542662.50	2085170.47
21193	San Pedro Benito Juárez	547238.63	2092250.78
21197	Tochimilco D	540880.32	2083906.32
21217	Teutla	519493.01	2022895.01
21231	Teopantlan	577755.85	2069177.26
21235	San Isidro Huilotepec	565271.82	2088094.34
17030	Axochiapan	526390.13	2045523.31
21049	Izucar de Matamoros (GDE)	556200.51	2059203.67
21172	Santa María Cohetzala	520063.41	2010725.25
21195	Santa Cruz Cuautomatitla	546834.84	2089975.29

Los valores del factor R fueron procesados para la elaboración del mapa, mediante el uso del Software ArcGis 9.3 empleando los módulos Kriging e IDW de interpolación (mapa IV.28).

**Tabla IV.31.** Rangos de Erosividad de la lluvia en el sistema ambiental.

Rango	Sistema Ambiental	
	Área (Km <sup>2</sup> )	%
3,733.66 - 3,863.42	63.30	55.82
3,863.43 - 4,029.85	30.97	27.32
4,029.86 - 4,452.98	19.12	16.86



**Mapa IV.28.** Rango de erosividad de la lluvia "R" para el sistema ambiental

b) *Factor de erosionabilidad del suelo (K).*

Este factor expresa la vulnerabilidad por erosión hídrica de un suelo. Wischmeier (1978) menciona que las características que tienen un impacto importante a la disposición erosiva de un suelo son:

1. El contenido [%] limo + arena muy fina (0.002-0.1mm)
2. El contenido [%] de arena + arena fina (0.1-2mm)
3. El contenido de materia orgánica [%]
4. La clase de agregación y
5. La permeabilidad.

En este sentido los suelos generalmente llegan a ser menos erosivos con una reducción en la fracción de limo a pesar del correspondiente incremento de la fracción de arcilla o arena. Mannaerts (1999) expone aproximaciones sobre los valores K en función de la textura y la proporción de arena, arcillas y limos.

A la fecha existen dos formas de cálculo del factor K:

- 1) Mediante la ecuación.

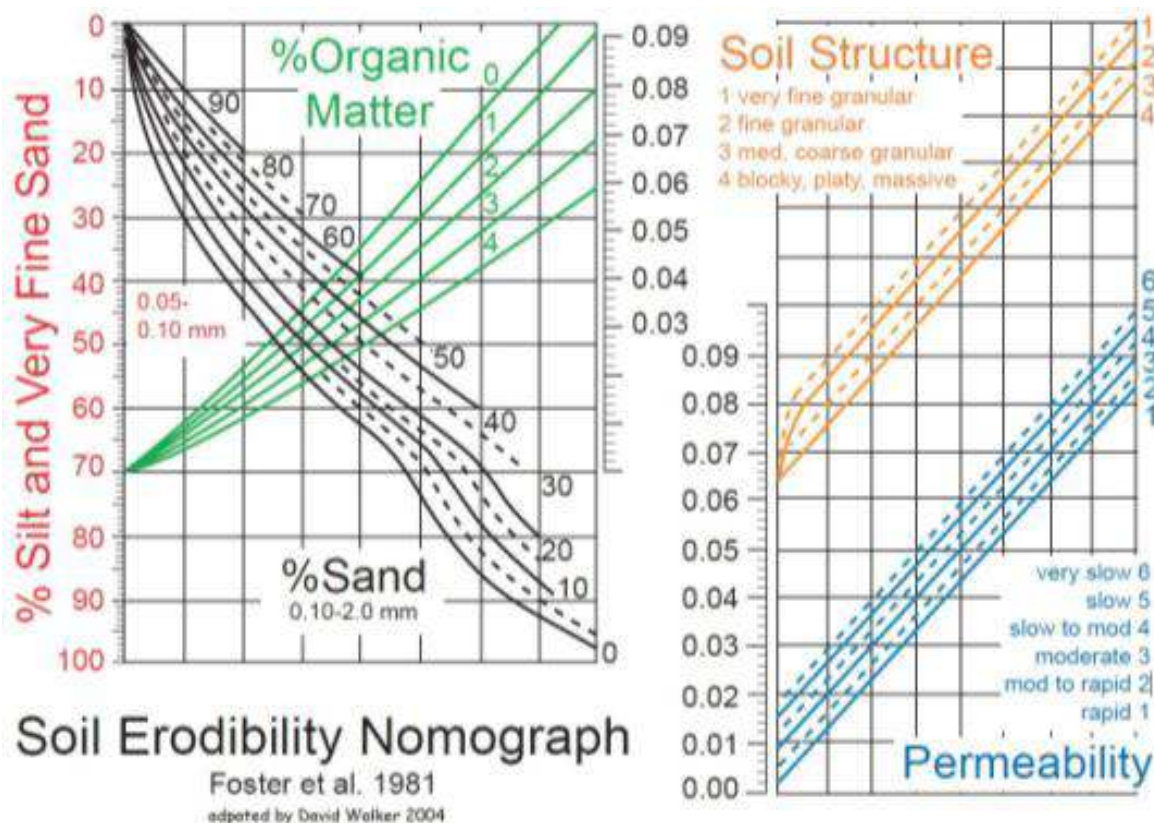
$$K = \frac{2.1M^{1.14} (12 - a)(10)^{-4} + 3.25(b - 2) + 2.5(c - 3)}{100} * 1.2928$$

Donde

- K** Es el índice de erodabilidad ( $t./ha.MJ*ha/mm*hr$ )  
**M** (%Limo + % arena muy fina) (100- % arcilla)  
**a** Es el porcentaje de materia orgánica  
**b** Es la clasificación de acuerdo al tipo y clase de la estructura  
**c** Es la clasificación de la permeabilidad

- 2). Mediante el uso de Nomograma del factor de erodabilidad de suelo propuesto por Foster *et al* (1981, figura IV.7). Cualquiera de las dos formas de cálculo emplea los mismos parámetros para el cálculo.





**Figura IV.7.** Nomograma de erodabilidad de suelos (fuente Foster *et al*, 1981)

Particularmente para el estudio de caso se no empleó el Método del Nomograma por la falta de información actualizada sobre características granulométricas y de permeabilidad de las unidades edáficas presentes en el área de análisis. En su lugar se consultaron bases de datos para homologar la información faltante.

Para el caso de los valores de permeabilidad estos se obtuvieron a partir de las características de textura (proporción de arena-arcilla-limo) de las unidades edáficas y se compararon con los códigos de permeabilidad propuestos por Mannaerts (1999), (tabla IV.32)

**Tabla IV.32.** Códigos de permeabilidad y estructura de suelo en función de la textura (Mannaerts, 1999).

Textura clase	Código de Permeabilidad	Conductividad hidráulica saturada [mm/hr]
Arcilla, franco-arcilloso	6	<1
Arcillo arenoso, franco-arcillo-limoso	5	1-2
Franco arcillo arenoso, franco - arcilloso	4	2-5
Franco limoso, franco	3	5-10
Areno-francoso, franco-arenoso.	2	10-60
Arena	1	>60

De igual forma los valores de estructura de suelos, fueron obtenidos mediante consulta a bases de datos empleando como criterio de homologación la similitud de características de textura (arena-arcilla-limo).

La escala del nomograma identifica cuatro categorías en la estructura de suelo, lo que sirvió de referencia para elegir la clasificación de tamaño de partículas propuesta por Tan (1994) citado por Antenaza (2001) en su estudio sobre calibración de factores de erosión utilizando la ecuación RUSLE, (tabla IV.33)

**Tabla IV.33.** Equiparación de categorías sobre el tamaño de partículas contenidas

Característica	Clase de tamaño	Tamaño (mm)	Categoría Nomograma
Piedras		> 2 mm	4. Bloques laminares
Suelo fino	Arena gruesa	2 - 0.2 mm	3. Granular grueso
	Arena fina	0.2 - 0.06 mm	
	Limo	0.06 - 0.002 mm	2. Granular fino
	Arcilla	< 0.002 mm	1. Granular muy fina

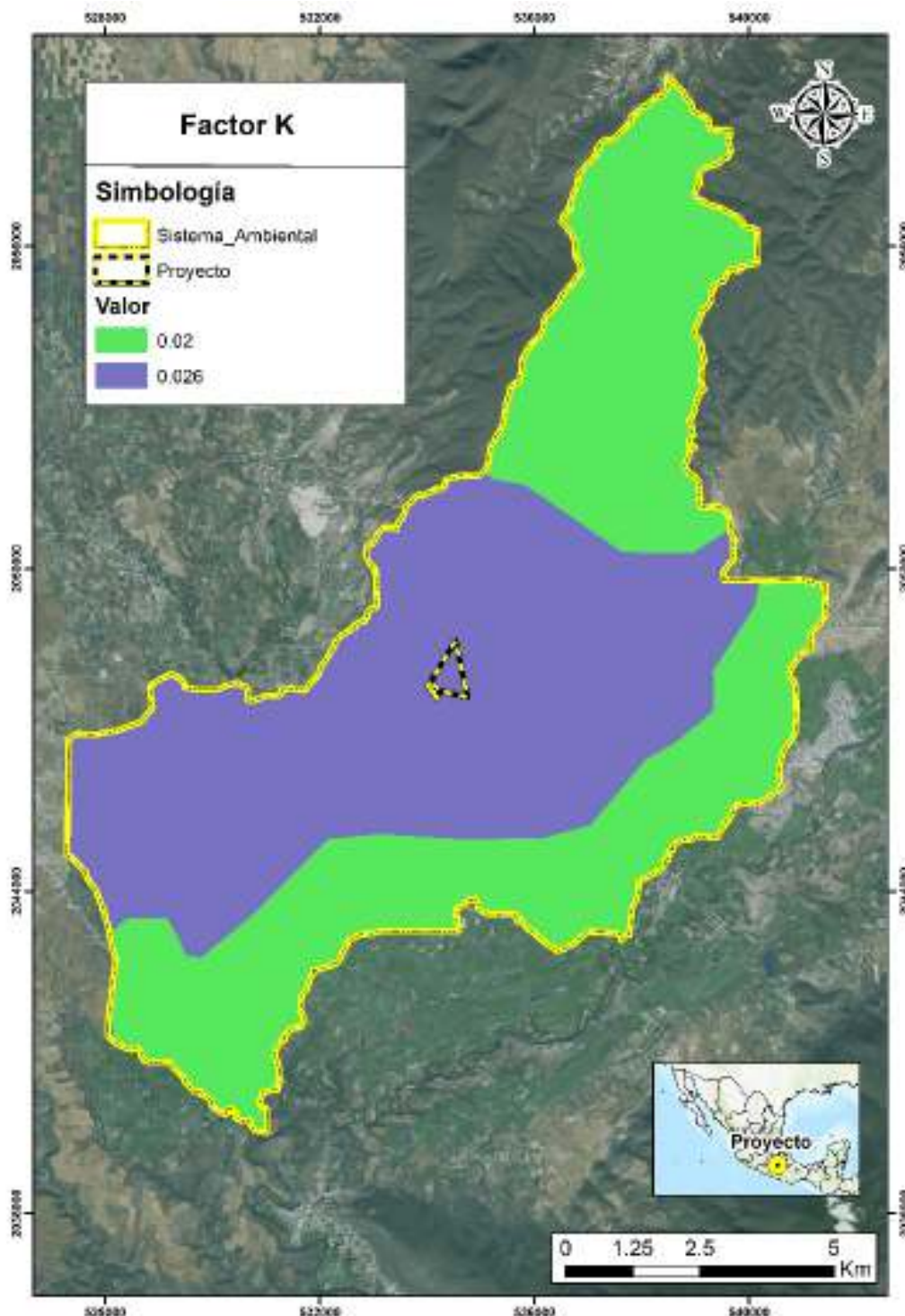
De esta manera, algunos de los valores del factor K para las unidades edáficas son los que se presentan en la tabla IV.34.

**Tabla IV.34.** Valores por tipo de unidad edáfica.

Unidad	Factor K
Andosols	0.048
Cambisol crómico	0.042
Cambisol éútrico	0.040
Cambisol húmico	0.007
Cambisols	0.058
Chernozems	0.052
Feozems	0.020
Fluvisols	0.039
Litosol	0.020
Luvisol crómico	0.013
Luvisol férrico	0.012
Regosol calcárico	0.000
Regosols	0.064
Rendzina	0.017
Vertisols	0.045

**Tabla IV.35.** Rangos para el factor K para el sistema ambiental.

Rango	Sistema Ambiental	
	Área (Km <sup>2</sup> )	%
0.02	55.56	49.0
0.026	57.82	51.0



**Mapa IV.29.** Rangos del factor “K” en el sistema ambiental

c) *Factor de longitud de la pendiente (L) y el grado de la pendiente (S).*

También llamado factor topográfico, asocia subfactores de longitud y porcentaje de pendiente. Para su cálculo se empleó la fórmula:

$$LS = (\lambda / 22.13)^m (0.065 + 0.045s + 0.0065 s^2)$$

Donde:

- $\lambda$  Es la longitud de la pendiente
- $s$  Es la pendiente del terreno en porcentaje
- $m$  Es el exponente que depende del grado de pendiente
- $m = 0.1342 * \text{Ln } \emptyset + 0.192$
- $\emptyset$  = ángulo de la pendiente en porcentaje

El cálculo de la longitud de pendiente (**L**) en el Modelo de Elevación Digital, consideró una longitud límite de acumulación de 2 pixeles (cada píxel tuvo un valor de 30.09 m dada la dimensión del área de análisis), básicamente para evitar el error de cálculo que implica la sobreestimación en los valores de longitud de una pendiente (motivo por el que el modelo RUSLE sugiere su aplicación en terrenos con longitudes limitadas). El factor de pendiente (**S**) derivó de la aplicación de la herramienta de morfometría del software ArcGis 10.2, acotando la longitud a 60 m, (mapa IV.30).

**Tabla IV.36.** Valores del factor LS para el sistema ambiental.

Rango	Sistema Ambiental	
	Área (Km <sup>2</sup> )	%
0.02 - 1.77	70.90	66.34
1.78 - 4.66	22.96	21.48
4.67 - 15.39	13.02	12.18

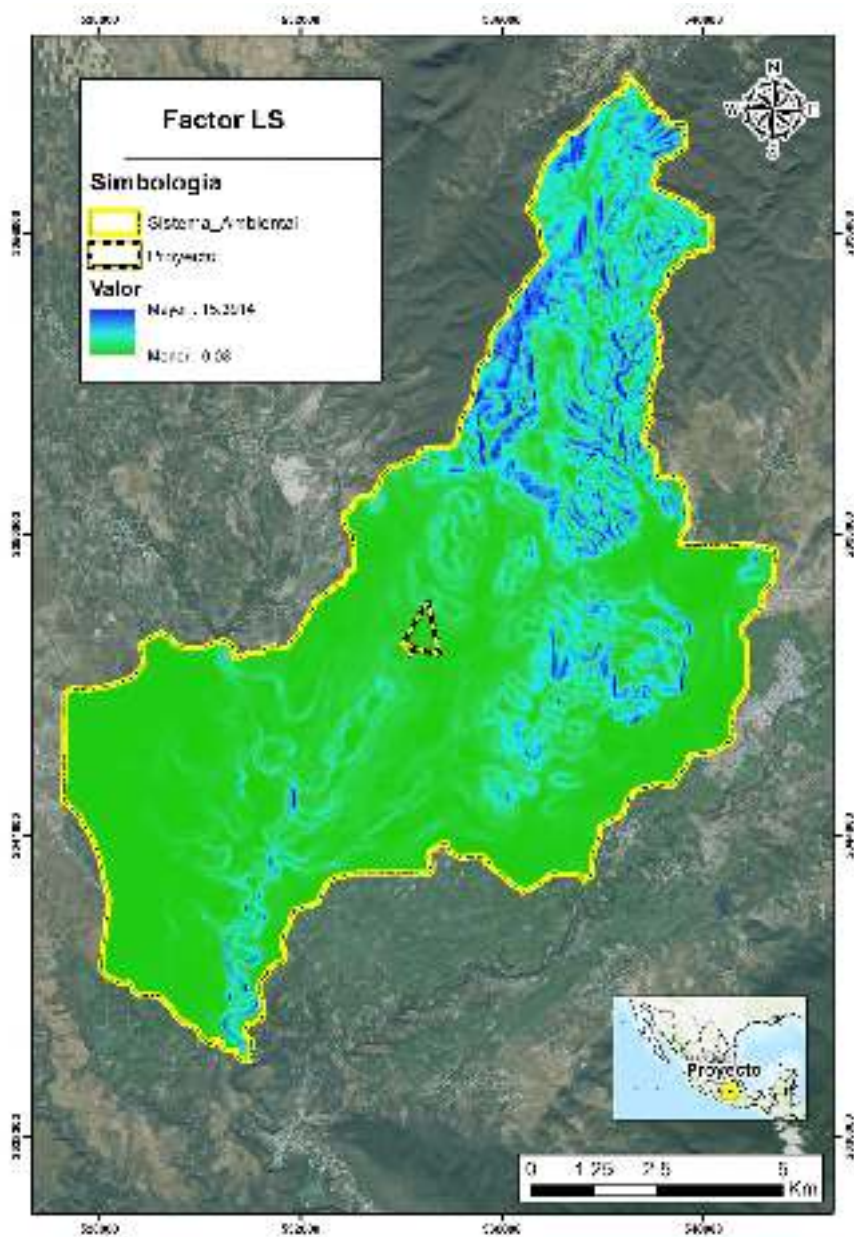
d) *Factor de cobertura vegetal (C).*

El factor C refleja el efecto de la agricultura y prácticas de manejo en las tasas de erosión. Este factor mide cómo el potencial de pérdida de suelo será distribuido en el tiempo durante la construcción de actividades, rotación de cultivos y otros esquemas de manejo.



Con la finalidad de integrar la mayor cantidad de información al procedimiento de cálculo, los datos recabados fueron:

1. Fracción de la superficie terrestre cubierta por dosel de árboles y
- 2.
3. Área de tierra cubierta por cobertura vegetal (hierba, arbusto y/o árbol en %)



**Mapa IV.30.** Factor L y S para el sistema ambiental

La información recopilada de fuentes bibliográficas por comparación y aquella generada por procesamiento de imagen digital permitió asignar los valores del Factor C a los tipos de cobertura existente en el área de análisis.

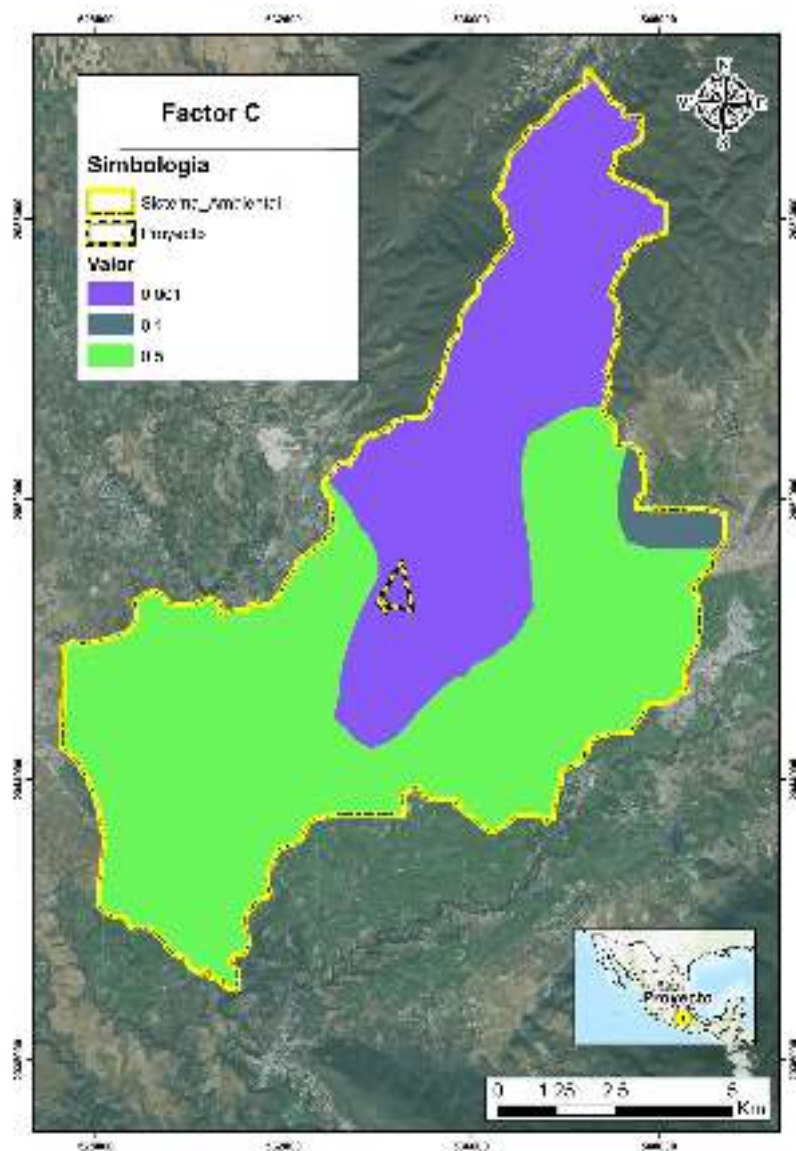
Considerando que los valores cercanos a la unidad denotan ausencia de cobertura, a las áreas con asentamientos humanos, áreas sin vegetación aparente, cuerpos de agua, carreteras e industria se les asignó dicho valor, (tabla IV.37).

**Tabla IV.37.** Valores de Factor C asignados a diferentes tipos de superficies.

<b>USO DE SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN</b>	<b>Factor C</b>
Agricultura de riego	0.017
Agricultura de temporal	0.7
Arboledas urbanas	0.08
Áreas sin vegetación aparente	1
Asentamientos humanos	1
Matorral desértico microfilo	0.08
Mezquital	0.01
Carreteras	1
Cuerpos de agua	1
Huertos	0.15
Industrial	1
Pastizal	0.03
Subestación eléctrica	1
Vegetación de cañada	0.01

**Tabla IV.38.** Valor y porcentaje de ocupación del factor C en el sistema ambiental

Rango	Sistema Ambiental	
	Área (Km <sup>2</sup> )	%
0.5	68.93	60.79
0.1	2.38	2.10
0.001	42.08	37.11



**Mapa IV.31.** Valores para el factor de cobertura vegetal “C”

e) *Factor de prácticas mecánicas de control de erosión (P).*

Este se asignará el valor de 1 debido a la escala de trabajo. El factor P cuantifica el impacto de las prácticas de conservación contra las pérdidas del suelo por erosión. Estas prácticas al modificar los patrones de flujo y el grado y dirección de la superficie de escurrimiento, influyen directamente en la conservación o no del suelo. Dentro de las prácticas de soporte de tierras cultivadas, destacan por sus efectos retentores los cultivos en faja, el drenaje sub-superficial y el terraceo.

f) *Cálculo de la Pérdida de Suelo por Unidad de Superficie*

Los volúmenes de pérdida potencial de suelo en el área de análisis oscilan entre las 0 a 50 Ton/ha/año, mismas que para su análisis e interpretación se agruparán en cinco clases frecuentemente utilizadas, (tabla IV.39).

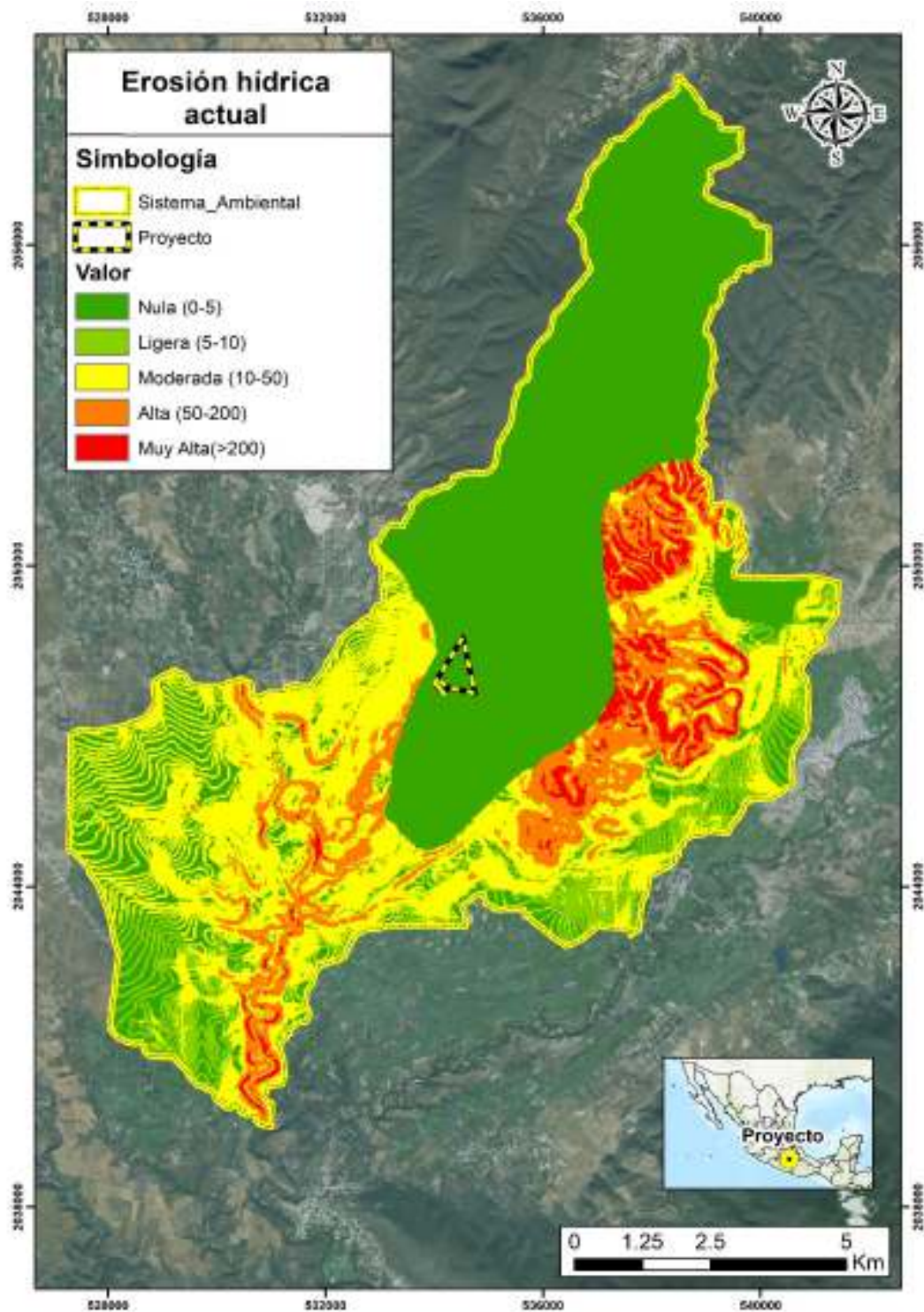
**Tabla IV.39.** Clasificación y proporciones de las tasas de erosión actual registradas en el sistema ambiental.

Rango	Sistema Ambiental	
	Área (Km <sup>2</sup> )	%
Nula (0 a 5 Tn/Ha)	53.54	47.22
Ligera (5 a 10 Tn/Ha)	10.99	9.69
Moderada (10 a 50 Tn/Ha)	31.21	27.53
Alta (50 a 200 Tn/Ha)	13.55	11.95
Muy Alta (> 200 Tn/Ha)	4.10	3.61

**Tabla IV.40.** Clasificación y proporciones de las tasas de erosión potencial registradas en el sistema ambiental.

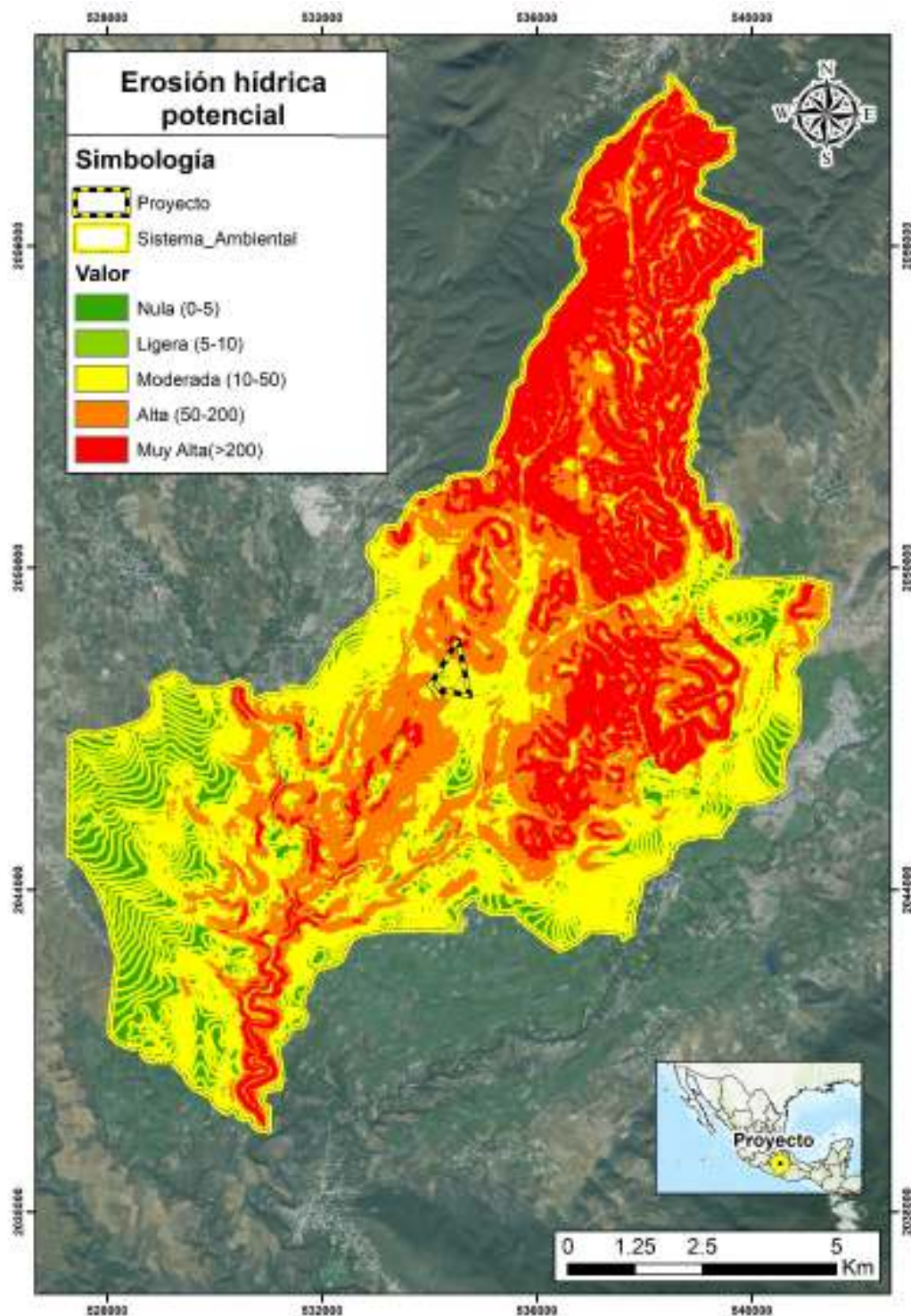
Rango	Sistema Ambiental	
	Área (Km <sup>2</sup> )	%
Nula (0 a 5 Tn/Ha)	6.52	5.75
Ligera (5 a 10 Tn/Ha)	4.05	3.57
Moderada (10 a 50 Tn/Ha)	39.65	34.96
Alta (50 a 200 Tn/Ha)	31.92	28.15
Muy Alta (> 200 Tn/Ha)	31.26	27.57





**Mapa IV.32.** Ubicación de tasas de erosión actual en el sistema ambiental





Mapa IV.33. Ubicación de tasas de erosión potencial en el sistema ambiental

### **Erosión Eólica**

La erosión eólica es el proceso por el cual el viento recoge y transporta el material superficial del suelo y las partículas por él llevadas desgastan la superficie del terreno (Wilson, 1984). Así, la erosión eólica remueve de los terrenos la porción más fértil del suelo y por lo tanto disminuye la productividad de los terrenos (Lyles, 1974). Parte de este suelo entra en suspensión y se convierte en polvo atmosférico.

La erosión del suelo por el viento, de la misma manera que la del agua, depende de la fuerza con la que el fluido (el aire) actúa en las partículas del suelo. Para cualquier fluido, la fuerza que ejerce en una partícula depende de la rugosidad de la superficie, pero en el caso del viento, la rugosidad juega un papel particularmente crítico, debido a la baja densidad y, por lo tanto, capacidad de transporte del aire. Donde la superficie es muy rugosa, la velocidad del viento cerca de la misma será baja y ocurrirá una cantidad muy pequeña de erosión. Cualquier superficie relativamente suave, como el caso de un terreno desnudo, es muy susceptible a la erosión eólica, y este riesgo se incrementa para aquellos suelos que contienen cantidades apreciables de materiales con tamaño de limo. Estas condiciones son muy comunes en los desiertos y a lo largo de las planicies de inundación y costas, pero la remoción de la vegetación y las cortinas rompevientos para fines de cultivo, propician una erosión eólica intensa en cualquier lugar.

Cabe señalar que el viento causará erosión sólo si el suelo se encuentra suelto o si lleva partículas en suspensión, pero difícilmente lo hará sin estas condiciones (Becerra, 2005). El proceso erosivo es básicamente el mismo que en erosión hídrica: remoción, transporte y depositación de las partículas del suelo (SEMARNAT, 2002).

La erosión eólica es una función principalmente del clima, el suelo y la vegetación, los cuales, al conjugarse bajo determinadas condiciones propician o restringen este tipo de erosión. La erosión eólica ocurre bajo las siguientes condiciones: escasa precipitación, fuertes oscilaciones de temperatura entre el día y la noche, así como vientos suficientemente fuertes para provocar el movimiento de las partículas del suelo; en áreas extensas de exposición, terrenos con superficie casi uniforme y plana, así como suelos secos y sueltos; y en áreas con escasa o ninguna cubierta vegetal (SEMARNAT, 2002).

*Erosionabilidad del suelo.* La erosionabilidad de los granos individuales del suelo depende de: diámetro, densidad y forma, sin embargo, la mayor parte de los suelos constan principalmente de agregados que contienen partículas individuales que se mantienen unidas por diversas fuerzas. El estado y la estabilidad de estas unidades estructurales es lo que determina en gran medida la erosionabilidad el suelo (Chepil y Woodruff, 1963). Si un suelo está bien estructurado, el número de partículas pequeñas

que pueden ser removidas es muy bajo y la abrasión o desgaste es mínimo debido a que se desprenden pocos gránulos de suelo. Por el contrario, los suelos que tienen estructuras débiles y un amplio abastecimiento inicial de material erosionable pueden desgastarse rápidamente.

El principal factor de erosividad es la fuerza del viento sobre la superficie del suelo. Las características que afectan ésta fuerza pueden agruparse, según SEMARNAT (2002) en: los que se relacionan con la naturaleza del flujo atmosférico y los que se relacionan con la restricción a ese flujo, la aspereza superficial.

El *viento* a través de sus diferentes movimientos, actúa sobre el desprendimiento y transporte del suelo a lo largo de distancias variables de acuerdo a su velocidad, tamaño de las partículas y la rugosidad del terreno. La velocidad del viento es la que determina la magnitud de las fuerzas que éste ejerce sobre el suelo. Es así que a muy poca altura sobre la superficie, generalmente entre 0.3 y 2.5 mm, la velocidad del viento es casi nula, a poca altura por encima de este nivel el flujo de aire es laminar, e inmediatamente después de ésta capa el flujo es turbulento. Es precisamente dentro de ésta última capa, donde se generan las corrientes cuya fuerza es causante del movimiento del suelo; las prominencias y ondulaciones del terreno que alcancen a penetrar en ésta capa de aire turbulento, absorberán la mayor parte de la energía del viento y de no tener un tamaño y peso más o menos grande o estar bien afianzadas, serán arrastradas por efecto de tales fuerzas.

Si una partícula penetra dentro de la capa de aire turbulento, ésta será transportada por la acción eólica, a menos que su diámetro, su densidad real y su grado de agregación con las partículas vecinas, le permita absorber la energía del viento y evitar su acarreo. Durante el desarrollo del proceso de erosión eólica, el suelo presenta simultáneamente tres tipos de movimientos, dependiendo de los diferentes diámetros de sus partículas; estos son: saltación, suspensión y rodamiento.

*Saltación.* Se considera como el movimiento más importante, debido no sólo a que la mayor parte del suelo se mueve de esta manera, sino que también cualquiera de los otros dos movimientos están sujetos a que previamente se haya presentado saltación. La saltación de las partículas son pequeños "saltos" sobre la superficie del suelo. Al ir cobrando fuerza el viento, su presión frontal, imparte a las partículas del suelo una velocidad horizontal, estas ruedan primero y luego se deslizan paralelamente al piso. Al hacer impacto con el suelo o algún obstáculo, su velocidad horizontal se convierte en vertical, lanzándose entonces las partículas del suelo hacia arriba para describir, al regresar al suelo una trayectoria parabólica. Este movimiento recibe el nombre de saltación. Al caer al piso las partículas saltantes rebotan y vuelven a saltar, o bien hacen saltar a otras. De esta forma se genera un intercambio continuo entre las partículas que saltan y las que se mueven por otros medios.

*Suspensión.* La suspensión actúa sobre las partículas más finas, generalmente de diámetro menor de 0.1 mm. Estas partículas al ser lanzadas hacia arriba durante la saltación y debido a lo reducido de su tamaño, la fuerza del viento vence la atracción de la gravedad y éstas son transportadas a grandes distancias en forma de nubes de polvo.

*Rodamiento.* Como su nombre lo indica es el arrastre de las partículas sobre la superficie del suelo, impulsadas por el viento u otras partículas en movimiento. El rodamiento se realiza con partículas de diámetro comprendido entre 0.5 y 2 mm sin que esto excluya el arrastre del material de mayor tamaño.

En estudios realizados sobre la acción erosiva de cada uno de los tres movimientos antes discutidos, Chepil (1945) encontró que la saltación transporta entre 55 y 72% del material edáfico desprendido y desplazado por acción eólica; del 3 al 38% por suspensión y del 6 al 25% por rodamiento. Concluyó además que el 50% del movimiento tiene lugar en los 50mm superficiales, en tanto que el 90 % se desarrolla en los primeros 30 centímetros. La evaluación de este tipo de erosión se desarrolló tomando como base el modelo propuesto por la FAO en el año 1980.

## Resultados del análisis de la erosión eólica

### a) *Factor de agresividad climática (C).*

Para el cálculo de este factor se utilizó los valores promedio de velocidad del viento de la cuenca. Los valores del viento obtenidos de las estaciones meteorológicas correspondientes a la cuenca fue en promedio de 12.06 km/h. Una vez obtenidos los valores de velocidad del viento y a partir de los valores de precipitación y evapotranspiración ya generados previamente se procedió al cálculo de los valores finales del factor C, los cuales se presentan en la tabla IV.41 y mapa IV.34.

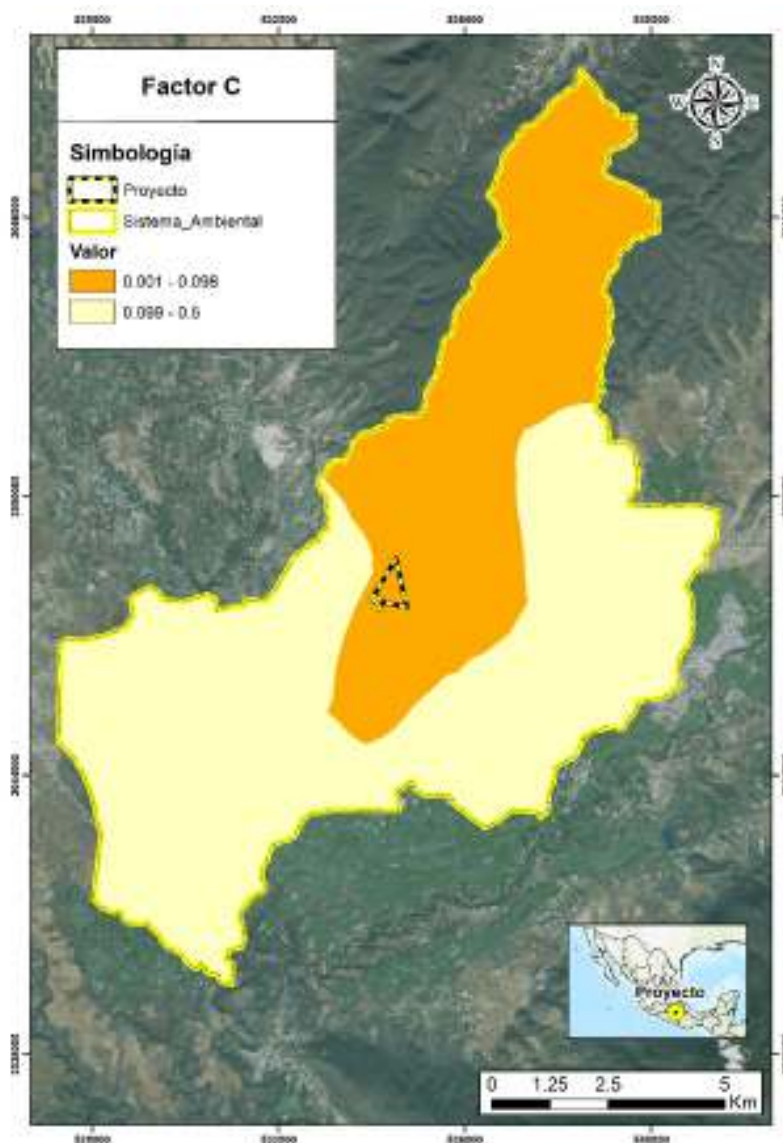
### b) *Factor edáfico (S)*

A partir de las cartas edafológicas del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y tomando en consideración las unidades, subunidades, texturas y fases físicas de los diferentes tipos de suelos, se le asignó el valor correspondiente de erosionabilidad edáfica. Los resultados se presentan en la tabla y figura siguiente.



**Tabla IV.41.** Valores del factor C y porcentaje de ocupación en el sistema ambiental.

Rango	Sistema Ambiental	
	Área (Km <sup>2</sup> )	%
0.001 - 0.098	41.93	37.08
0.099 - 0.5	71.15	62.92



**Mapa IV.34.** Valores del factor C del sistema ambiental

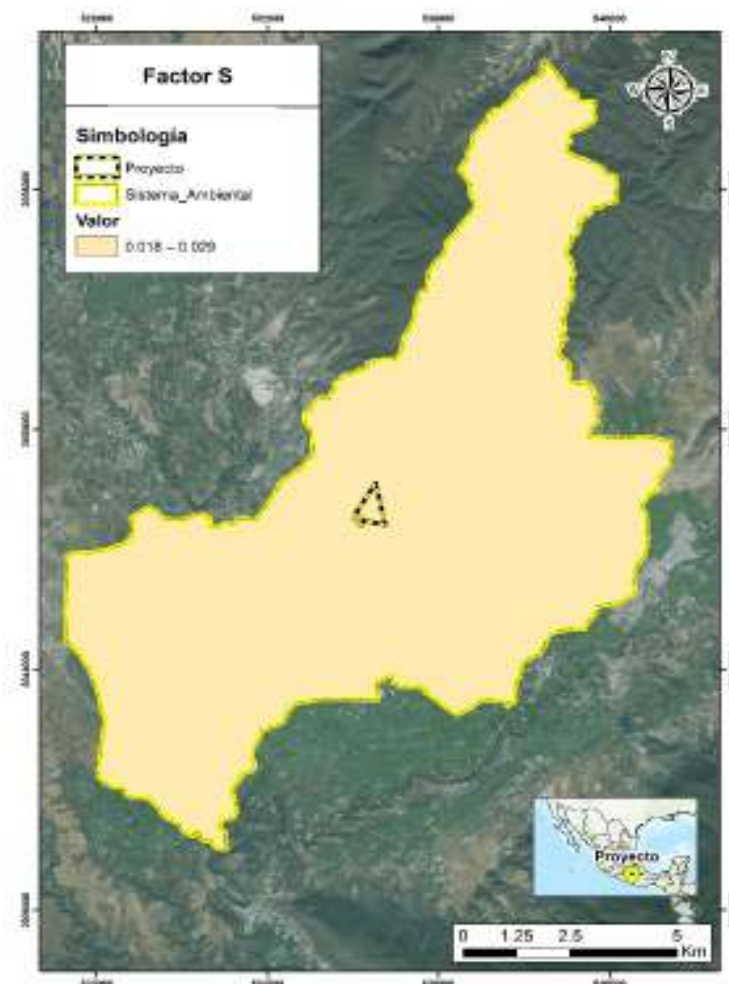


**Tabla IV.42.** Valores asignados del factor S en el sistema ambiental y superficie ocupada.

Rango	Sistema Ambiental	
	Área (Km <sup>2</sup> )	%
0.018 – 0.029	113.38	100

a) *Factor topográfico (T).*

Este se asignó el valor de 1 debido a la escala de trabajo y superficie del sistema ambiental.



**Mapa IV.35.** Valores del factor S en el sistema ambiental

a) *Factor de cobertura de la vegetación (V) y factor de uso del suelo (L).*

Los factores de cobertura de vegetación (V) y de uso del suelo (L) fueron trabajados de manera conjunta a partir de los diversos tipos presentados por el Inventario Nacional Forestal (SEMARNAT-UNAM, 2001) y verificados con ayuda de las imágenes de satélite antes señaladas.

c) *Erosión Eólica Actual y Potencial*

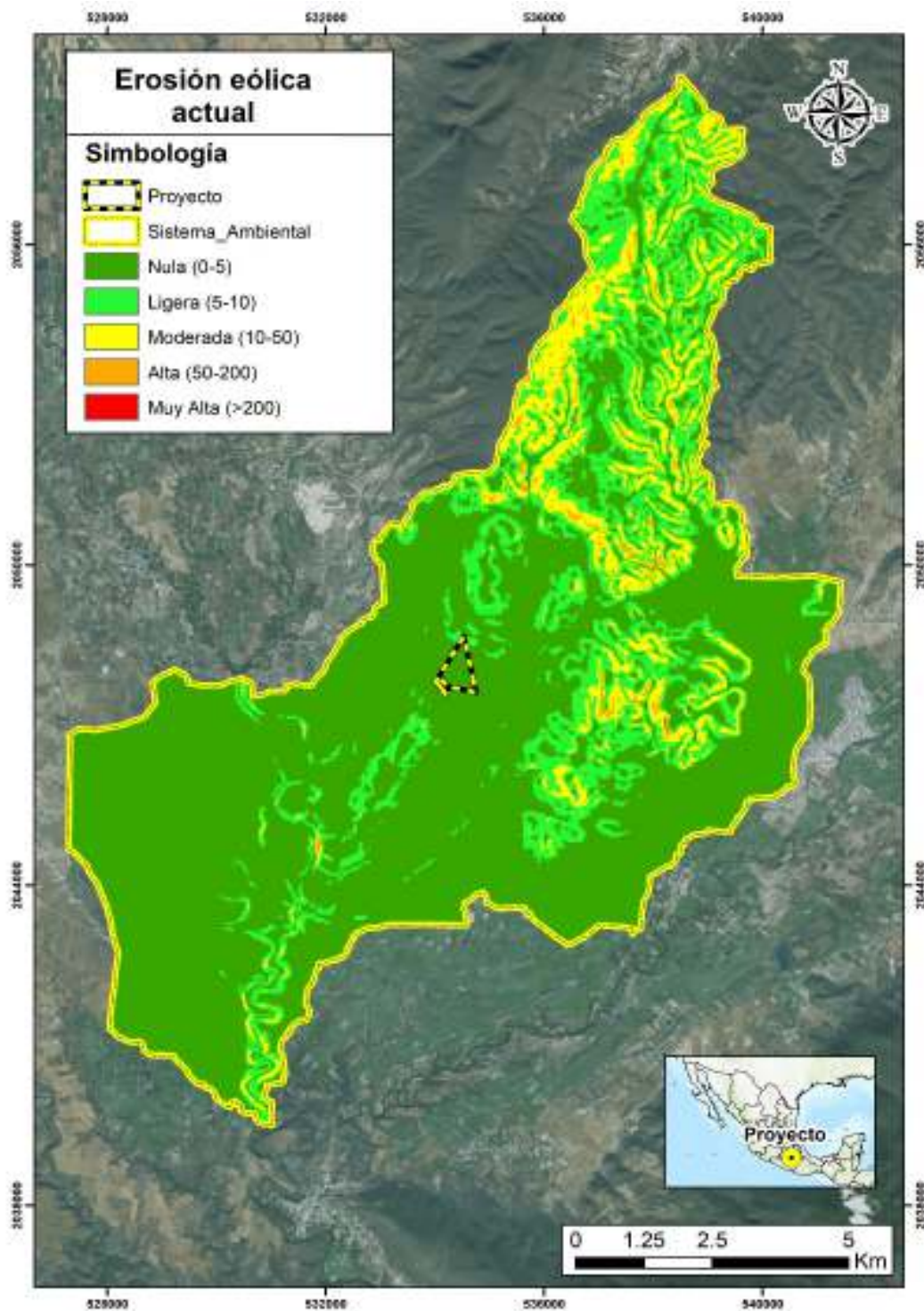
El grado de afectación que presenta la erosión por efecto del viento en el sistema ambiental se presenta en los mapas y en las tablas siguientes.

**Tabla IV.43.** Clasificación y proporciones de las tasas de erosión actual registradas en el sistema ambiental.

Rango	Sistema Ambiental	
	Área (Km <sup>2</sup> )	%
Nula (0 a 5 Tn/Ha)	77.35	68.39
Ligera (5 a 10 Tn/Ha)	24.27	21.46
Moderada (10 a 50 Tn/Ha)	10.63	9.40
Alta (50 a 200 Tn/Ha)	0.84	0.74
Muy Alta (> 200 Tn/Ha)	0.01	0.01

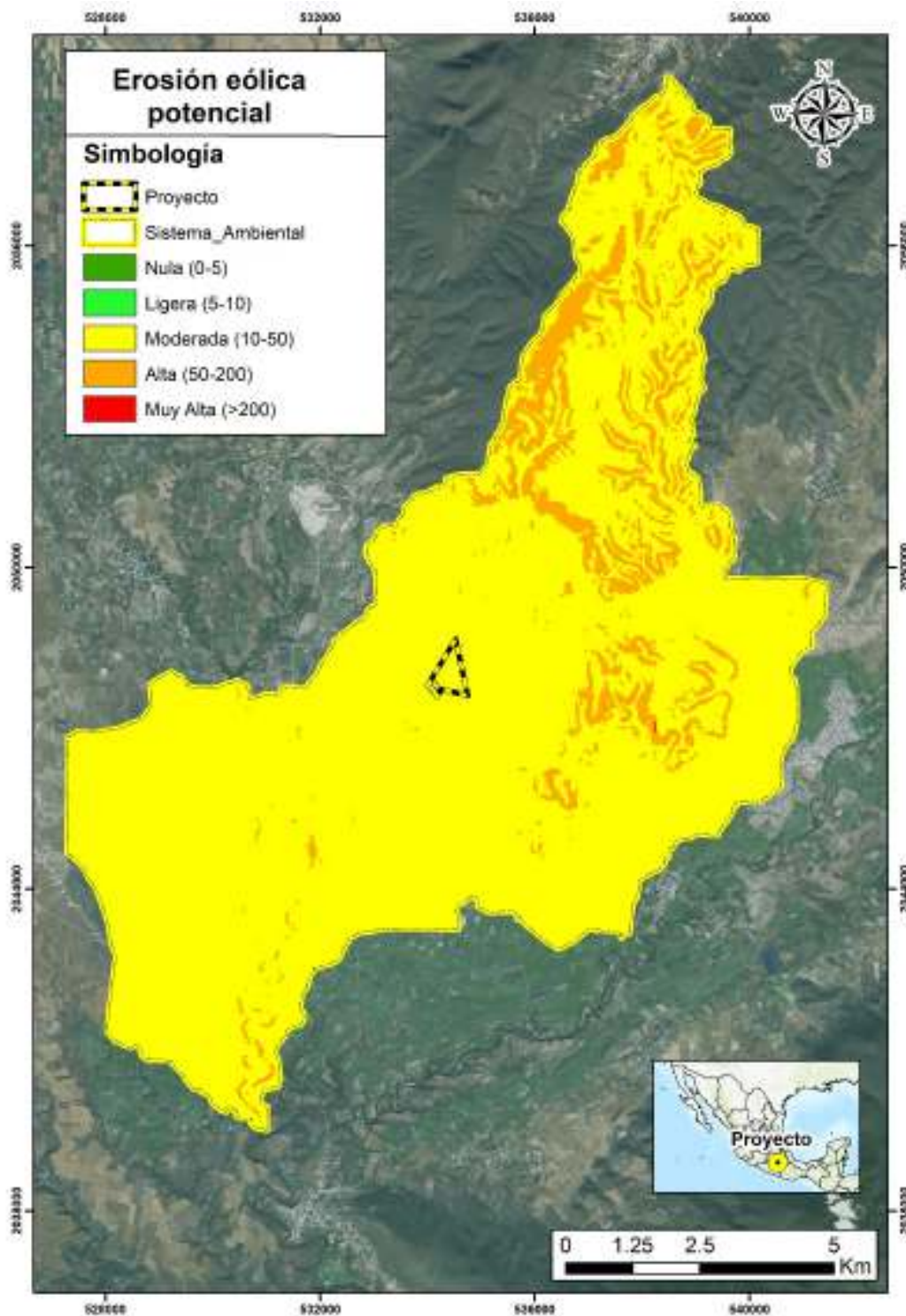
**Tabla IV.44.** Clasificación y proporciones de las tasas de erosión potencial registrada en el sistema ambiental.

Rango	Sistema Ambiental	
	Área (Km <sup>2</sup> )	%
Nula (0 a 5 Tn/Ha)	--	--
Ligera (5 a 10 Tn/Ha)	--	**
Moderada (10 a 50 Tn/Ha)	101.62	89.85
Alta (50 a 200 Tn/Ha)	11.47	10.14
Muy Alta (> 200 Tn/Ha)	0.01	0.01



Mapa IV.36. Pérdida de suelo por erosión eólica actual en el sistema ambiental





Mapa IV.37. Pérdida de suelo por erosión eólica potencial en el sistema ambiental.

## Degradación del suelo

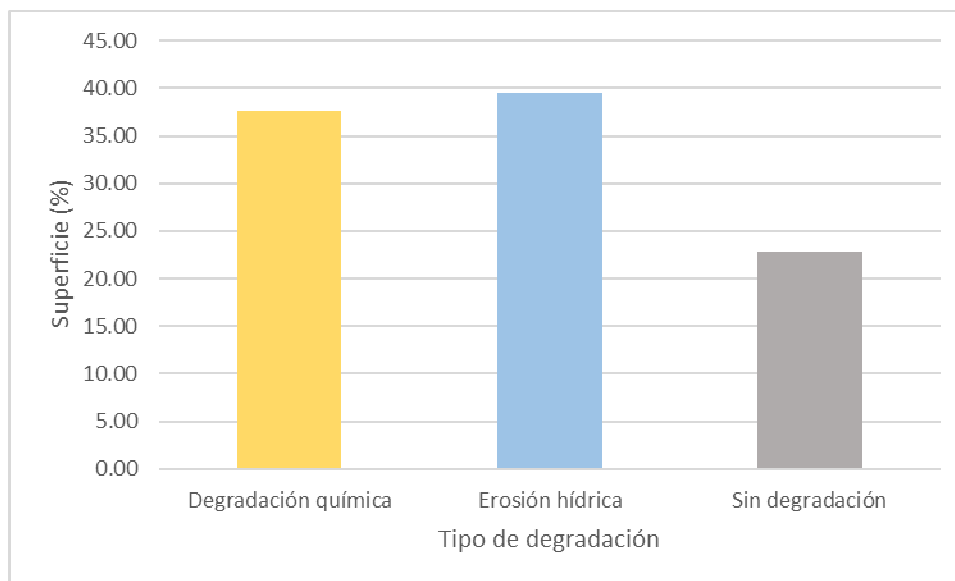
La degradación del suelo se define como un cambio en la salud del suelo resultando en una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios. Los suelos degradados contienen un estado de salud que no pueden proporcionar los bienes y servicios normales del suelo en cuestión en su ecosistema.

En este caso, para determinar el estado de degradación del suelo presente en el sistema ambiental de estudio se basó en la metodología ASSOD (Van Lyden, 1997) "Assesment of the Status of Human-Induced Soil Degradation" (Estimación del estado de la Degradación del Suelo Inducida por el hombre) que es una modificación de la metodología propuesta por Oldeman (1988) llamado GLASOD. Esta última adaptada por la FAO a nivel mundial y por el Inventario Nacional de Suelos de la Dirección General de Restauración y Conservación de Suelos (DGRyCS) dependiente de la SEMARNAT en el periodo 2000-2002. En esta metodología se reconocen dos grandes la degradación por desplazamiento del material del suelo, que tiene como agente causativo a la erosión hídrica o eólica y la degradación resultante de su deterioro interno, que considera en la actualidad a los procesos de la degradación física y química únicamente.

De acuerdo a esta metodología el 77.18% de la superficie del sistema ambiental presenta algún tipo de degradación de suelo: a) degradación química (37.64%) y b) Erosión hídrica (39.53%). El otro 22.82% de la superficie del sistema ambiental aparentemente no presenta degradación.

De los dos tipos de degradación del suelo, la Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica es el principal tipo de degradación (37.64%) que se presenta en el sistema ambiental de estudio (gráfica IV. 5).





**Gráfica IV.5.** Tipos de degradación del suelo presentes en el sistema ambiental.

En la siguiente tabla se presenta un desglose de los tipos de degradación del suelo, así como el grado y causa que los origina.

**Tabla IV.45.** Tipos de degradación del suelo y la superficie que ocupa en el sistema ambiental.

TIPO	GRADO	CAUSA	AREA (Km <sup>2</sup> )	AREA (%)
Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	Ligero	Actividades agrícolas	8.66	7.64
Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	Moderado	Actividades agrícolas / Sobrepastoreo	34.02	30.00
Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	Ligero	Sobrepastoreo / Sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico	44.83	39.54

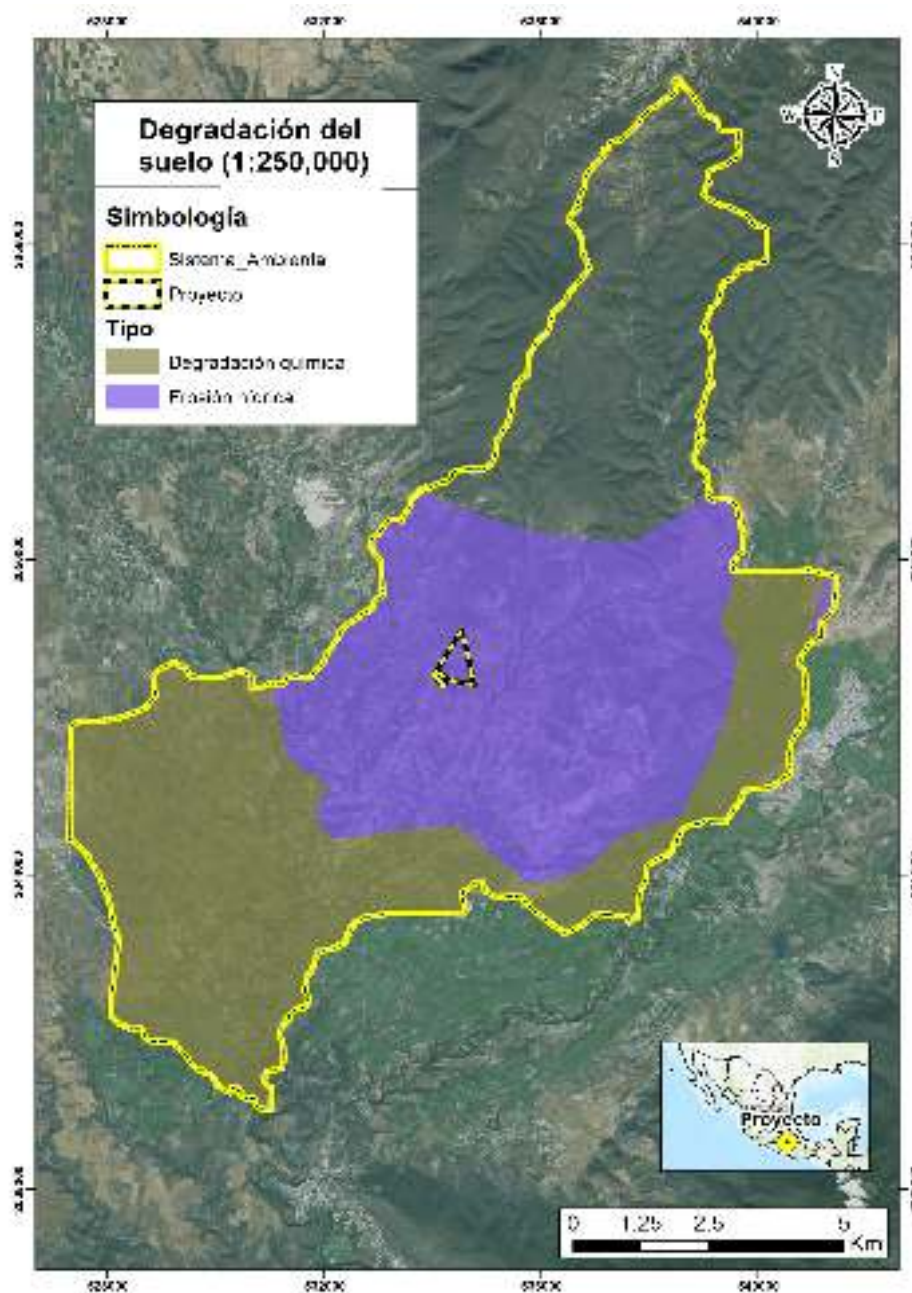
De acuerdo a lo anterior, los niveles de afectación o grado de degradación del suelo que se presentan en el sistema ambiental bajo estudio son los siguientes:

- **Ligero:** Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan alguna reducción apenas perceptible en su productividad, este nivel de degradación es el que mayor superficie ocupa en el sistema ambiental con un 79.9%
- **Moderado:** Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan una marcada reducción en su productividad. Este nivel de degradación es el que ocupa una superficie de 10.21%.

Entre los principales factores causativos de la degradación del suelo en el sistema ambiental de estudio están los siguientes:

- **Actividades agrícolas:** Es el manejo inapropiado de los terrenos arables; problemas por labranza, uso de agroquímicos, de abonos, de agua de riego de mala calidad y quema de residuos de cosecha. Los tipos asociados con este factor son: erosión, compactación, pérdida de nutrimentos, salinización y contaminación. En el sistema ambiental bajo estudio la actividad agrícola representa el 36% de la superficie.
- **Sobrepastoreo:** Comúnmente es ocasionado por el pisoteo del ganado. Su efecto es la compactación del suelo o la disminución de la cubierta vegetal, provocando mayor erosión tanto por el agua como por el viento. Es el principal factor de degradación con el 51% de la superficie en el sistema ambiental.
- **Sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico:** Contrario a la deforestación y remoción de la vegetación natural, este factor causativo no involucra, necesariamente, la remoción (casi) completa de la vegetación natural, sino más bien, la degeneración de la vegetación remanente, provocando una protección insuficiente contra la erosión. Se incluyen en este grupo a la recolección excesiva de leña, la producción de carbón y al uso de la madera como cercos, postes o polines.

Más adelante se realizará un análisis a detalle de la erosión hídrica y eólica en el sistema ambiental de estudio ya que estas se evaluaron con diferentes metodologías.

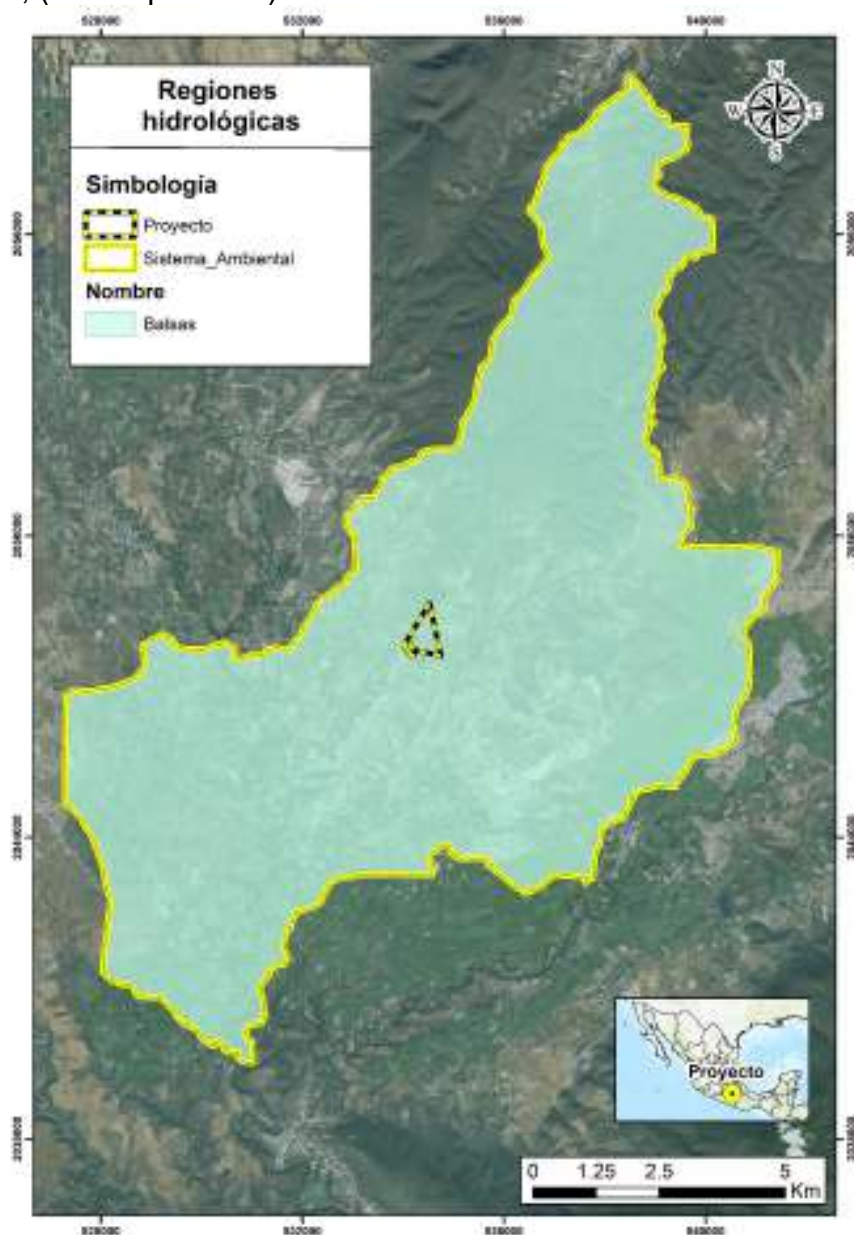


**Mapa IV.38.** Tipos de degradación del suelo presentes en el sistema ambiental

#### IV.2.1.5. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA

##### Región Hidrológica

El sistema ambiental en estudio se encuentra dentro de la Región Hidrológica (RH-18) “Río Balsas”, (ver mapa IV.39).



**Mapa IV.39.** Región hidrológica con se encuentra el área del sistema ambiental en estudio

**Tabla IV.46.** Distribución y superficies de la Región Hidrológica del sistema ambiental

Región Hidrológica	Sistema Ambiental	
	Área (km <sup>2</sup> )	%
Balsas	113.86	100.00

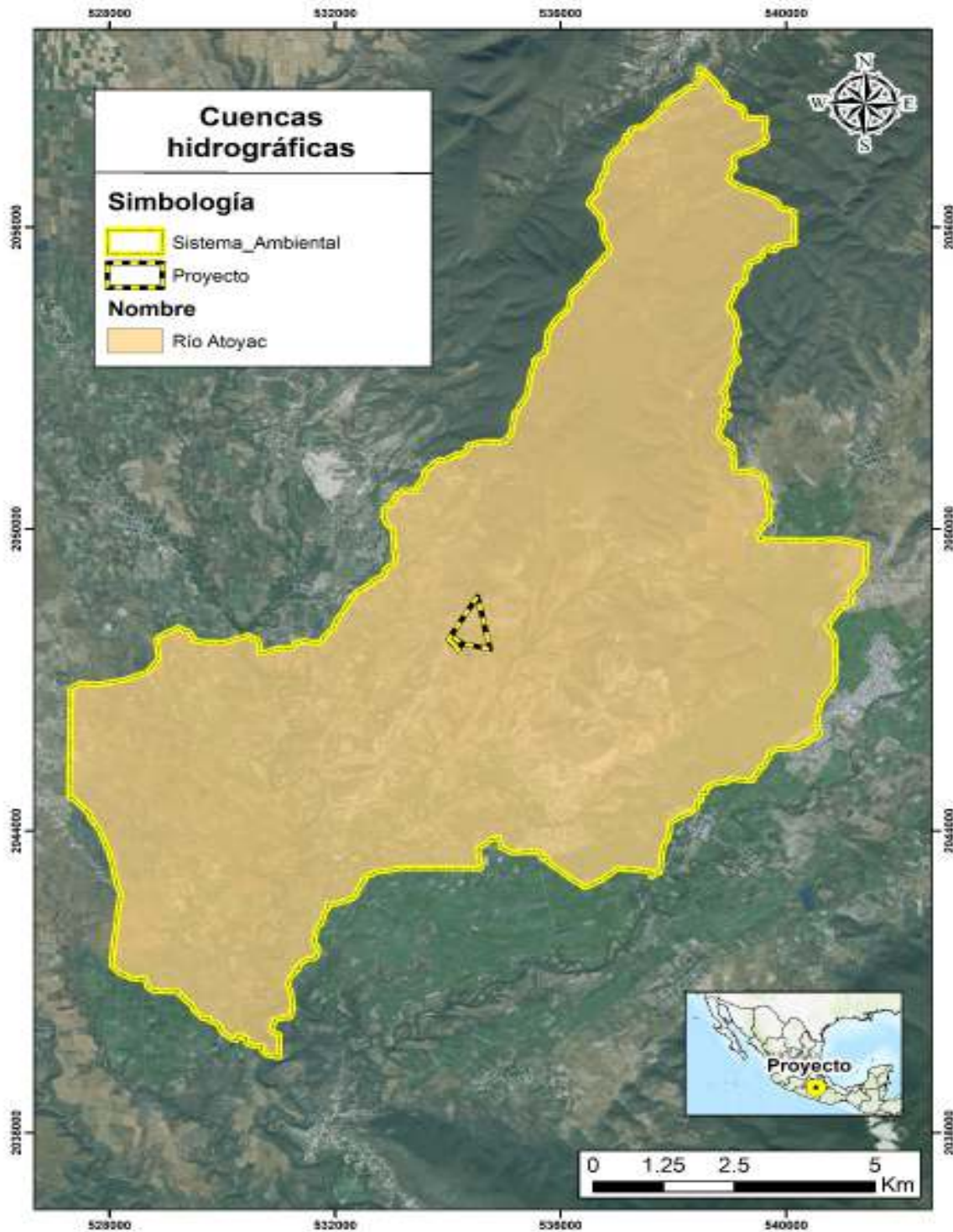
La Región Hidrológica (RH-18) “Río Balsas” esta región, es una de las más importantes del país; ocupa las zonas central y suroccidental del estado, se extiende desde el estado de Michoacán y en una pequeña porción del estado de Veracruz; donde está limitada por las elevaciones que circundan la cuenca de Oriental-Perote, entre las que destacan, la caldera de los Humeros, el volcán Pico de Orizaba, el Cofre de Perote y el volcán Atlítzin o Sierra Negra. Hacia el sur de estas montañas, el parteaguas oriental de la región, se prolonga a lo largo de las serranías que constituyen el borde occidental de la cañada poblana-oaxaqueña. Al norte y al sur, la región se encuentra limitada por los parteaguas del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, respectivamente. El área del proyecto en estudio se encuentra dentro de la Región Hidrológica No. 18 Río Balsas (RH-18)

El área de estudio se encuentra situado en la porción sur de la Región Hidrológica (RH – 18) Río Balsas, Cuenca (18A) Río Atoyac, Subcuenca Río Nexapa.

### Cuenca Hidrológica

El área de estudio se ubica específicamente en la Cuenca (18A) Río Atoyac, constituye la porción oriental de la región, incluye a la mayor parte de las zonas centro, oeste y suroeste de la entidad, que representan 57.23% de la superficie del estado. En esta área se genera anualmente un escurrimiento aproximado de 1 291 Mm<sup>3</sup>, volumen que con las aportaciones de los estados limítrofes de Tlaxcala, Morelos y Oaxaca, asciende a 1 451 Mm<sup>3</sup>. De estos, 1 088 millones, salen al estado de Guerrero, a través del río Mezcala. Esta cuenca representa el extremo nororiental de la región del Balsas, por lo que sus límites dentro de éste, son los mismos descritos anteriormente para dicha región.

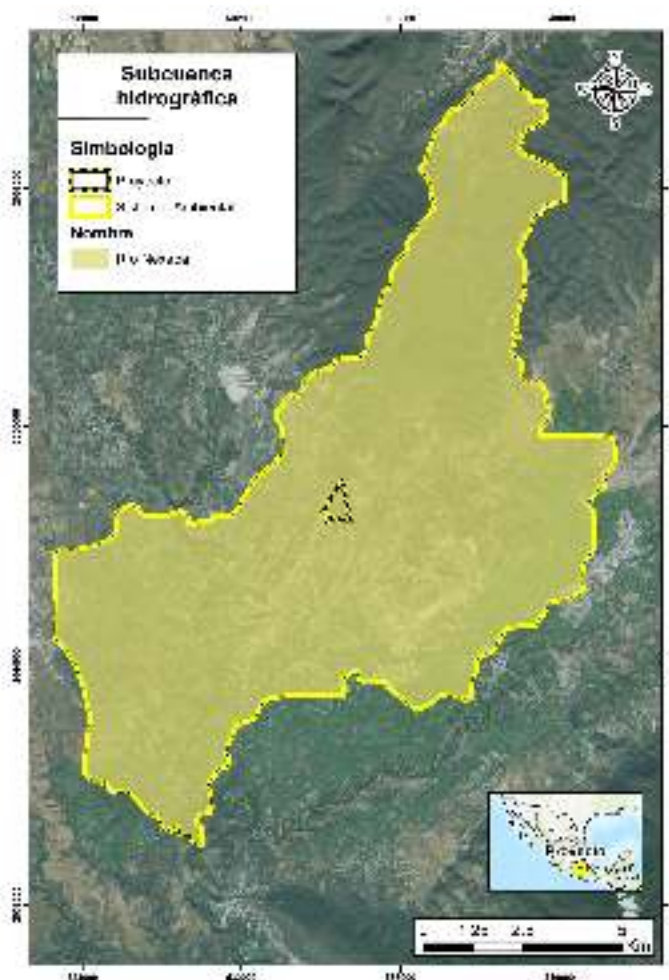




Mapa IV.40. Cuenca río Atoyac (Fuente: CNA)

## Subcuencas Hidrológicas

El área de estudio se ubica específicamente en la “Cuenca (18A) Río Atoyac”, en la **Subcuenca “Río Nexapa”** (también Mexapa) es una corriente en Puebla, México. Se encuentra a una altitud de 800 metros sobre el nivel del mar. Sus coordenadas son 18°7'0" N y 98°46'0" E. Las fuentes del río Nexapa se remontan hasta las faldas sur y occidental del Popocatepetl, donde los arroyos confluyen hacia el sur. En su parte inicial, el río desciende sobre las rocas ígneas del Eje Neovolcánico, y sigue su ruta hacia la zona de rocas sedimentarias más antiguas de la Sierra Madre del Sur, donde su corriente ha excavado un cañón de más de 1.000 m de profundidad. En cuanto a la ubicación el área del proyecto cae dentro de la subcuenca hidrológica denominada Subcuenca “Río Nexapa” (ver mapa IV.41).



**Mapa IV.41.** Subcuencas hidrológicas presentes en el área del sistema ambiental.

### Cuerpos de agua

Dentro del predio existe un cauce superficial de tipo intermitente, que cruza de Sur a Norte, en su costado Este. Existen otros dos arroyos de carácter intermitente de acuerdo al INEGI, los cuales constituyen el drenaje natural de la zona y estos son tributarios del Río Grande (San Francisco), cuyos datos aparecen en la tabla siguiente.

**Tabla IV.47.** Arroyos intermitentes dentro de la zona de influencia del banco de Yeso “La Mole”.

Nombre	Distancia de la zona de proyecto
Barranca El Coyus	A 913 metros al Oeste del Banco de Yeso
Barranca - sin nombre	A 710 metros al Sur-Este del Banco de Yeso

Los arroyos intermitentes se utilizan para prácticas agrícolas de temporal, o de abrevadero. Por otra parte, en la zona del banco de Yeso “La Mole”, se reporta una unidad de escurrimiento superficial de la precipitación media anual, cuyo coeficiente de escurrimiento es del 10%.

### Análisis de la calidad del agua.

En las inmediaciones del poblado de Escape Lagunillas se reporta un aprovechamiento superficial muestreado, que corresponde al no. 97, ubicado a una distancia de 5.5 km del predio. De igual manera se tiene la estación hidrométrica no. 53 (El Mirador). Los datos reportados para estos dos puntos se indican en tabla siguiente.

**Tabla IV.48.** Características fisicoquímicas del punto 97<sup>1</sup>

Parámetro	Valor
Ca (mg/l)	75
Mg (mg/l)	124.3
Na (mg/l)	75
K (mg/l)	8.2
Dureza (CaCO <sub>3</sub> ) (mg/l)	705.5
Relación de Adsorción de Sodio	1.23
pH	8.1
CE (milimhos/cm)	1.83
SO <sub>4</sub> (mg/l)	594.2

<sup>1</sup> Fuente: MEXICO. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA. Morelos, Puebla, Guerrero, Edo. de México y Oaxaca, Cuernavaca. E14-5: Carta Hidrológica de Aguas Superficiales; Escala 1:250 000. Proyección Universal Transversa de Mercator. Aguascalientes, Ags. INEGI. 1983. 2° x 1°.

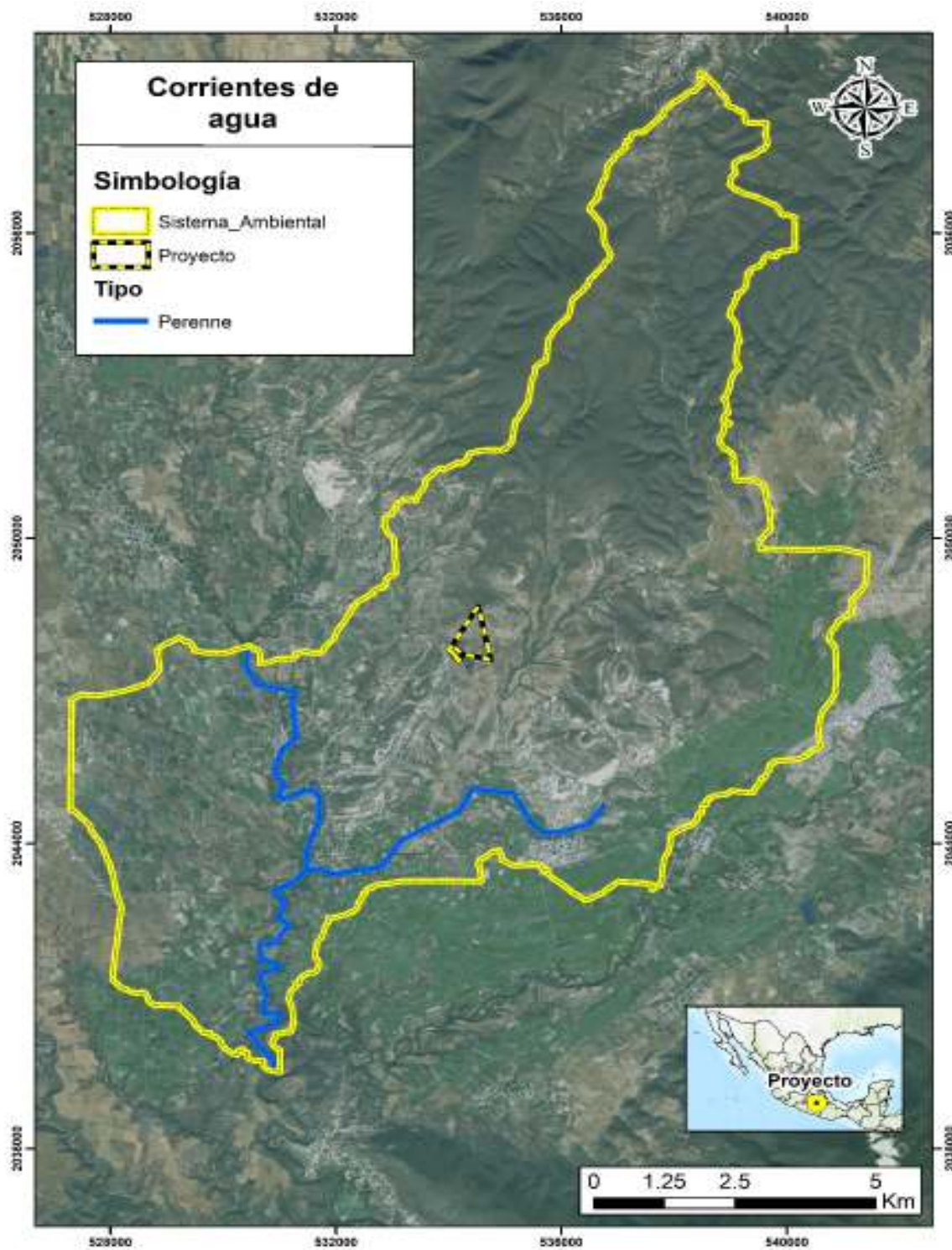
Parámetro	Valor
HCO <sub>3</sub> (mg/l)	158.6
NO <sub>3</sub> (mg/l)	5.0
CO <sub>3</sub> (mg/l)	--
Cl (mg/l)	56.8
Sólidos disueltos totales (mg/l)	1097
Calidad para riego	C3-S1 (alta salinidad y baja en sodio)
Agresividad	Incrustante
Observación	Uso de riego

**Tabla IV.49.** Datos generales de la Estación Hidrométrica El Mirador

Corriente	Área de la Cuenca (km <sup>2</sup> )	Volumen Medio Anual (millones m <sup>3</sup> )	Gasto Medio Anual (m <sup>3</sup> /s)	Gastos Extremos (m <sup>3</sup> /s)	
				Máximo	Mínimo
Arroyo Alchichica	22	16.300	0.517	5.590	0

En el mapa IV.42 se presenta la red hidrográfica del sistema ambiental, la cual se constituye de cauces de arroyos intermitentes.





Mapa IV.42. Sistema hidrográfico en el sistema ambiental en estudio

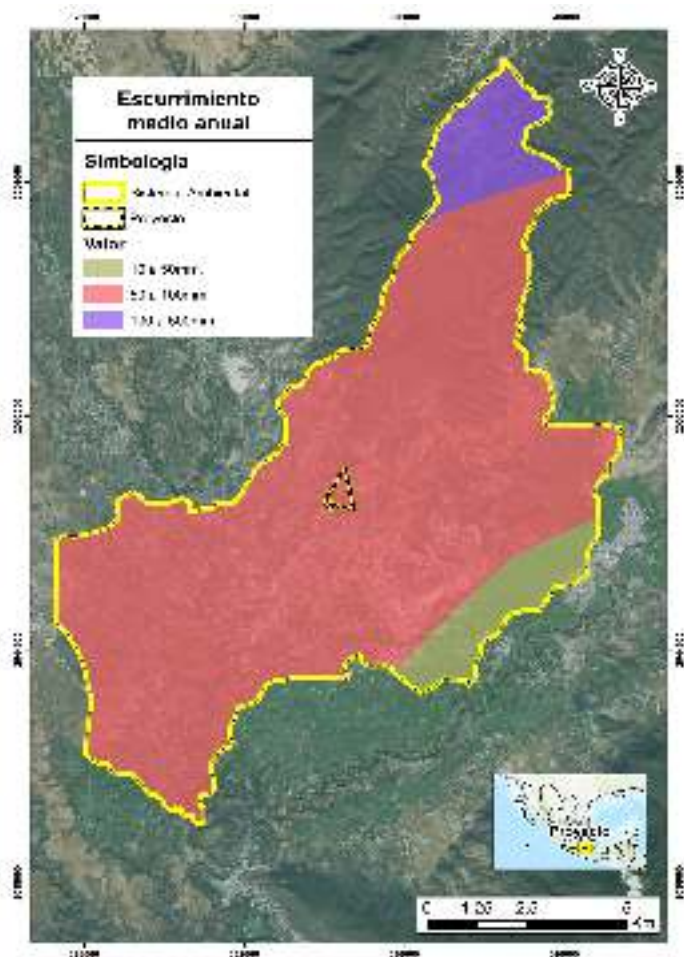


### Escurrecimiento medio anual

El escurrecimiento medio anual en el sistema ambiental se encuentra en el rango de 0 a 500 mm, (ver tabla IV.50, mapa IV.43).

**Tabla IV.48.** Distribución y superficies del escurrecimiento medio anual del sistema ambiental.

Escurrecimiento medio anual	Sistema Ambiental	
	Área (km <sup>2</sup> )	%
10 a 50 mm.	7.13	6.29
50 a 100 mm.	98.72	87.07
100 a 500 mm.	7.53	6.64



**Mapa IV.43.** Escurrecimiento medio anual de agua presentes en el área del sistema ambiental en estudio.

## Aguas subterráneas.

El área del sistema ambiental, se ubica en dos Unidades Geohidrológicas, la primera de material consolidado con posibilidades bajas y la segunda de material no consolidado con posibilidades bajas de. A continuación, se describen dichas unidades.

### Material consolidado con posibilidades bajas

Esta unidad se halla diseminada en el área y la constituyen rocas metamórficas, sedimentarias e ígneas. Las sedimentarias son de origen marino y continental, y constituyen asociaciones de caliza – lutita – arenisca, caliza – yeso, limonita – arenisca, arenisca – yeso y arenisca – conglomerado; se encuentran moderadamente fracturadas y en topografía abrupta. Estas rocas tienen permeabilidad baja, excepto la caliza de la formación Morelos que es altamente permeable.

### Material no consolidado con posibilidades bajas

Está formada por brecha sedimentaria, toba básica, toba intermedia, suelo aluvial, conglomerado y por arenisca – conglomerado. Estas dos unidades geohidrológicas se ubican en el predio.

## Análisis de la calidad del agua subterránea.

Cerca de la zona de proyecto se localizan dos obras muestreadas por INEGI, en un radio de 5 km. La primera es un pozo que se localiza a 5 km en dirección noreste, según la carta hidrológica de aguas subterráneas y la segunda, es un manantial que se localiza a 5 km en dirección suroeste con respecto al predio del proyecto. En las tablas siguientes se indican los resultados del muestreo.

**Tabla IV.51.** Análisis de aguas subterráneas del pozo No 1642.

Concepto	Valor
Fecha de muestreo	02 de abril de 1982
calcio (mg/l)	32
magnesio (mg/l)	64.3
sodio (mg/l)	66.9
potasio (mg/l)	3.5
Dureza carbonato de calcio (mg/l)	348
Relación de adsorción de sodio	1.56
pH	7.9
Conductividad eléctrica (milimhos/cm)	0.89

Concepto	Valor
sulfato (mg/l)	271.2
carbonato acido (mg/l)	164.7
nitrate (mg/l)	2.5
carbonato (mg/l)	--
cloro (mg/l)	42.6
Total de sólidos disueltos (mg/l)	648
Calidad del agua para el riego	C <sub>1</sub> – S <sub>1</sub>
Agresividad del agua	Agresiva
Observaciones	La temperatura es de 30 °C; es de uso de riego con motor eléctrico

Este pozo presenta características en su conductividad de baja salinidad y se puede usar para riego en la mayoría de los cultivos con bajas probabilidades de que el suelo se vuelva salino; también el nivel de sodio es bajo, lo que permite su utilización para el riego, teniendo la probabilidad baja de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable.

**Tabla IV.52.** Análisis de aguas subterráneas del manantial No 1573.

Concepto	Valor
Fecha de muestreo	30 de marzo de 1982
calcio (mg/l)	98
magnesio (mg/l)	127.2
sodio (mg/l)	63.5
potasio (mg/l)	8.2
Dureza carbonato de calcio (mg/l)	775
Relación de adsorción de sodio	0.99
pH	7.9
Conductividad eléctrica (milimhos/cm)	1.93
sulfato (mg/l)	698.9
carbonato acido (mg/l)	109.8
nitrate (mg/l)	2.5
carbonato (mg/l)	--
cloro (mg/l)	42.6
Total de sólidos disueltos (mg/l)	1151
Calidad del agua para el riego	C <sub>3</sub> – S <sub>1</sub>
Agresividad del agua	Agresiva
Observaciones	La temperatura es de 26 °C; es de uso doméstico con motor eléctrico

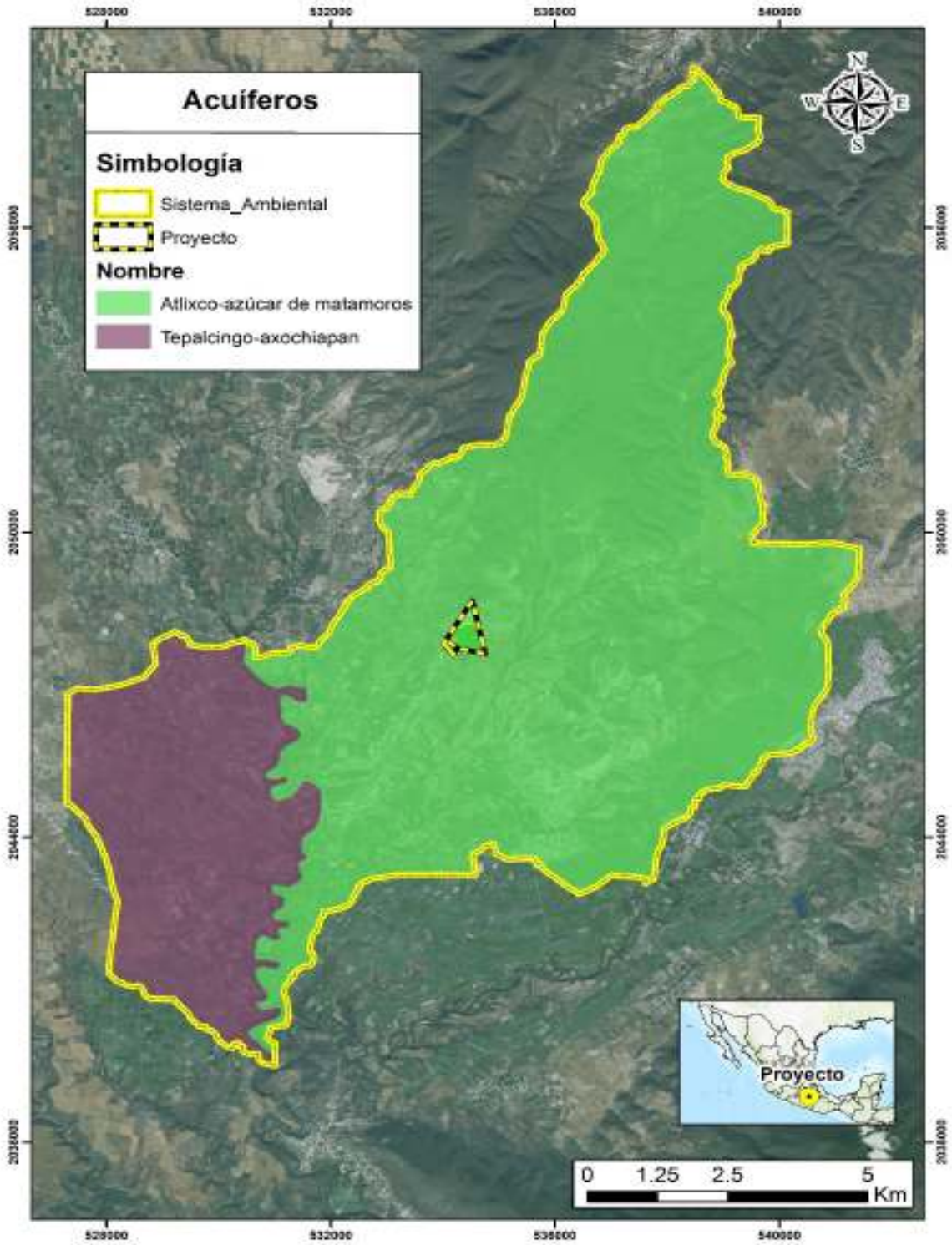
Este manantial es considerado de salinidad alta, no debe usarse en suelos con drenaje deficiente. El factor S1 indica un agua baja en sodio, la cual puede utilizarse para el riego con baja probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante, los cultivos sensibles como frutas y aguacates pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio.

### **Acuíferos.**

De acuerdo a la capa de información geográfica desarrollada por la Gerencia de Aguas Subterráneas de la Comisión Nacional del Agua, el área del sistema ambiental se ubica dentro de los límites del Acuífero Tepalcingo-Axochiapan y Atlixco-Izucar de Matamoros, este último dentro del predio del proyecto, (ver mapa IV.44).

**Tabla IV.53.** Distribución y superficies de los acuíferos del sistema ambiental

<b>Acuíferos</b>	<b>Sistema Ambiental</b>	
	<b>Área (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>%</b>
Atlixco-Izucar de Matamoros	89.40	78.85
Tepalcingo-Axochiapan	23.98	21.15



Mapa IV.44. Acuíferos presentes en el área del sistema ambiental en estudio.



## **Acuífero de Atlixco-Izúcar de Matamoros**

### ***Calidad del agua subterránea***

En general el agua es apropiada para usos agrícolas, las aguas con mayores concentraciones de STD de 1100 a 2200 ppm, corresponden a los manantiales de Xuchiapa, San Lucas Colucan y San Vicente, localizados en la parte suroriental de Matamoros, donde existen rocas calcáreas yesíferas, que proporcionan aguas altamente sulfatadas, que aún con estas características, son utilizadas para riego de caña de azúcar.

En la tabla IV.54, se muestra el aprovechamiento por usos del agua subterránea en los municipios del acuífero de Atlixco-Izúcar de Matamoros.

**Tabla IV.54.** Aprovechamiento del agua subterránea

<b>Uso</b>	<b>Volumen Mm<sup>3</sup>/año</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Público Urbano	16	12.39
Agrícola	110.2	85.38
Doméstico	1.4	1.08
Industria	1.5	1.16
<b>Total</b>	<b>129.06</b>	<b>100</b>

La extracción total de agua subterránea en la zona es de 129.06 Mm<sup>3</sup>/año, la cual se destina principalmente para uso agrícola.

### ***Recarga total media anual***

La recarga total media anual (Rt), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural, más la recarga inducida, que para este caso es de 244.3 Mm<sup>3</sup>/año.

### ***Descarga natural comprometida***

La descarga natural comprometida, se cuantifica mediante medición de los volúmenes de agua procedentes de manantiales o de caudal base de los ríos alimentados por el acuífero, que son aprovechados y concesionados como agua superficial, así como las salidas subterráneas que deben ser sostenidas para no afectar a las unidades

hidrogeológicas adyacentes. Para el caso de la zona en estudio la descarga natural comprometida es de 83.88 Mm<sup>3</sup>/año.

### ***Volumen concesionado de agua subterránea***

El volumen anual de extracción, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA), de la Subdirección General de Administración del Agua, al 30 de abril de 2002, es de 152,068,372 m<sup>3</sup>/año.

### ***Disponibilidad de aguas subterráneas***

La disponibilidad de aguas subterráneas, conforme a la metodología indicada en la norma referida, se obtiene de restar el volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPGA, resultó ser de 8,311,628 m<sup>3</sup>/año. La cifra indica que existe volumen disponible de 8,351,628 m<sup>3</sup> anuales para nuevas concesiones en el acuífero de Atlixco-Izúcar de Matamoros.

## Diagnóstico de los procesos de captación, y recarga de acuífero en el área de análisis.

### Precipitación

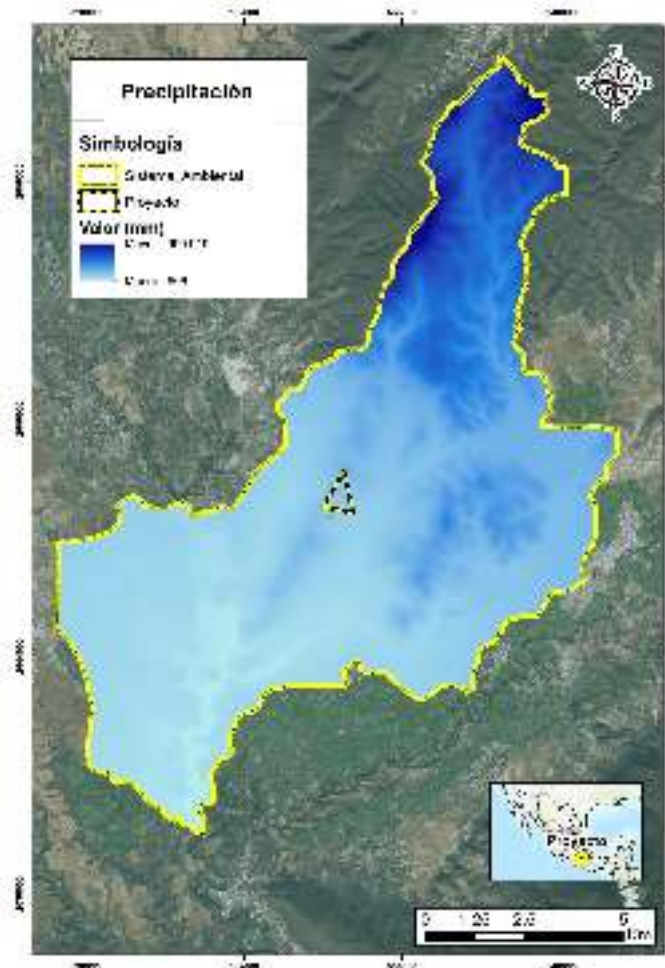
Para el análisis de precipitación se empleó información obtenida de la base de datos de Normales Climatológicas por Estación ([http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=42&Itemid=75](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75)), (tabla IV.55).

**Tabla IV.55.** Lista de algunas estaciones climatológicas ubicadas en la región del proyecto.

ID Estación	Estación	Coordenadas	
		X	Y
17015	Tepalcingo	516499.21	2056176.92
17020	Tlacotepec	526341.74	2080191.94
17021	Tlacualera	505948.38	2058414.27
17028	Jonacatepec	518481.70	2066720.67
17036	Lagunillas de Rayón	529911.73	2043684.45
17045	Huecahuaxco E	526004.58	2091102.51
17046	Hueyapan E	532620.69	2088131.57
17048	Puente Ocuituco E	523669.21	2087349.68
17057	El Limón	506596.32	2048948.38
17060	Alponocan	532670.24	2093233.78
17081	Amilcingo	525036.95	2070969.64
21012	Atlixco	557476.42	2092248.86
21024	Chietla	544094.21	2048506.57
21034	Echeverria	576298.78	2096066.54
21050	Jolalpan	519049.59	2025998.64
21123	Huaquechula	548391.21	2076393.97
21132	Izucar de Matamoros (SMN)	556116.15	2058004.73
21167	San Andrés Calpan	556419.83	2112593.45
21177	Tepexco	532579.29	2061391.90
21189	Teotlalco	523461.81	2042323.14
21192	Huilango E	542662.50	2085170.47
21193	San Pedro Benito Juárez	547238.63	2092250.78
21197	Tochimilco D	540880.32	2083906.32
21217	Teutla	519493.01	2022895.01
21231	Teopantlan	577755.85	2069177.26
21235	San Isidro Huilotepec	565271.82	2088094.34

ID	Estación	Coordenadas	
17030	Axochiapan	526390.13	2045523.31
21049	Izucar de Matamoros (GDE)	556200.51	2059203.67
21172	Santa María Cohetzala	520063.41	2010725.25
21195	Santa Cruz Cuautomatilla	546834.84	2089975.29

Con la información de precipitación normal anual se elaboró la figura de precipitación para identificación de isoyetas (mapa IV.45), en el procedimiento se emplearon Sistemas de Información Geográfica ArcMap 10.2 con fuentes de información digital como cartas topográficas, modelos de elevación digital y conjuntos de datos vectoriales de la zona de análisis.



Mapa IV.45. Isoyetas de estaciones meteorológicas en la región de estudio

### Escurrimiento superficial

El escurrimiento superficial se calculó a partir del llamado coeficiente de escurrimiento que representa el porcentaje de agua de precipitación que escurre sobre la superficie hasta acumularse en los cuerpos de agua o seguir a través de corrientes superficiales (NOM-011-CNA-2000) y se calcula mediante la fórmula:

$$Ce = Ve / Vp$$

Donde

Ce= Coeficiente anual de escurrimiento

Ve= Volumen de escurrimiento anual

Vp= Volumen de precipitación obtenido de la multiplicación de los valores de precipitación por el área

A partir de esta fórmula el coeficiente de escurrimiento se obtuvo por la sustitución de valores:

$$Ve = Ce * Vp$$

Los valores del coeficiente de escurrimiento fueron tomados de la NOM-011-CNA-2000, incluyendo las recomendaciones de los valores *K* en función del tipo y uso de suelo (tablas IV.56 y IV.57):

**Tabla IV.56.** Valores de *K* en función del tipo de suelo.

Si <i>K</i> resulta menor o igual que 0.15	$Ce = K (P - 250) / 2000$
Si <i>K</i> es mayor que 0.15	$Ce = K (P - 250) / 2000 + (K - 0.15) / 1.5$
Tipo de Suelo	Características
A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos
B	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess; algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos
C	Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas



Este criterio se aplicó a las características de unidades y combinaciones edáficas registradas para la zona del sistema ambiental, considerando características de textura y fase física en la comparación de valores de permeabilidad reportados por Fitz Patrick (1984) y FAO – ONU (1979).

**Tabla IV.57.** Identificación de valores de permeabilidad en unidades y combinaciones edáficas a partir de clase textural y referencias bibliográficas.

Combinación / unidad edáfica	FASE	Descripción	Permeabilidad
Be / 2	Dúrica	Cambisol éútrico Textura media	B
Be + Re / 1	Gravosa	Cambisol éútrico + Regosol éútrico Textura gruesa	A
Ck + Vp / 3	Lítica profunda	Chernozem háplico + Vertisol pélico Textura fina	A
E / 2	Lítica	Rendzina Textura media	B
E / 3		Rendzina Textura fina	A
E + Hc + I / 2	Lítica	Rendzina + Feozem calcárico + Litosol Textura media	B
E + I / 2	Lítica	Rendzina + Litosol Textura media	B
E + I / 3	Lítica	Rendzina + Litosol Textura fina	B
E + Vp / 2	Lítica	Rendzina + Vertisol pélico Textura media	B
Hc + Ch + Vp / 2	Gravosa	Feozem calcárico + Chernozem háplico + Vertisol pélico Textura media	A
Hc + Vp / 2		Feozem calcárico + Vertisol pélico Textura media	B
Hh / 2	Gravosa	Feozem háplico Textura media	A
Hh + Re + Vp / 2	Lítica	Feozem háplico + Regosol éútrico + Vertisol pélico Textura media	B
Hh + Vp + Re / 2	Lítica	Feozem háplico + Vertisol pélico + Regosol éútrico Textura media	B
Jc + Hc / 2	Gravosa	Fluvisol calcárico + Feozem calcárico Textura media	A
Je + Hh / 1	Gravosa	Fluvisol éútrico + Feozem háplico Textura gruesa	A
Kk + Kh / 2	Lítica	Castañozem cálcico + Castañozem háplico Textura media	B
I + E / 2		Litosol + Rendzina Textura media	B
I + E / 2	Lítica	Litosol + Rendzina Textura media	B
I + Hh / 2		Litosol + Feozem háplico Textura media	B
Rd + Vp / 3	Dúrica	Regosol dístrico + Vertisol pélico	A

Combinación / unidad edáfica	FASE	Descripción	Permeabilidad
		Textura fina	
Re / 1	Gravosa	Regosol éútrico Textura gruesa	A
Re + Hh / 1	Gravosa	Regosol éútrico + Feozem háplico Textura gruesa	A
Re + Hh / 2	Gravosa	Regosol éútrico + Feozem háplico Textura media	A
Re + Hh / 2	Lítica	Regosol éútrico + Feozem háplico Textura media	B
Re + Vp / 2	Lítica	Regosol éútrico + Vertisol pélico Textura media	B
Th + l / 1	Gravosa	Andosol húmico + Litosol Textura gruesa	A
To / 2	Gravosa	Andosol ócrico Textura media	A
Vp / 3	Gravosa	Vertisol pélico Textura fina	B
Vp + Ch / 3		Vertisol pélico + Chernozem háplico Textura fina	C
Vp + Hh / 3		Vertisol pélico + Feozem háplico Textura fina	C
Vp + Re / 3	Gravosa	Vertisol pélico + Regosol éútrico Textura fina	B

**Tabla IV.58.** Sub-clasificación de la permeabilidad a partir de los uso

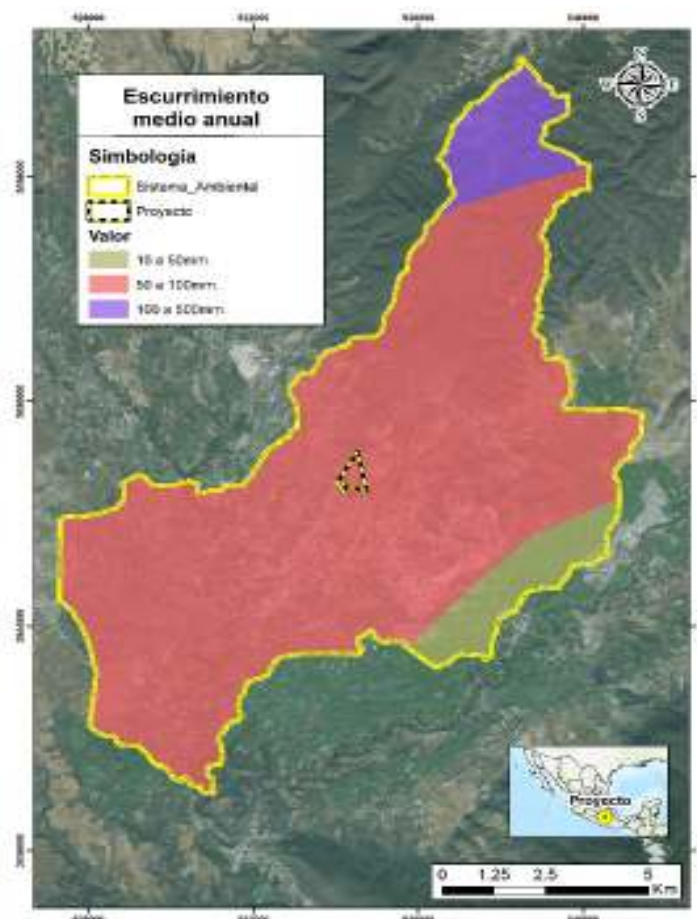
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.3
Cultivos en hileras	0.24	0.27	0.3
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.3
Granos pequeños	0.24	0.27	0.3
Pastizal > 75% cubierto o pastoreo	0.14	0.2	0.28
Pastizal 50% a 75% pastoreo regular	0.2	0.24	0.3
Pastizal < 50% pastoreo excesivo	0.24	0.28	0.3
Bosque > 75% cubierto	0.07	0.16	0.24
Bosque 50% a 75% cubierto	0.12	0.22	0.26
Bosque 25% a 50% cubierto	0.17	0.26	0.28
Bosque < 25% cubierto	0.22	0.28	0.3
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.3	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.3
Cuerpos de agua	0	0	0

Fuente NOM-011-CNA-2000.

Con la aplicación del modelo se obtuvieron los volúmenes de escurrimiento agrupados en 5 clases. (Tabla IV.59), (mapa IV.46).

**Tabla IV.59.** Rangos de escurrimiento en el área de análisis. Las cifras de los rangos expresan los milímetros de precipitación anuales por metro cuadrado que no son aprovechados por cobertura vegetal o filtrados a subsuelo.

Rangos de escurrimiento	Sistema Ambiental	
	Área (Km <sup>2</sup> )	%
10 a 50 mm	7.13	6.29
50 a 100 mm	98.72	87.07
100 a 500 mm	7.53	6.64



**Mapa IV.46.** Volúmenes de escurrimiento en el área del sistema ambiental.

Una vez establecidos los valores y ubicación de áreas con los volúmenes de escurrimiento expuestos, se procedió al análisis del proceso de infiltración hídrica y de recarga potencial al acuífero.

### Infiltración

Para el cálculo de la infiltración hídrica se empleó la ecuación de Schosinsky y Losilla (2000 y 2006), utilizando valores de precipitación normal mensual, valores de infiltración básica de suelos, tipo de cobertura vegetal y porcentaje de pendiente existentes en el área de análisis.

Diversas fuentes bibliográficas señalan a dicha ecuación como la más apropiada cuando se carece de información sobre los parámetros arriba señalados. Sin embargo, al igual que la ecuación del coeficiente de escurrimiento propuesta en la NOM-011-CNA-2000, se limita al análisis de resultados inferiores a la unidad como valor máximo, aún cuando el cálculo sea superior a 1 y donde todos sus componentes son adimensionales:

$$C_i = K_p + K_v + K_{fc}$$

Donde:

$K_p$ = Fracción que se infiltra por efecto de pendiente

$K_v$ = Fracción que se infiltra por efecto de cobertura vegetal

$K_{fc}$ =Fracción que infiltra por textura del suelo

La variable  $K_{fc}$  condiciona su valor a la cantidad de precipitación, ya que cuando es menor a 16 mm/día, el valor  $fc$  ó de infiltración básica del suelo es integrado a la operación:  $K_{fc} = 0.0148 fc / 16$ .

Por otro lado si el valor  $fc$  se obtiene de registro con valores que oscilan entre los 16 y 1568 mm/día, entonces es integrado a la operación  $K_{fc} = 0.267 \ln(fc) - 0.000154 - 1.723$ .

Por último si el valor de la precipitación es superior a 1568 mm/día, la constante  $K_{fc} = 1$

El valor  $fc$  se obtiene en pruebas de campo con anillos en la superficie de terreno o por el método del permeámetro de Guelph, ambas pruebas aplicadas a una profundidad no mayor de 30 cm.

No obstante la valides de la ecuación de Schosinsky y Losilla, se otorga mayor valor de importancia al efecto de pendiente y a las características de la cobertura vegetal de la zona de estudio.

De esta manera los valores de  $f_c$  se obtuvieron de estudios realizados en la región y comparados con los componentes propuestos por Schosinsky y Losilla (tabla IV.60), para posteriormente aplicarlos a los tipos de vegetación y uso de suelo actuales para la región

**Tabla IV.60.** Coeficientes de escurrimiento en el área del sistema ambiental.

<b>Kp= efecto de pendiente</b>		
Pendiente	Valor porcentual	$K_p$
Muy plana	0.02% a 0.06%	0.30
Plana	0.% a 0.4%	0.20
Algo plana	1% a 2%	0.15
Promedio	2% a 7%	0.10
Fuerte	Mayor a 7	0.06
<b>Kv = efecto de cobertura vegetal</b>		
Tipo de cobertura	Condición	$K_v$
Pastizales	Menos de 50%	0.09
Pastizales	Mas del 75%	0.21
Cultivos anuales o de riego	Activos	0.10
Pastizal natural		0.18
Bosque		0.20
<b>Kfc= efecto de filtración por textura de suelo</b>		
Arcilla compacta impermeable		0.100
Combinación de limo y arcilla		0.200
Suelo limo-arenoso no muy compacto		0.400

Para el análisis de pendiente, fueron asignados los valores correspondientes mediante el uso de un modelo de elevación digital, ajustando la clasificación de pendientes a la escala  $K_p$  de la tabla IV.61.

Una vez obtenido el coeficiente de escurrimiento, se procedió a la determinación de los volúmenes de infiltración promedio anual (mm/añual) mediante la ecuación:



$$Pi = (Ci) (P - Ret)$$

Donde Pi= Precipitación que infiltra al suelo (mm/añual)  
 Ci= Coeficiente de infiltración (adimensional)  
 P= Precipitación (promedio de mm/mensuales)  
 Ret= Retención de lluvia por follaje (promedio de mm/mensuales)

Los resultados fueron agrupados en 2 clases, (tabla IV.61)

**Tabla IV.61.** Volúmenes de infiltración actual en el área de análisis

Rangos de infiltración	Sistema Ambiental	
	Área (Km <sup>2</sup> )	%
50.32 - 72.95	62.29	55.14
72.96 - 93.70	30.86	27.32
93.71 - 146.51	19.81	17.54

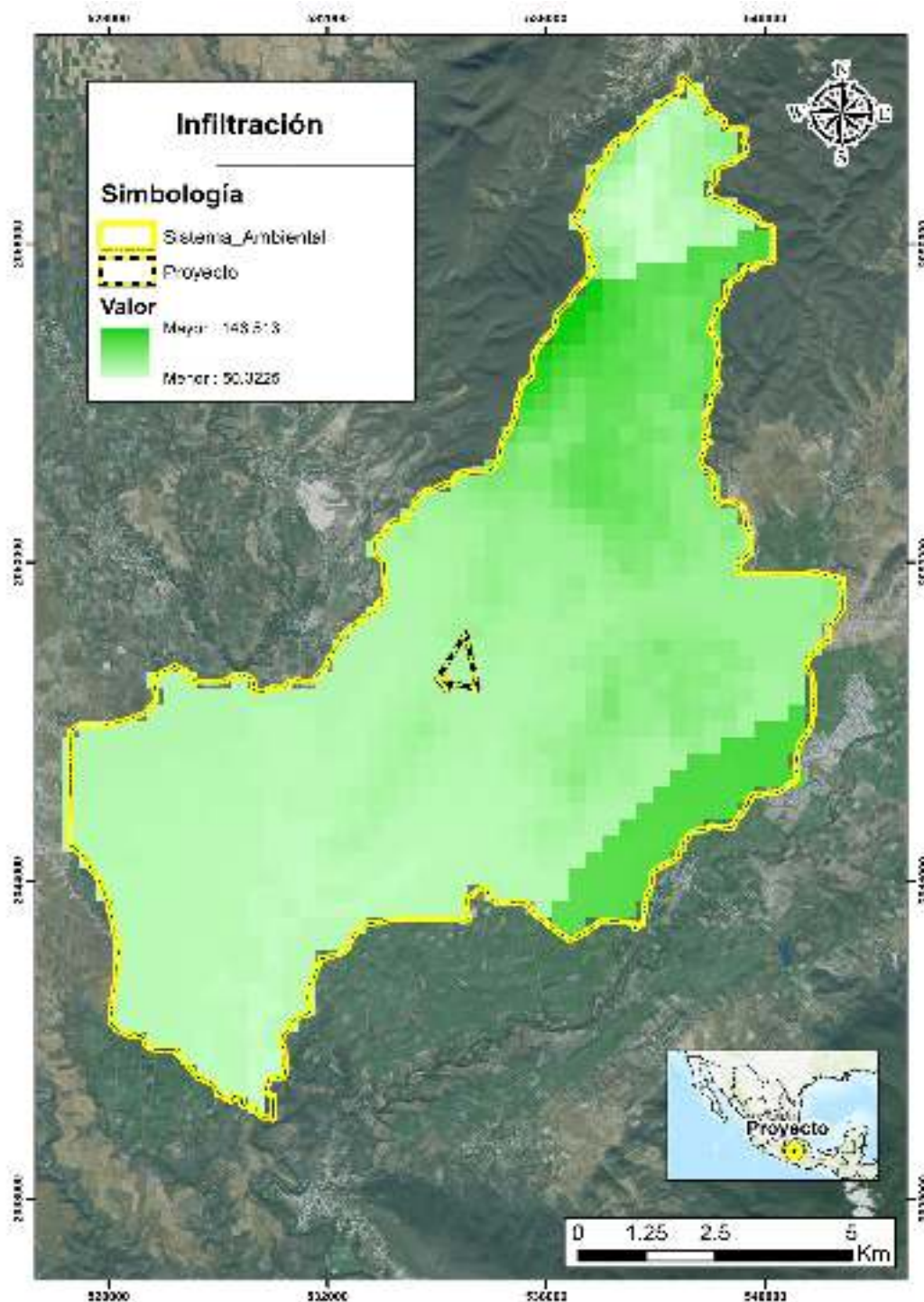
El cálculo de los volúmenes de infiltración fue procesado a su vez en el cálculo de recarga potencial de acuíferos con la siguiente ecuación:

$$Rp = Pi + KHS - ETP$$

Donde: RP= Recarga potencial anual a partir de valores mensuales  
 Pi= Volumen de infiltración  
 KHS= Constante de 10.8 propuesta para humedad de suelos Vertisoles y Feozems.  
 ETP= Evapotranspiración potencial a partir de registros mensuales de precipitación y porcentaje de horas luz solar en estaciones climatológicas empleando la fórmula:

$$ETP (mm/mes) = (8,10 + 0,46T) Ps$$

Donde: T= Temperatura normal mensual (°C)  
 Ps= Porcentaje de horas luz solar mensual con respecto al año

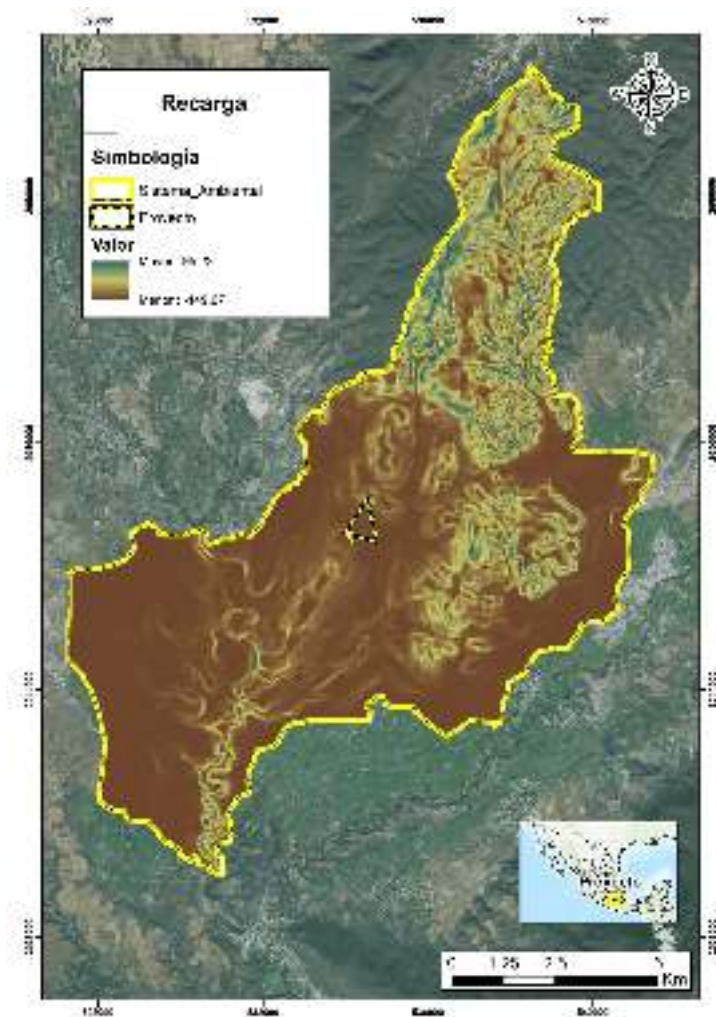


**Mapa IV.47.** Volúmenes de infiltración en el área de análisis del sistema ambiental obtenidos a partir de pendiente, cobertura vegetal, y características de suelo.

Los resultados de la ecuación (tabla IV.62) muestran que los volúmenes de recarga potencial dependen de múltiples factores (pendiente, cobertura, tipo de suelo y régimen termo pluviométrico). De esta forma la zona de mayor superficie y recarga ocurre en la superficie marcada con la tonalidad Verde más oscuro.

**Tabla IV.62.** Volúmenes de recarga al acuífero dentro del sistema ambiental.

Rangos de Recarga	Sistema Ambiental	
	Área (Km <sup>2</sup> )	%
-328.30 - -82.38	2054.25	46.41
-82.39 - 171.10	2065.68	46.67
171.11 - 636.45	306.42	6.92



**Mapa IV.48.** Volúmenes de recarga potencial al acuífero en el área del sistema ambiental.

## IV.2.2. ASPECTOS BIÓTICOS

### IV.2.2.1. Vegetación terrestre y/o acuática

#### *A) Tipos de vegetación*

##### **Muestreo de la vegetación.**

Para el análisis de la comunidad vegetal del trayecto de los predios del proyecto se empleó el método de Müller-Dombois y Ellenberg (1974). El diseño de muestreo consistió en los siguientes aspectos.

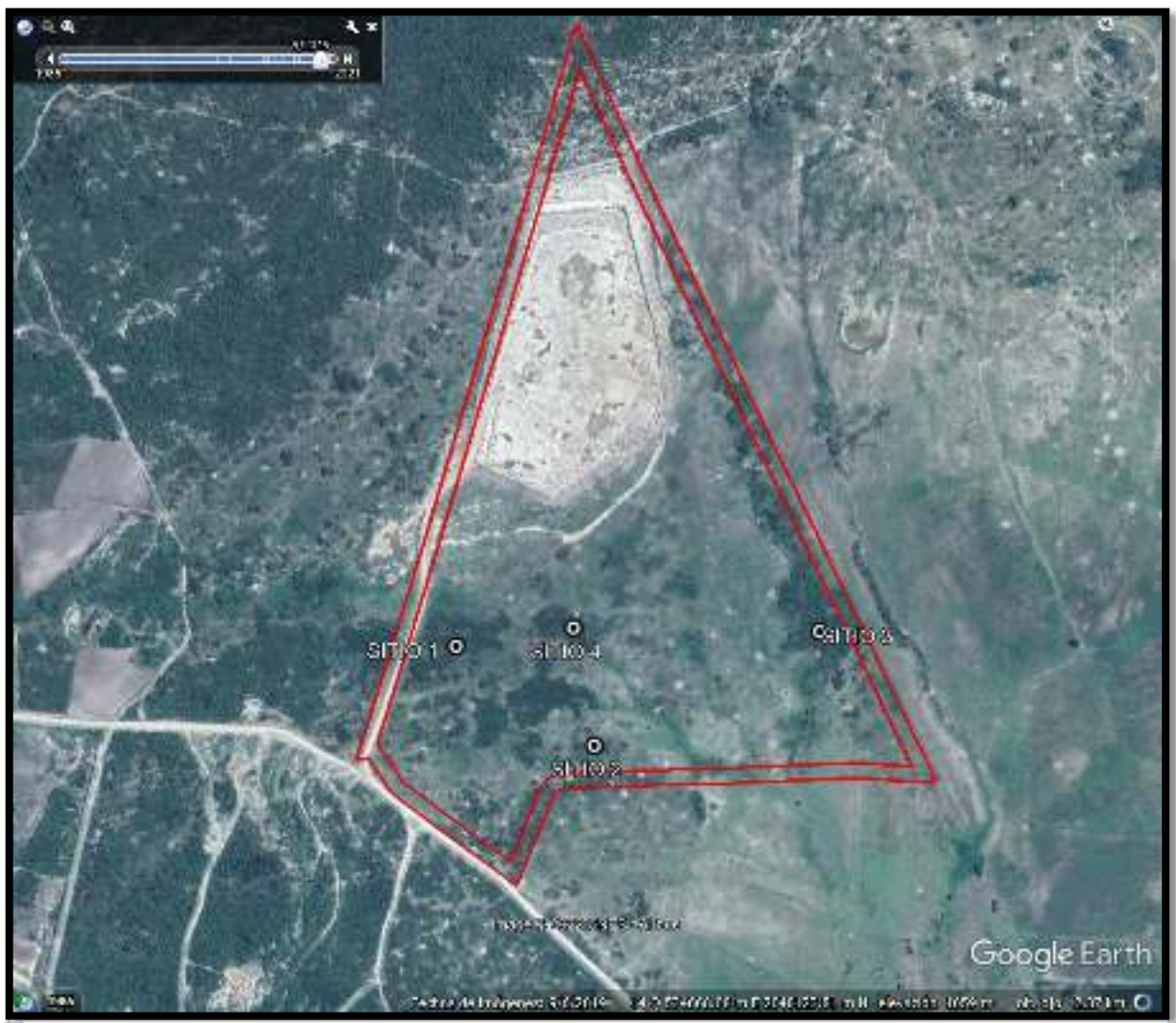
Para la medición de los parámetros estructurales de la comunidad vegetal del área del proyecto, se realizaron 4 salidas de campo y se obtuvo información bibliográfica sobre el tema de trabajos realizados para la zona. Se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva buscando información sobre la vegetación de la región, con la finalidad de obtener un listado preliminar de la zona de trabajo. Con base a lo anterior se realizaron varios recorridos en los cuales se recolectó material botánico y fotografías de las especies vegetales para su posterior identificación. El sistema de muestreo utilizado fue el estratificado, y se realizaron 04 sitios de 1000 m<sup>2</sup> circulares, en unidades establecidas con uno o varios factores determinados, como son los lugares que presentan vegetación. De cada sitio de muestreo se obtuvo la posición geográfica expresada en coordenadas UTM, la cual se realizó con un GPS Garmin eTrex Venture.

El estrato herbáceo fue analizado para conocer su abundancia, parámetros estructurales y valor de importancia biológica. Para lo anterior, se establecieron 04 cuadrantes de 1 m X 1 m (1 m<sup>2</sup>, c/u). Brower & Zar (1984) consideran que sitios cuadrados proporcionan buena información de la vegetación herbácea y los cuadrantes de al menos 1 m<sup>2</sup>, son apropiados. Para el caso específico de las áreas del proyecto, el análisis de las especies de herbáceas se realizó en 06 cuadrantes en forma selectiva y sistemática de 1 m<sup>2</sup> c/u, distribuidos en los diferentes tipos de vegetación presentes en los predios del proyecto, que en total dan 4.0 m<sup>2</sup> de muestreo, para el caso de las herbáceas se consideró como un tamaño de muestra aceptable. Para el análisis del estrato herbáceo, considerando el tamaño y abundancia de las hierbas, Brower & Zar recomiendan cuadrantes de 1 m<sup>2</sup>, lo que puede dar confiabilidad para incluir especies representativas de un área dada.



**Tabla IV.63.** Coordenadas UTM WGS84 (Zona 14) de los sitios de muestreo forestal de la obra en estudio.

NO. SITIO	COORDENADAS UTM REGIÓN 14		TIPO VEGETACIÓN
	X	Y	
1	0534181	2047938	Selva baja caducifolia
2	0534325	2047768	Selva baja caducifolia
3	0534649	2047841	Selva baja caducifolia
4	0534336	2047924	Selva baja caducifolia



**Figura IV.8.** Ubicación de los sitios de muestreo en el área del proyecto de interés.



En la primera visita de campo se realizó el reconocimiento del área, registro de los diferentes factores ambientales, condiciones ecológicas y aspectos socioeconómicos.

Desde la primera visita se realizaron la medición y registro de los parámetros de los individuos vegetales y sus poblaciones conforme a los siguientes puntos.

- a) De acuerdo a la clasificación de INEGI (serie V), se definió 01 comunidad vegetal en el área del proyecto y se establecieron sitios de muestreo de dimensiones fijas distribuidos de tal manera que se pueda tener una mejor representación de cada comunidad vegetal en su estructura y composición así como sus condiciones ecológicas.
- b) En cada sitio de muestreo se hicieron recorridos con el fin seleccionar (método selectivo) los sitios menos alterados y así establecer la parcela de muestreo.
- c) Se determinó realizar sitios circulares de  $1000 \text{ m}^2 = 00-10-00 \text{ ha}$  (17.84 m de radio), debido al gradiente topográfico del terreno que existe en el área para medir a todos los individuos de aspecto arbustivo.
- d) En cada parcela se registró nombre de la especie, número de individuos, altura de cada uno de ellos, su cobertura y el diámetro a la altura del pecho (DAP). Así mismo, se registraron características físicas y ecológicas del sitio.
- e) Trabajo de gabinete. Se identificaron algunas de las especies no reconocidas y se determinaron los parámetros estructurales de la comunidad como: densidad de especies vegetales por hectárea, cobertura de cada comunidad vegetal con el fin de obtener los volúmenes de cada especie mediante la suma de los parámetros relativos para su descripción de cada comunidad vegetal.

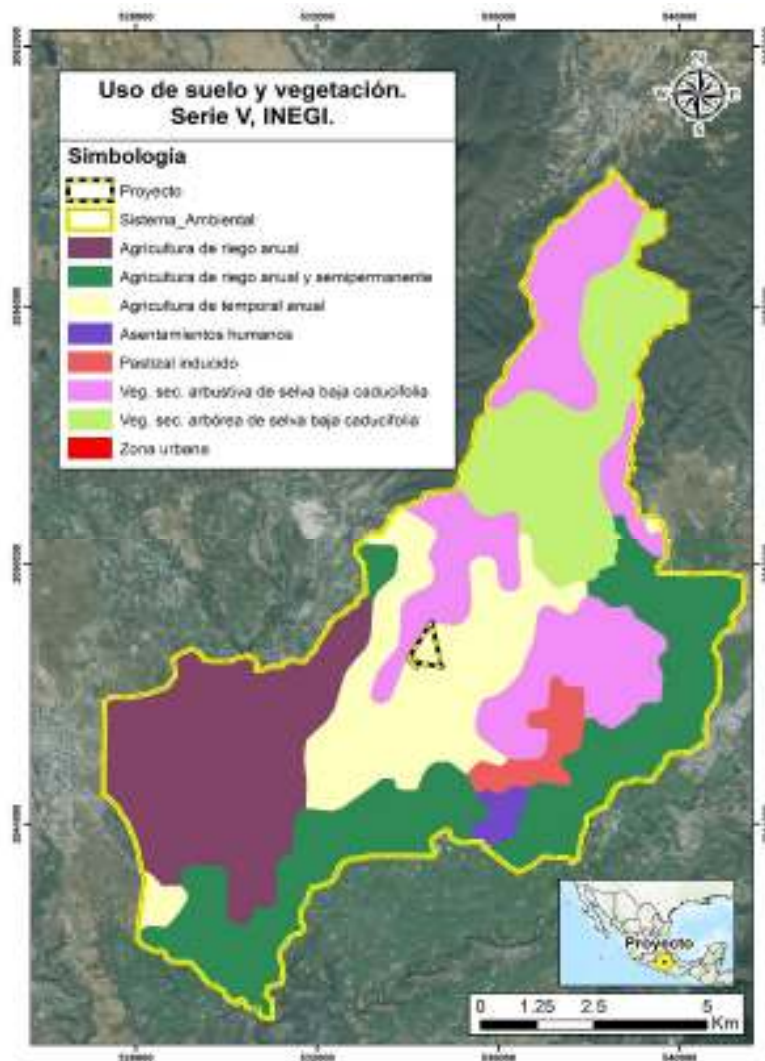
Los tipos de vegetación fueron diferenciados con base en atributos fisonómicos, florísticos y fenológicos, y la nomenclatura de los mismos está basada en los criterios de INEGI.

### Tipo de vegetación

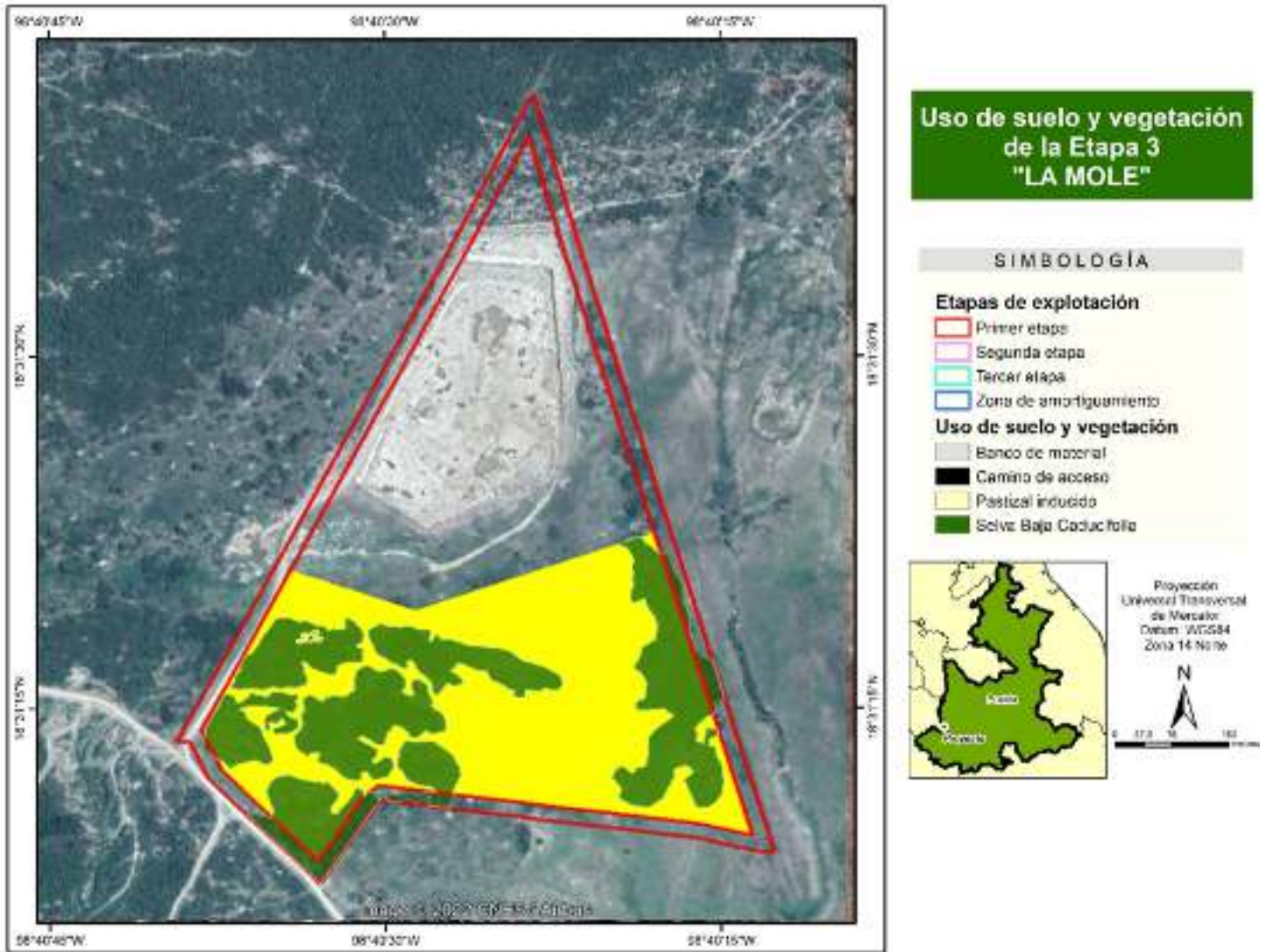
Dentro del área de estudio y área de influencia del proyecto se reconoció e identificó el siguiente tipo de vegetación o comunidad vegetal, distribuida en el área estudio.

**Tabla IV.64.** Tipo de vegetación y comunidad vegetal

TIPO DE VEGETACIÓN SEGÚN INEGI (serie V)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selva baja caducifolia</li> </ul>



**Mapa IV.49.** Uso de suelo y vegetación presente en el área del proyecto de acuerdo Serie V de la Cartografía de INEGI.



**Mapa IV.50.** Uso de suelo y vegetación real de la etapa 3 de aprovechamiento y extracción del proyecto en estudio de acuerdo a la fotointerpretación de imágenes.

## Descripción del tipo de vegetación

De los resultados obtenidos en los muestreos realizados en los predios de CUSTF del proyecto se establece que existe 01 tipo de vegetación caracterizado principalmente por selva baja caducifolia (SBC), de acuerdo al análisis producto de la fotointerpretación realizada en el trayecto de los predios del proyecto y con apoyo de la Carta de Uso de suelo y Vegetación de la Serie V de INEGI. De dicho mosaico de vegetación resaltan las unidades ambientales vegetación de selva baja caducifolia (SBC), Tal y como se establece a continuación:

### ***Tipo de vegetación y distribución en el área del proyecto y zona circundante***

La cobertura de vegetación cálido–húmeda en México manifiesta una asimetría entre la vertiente atlántica y su vertiente del Pacífico, mostrando esta última una mayor presencia de tipos de vegetación de carácter estacional, destacando dentro de este grupo la presencia del bosque tropical caducifolio, notable ante el conjunto de las demás comunidades vegetales por su fisonomía y fenología peculiares, los elementos florísticos que la constituyen y sus requerimientos ecológicos (Rzedowski, 1978). Su estudio desde el punto de vista florístico y sinecológico es relativamente reciente, no obstante que es una formación vegetal de gran importancia por su cobertura e importancia para las comunidades locales; las únicas contribuciones que muestran información cuantitativa comparable al seleccionar un gran número de localidades a lo largo de su área de distribución nacional, son las de Trejo y Dirzo (2002) y Trejo (1996, 2005).

Una máxima expresión del trópico seco se encuentra en la cuenca del Balsas, depresión con dirección este–oeste en la parte centro sur de México; su clima predominante es cálido semiseco, acentuándose hacia el oriente la condición de aridez y por lo tanto donde se encuentra una mayor proporción de elementos de tipo xerófilo. El pionero en el conocimiento de la vegetación de la Mixteca Poblana es Miranda (1942, 1943), al hacer observaciones geobotánicas muy detalladas que le permitieron establecer una clasificación de la vegetación existente en los alrededores de Chietla, definiendo con claridad las asociaciones primarias y secundarias, para lo cual tomó como criterios discriminantes la topografía, el sustrato geológico, las corrientes de agua, la profundidad del suelo, la composición florística y la estructura vertical.

Sin embargo, para fines de este estudio y caracterización del mismo se logró identificar la siguiente comunidad, la cual se describe a continuación:



### ***Selva baja caducifolia***

Este tipo de vegetación se encuentra a lo largo del área del proyecto como manchones que localizan en el predio. Constituye el tipo de vegetación predominante dentro del área de estudio. Rzedowski (1978) señala que comprende bosques propios de regiones cálidas y dominados por especies arbóreas; son comunidades densas; los elementos dominantes tienen alturas que oscilan entre 5–15 m (frecuentemente entre 8–12 m), los árboles que lo constituyen forman un techo de altura uniforme, pudiendo existir un piso adicional de eminencias aisladas, tallos delgados y con una mala conformación, ramificando por lo general a baja altura, con una riqueza de especies y un rasgo fenológico de caducidad de hojas marcado por la estacionalidad de las lluvias. Dentro del área de estudio fue posible distinguir las asociaciones que se describen a continuación.

El terreno tiene una exposición suroeste, una altitud de 1,040 m, sobre suelos someros con afloramientos de calizas; es un típico suelo vertisol pélico.

En esta asociación se observan tres estratos. El estrato superior está formado por árboles de 3.5 a 10 m de altura, destacando como las especies más abundantes, *Bursera morelensis*, *B. longipes*, *Ceiba aesculifolia*, *Conzattia multiflora* y *Forchhammeria macrocarpa*. *Actinocheita filicina*, *Bursera aptera*, *B. fagaroides*, *B. schlechtendalii*, *Cyrtocarpa procera*, *Fouquieria ochoterena*, *Hintonia standleyana* y *Pseudosmodingium multifolium*.

El segundo estrato incluye arbustos de 2 a 3.5 m de altura que alcanzan a cubrir las superficies entre los árboles de los estratos superiores. Las principales especies observadas son: *Acacia cochliacantha*, *Adelia barbinervis*, *Bourreria andrieuxii*, *Brongniartia alamosana*, *Coursetia caribaea*, *Cnidoscolus rostratus*, *Exostema caribaeum*, *Eysenhardtia polystachya*, *Flaveria angustifolia*, *Haematoxylum brasiletto*, *Helietta lucida*, *Mimosa biuncifera*, *M. polyantha* y *Senna wislizenii* var. *pringlei*.

El tercer estrato está formado por una serie de arbustos que cubren casi el total de la superficie, tanto debajo de los estratos anteriores como en los pocos lugares desprovistos de árboles o arbustos mayores; lo conforman plantas herbáceas y arbustivas de 0.5 a 1.5 m de altura, de las especies *Calliandra eriophylla*, *C. grandiflora*, *Croton* sp., *Echynopterys eglandulosa*, *Erythroxyton compactum*, *Harpalyce loeseriana*, *Heliotropium calcicola*, *Jacobinia mexicana*, *Lantana camara*, *L. hirta*, *Mascagnia seleriana*, *Schaefferia stenophylla* y *Verbesina serrata*; gramíneas como *Chloris virgata*, *Rhynchelytrum repens*, *Setaria grisebachii* y *Tripsacum dactyloides*.





Foto IV.1. Condición general de la selva baja caducifolia

Tabla IV.65. Listado de especies florísticas del proyecto y sistema ambiental en estudio

No	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA NOM-059-SEMARNAT-2010	PRESENCIA PREDIO	PRESENCIA SISTEMA AMBIENTAL
1	<i>Acacia bilimekii</i> J.F. Macbr.	Tehuixtle o huisache		X	X
2	<i>Bursera aptera</i> Ramirez	Copal amarillo		X	X
3	<i>Bursera ariensis</i> (Kunth) McVaugh & Rzed	Copal verde			X
4	<i>Bursera copallifera</i> (DC.) Bullock	Copal blanco			X
5	<i>Bursera longipes</i> (Rose) Standl.	Copal naranja			X
6	<i>Bursera morelesis</i> Ramirez	Copal rojo		X	X
7	<i>Bursera schlechtendalii</i> Engl.	Cuajilote colorado			X
8	<i>Bursera vejar-vazquezii</i> Miranda	Copal			X
9	<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britten & Baker f.	Pochote		X	X
10	<i>Conzattia multiflora</i> (B.L. Rob.) Standl.	Palo guajolote			X
11	<i>Cordia morelosana</i> Standl.	Palo prieto o nacahuite		X	X
12	<i>Cyrtocarpa procera</i> Kunth	Coco		X	X
13	<i>Fouquieria ochoterena</i> Miranda	Rabo de iguana	P*		X

No	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA NOM-059-SEMARNAT-2010	PRESENCIA PREDIO	PRESENCIA SISTEMA AMBIENTAL
14	<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i> Domin	Volador			X
15	<i>Ipomoea wolcottiana</i> Rose	Cazahuate		X	X
16	<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F. Macbr.	Tepemezquite			X
17	<i>Lysiloma tergemina</i> Benth.	Palo blanco			X
18	<i>Malpighia mexicana</i> A. Juss.	Nanche perro			X
19	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.	Mezquite			X
20	<i>Celtis caudata</i> Planch.	Capulín		X	X
21	<i>Sphinga acatlensis</i> (Benth.) Barneby & J.W.Grimes	Cola de iguana			X
22	<i>Acacia cochliacantha</i> Willd.	Cubata		X	X
23	<i>Bursera copallifera</i> (DC.) Bullock	Copal blanco			X
24	<i>Caesalpinia cacalaco</i> Bonlp.	Chalala		X	X
25	<i>Calliandra grandiflora</i> (L'Hér.) Benth.	Mezquitillo			X
26	<i>Cascabela ovata</i> (Cav.) Lippold	Huevo gato			X
27	<i>Coursetia glandulosa</i> A. Gray	Zamota		X	X
28	<i>Croton morifolius</i> Willd.	Palillo		X	X
29	<i>Dalea carthagenensis</i> (Jacq.) J.F. Macbr.	Escobilla			X
30	<i>Erythroxylum rotundifolium</i> Lunan	Palo chino		X	X
31	<i>Exostoma caribeum</i> (Jacq.) Schult.	Campanita blanca			X
32	<i>Eysenhardtia orthocarpa</i> (A. Gray) S. Wats.	Palo dulce o guayabillo			X
33	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	Matarata			X
34	<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst.	Palo de brasil		X	X
35	<i>Harpalyce arborescens</i> A. Gray	Chicharillo			X
36	<i>Helicteres guazumifolia</i> Kunth	Guasumilla			X
37	<i>Hintonia latiflora</i> (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock	Copalquin			X
38	<i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit.	Cham			X
39	<i>Jacquinia</i> sp	San juanito		X	X
40	<i>Jatropha cordata</i> (Ortega) Müll.Arg.	Piñon			X
41	<i>Krameria cytisoides</i> Cav.	Krameria			X
42	<i>Lantana camara</i> L.	Hierba amarga		X	X
43	<i>Lippia graveolens</i> Kunth	Oregano			X
44	<i>Mimosa lacerata</i> Rose	Uña de gato		X	X
45	<i>Pisonia aculeata</i> L.	Parateay		X	X
46	<i>Randia echinocarpa</i> DC.	Granjel			X
47	<i>Randia obcordata</i> S. Watson	Crucillo			X
48	<i>Senna wislizeni</i> (A. Gray) H.S. Irwin & Barneby	Velero			X
49	<i>Cnidioscolus angustidens</i> Torr.	Mala mujer		X	X
50	<i>Wimmeria acuminata</i> L.O. Williams	Palo de venado			X
51	<i>Pachycereus weberi</i> (J.M. Coult.) Backeb.	Candelero			X
52	<i>Agave angustifolia</i> Haw.	Magüey			X
53	<i>Opuntia tomentosa</i> Salm-Dyck	Nopal			X

No	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA NOM-059-SEMARNAT-2010	PRESENCIA PREDIO	PRESENCIA SISTEMA AMBIENTAL
54	<i>Cyrtopodium macrobulbon</i> (Lex.) G.A. Romero & Carnevali	Orquidea terrestre			X
55	<i>Sarcoglottis schaffneri</i> (Rchb. f.) Ames	Orquidea terrestre chica			X
56	<i>Tillandsia achyrostachys</i> E. Morren ex Baker	Gallito			X
57	<i>Aegopogon cenchroides</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Pasto 1			X
58	<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.	Pasto 2			X
59	<i>Brongniartia alamosana</i> Rydb.				X
60	<i>Dalea frutescens</i> A. Gray	Dalea			X
61	<i>Euphorbia serpens</i> Kunth	Golondrina			X
62	<i>Ipomoea hederifolia</i> L.	Bejuco flor roja			X
63	<i>Ipomoea ternifolia</i> Cav.	bejuco flor morada			X
64	<i>Krameria revoluta</i> O. Berg	Kremaria			X
65	<i>Loeselia glandulosa</i> (Cav.) G. Don				X
66	<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	Pasto 3			X
67	<i>Mirabilis coahuilensis</i> (Standl.) Standl.				X
68	<i>Nicandra physalodes</i> (L.) Gaertn.				X
69	<i>Phyla strigulosa</i> (M. Martens & Galeotti) Moldenke				X
70	<i>Polypodium madrense</i> J. Sm.	Helecho			X
71	<i>Porophyllum linaria</i> (Cav.) DC.	Papaloquelite			X
72	<i>Viguiera dentata</i> Cav. Spreng	Compuesta amarilla grande			X
73	<i>Wedelia hispida</i> (Kunth) A. Gray	Compuesta amarilla chica			X

### Simbología

P = Peligro de extinción y endémica

**Especies vegetales bajo régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables, en el área de estudio de influencia.**

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, que lista las especies en riesgo, publicada en el Diario Oficial de la Federación (30-12-10), No se encontró en la superficie de la etapa 3 ninguna especie enlistada en dicha norma.

## **Determinación de los Valores de Importancia de la vegetación**

Con el propósito de clasificar la cubierta vegetal existente en el área de estudio, se procedió a efectuar recorridos de gran visión, logrando reconocer los tipos de vegetación tomando en cuenta los atributos de fisonomía, estructura y fenología de acuerdo con González (2004). Posteriormente, dentro de cada una de las unidades de vegetación señaladas anteriormente, se procedió a ubicar sitios de muestreo en los que se inventariaron los elementos de flora utilizando el método de barrido florístico, herborizando y siguiendo técnicas ordinarias, para su posterior identificación (Lot y Chiang, 1986). De igual manera, en estos sitios se hicieron muestreos ecológicos cuantitativos dentro del estrato arbóreo en parcelas, habiéndose contado el número de individuos de cada especie, además de registrar los valores de diámetro y altura. Con estos datos se calcularon los valores absolutos de la densidad, dominancia y frecuencia, así como los valores relativos y el valor de importancia (Krebs, 1999; Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974; Ramírez, 2006). La denominación de asociaciones vegetales se efectuó tomando en cuenta los valores de importancia obtenidos en el muestreo ecológico cuantitativo y su composición florística, siendo más detallada la información a este nivel jerárquico debido a que ésta es la unidad básica en la aplicación de gestión de recursos naturales.

El inventario para la evaluación de la vegetación que será removida por la extracción y aprovechamiento del Proyecto, definida en puntos anteriores se llevó a cabo mediante un muestreo de sitios de dimensiones fijas del total de la vegetación a afectarse de los predios del proyecto. Una vez en campo, se localizó mediante GPS (Geoposicionador Satelital) la localización exacta de los extremos del predio de la obra y se procedió a obtener la información; básicamente toda la vegetación perenne y anual presente fueron contabilizadas y agrupadas por especie. La identificación de las especies vegetales se logró con ayuda de guías de campo, aquellas cuya identificación no se concreto en el sitio, fueron colectadas para su posterior reconocimiento, con ayuda de bibliografía especializada.

### ***Mediciones de campo***

La información recabada en campo se agrupó en dos clases, la ecológica y la de control. En la Primera se capta información de las características generales como son: especies presentes en el sitio, usos de la vegetación, altura sobre el nivel del mar, pendiente general, exposiciones y tipo de erosión presente. En el otro tipo de datos, se anota información referente a la ubicación geográfica del proyecto como es: entidad, carta de INEGI que formó la información y fecha de realización del muestreo.

Dado que el presente estudio requiere realizar una valoración específica de las condiciones ambientales existentes en el proyecto en estudio, primeramente se realizó un análisis preliminar del área de estudio, a través de una visita al sitio del proyecto, con el fin de obtener la información sobre la superficie a afectarse (tipos de vegetación, especies, tamaño, topoformas del terreno, etc.) y que sirvieran de base para la planeación y ejecución de los trabajos. En la superficie forestal se levantó información dasométrica. Para el registro de información levantada se utilizaron formatos elaborados para éste proyecto, donde se tomaron datos de altura y cobertura de los individuos presentes, sitios de muestreo, así como el porcentaje de cubierta, otros datos del medio ambiente se tomaron en forma general de acuerdo a la experiencia del equipo que participó (pendiente, porcentaje de materia orgánica, rocosidad y observaciones en general), complementando posteriormente en gabinete con material bibliográfico y bancos de información científica consultadas en forma electrónica.

Con la información recabada durante el muestreo de vegetación, se calcularon los atributos de la vegetación, tales como densidad, dominancia y frecuencia de las especies localizadas dentro del área de estudio, y de esta manera obtener el Índice de Dominancia Relativa o Valor de Importancia Ecológica (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

Para el cálculo de los atributos de la vegetación se utilizaron las siguientes fórmulas:

1. Densidad (d).- Se refiere al Número de individuos por unidad de Área.

$$d = \Sigma i$$

Dónde:

d= Densidad

$\Sigma i$  =Sumatoria del total de los individuos de cada especie.

2. Densidad relativa (dr).- Es el porcentaje del número de individuos por unidad de área.

Se obtiene a partir de la densidad por especie dividido entre el número total de las especies por unidad de área y multiplicado por 100.

$$dr = \frac{N}{\text{Total}} \times 100$$



$$\frac{\quad}{T}$$

Dónde:

N = Número de individuos de cada especie  
T = Total de individuos

3. Frecuencia Absoluta (F). Se refiere al Número de veces que aparece una especie en cada muestreo entre el Número total de muestreos.

$$F = \frac{Po}{NPo}$$

Dónde:

Po = Número de puntos de ocurrencia de la especie  
Npo = Número total de puntos

4. Frecuencia relativa (Fr).- Es el porcentaje de la frecuencia que aparece una especie en los muestreos.

$$Fr = \frac{F}{\Sigma F} \times 100$$

Dónde:

F = Frecuencia absoluta  
 $\Sigma F$  = Sumatoria de las frecuencias de todas las especies.

Los valores del área basal o cobertura aérea para todos los individuos de cada especie fueron sumados y divididos entre el número total de la misma especie, para obtener los valores promedio de dominancia de las distintas especies.

Dominancia = Densidad de una especie x Valor promedio de dominancia de la especie.

*Dominancia (Do):*

$$Do = \frac{Ap}{Am} \times \Sigma nt$$

Dónde:

$$D_o = A_p \times \sum n_t A_m$$

$A_p$  = Área promedio cubierta o área basal de cada especie

$A_m$  = Área muestreada

$N_i$  = Número de individuos por especie

*Dominancia relativa (Dor):*

$$D_{or} = \frac{A_e}{A_t} \times 100$$

Dónde:

$A_e$  = Área cubierta o área basal de cada especie

$A_t$  = Área total de todas las especies.

Finalmente, se obtuvo el Valor de Importancia y el Índice de Dominancia Relativa por especie con la sumatoria de los valores de cada uno de los atributos ecológicos.

*Valor (Índice) de importancia*

$$(IVI) = dr + Fr + Dor/3$$

Dónde:

$dr$  = Densidad Relativa.

$Fr$  = Frecuencia relativa.

$Dor$  = Dominancia Relativa.

*Índice de Dominancia Relativa*

$$(InDor) InDor = (dr + Dor) / 2$$

Dónde:

$dr$  = Densidad Relativa

$Dor$  = Dominancia relativa

Con los datos obtenidos en los sitios de muestreo se calcularon los índices de diversidad por tipo de vegetación, en cada unidad de análisis (sistema ambiental).

*Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H').*

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i (\ln P_i)$$

Dónde:

Pi = Proporción de la especie (ni) en la muestra total (N): Pi= ni/N

N= Número total de individuos

*Índice de Equidad de Pielou (J')*

$$J = \frac{H'}{\ln S}$$

Dónde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

LN S = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas

### **Índices de Valor de importancia.**

La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de las especies en la superficie del bosque. Esta estructura puede evaluar sea través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema, es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (I.V.I) (Krebs, 1989); esta característica de la comunidad vegetal se relaciona con la distribución de los diámetros y el área basal de los árboles de una población y los patrones de distribución de las especies. Dicho valor es importante ya que revela la importancia ecológica relativa de cada especie en cada asociación, mejor que cualquiera de los parámetros evaluados en forma individual.

Para determinar el valor de importancia de cada asociación vegetal los parámetros utilizados fueron densidad, dominancia y frecuencia en cada estrato de vegetación forestal presente dentro de la unidad de análisis.

Las comunidades biológicas poseen una propiedad emergente, la diversidad específica, que se relaciona con la variedad dentro de esas comunidades, este atributo es la expresión de dos componentes. El primero de ellos es el número de especies presentes en la comunidad, denominado riqueza de especies. El segundo componente es la equitabilidad, que se refiere a cómo la abundancia (e.g., el número de individuos, biomasa, cobertura, etc.) se distribuye entre las especies de la comunidad.

El índice de diversidad Shannon-Wiener ( $H'$ ) 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  $S$ ; es decir, mide la probabilidad de que una muestra seleccionada al azar de una población infinitamente grande contenga exactamente  $n_1$  individuos de especie 1,  $n_2$  de especie 2,... y  $n_S$  individuos de la especie  $S$  (Greig-Smith, 1983; Hill, 1973). El valor de este índice aumenta a medida que 1) aumenta la riqueza de especies, y 2) la cantidad de individuos de cada especie tiene a ser similar.

También puede considerarse 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.

La diversidad máxima ( $H'$ ) se puede calcular fácilmente como  $H' = \ln S$ , donde  $S$  representa el número de especies de la población. Por esta razón, se hace evidente que  $H'$  no aumenta linealmente con la riqueza (cantidad de especies), sino que lo hace rápidamente pero luego se "satura" y crece lentamente, por lo que el índice  $H$  es sensible a bajas riquezas.

Este índice subestima la diversidad específica si la muestra es pequeña.

Otra variable es la equitabilidad, la cual mide abundancia de todas las especies en una muestra, en donde el valor máximo se presenta cuando hay la misma abundancia y decrece tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos homogéneas (equitativas).

## Valores de Importancia de la vegetación y parámetros bióticos y estimación del índice de Diversidad y Equidad por especie de la vegetación

### Selva baja caducifolia (estrato arbóreo):

A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que de las 8 especies registradas, la dominante del estrato arbóreo de la selva baja caducifolia en cobertura vegetal es la "*Cordia morelosana* Standl." la cual registra un 39.46%, le sigue "*Acacia bilimekii* J.F. Macbr." con el 34.38% y *Ipomoea wolcottiana* Rose con el 12.88%, que en conjunto presentan una importancia casi del 86.72% del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogeneidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

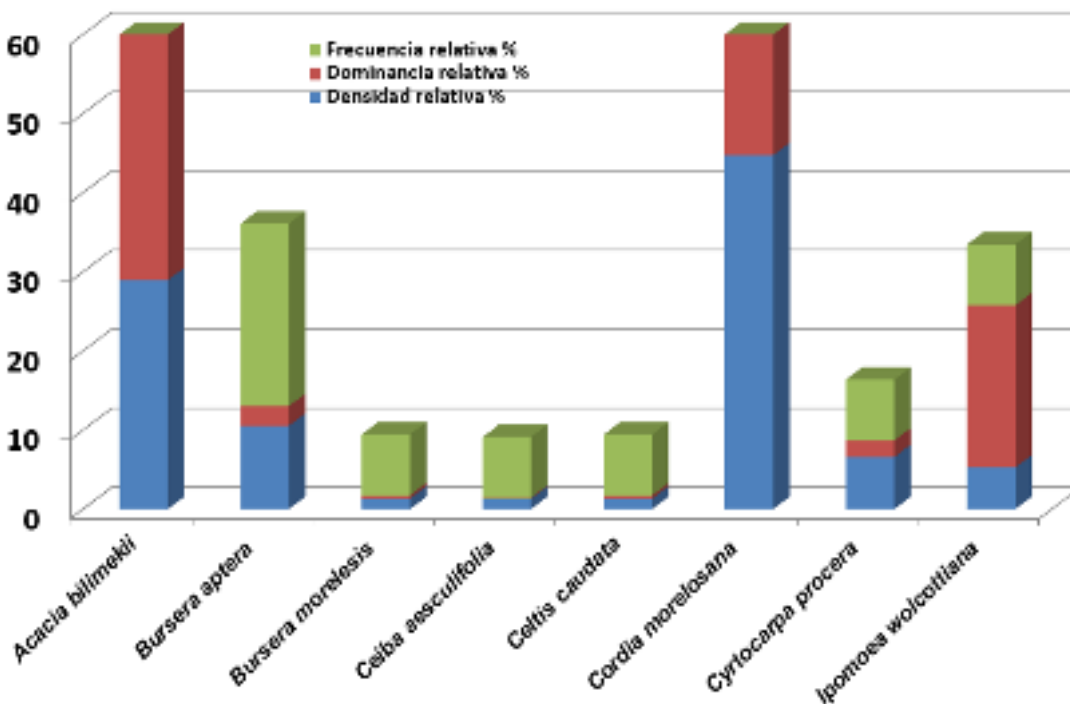
**Tabla IV.66.** Parámetros bióticos del estrato arbóreo de la selva baja caducifolia.

NO.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No. de ind./ha	Densidad relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Valor de importancia	Índice de dominancia relativa
1	<i>Acacia bilimekii</i> J.F. Macbr.	Tehuixtle o huisache	55	28.95	39.81917	7.69	25.49	34.38
2	<i>Bursera aptera</i> Ramirez	Copal amarillo	20	10.53	2.47531	23.08	12.03	6.50
3	<i>Bursera morelesis</i> Ramirez	Copal rojo	3	1.32	0.41835	7.69	3.14	0.87
4	<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britten & Baker f.	Pochote	3	1.32	0.10459	7.69	3.04	0.71
5	<i>Celtis caudata</i> Planch.	Capulín	3	1.32	0.41835	7.69	3.14	0.87
6	<i>Cordia morelosana</i> Standl.	Palo prieto o nacahuite	85	44.74	34.17316	30.77	36.56	39.46
7	<i>Cyrtocarpa procera</i> Kunth	Coco	13	6.58	2.09176	7.69	5.45	4.34
8	<i>Ipomoea wolcottiana</i> Rose	Cazahuate	10	5.26	20.49930	7.69	11.15	12.88
	<b>TOTAL</b>		<b>190</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>





**Grafica IV.6.** Muestra los valores de Índice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo evaluado.



**Grafico IV.7.** Muestra los valores de densidad, frecuencia y dominancia relativa estimados

El índice de diversidad para el estrato arbóreo de la selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Cordia morelosana* (0.35985), *Acacia bilimekii* (0.35886) y *Bursera aptera* (0.23698); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron *Bursera morelesis*, *Ceiba aesculifolia* y *Celtis caudata* con 0.05698 cada una respectivamente.

**Tabla IV.67.** Índice de Diversidad de especies arbóreo de la selva baja caducifolia.

NO.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No Ind 4 Sitio	No. de ind./ha	Índice de diversidad
1	<i>Acacia bilimekii</i> J.F. Macbr.	Tehuixtle o huisache	22	55	0.35886
2	<i>Bursera aptera</i> Ramirez	Copal amarillo	8	20	0.23698
3	<i>Bursera morelesis</i> Ramirez	Copal rojo	1	3	0.05698
4	<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britten & Baker f.	Pochote	1	3	0.05698
5	<i>Celtis caudata</i> Planch.	Capulín	1	3	0.05698
6	<i>Cordia morelosana</i> Standl.	Palo prieto o nacahuite	34	85	0.35985
7	<i>Cyrtocarpa procera</i> Kunth	Coco	5	13	0.17903
8	<i>Ipomoea wolcottiana</i> Rose	Cazahuate	4	10	0.15497
		<b>TOTAL</b>	<b>76</b>	<b>190</b>	<b>1.4606</b>
				$\Sigma ni=N$	$\Sigma pi \times LN(Pi)$
	<b>Riqueza S=</b>	<b>8</b>			
	<b>Resultado: H' =</b>	<b>1.4606</b>			
	<b>Resultado: J' =</b>	<b>0.7024</b>			

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H')

$$H' = \sum_{i=1}^s Pi (LN Pi)$$

Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total (N): Pi= ni/ N  
N= Número total de individuos

Índice de Equitatividad de Pielou (J')

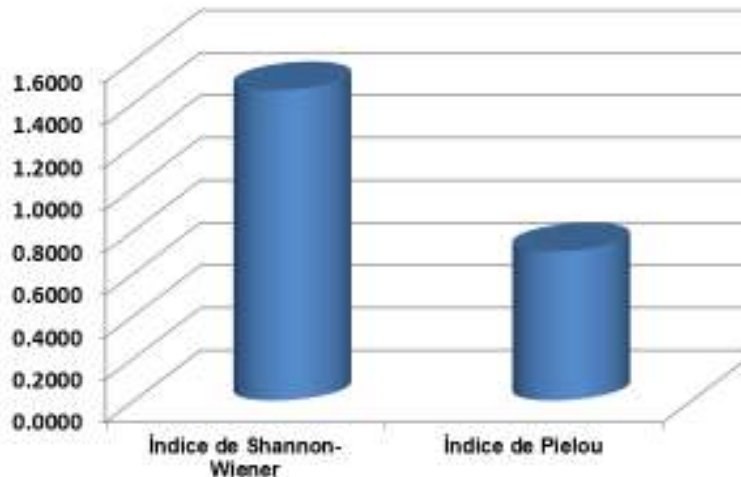
$J' = \frac{H'}{LN S}$	$H' = \frac{1.4606}{LNS = 2.0794}$	$J = 0.7024$
------------------------	------------------------------------	--------------

Donde:

$H'$  = Índice de Shannon-Wiener

$LN S$  = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas.

### Índice de diversidad y equitatividad

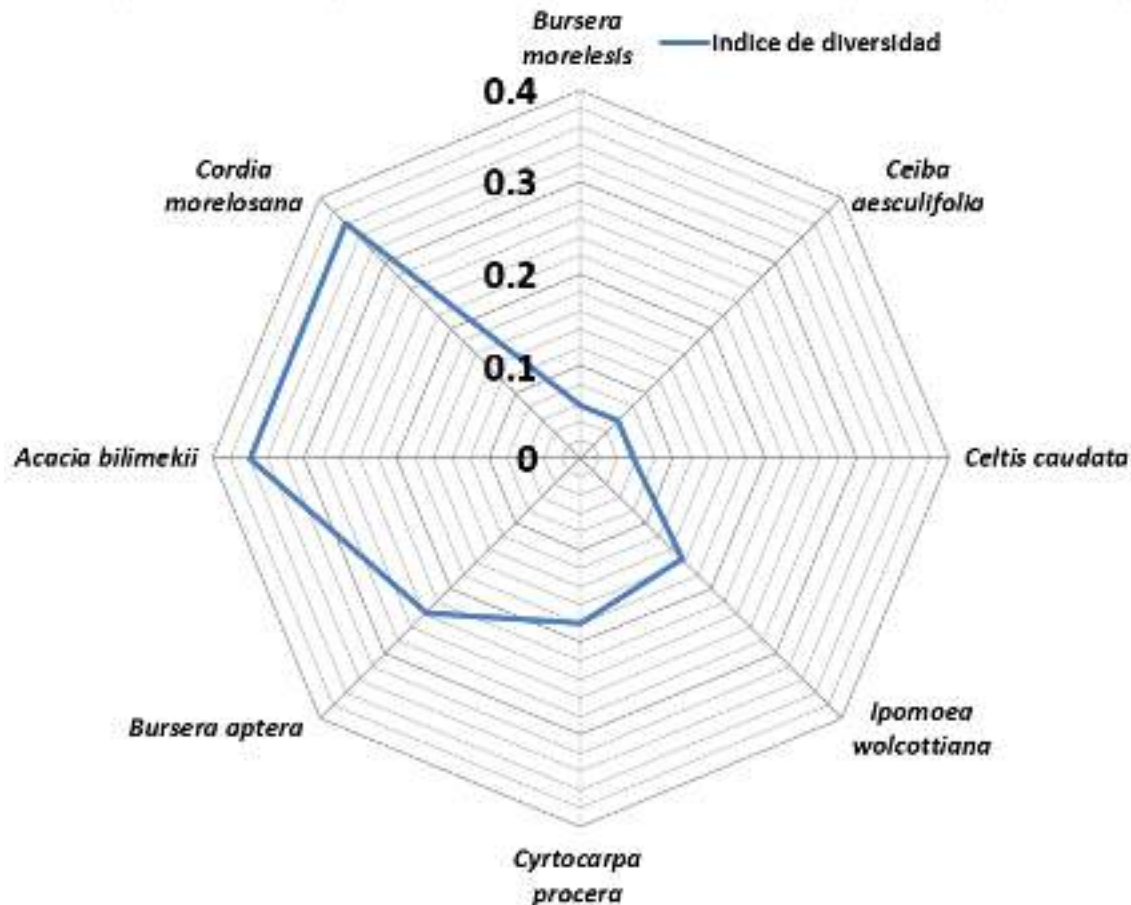


**Gráfico IV.8.** Muestra los valores de Diversidad y Equidad estimados para el proyecto.

$S$  = Riqueza o número de especies

$H'$  = Índice de Diversidad Shannon-Wiener ( $H'$ )

$J'$  = Índice de Equitatividad 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.



**Gráfico IV.9.** Muestra los valores de Equidad del estrato arbóreo para el proyecto.

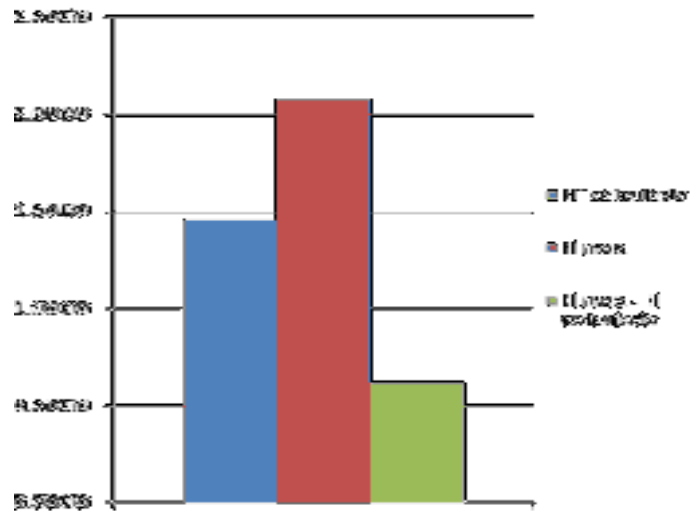
Conforme los resultados obtenidos se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener está por debajo del mínimo establecido, con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta baja diversidad, así mismo de acuerdo al índice de equidad la comunidad tiene una distribución de individuos tendientes a la uniformidad.

El parámetro de medición del índice de diversidad es de 0 - 5.

\* 0 (Cero o nulo).- para cuando los individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie.

\*5 (máximo) cuando nos indica que hay mayor diversidad de especies.

ESTRATO ARBÓREO	
H' calculada	<b>1.4606</b>
H max	<b>2.0794</b>
H max - H calculada	<b>0.6188</b>
Equidad (J) = H/Hmax =	<b>0.7024</b>
Riqueza S =	<b>8</b>



El estrato arbóreo de la vegetación de Selva Baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza específica de **8** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.7024**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbóreo en el área de estudio es de **2.0794** y **H'** es de **1.4606**.

En resumen, el Índice de Diversidad de Shannon–Winner (**H'**) expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Bae y Penev, 1995).

Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de **S**, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). El índice de diversidad está estrechamente relacionado a la homogeneidad del número de individuos por



especies, es decir, en tanto mejor proporcionado este la distribución de individuos por especies, menor será el valor de equitatividad.

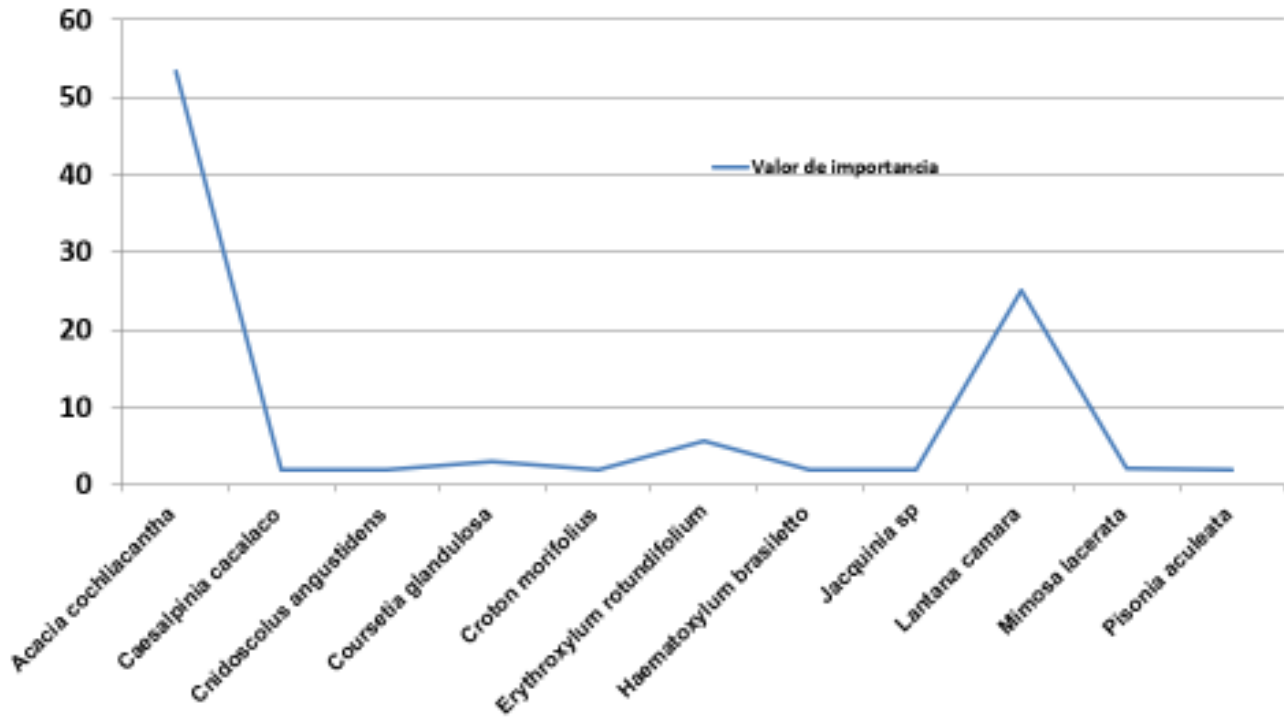
El resultado señala que el estrato arbóreo de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en tres de las 8 especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el 86.72%, dentro de los predios de CUSTF del proyecto.

### Selva baja caducifolia (estrato arbustivo):

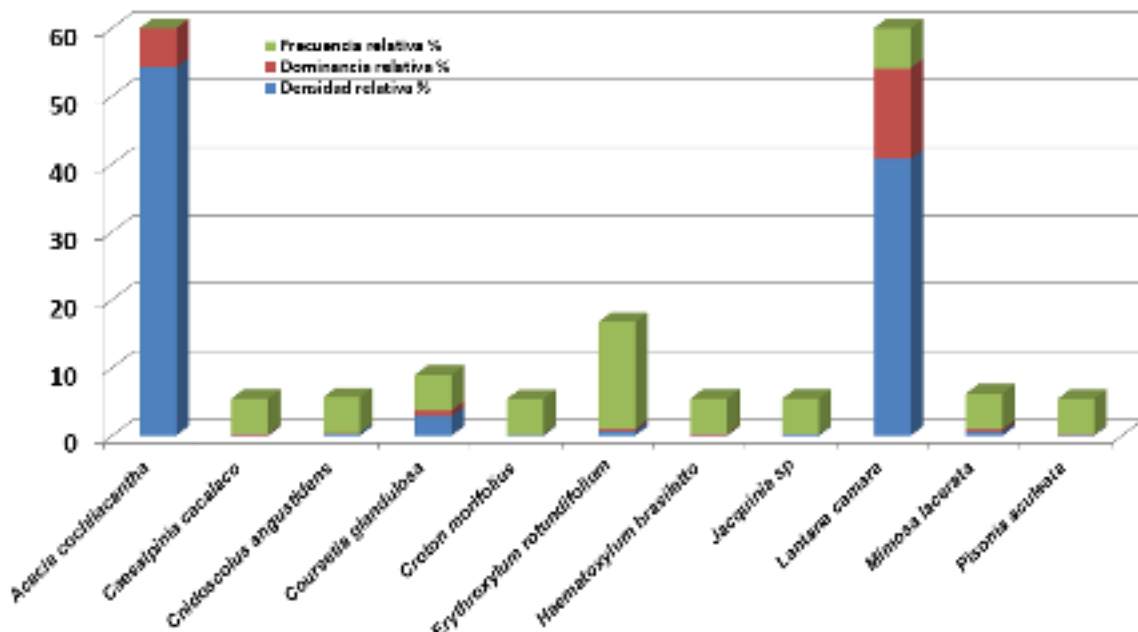
A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del estrato arbustivo de la vegetación de selva baja caducifolia en cobertura vegetal es la "*Acacia cochliacantha*" la cual registra un 69.45%, "*Lantana camara*" con el 27.05% y le sigue la *Coursetia glandulosa* con 1.85%, que juntas tienen una importancia por encima del 98.35% del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogeneidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

**Tabla IV.68.** Parámetros bióticos del estrato arbustivo de la selva baja caducifolia.

NO.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No. de ind./ha	Densidad relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Valor de importancia	Índice de dominancia relativa
1	<i>Acacia cochliacantha</i> Willd.	Cubata	2388	54.23	84.67411	21.05	53.32	69.45
2	<i>Caesalpinia cacalaco</i> Bonlp.	Chalala	3	0.06	0.14327	5.26	1.82	0.10
3	<i>Cnidocolus angustidens</i> Torr.	Mala mujer	18	0.40	0.02786	5.26	1.90	0.21
4	<i>Coursetia glandulosa</i> A. Gray	Zamota	128	2.90	0.81188	5.26	2.99	1.85
5	<i>Croton morifolius</i> Willd.	Palillo	5	0.11	0.03184	5.26	1.80	0.07
6	<i>Erythroxylum rotundifolium</i> Lunan	Palo chino	30	0.68	0.29849	15.79	5.59	0.49
7	<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst.	Palo de brasil	3	0.06	0.14327	5.26	1.82	0.10
8	<i>Jacquinia sp</i>	San juanito	8	0.17	0.02686	5.26	1.82	0.10
9	<i>Lantana camara</i> L.	Hierba amarga	1795	40.77	13.33200	21.05	25.05	27.05
10	<i>Mimosa lacerata</i> Rose	Uña de gato	23	0.51	0.43878	5.26	2.07	0.47
11	<i>Pisonia aculeata</i> L.	Parateay	5	0.11	0.07164	5.26	1.82	0.09
	<b>TOTAL</b>		<b>4403</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>



**Grafica IV.10.** Muestra los valores de Índice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo evaluado.



**Grafico IV.11.** Muestra los valores de densidad, frecuencia y dominancia relativa estimados

El índice de diversidad para el estrato arbustivo de la vegetación de selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Lantana camara* (0.3658), *Acacia cochliacantha* (0.33185) y *Coursetia glandulosa* (0.10257); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron *Caesalpinia cacalaco* y *Haematoxylum brasiletto* con 0.00424 y *Croton morifolius* con 0.0077.

**Tabla IV.69.** Índice de Diversidad de especies arbustivas de la selva baja caducifolia.

NO.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No Ind 4 Sitio	No. de ind./ha	Índice de diversidad
1	<i>Acacia cochliacantha</i> Willd.	Cubata	955	2388	0.33185
2	<i>Caesalpinia cacalaco</i> Bonlp.	Chalala	1	3	0.00424
3	<i>Cnidocolus angustidens</i> Torr.	Mala mujer	7	18	0.02197
4	<i>Coursetia glandulosa</i> A. Gray	Zamota	51	128	0.10257
5	<i>Croton morifolius</i> Willd.	Palillo	2	5	0.00770
6	<i>Erythroxylum rotundifolium</i> Lunan	Palo chino	12	30	0.03399
7	<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst.	Palo de brasil	1	3	0.00424
8	<i>Jacquinia</i> sp	San juanito	3	8	0.01086
9	<i>Lantana camara</i> L.	Hierba amarga	718	1795	0.36580
10	<i>Mimosa lacerata</i> Rose	Uña de gato	9	23	0.02697
11	<i>Pisonia aculeata</i> L.	Parateay	2	5	0.00770
		<b>TOTAL</b>	<b>1761</b>	<b>4403</b>	<b>0.918</b>
				$\Sigma ni=N$	$\Sigma pi \times LN(Pi)$
	<b>Riqueza S=</b>	<b>11</b>			
	<b>Resultado: H' =</b>	<b>0.9179</b>			
	<b>Resultado: J' =</b>	<b>0.3828</b>			

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H')

$$H' = \sum_{i=1}^s P_i (\ln P_i)$$

Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total (N):  $P_i = n_i / N$

N= Número total de individuos

Índice de Equitatividad de Pielou (J')

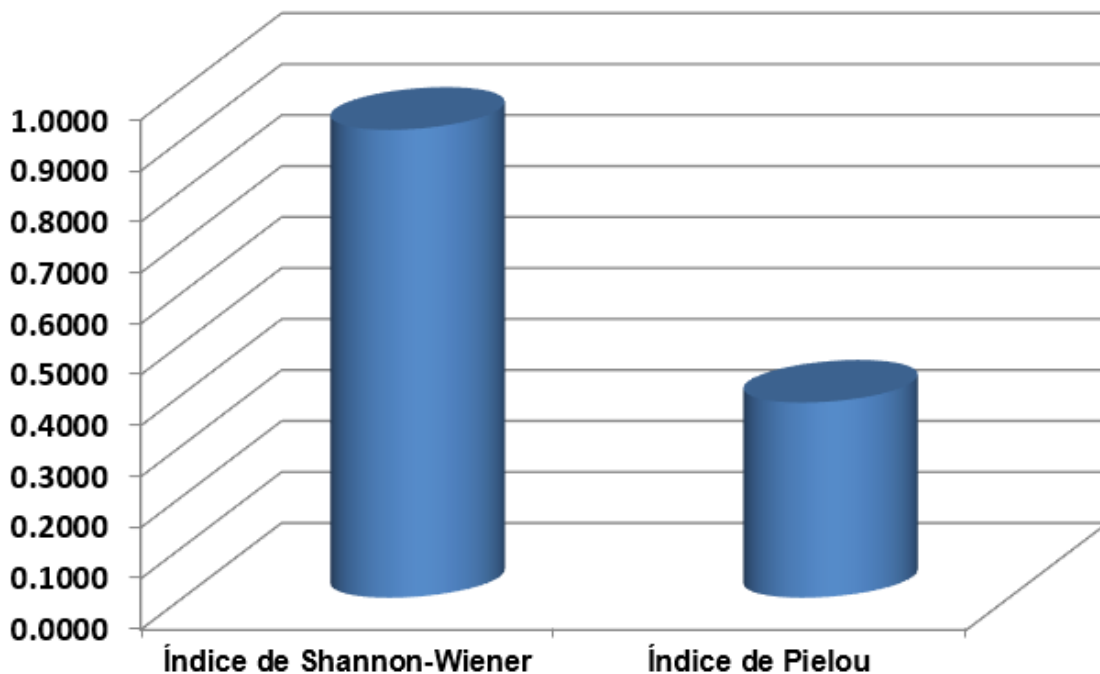
$J' = \frac{H'}{\ln S}$	$H' = 0.9179$	$J = 0.3828$
	$\ln S = 2.3979$	

Donde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

LN S = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas.

## Índice de diversidad y equitatividad

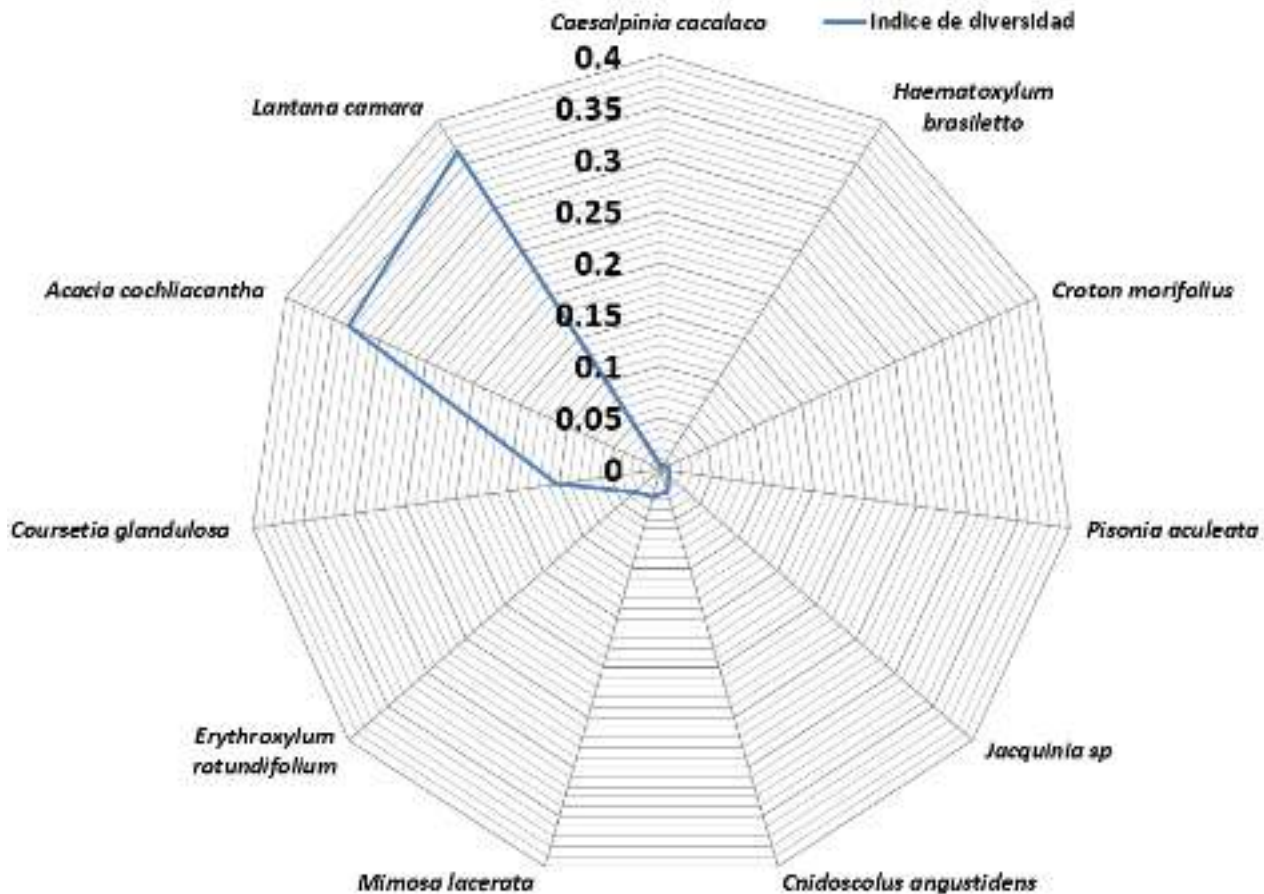


**Gráfico IV.12.** Muestra los valores de diversidad y equidad estimados para el proyecto.

$S$  = Riqueza o número de especies

$H'$  = Índice de Diversidad Shannon-Wiener ( $H'$ )

$J'$  = Índice de Equitatividad 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.



**Gráfico IV.13.** Muestra los valores de diversidad del estrato arbustivo para el proyecto.



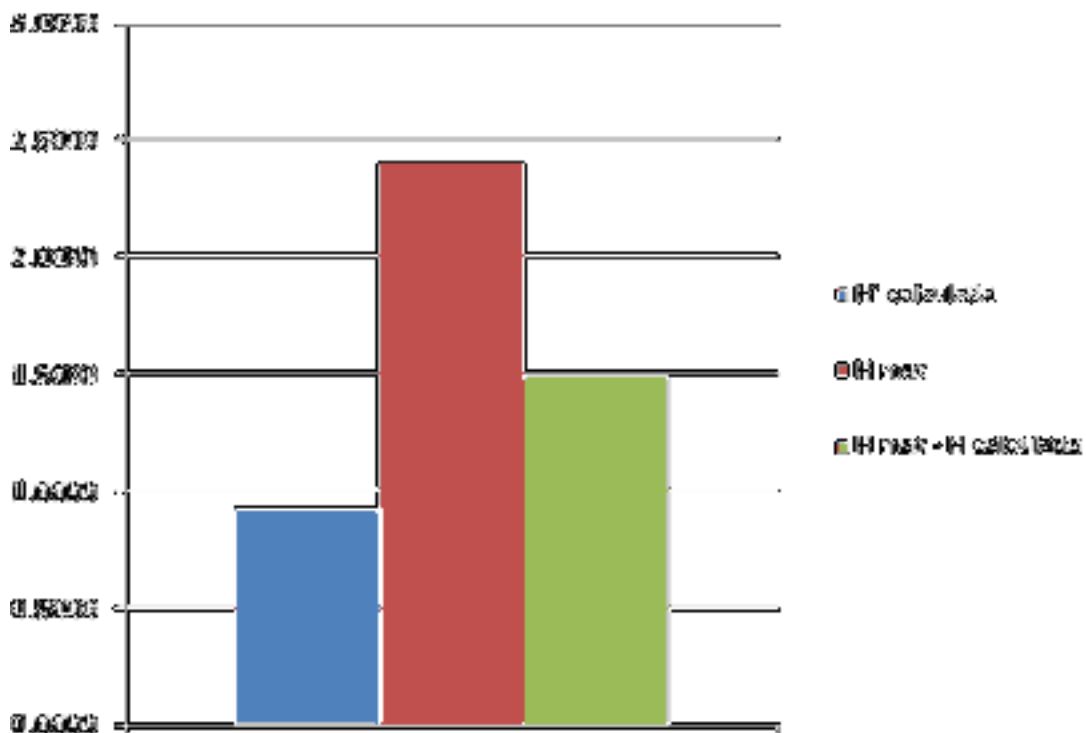
Conforme los resultados obtenidos se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener está por debajo del mínimo establecido, con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta baja diversidad, así mismo de acuerdo al índice de equidad la comunidad tiene una distribución de individuos tendientes a la uniformidad.

El parámetro de medición del índice de diversidad es de 0 - 5.

\* 0 (Cero o nulo).- para cuando los individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie.

\*5 (máximo) cuando nos indica que hay mayor diversidad de especies.

ESTRATO ARBUSTIVO	
H' calculada	<b>0.9179</b>
H max	<b>2.3979</b>
H max - H calculada	<b>1.4800</b>
Equidad (J) = H/Hmax =	<b>0.3828</b>
Riqueza S =	<b>11</b>



El estrato arbustivo de la vegetación de selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza específica de **11** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.3828**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo en el área de estudio es de **2.3979** y  $H'$  es de **0.9179**.

En resumen, el Índice de Diversidad de Shannon–Winner ( $H'$ ) expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995).

Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de  $S$ , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). El índice de diversidad está estrechamente relacionado a la homogeneidad del número de individuos por especies, es decir, en tanto mejor proporcionado este la distribución de individuos por especies, menor será el valor de equitatividad.

El resultado señala que el estrato arbustivo de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **11** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **98.35%**, dentro de los predios de CUSTF del proyecto.

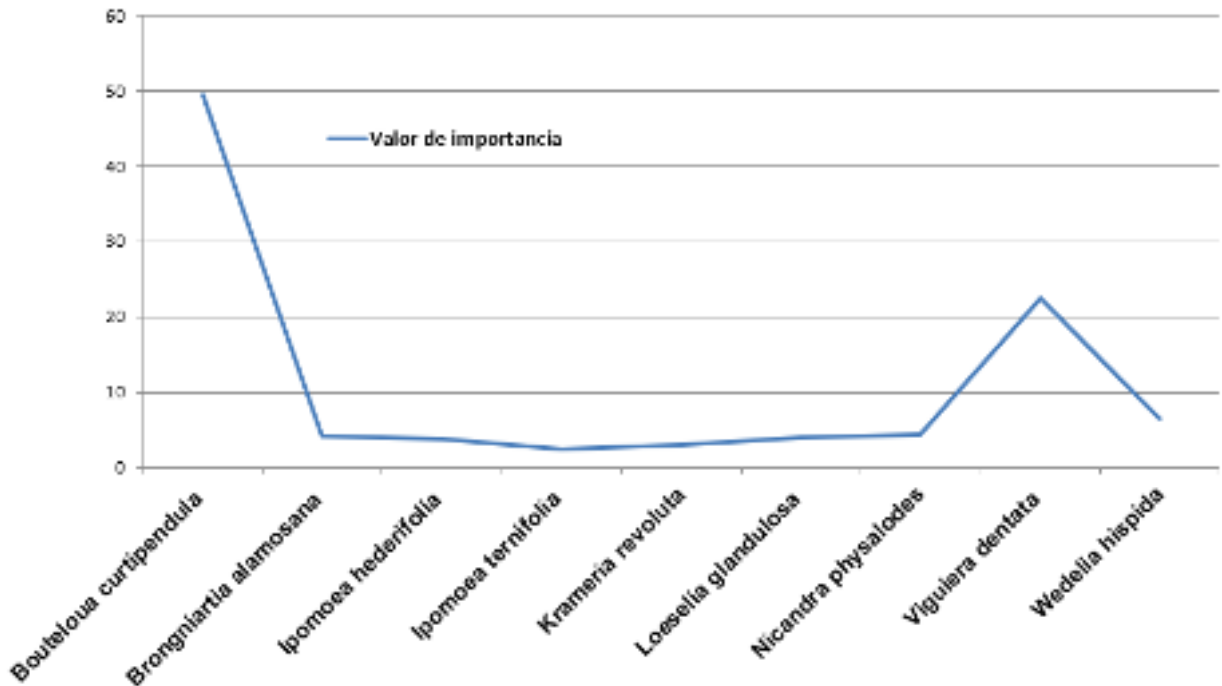
### Selva Baja Caducifolia (Estrato herbáceo):

Los parámetros bióticos de la vegetación de selva baja caducifolia del estrato herbáceo de los predios en estudio se presentan en la siguiente tabla.

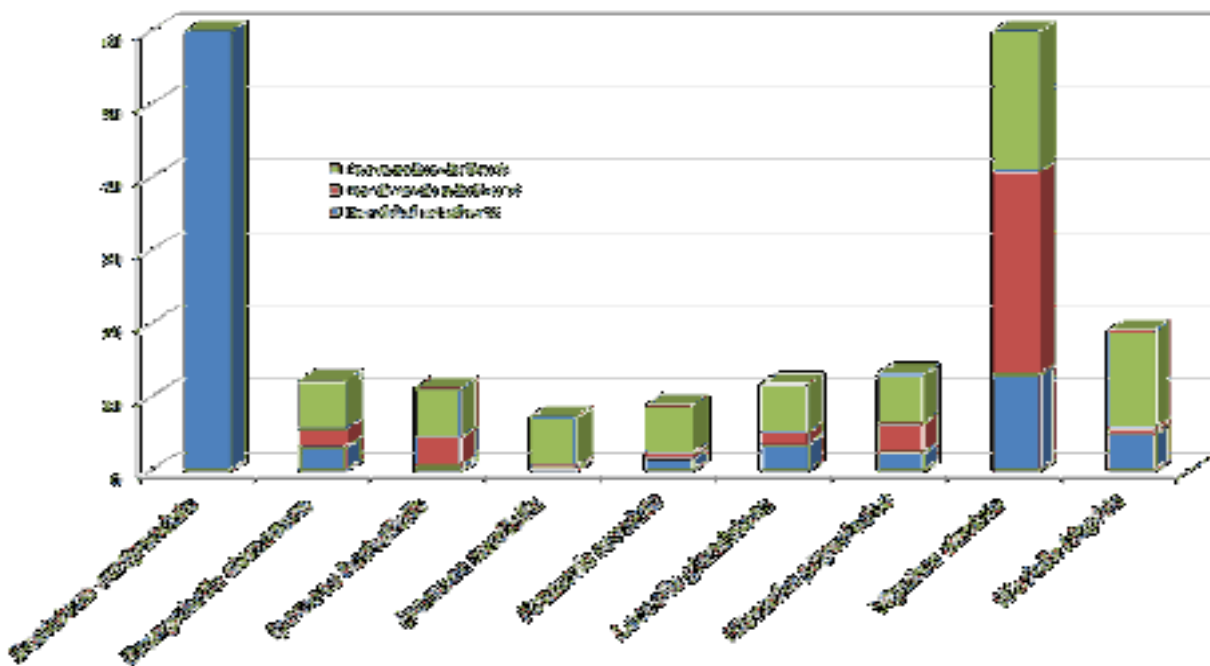
Los resultados obtenidos en el presente estudio, indican la presencia de nueve especies del estrato herbáceo de la vegetación de selva baja caducifolia, siendo *Bouteloua curtipendula* con 64.22%, *Viguiera dentata* con 20.39 y *Nicandra physalodes* con 3.25% las que presentan en conjunto el mayor índice de importancia con el 87.86%.

**Tabla IV.70.** Parámetros bióticos del estrato herbáceo de la selva baja caducifolia del predio en estudio.

NO.	Nombre Científico	Nombre común	No. de ind./ha	Densidad relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Valor de importancia	Índice de dominancia relativa
1	<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.	Pasto	425000	69.67	58.77546	20.00	49.48	64.22
2	<i>Brongniartia alamosana</i> Rydb.	Brogneartia	20000	3.28	2.39343	6.67	4.11	2.84
3	<i>Ipomoea hederifolia</i> L.	Bejuco flor roja	5000	0.82	3.73973	6.67	3.74	2.28
4	<i>Ipomoea ternifolia</i> Cav.	Ipomea morada	2500	0.41	0.29918	6.67	2.46	0.35
5	<i>Krameria revoluta</i> O. Berg	Kremaria	10000	1.64	0.67315	6.67	2.99	1.16
6	<i>Loeselia glandulosa</i> (Cav.) G. Don		22500	3.69	1.51459	6.67	3.96	2.60
7	<i>Nicandra physalodes</i> (L.) Gaertn.	Physalis	15000	2.46	4.03891	6.67	4.39	3.25
8	<i>Viguiera dentata</i> Cav. Spreng	Compuesta amarilla grande	80000	13.11	27.66802	26.67	22.48	20.39
9	<i>Wedelia hispida</i> (Kunth) A. Gray	Compuesta amarilla chica	30000	4.92	0.89754	13.33	6.38	2.91
	<b>TOTAL</b>		<b>610000</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>



**Grafica IV.14.** Muestra los valores de Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo evaluado.



**Grafico IV.15.** Muestra los valores de densidad, frecuencia y dominicia relativa estimados

Con relación al índice de diversidad para el estrato herbáceo de la vegetación de selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fue para la especies de *Viguiera dentata* (0.26642), *Bouteloua curtipendula* (0.25177) y *Wedelia hispida* (0.14814); y los valores más bajos son para la *Ipomoea ternifolia* el 0.02253, *Ipomoea hederifolia* con 0.03938 y por último la *Krameria revoluta* con 0.06739.

**Tabla IV.71.** Índice de diversidad de especies herbáceo de la selva baja caducifolia.

NO.	Nombre Científico	Nombre común	No Ind Sitios (4 sitios)	No. de ind./ha	Índice de diversidad
1	<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.	Pasto	170	425000	0.25177
2	<i>Brongniartia alamosana</i> Rydb.	Brogneartia	8	20000	0.11206
3	<i>Ipomoea hederifolia</i> L.	Bejuco flor roja	2	5000	0.03938
4	<i>Ipomoea ternifolia</i> Cav.	Ipomea morada	1	2500	0.02253
5	<i>Krameria revoluta</i> O. Berg	Kremaria	4	10000	0.06739
6	<i>Loeselia glandulosa</i> (Cav.) G. Don		9	22500	0.12172
7	<i>Nicandra physalodes</i> (L.) Gaertn.	Physalis	6	15000	0.09112
8	<i>Viguiera dentata</i> Cav. Spreng	Compuesta amarilla grande	32	80000	0.26642
9	<i>Wedelia hispida</i> (Kunth) A. Gray	Compuesta amarilla chica	12	30000	0.14814
		<b>TOTAL</b>	<b>244</b>	<b>610000</b>	<b>1.1205</b>
				$\Sigma ni=N$	$\Sigma pi \times LN(Pi)$
		<b>Riqueza S=</b>	<b>9</b>		
		<b>Resultado: H' =</b>	<b>1.1205</b>		
		<b>Resultado: J' =</b>	<b>0.5100</b>		



Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H')

$$H' = \sum_{i=1}^s P_i (\ln P_i)$$

Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total (N): Pi= ni/ N

N= Número total de individuos

Índice de Equitatividad de Pielou (J')

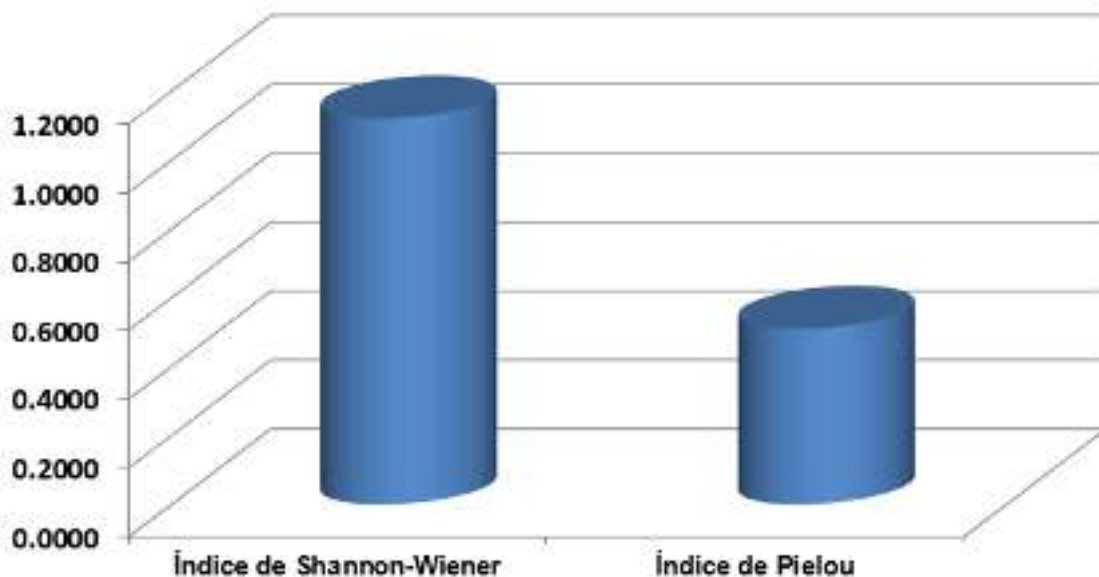
$J' = \frac{H'}{\ln S}$	H'= <b>1.1205</b>	J= <b>0.5100</b>
LN S	LN= <b>2.1972</b>	

Dónde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

LN S = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas.

**Índice de diversidad y equitatividad**

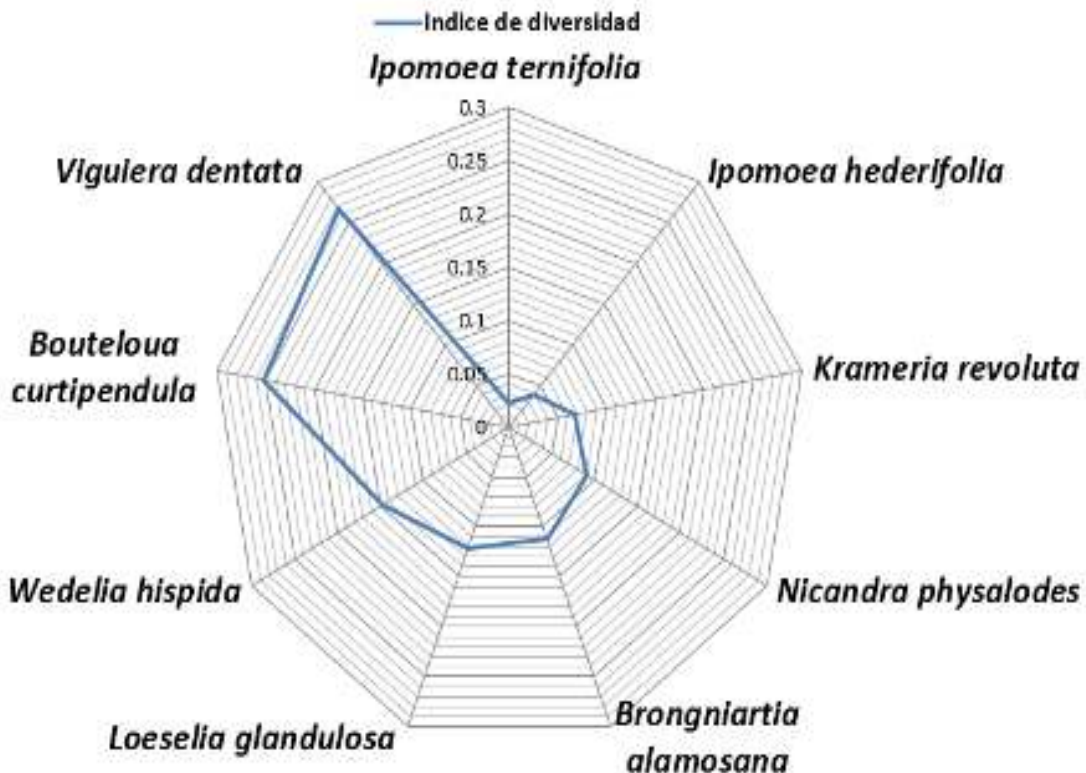


**Grafico IV.16.** Muestra los valores de diversidad y equidad estimados para el proyecto.

$S$  = Riqueza o número de especies

$H'$  = Índice de Diversidad Shannon-Wiener ( $H'$ )

$J'$  = Índice de Equitatividad 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.



**Grafico IV.17.** Muestra los valores de diversidad del estrato herbáceo para el proyecto.

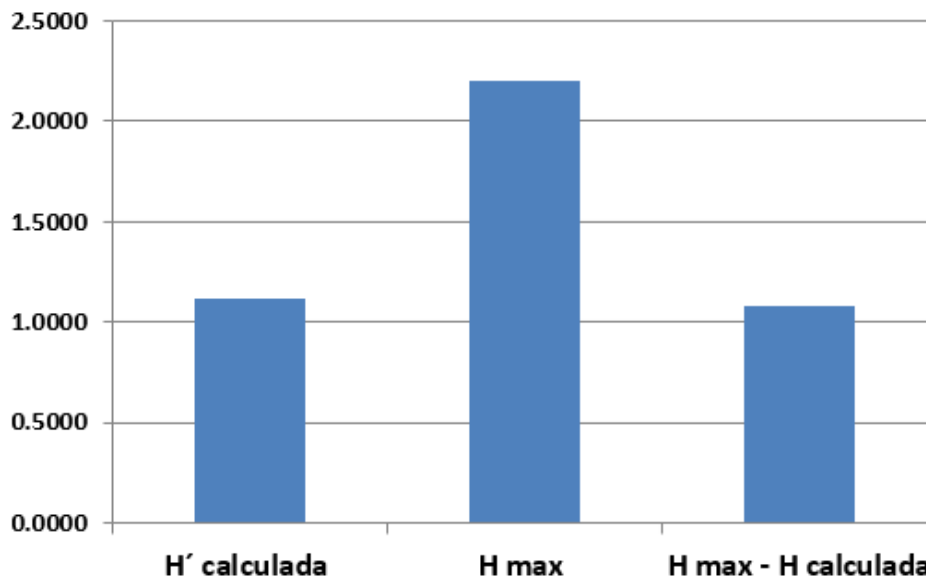
Conforme los resultados obtenidos se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener está por debajo del mínimo establecido, con lo cual se puede concluir, que esta comunidad analizada presenta baja diversidad, así mismo de acuerdo al índice de equidad la comunidad tiene una distribución de individuos tendientes a la uniformidad.

El parámetro de medición del índice de diversidad es de 0 - 5.

\* 0 (Cero o nulo).- para cuando los individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie.

\*5 (máximo) cuando nos indica que hay mayor diversidad de especies.

ESTRATO HERBÁCEO	
H' calculada	<b>1.1205</b>
H max	<b>2.1972</b>
H max - H calculada	<b>1.0767</b>
Equidad (J) = H/Hmax =	<b>0.5100</b>
Riqueza S =	<b>9</b>



El estrato herbáceo de la vegetación de Selva Baja Caducifolia del área en estudio, posee una riqueza específica de **9** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.5100**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en el área de estudio es de **2.1972** y H' es de **1.1205**.

En resumen, el Índice de Diversidad de Shannon–Winner (H') expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995).

Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de  $S$ , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). El índice de diversidad está estrechamente relacionado a la homogeneidad del número de individuos por especies, es decir, en tanto mejor proporcionado este la distribución de individuos por especies, menor será el valor de equitatividad.

El resultado señala que el estrato herbáceo de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **9** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **87.86%**, dentro de los predios de CUSTF del proyecto.

### **Resumen del Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad florística del sistema ambiental en estudio:**

La diversidad tiene dos componentes fundamentales:

1. **Riqueza específica:** número de especies que tiene un ecosistema o ecosistemas.
2. **Equitabilidad:** mide la distribución de la abundancia de las especies, es decir, cómo es de uniforme un ecosistema.

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder estimarla entre diferentes ecosistemas o áreas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial del ecosistema, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitabilidad. En este apartado se utilizó la estimación del índice de diversidad Shannon-Wiener ( $H'$ ) y el índice de equitatividad de Pielou, el cual parte de la base de que un sistema es más diverso cuanto menos dominancia de especies hay, y la distribución es más equitativa. El valor mínimo para este índice es 1 que indica que no hay diversidad.

### Dominancia relativa

El comportamiento de la flora registrada de manera directa, dentro de los muestreos realizados dentro del sistema ambiental en estudio, en términos de dominancia relativa es de la siguiente manera:

### Sistema ambiental:

#### **Selva baja caducifolia**

A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar:

- A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que de las 21 especies registradas, la dominante del **estrato arbóreo** de la vegetación de Selva Baja Caducifolia en cobertura vegetal es la "*Bursera aptera*" la cual registra un 28.43%, le sigue "*Cyrtocarpa procera*" con el 16.89% y *Fouquieria ochoteranae* con el 11.87%, que en conjunto presentan una importancia casi del 57.19% del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogeneidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.
- A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del **estrato arbustivo** de la vegetación de selva baja caducifolia en cobertura vegetal son *Gliricidia sepium* con el 35.14%, seguido de la *Hintonia latiflora* con el 34.81% y por último la *Lantana camara* con 7.59%, que juntas tienen una importancia casi del 77.54% del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogeneidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.
- A través de los resultados obtenidos en el presente estudio de las **cactáceas, orquídeas y agaves** de la vegetación de selva baja caducifolia de la unidad de análisis, se puede observar que la especie dominante en cobertura vegetal es *Opuntia tomentosa* con 50.56%, *Pachycereus weberi* con 23.39% y *Agave angustifolia* con 25.06%, que juntas tienen una importancia casi del 99.01% del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogeneidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.
- A través de los resultados obtenidos en el presente estudio de las **epifitas** de la vegetación de selva baja caducifolia de la unidad de análisis, se



puede observar que la especie dominante es la *Tillandsia achyrostachys* con un 100%, del total del índice de dominancia.

- A través de los resultados obtenidos en el presente estudio del **estrato herbáceo** de la vegetación de selva baja caducifolia de la unidad de análisis, se puede observar que la especie dominante en cobertura vegetal es *Loeselia glandulosa* con 26.44%, *Melinis repens* con 19.68% y *Porophyllum linaria* con 16.71%, que juntas tienen una importancia casi del 62.83% del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogeneidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.
- ✓ El índice de diversidad para el **estrato arbóreo** de la selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Fouquieria ochoterenae* (0.291), *Cyrtocarpa procera* (0.26981) y *Bursera aptera* (0.36099); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron *Bursera copallifera*, *Bursera schlechtendalii* y *Gyrocarpus jatrohifolius* con 0.00937 cada una.
- ✓ El índice de equitatividad de Pielou para el **estrato arbustivo** de la vegetación de selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Hintonia latiflora* (0.33821), *Gliricidia sepium* (0.31372) y *Lantana camara* (0.285); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron el *Calliandra grandiflora*, *Cnidoscopus angustidens* y *Dalea carthagenensis* con 0.00114 para cada una.
- ✓ El índice de equitatividad de Pielou de las **cactáceas, orquídeas y agaves** de la vegetación de Selva Baja Caducifolia de la unidad de análisis se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Agave angustifolia* (0.36632), *Opuntia tomentosa* (0.32002) y *Sarcoglottis schaffneri* con 0.06403; mientras que las especies con menor índice de diversidad fue la *Cyrtopodium macrobulbon* (0.02132) y *Pachycereus weberi* con 0.03733.
- ✓ El índice de equitatividad de Pielou de las **epifitas** de la vegetación de Selva Baja Caducifolia de la unidad de análisis se observa que los valores más altos y con menor índice de diversidad fue la *Tillandsia achyrostachys* con 0.0.
- ✓ El índice de equitatividad de Pielou del **estrato herbáceo** de la vegetación de Selva Baja Caducifolia de la unidad de análisis se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Loeselia glandulosa*

(0.36675), *Melinis repens* (0.36643) y *Porophyllum linaria* (0.23469); mientras que las especies con menor índice de diversidad fue la *Ipomoea hederifolia* *Krameria revoluta* y *Nicandra physalodes* con 0.01146 cada una.

- El **estrato arbóreo** de la vegetación de selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza específica de **21** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.7168**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbóreo en el área de estudio es de **3.0445** y **H'** es de **2.1822**.
- El **estrato arbustivo** del ecosistema en la subcuenca, posee una riqueza específica de **29** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.6571**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo en el área de estudio es de **3.3673** y **H'** es de **2.2127**.
- Las **cactáceas, orquídeas y agaves** del ecosistema en la subcuenca, posee una riqueza específica de **05** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.5027**. La máxima diversidad que puede alcanzar las cactáceas, orquídeas y agaves en el área de estudio es de **1.6094** y **H'** es de **0.8090**.
- Las **epifitas** del ecosistema en la subcuenca, posee una riqueza específica de **1** especie, de las cuales tienen una distribución de **0.00**. La máxima diversidad que puede alcanzar las epifitas en el área de estudio es de **0.00** y **H'** es de **0.00**.
- El **estrato herbáceo** del ecosistema en la subcuenca, posee una riqueza específica de **17** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.6238**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en el área de estudio es de **2.8332** y **H'** es de **1.7672**.
- El resultado señala que el **estrato arbóreo** de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **21** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **57.19%**.
- El resultado señala que el **estrato arbustivo** de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **29**

especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **77.54%**.

- El resultado señala que las **cactáceas, orquídeas y agaves** de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **21** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **99.01%**.
- El resultado señala que las **epifitas** de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **una** de **01** especie registrada para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **100.0%**.
- El resultado señala que el **estrato herbáceo** de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **17** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **62.83%**.

Resumen de Indicadores de diversidad (Tabla IV.72):

Tipo de vegetación	Estrato	Riqueza	Índice de diversidad Shannon-Wiener (H')	Índice de equidad de Pielou (J')
Selva baja caducifolia	Arbóreo	21	2.1822	0.7168
	Arbustivo	29	2.2127	0.6571
	Cactáceas, orquídeas y agaves	5	0.8090	0.5027
	Epifitas	1	0.000	0.000
	herbáceo	17	1.7672	0.6238

## Resumen del Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad florística de los predios de la obra en estudio

### Dominancia relativa

El comportamiento de la flora registrada de manera directa, dentro de los muestreos realizados dentro de los predios de la obra en estudio, en términos de dominancia relativa es de la siguiente manera:

### Selva Baja Caducifolia:

A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar:

- A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que de las 8 especies registradas, la dominante del **estrato arbóreo** de la selva baja caducifolia en cobertura vegetal es la "*Cordia morelosana* Standl." la cual registra un 39.46%, le sigue "*Acacia bilimekii* J.F. Macbr." con el 34.38% y "*Ipomoea wolcottiana* Rose" con el 12.88%, que en conjunto presentan una importancia casi del 86.72% del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogeneidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.
- A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del **estrato arbustivo** de la vegetación de selva baja caducifolia en cobertura vegetal es la "*Acacia cochliacantha*" la cual registra un 69.45%, "*Lantana camara*" con el 27.05% y le sigue la "*Coursetia glandulosa*" con 1.85%, que juntas tienen una importancia por encima del 98.35% del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogeneidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.
- Los resultados obtenidos en el presente estudio, indican la presencia de nueve especies del **estrato herbáceo** de la vegetación de selva baja caducifolia, siendo "*Bouteloua curtipendula*" con 64.22%, "*Viguiera dentata*" con 20.39% y "*Nicandra physalodes*" con 3.25% las que presentan en conjunto el mayor índice de importancia con el 87.86%.

- ✓ El índice de diversidad para el **estrato arbóreo** de la selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Cordia morelosana* (0.35985), *Acacia bilimekii* (0.35886) y *Bursera aptera* (0.23698); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron *Bursera morelesis*, *Ceiba aesculifolia* y *Celtis caudata* con 0.05698 cada una respectivamente.
- ✓ El índice de diversidad para el **estrato arbustivo** de la vegetación de selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Lantana camara* (0.3658), *Acacia cochliacantha* (0.33185) y *Coursetia glandulosa* (0.10257); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron *Caesalpinia cacalaco* y *Haematoxylum brasiletto* con 0.00424 y *Croton morifolius* con 0.0077.
- ✓ Con relación al índice de diversidad para el **estrato herbáceo** de la vegetación de selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fue para la especies de *Viguiera dentata* (0.26642), *Bouteloua curtipendula* (0.25177) y *Wedelia hispida* (0.14814); y los valores más bajos son para la *Ipomoea ternifolia* el 0.02253, *Ipomoea hederifolia* con 0.03938 y por último la *Krameria revoluta* con 0.06739.
- El **estrato arbóreo** de la vegetación de selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza específica de **8** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.7024**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbóreo en el área de estudio es de **2.0794** y **H'** es de **1.4606**.
- El **estrato arbustivo** de la vegetación de selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza específica de **11** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.3828**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo en el área de estudio es de **2.3979** y **H'** es de **0.9179**.
- El **estrato herbáceo** de la vegetación de selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza específica de **9** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.5100**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en el área de estudio es de **2.1972** y **H'** es de **1.1205**.



- El resultado señala que el **estrato arbóreo** de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **8** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **86.72%**, dentro de los predios de CUSTF del proyecto.
- El resultado señala que el **estrato arbustivo** de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **11** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **98.35%**, dentro de los predios de CUSTF del proyecto.
- El resultado señala que el **estrato herbáceo** de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **9** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **87.86%**, dentro de los predios de CUSTF del proyecto.

Tabla resumen de Indicadores de diversidad (**Tabla IV.73**):

Tipo de vegetación	Estrato	Riqueza	Índice de diversidad Shannon-Wiener (H')	Índice de equidad de Pielou (J')
Selva baja caducifolia	Arbóreo	8	0.7024	1.4606
	Arbustivo	11	0.3828	0.9179
	herbáceo	9	0.5100	1.1205

***Análisis comparativo de los predios del proyecto con la unidad de análisis sistema ambiental en estudio, y determinar la representatividad de las especies que permitan, en su caso, que no se afecta la biodiversidad.***

### **Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad florística**

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder estimarla entre diferentes ecosistemas o áreas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial del ecosistema, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitabilidad.

Con relación a los índices que permitan demostrar que la diversidad en la zona del proyecto no se verá comprometida, los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro. En cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma (Whittaker, 1972) puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas (Halffter, 1998). La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (op. cit).

Esta forma de analizar la biodiversidad resulta muy conveniente en el contexto actual ante la acelerada transformación de los ecosistemas naturales, Para monitorear el efecto de los cambios en el ambiente es necesario contar con información de la diversidad biológica en comunidades naturales y modificadas (diversidad alfa) y también de la tasa de cambio en la biodiversidad entre distintas comunidades (diversidad beta), para conocer su contribución al nivel regional (diversidad gamma) y poder diseñar estrategias de conservación y llevar a cabo acciones concretas a escala local.

Para la situación en la cual se encuentra el proyecto, referente a las comparaciones sobre la biodiversidad estimada en los predios forestales, y el poder compararlas con el tipo de vegetación a afectarse y presente en la unidad de análisis (sistema ambiental). Por lo anterior, podemos concluir que con base en

las definiciones mencionadas sobre el término Diversidad alfa, el Proyecto en estudio no afectará dicha biodiversidad dentro de la cuenca.

En este estudio se utilizó la estimación del índice de diversidad Shannon-Wiener (fi) y el índice de equitividad de Pielou, el cual parte de la base de que un sistema es más diverso cuanto menos dominancia de especies hay, y la distribución es más equitativa. El valor mínimo para este índice es 1 que indica que no hay diversidad.

Es importante mencionar que de acuerdo con los resultados de los muestreos de campo, se puede afirmar que es una zona pobremente representada por estos grupos debido a que básicamente el área de estudio y el sistema ambiental que contienen, se encuentran altamente impactadas por actividades antropogénicas (pastoreo, apertura de caminos para acceso para sacado de leña). Por lo anterior, se presume que tampoco se afectará la diversidad alfa.

El resultado señala que pese a la desproporcionalidad que existe entre las especies de menor y mayor abundancia, la representatividad es aceptable, es decir, la totalidad de las especies se distribuyen de manera homogénea en esta comunidad dentro de las unidades de análisis.

De acuerdo a los resultados de diversidad y similitud de las comunidades vegetales antes descritas la información señala que en la unidad de análisis (sistema ambiental), es más diversa que en el o los predios forestales del proyecto, mientras que el índice de equidad se presentan similitud en ambas superficies, al estar por debajo de que un individuo elegido al azar, presente esta probabilidad de que se encuentre tanto en la unidad de análisis (sistema ambiental) como en la zona del Proyecto (tabla IV.74).

**Tabla IV.74.** Comparación de los Índices de Diversidad y Similitud de especies que conforman la vegetación a nivel de la unidad de análisis (sistema ambiental) y a nivel predio.

Indicador		Riqueza		Índice de diversidad Shannon-Wiener (H')		Índice de equidad de Pielou (J')	
		Sistema ambiental	Predios del proyecto	Sistema ambiental	Predios del proyecto	Sistema ambiental	Predios del proyecto
Selva baja caducifolia	Estrato arbóreo	21	8	2.1822	0.7024	0.7168	1.4606
	Estrato arbustivo	29	11	2.2127	0.3828	0.6571	0.9179
	Cactáceas, orquídeas y agaves	5	-----	0.8090	-----	0.5027	-----
	Epifitas	1	-----	0.000	-----	0.000	-----
	Estrato herbáceo	17	9	1.7672	0.5100	0.6238	1.1205

El ecosistema por afectar en el **sistema ambiental**, presenta alta diversidad florística con un valor mayor comparado con el del **área** del proyecto, debido a que presenta mayor riqueza y la distribución de individuos por especie se encuentra más uniforme.

Con base en el índice de **valor de importancia** se obtiene que en efecto, la riqueza florística de los estratos en el **sistema ambiental** presentan una densidad y frecuencia más uniforme, en comparación con el área del proyecto.

Por lo anterior y dado que el ecosistema en la cuenca presenta mayor diversidad que en el área del proyecto, **la conclusión podría ser que realizar el proyecto no compromete la biodiversidad de la flora.**

Es importante aclarar que de acuerdo a los resultados obtenidos de los muestreos de campo de la vegetación a afectarse con el proyecto a nivel área análisis de estudio y proyecto, si comparamos las densidades de algunas especies (*Acacia cochliacantha*, *Cordia*), se aprecia que es mayor en el área del proyecto que en el

**sistema ambiental**, derivado a que el predio se encuentra influenciado por elementos de vegetación de selva baja caducifolia, es por esto que la especie *Bursera*, *Jatropha* y *Caesalpinia* resultaron con valores altos de riqueza, aunque se encuentran bien representadas y distribuidas en la unidad de análisis.

De acuerdo al análisis de los resultados de la vegetación de la selva baja caducifolia en el predio del proyecto con relación al sistema ambiental, presentaron índices de diversidad menores como *Lysiloma*, *Pithecellobium* y *Ceiba* también se encuentra representada en el **sistema ambiental**, por lo tanto no se ponen en riesgo esta especie al realizar las actividades del proyecto y que de acuerdo al análisis de los muestreos se infiere que estas especies se distribuyen de manera uniforme en el **sistema ambiental** con densidades relativamente bajas.

Así mismo, se identificaron especies de estrato arbóreo representantes de las gramíneas, la especie *Bouteloua*, la cual se encuentra bien distribuida tanto en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales, como en la unidad de análisis, lo que no indica la presencia de ganado de tipo vacuno, que fungen como dispersores de esta planta.

En cuanto a las plantas de tipo secundarias, tanto en el predio como en la unidad de análisis se localizó la especie *Acacia cochliacantha*, *Senna sp*, las cuales se caracterizan de ser invasivas cuando se presentan disturbios en el ecosistema, como el desmonte y la incursión del ganado vacuno o caprino.

Con respecto a la especie *Fouquieria ochoterinea*, especie catalogada con categoría de en peligro de extinción y endémica de conformidad con la NOM-059-SEMARNAT-2010, esta no se presentó en el predio en estudio de la tercera etapa pero si en el **sistema ambiental**, por lo tanto, esta especie se encuentra bien distribuida.

Según el índice de Shannon y, en el mismo tipo de vegetación presente el **sistema ambiental**, que no afectará con el proyecto, presenta un índice de diversidad resultando mayor que el del área del proyecto para el caso de la comunidad analizada.

Asimismo, la comunidad analizada del **sistema ambiental** presenta una equitatividad mayor que el área del proyecto, esto nos dice que hay mayor riqueza en el ecosistema del **sistema ambiental** y que la distribución de individuos por especie es más homogénea que en el área del proyecto, por lo que se puede afirmar que, la presencia de especies dominantes es reducida.



- Con base en el los índices de diversidad obtenidos en el cálculo, se determina que los ecosistemas por afectar en el **sistema ambiental es más diverso** que en el área del proyecto.
- El ecosistema por afectar en el **sistema ambiental**, presentan mayor diversidad florística comparado con el del **área sujeta a cambio de uso de suelo**, debido a que presenta mayor riqueza y la distribución de individuos por especie se encuentra más uniforme.
- Con base en el índice del **valor de importancia** se obtiene que en efecto, la riqueza florística en el **sistema ambiental** mayor, las cuales presentan una densidad y frecuencia más uniforme, en comparación con las áreas sujetas a cambio de uso de suelo, donde la densidad y frecuencia resulta menos distribuida en el área.

Por lo anterior y dado que el ecosistema en el **sistema ambiental** presenta mayor diversidad que en el área del proyecto, **la conclusión podría ser que realizar el CUSTF no compromete la biodiversidad florística**, sin embargo, el análisis detallado del valor de importancia proporciona la siguiente información:

- El área del proyecto presenta especies secundarias y juveniles con características típicas (*Acacia cochliacantha*, *Sena*) y ampliamente representativas en todo el **sistema ambiental** dentro del ecosistema a afectarse con el proyecto en estudio.
- Las especies presentes se encuentran de manera abundante y frecuente dentro del **sistema ambiental** y en el área objeto de estudio.
- Tanto en los predios como en el ecosistema del **sistema ambiental** presentan una composición florística variable.
- Algunas especies tienen menor valor de importancia en los predios, que en el **sistema ambiental** y analizando los componentes del valor de importancia, se obtiene que no habría porqué preocuparse de estas especies, debido a que se presentan de forma similar en los predios y en el **sistema ambiental** y que poseen mayor representatividad en el **sistema ambiental**.

Las especies que obtienen más altos valores son las especies importantes y que son propias del ecosistema de la selva baja caducifolia en el área de estudio (*Acacia*, *Bursera*, *Cyrtocarpha*, etc) es decir, que tienen más abundancia,

cobertura y frecuencia y dependiendo de las especies que presenten estos valores es como se interpretará el ecosistema.

Por lo que **se advierte**, que no es suficiente tomar decisiones solo a través de los índices de diversidad como el de Shannon, Simpson, etc., sino que es necesario considerar la representatividad de las especies, en función de su densidad, frecuencia y dominancia (cobertura, área basal), para no generar conclusiones injustificadas técnicamente y en contra del ecosistema.

Con lo anteriormente manifestado se determinó que de acuerdo a los datos ecológicos de los transectos de los predios en estudio dentro del **sistema ambiental**, reflejaron que dentro de los ecosistemas afectados se encuentra mayor riqueza y mejor estructura que en el área sujeta a cambio de uso de suelo, por lo que no se compromete la diversidad florística al llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Con base en las conclusiones arriba manifestadas, independientemente de que lo datos ecológicos reflejen buena representatividad de especies florísticas en los ecosistemas afectados en el **sistema ambiental** que en el área sujeta a cambio de uso de suelo, el promovente llevara a cabo una serie de medidas de prevención (ver capítulo VI de este estudio) para evitar posibles impactos en áreas aledañas no solicitadas en este estudio y disminuir el impacto.

## **Análisis de Similitud entre comunidades de flora del sistema ambiental y el Proyecto.**

Aunado a los análisis anteriores se realizara un análisis de similitud entre las especies registradas en los muestreos de la unidad de análisis (**sistema ambiental**) de los ecosistemas y las especies registradas o encontradas en el muestreo de los predios del proyecto y que serán afectadas con la extracción y aprovechamiento de la obra. Para establecer el grado de similitud entre la comunidad, se construyó una matriz de similitud y se utilizó el análisis de similitud por agrupamientos (clusters) de Bray-Curtis con el programa BioDiversity Pro 2.0 (Mc Aleece 1997), para comparar la composición de especies entre la el sistema ambiental y el área del proyecto. El índice de Bray-Curtis es una medida de similitud que enfatiza la importancia de las especies que se tienen en común entre los sitios de muestreo (Pileou 1984).

### **Coefficiente de similitud de Bray-Curtis**

Este índice de similitud de Bray-Curtis se formula con el siguiente algoritmo:

$$B = \frac{\sum_{i=1}^s |X_{ij} - X_{ik}|}{\sum_{i=1}^s [X_{ij} + X_{ik}]}$$

Donde:

B = medida de Bray-Curtis entre las muestras j y

K = número de individuos de la especie i en la muestra

J = número de individuos de la especie i en la muestra K

S = número de especies

Ignora los casos en las que especies son ausentes en ambas muestras. Los valores de esta medida de disimilitud oscilan de cero a uno y puede ser transformada como una medida de similitud, utilizando el complemento de Bray-Curtis (1 – B).

## Método

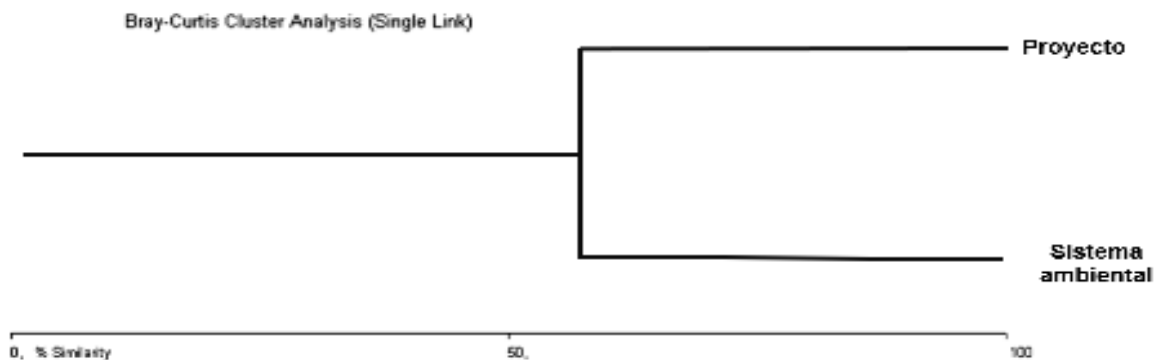
Para comparar los registros de cada grupo de las especies, se elaboró una matriz binaria (presencia-ausencia) de especies. Finalmente se estimó la similitud entre la composición específica registrada en la unidad de análisis (**sistema ambiental**) y los predios se computó usando el coeficiente de similitud de Bray-Curtis y produciendo los dendrogramas correspondientes mediante ligamento promedio no ponderado. Todos los análisis se ejecutaron con el programa Biodiversity Pro (McAleece, 1997).

## Unidad de análisis o sistema ambiental

### *Selva baja caducifolia:*

**Tabla IV.75.** Resultados del análisis de similitud entre las especies de selva baja caducifolia entre los predios del Proyecto y en la unidad de análisis (sistema ambiental). Ambas comparten un 55.45% de las especies:

	Listado florístico registrado en los muestreos de la unidad de análisis o el sistema ambiental	Listado florístico registrado en los muestreos de los predios en estudio
<b>Especies</b>	73	28
<b>Índice de Similitud</b>	0.55	
<b>% de Similitud</b>	55.45%	



**Grafica IV.18.** El porcentaje de similitud entre los listados de especies de flora registrados en los muestreos pertenecientes al tipo de vegetación de selva baja caducifolia entre la unidad de análisis o el sistema ambiental y los predios es de 55.45%.

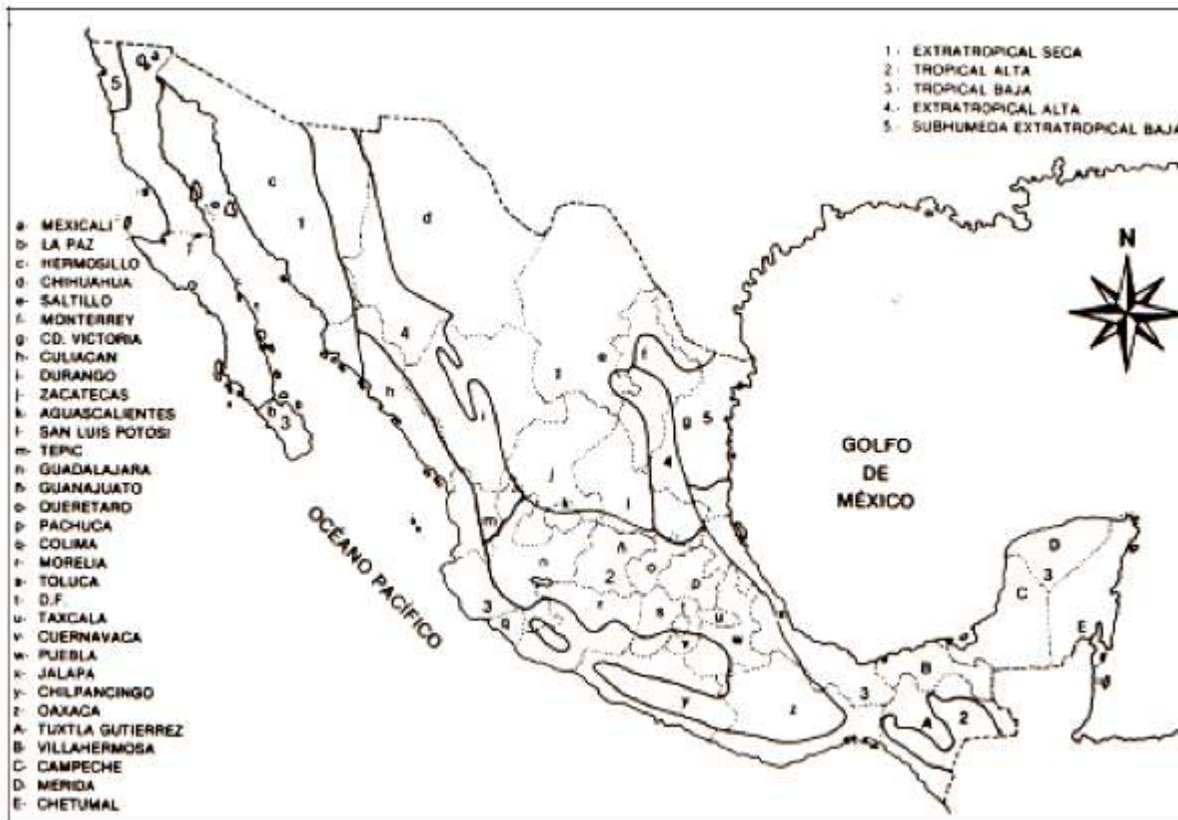
#### IV.2.2.2. Fauna

El área de estudio del sistema ambiental se localiza en el reino Neotropical, dentro de la Provincia Florística Depresión del Balsas (Rzedowski, 1978), (figura IV.8). Esta provincia ocupa la mayor parte del estado de Puebla y se extiende desde el sur de Jalisco, pasando por Michoacán, Morelos, Guerrero, Puebla y Oaxaca, en forma de una franja. El clima es muy caluroso árido o semiárido: la vegetación predominante la constituyen los matorrales xerófilos y bosque espinoso (Rzedowski, 1978). Álvarez y de Lachica (1991) ubican al sistema ambiental en la Región natural tropical baja, (figura IV.9).



**Figura IV.8.** Provincias Florísticas y localización de la unidad de análisis en la que se encuentra el Proyecto, (Rzedowski, 1978).





**Figura IV.9.** Regiones Naturales de México (Álvarez y de Lachica, 1991)

Es importante aclarar que la información que se presenta en este estudio hace referencia al área del sistema ambiental en estudio, de la cual se describe el proceso de delimitación de la misma. Al respecto cabe mencionar que dicha área de estudio no fue a partir de toda la subcuenca, ya que la delimitación que se consideró fue específicamente en el área del proyecto y zonas aledañas y representativas a la misma, cuya información es el objeto del estudio, con la finalidad de poder definir y evaluar de manera precisa y objetiva los posibles efectos que se pudieran presentar por el desarrollo del proyecto.

Con relación a los índices que permitan demostrar que la diversidad en la zona del proyecto no se verá comprometida, los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro. En cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma (Whittaker, 1972) puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas (Halffter, 1998). La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de

especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (op. cit).

### ***Composición de las comunidades de fauna presentes en el proyecto***

En este apartado se describe los métodos utilizados para obtener la información necesaria en la descripción y caracterización de la fauna silvestre existente dentro del área de estudio del proyecto, mismas que consistió en la observación directa de los cuatro grupos de vertebrados terrestres principales (aves, mamíferos, reptiles y anfibios) y la compilación de un listado de las especies observadas y potenciales. Sin embargo, con el trabajo de campo realizado no se puede aseverar que se tiene un inventario completo de la fauna de vertebrados de la zona. Además, estos resultados deben ser acotados a la escala espacio-temporal en la cual se realizaron los muestreos.

La metodología que se desarrolló en el muestreo de fauna se llevó a cabo en dos etapas las cuales se describen a continuación:

**Primera etapa:** En esta etapa se realizó la búsqueda y consulta de publicaciones relacionadas con la fauna de vertebrados terrestres de la zona de estudio. Como resultado de esta etapa se obtuvo el listado de especies potenciales para la zona de estudio en la que se localiza el proyecto, los cuales se presentan a continuación.

### **Riqueza potencial de anfibios y reptiles**

En esta etapa se realizó la búsqueda y consulta de publicaciones relacionadas con la herpetofauna de la zona de estudio con la finalidad de integrar un listado preliminar. Para ésta zona, se consultaron documentos tales como:

- Stebbins, R. C. 2003. A field guide to western reptiles and amphibians. Boston, Houghton Mifflin. xiii, 533 p.
- Flores-Villela, O., y U.O. García-Vázquez. 2013. Biodiversidad de reptiles en México. Revista Mexicana de Biodiversidad 84

Como resultado de esta etapa se obtuvo el listado de especies de herpetofauna potencial, para el área en la que se localiza el proyecto, los cuales se presentan a continuación.

Dentro del área de estudio habitan potencialmente 17 especies de anfibios y 33 especies de reptiles, de las cuales 30 se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, 13 Amenazadas, 16 en Protección especial y 1 en Peligro de extinción. 22 especies son endémicas de México.

### **Riqueza potencial aves**

Dentro del estado de Puebla habitan potencialmente 599 especies de aves pertenecientes a 67 familias y 19 órdenes (Hernández Castán *et al*, 2013; Rojas-Soto y Navarro S., 1999; Howell y Webb 1995.). Para la zona de estudio habitan 360 especies de aves potenciales (Sullivan et al 2009; ebird). Las especies potenciales que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 incluyen un total de 54, de las cuales 33 (61%) están sujetas a protección especial, 14 (26%) están como amenazadas y 7 (13 %) están en peligro de extinción. Considerando al endemismo, existen 26 aves endémicas, 12 cuasiendémicas y 18 semiendemicas a México.

### **Riqueza potencial mamíferos**

En el área de estudio del sistema ambiental habitan potencialmente 102 especies de mamíferos que pertenecen a 8 órdenes y 20 familias, de acuerdo a las bases de datos de Wilson y Ruff (1999); Arita & Ceballos (1997); Medellín (1997); Kays y Wilson (2002). Del total de especies que potencialmente se encuentran en la zona 7 se consideran bajo alguna categoría de riesgo de conservación según la SEMARNAT (2010) dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010; 2 roedores: ratón campestre de dientecitos y la ardilla voladora; 1 carnívoro: la nutria de río; y 3 murciélagos: el murciélago trompudo, el murciélago hocicudo de la nieve y el murciélago hocicudo, están registradas como amenazadas. Un roedor más: la rata canguro mexicana, en categoría de protección especial, termina de sumar las siete especies mencionadas.

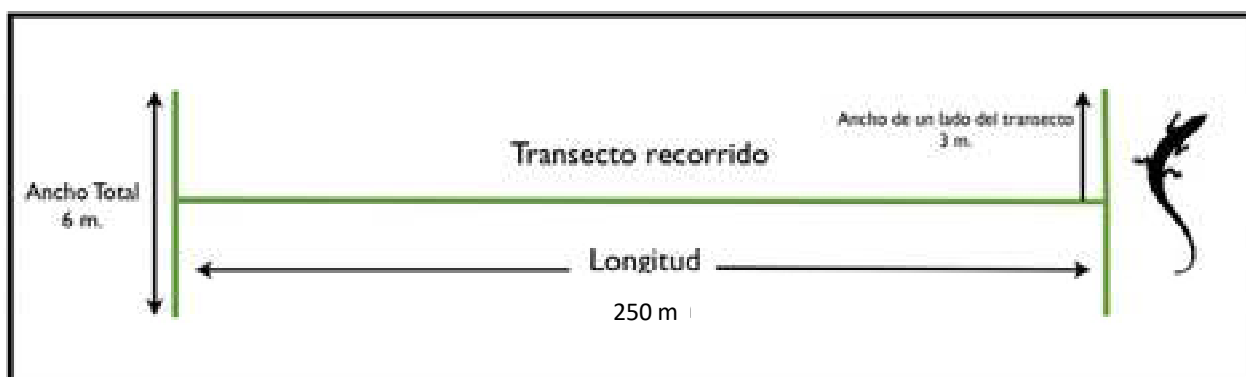
**Segunda etapa:** Durante esta etapa se realizó el trabajo de campo que consistió en muestreos y observaciones de fauna terrestre en áreas representativas dentro del área de estudio. Para cada grupo se utilizaron distintos métodos de muestreo que se describen a continuación.

### **HERPETOFAUNA**

Existen muchos métodos utilizados para el muestreo de anfibios y reptiles. El método a elegir depende de los objetivos. En el caso del presente estudio, se realizaron 7 transectos en banda de 250 m de longitud y con un ancho de 3 m a cada lado del transecto dentro del área de estudio del sistema ambiental (tabla IV.76, figura IV.10 y mapa IV.51). Durante el trayecto se utilizaron ganchos herpetológicos, técnica muy recomendable principalmente para el manejo de especies venenosas y que igualmente son herramientas útiles para la búsqueda, ya que evitan el levantamiento de troncos y hojarasca directamente con las manos. La búsqueda fue intensiva y sistemática en sitios potenciales de encuentro.

**Tabla IV.76.** Ubicación del punto inicial y final de los trayectos para el muestreo de herpetofauna (Coordenadas UTM WGS84 Zona 14Q).

Transecto	Coordenadas iniciales		Coordenadas finales		longitud (m)
	X	Y	X	Y	
1	534114.88 m E	2047840.58 m N	534348.40 m E	2047769.64 m N	250
2	534432.93 m E	2047772.67 m N	534659.68 m E	2047704.13 m N	250
3	534136.02 m E	2047889.41 m N	534378.00 m E	2047916.85 m N	250
4	534389.81 m E	2047845.74 m N	534638.21 m E	2047808.96 m N	250
5	534246.93 m E	2048099.19 m N	534472.94 m E	2047991.39 m N	250
6	534594.59 m E	2047895.16 m N	534527.30 m E	2048123.03 m N	250
7	534469.27 m E	2048495.14 m N	534523.79 m E	2048631.15 m N	150



**Figura IV.10.** Representación ilustrativa de los transectos en banda de ancho fijo para el muestreo de la herpetofauna





**Mapa IV.51.** Localización de los trayectos recorridos durante el trabajo de campo dentro de los predios del proyecto.

### Identificación taxonómica de las especies

Para la identificación de los individuos se consideran las claves taxonómicas de Casas-Andreu (1979) y la guía de campo y libros Stebbins, 2003; e internet (CONABIO a través de su plataforma “Naturalista”. La nomenclatura científica y el arreglo sistemático de los nombres de la herpetofauna son acordes a la propuesta del American Museum of Natural History y a Uetz, 2014. Las categorías de riesgo en las cuales se ubican las especies se determinaron con base en la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (D.O.F., 2010).

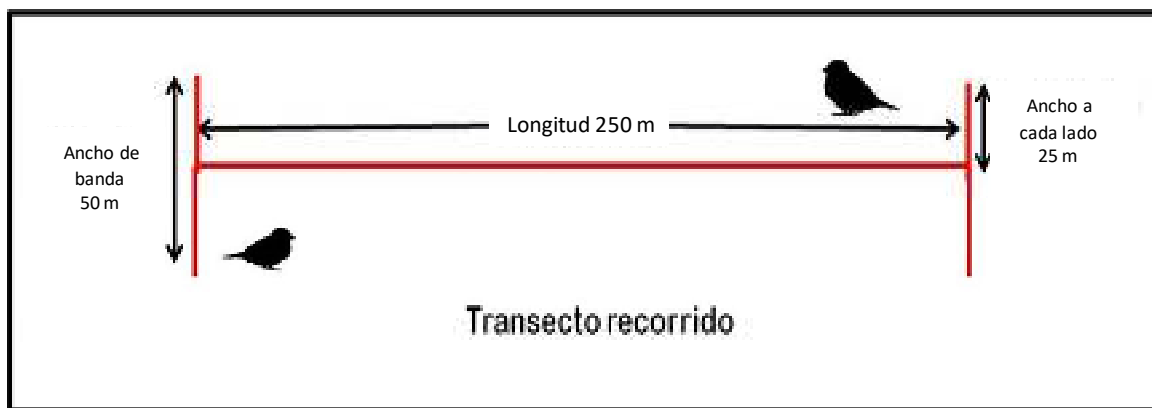


## AVES

El muestreo de la avifauna consistió en dos métodos: 1) Transecto en banda de ancho fijo y 2) Sitio de muestreo con redes de niebla.

### 1. Transecto en banda de ancho fijo (line transects).

Se realizaron 7 transectos en banda de ancho fijo de los cuales 6 de ellos fueron de 250 m de largo y uno de 150 m. Todos los transectos tuvieron un ancho de banda de 25 m a cada lado. Este método se realizó a pie a una velocidad aproximada de entre 2 y 3 km/h registrando las aves vistas y/o escuchadas dentro de la superficie delimitada. Este método sigue lo establecido en Sutherland *et al.*, (2004) y Bibby *et al.*, (2000) para “line transects”. Las coordenadas extremas se muestran en la tabla IV.77, (ver figura IV.11 y mapa IV.52).



**Figura IV.11.** Representación gráfica del transecto en banda de ancho fijo para el muestreo de aves.

**Tabla IV.77.** Coordenadas iniciales y finales de los transectos para el muestreo de aves (Coordenadas UTM WGS84 (Zona 14 Q)).

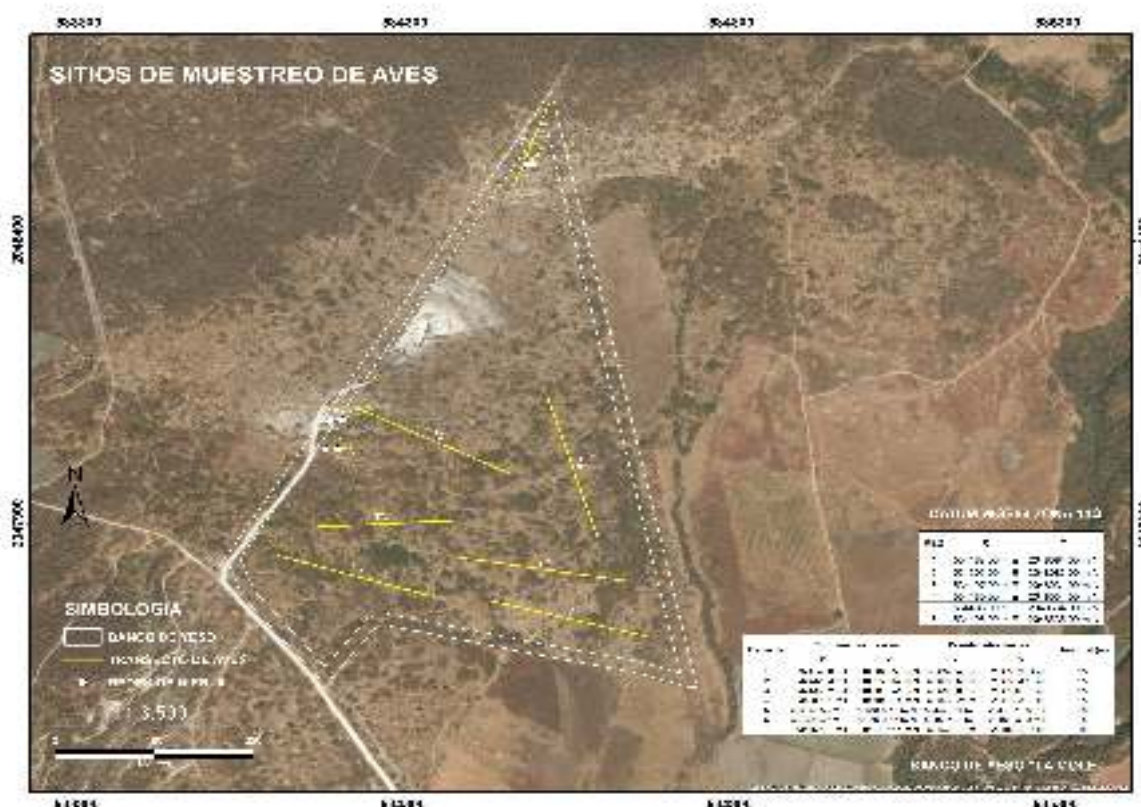
Transecto	Coordenadas iniciales		Coordenadas finales		longitud (m)
	X	Y	X	Y	
1	534114.88 m E	2047840.58 m N	534348.40 m E	2047769.64 m N	250
2	534432.93 m E	2047772.67 m N	534659.68 m E	2047704.13 m N	250
3	534136.02 m E	2047889.41 m N	534378.00 m E	2047916.85 m N	250
4	534389.81 m E	2047845.74 m N	534638.21 m E	2047808.96 m N	250
5	534246.93 m E	2048099.19 m N	534472.94 m E	2047991.39 m N	250
6	534594.59 m E	2047895.16 m N	534527.30 m E	2048123.03 m N	250
7	534469.27 m E	2048495.14 m N	534523.79 m E	2048631.15 m N	150

## 2. Captura con redes de niebla

Se utilizaron 6 redes de niebla de 12 metros de longitud por 2.5 metros de altura, con luz de malla de 35 mm, colocadas en los sitios que se muestran en la tabla IV.78. Las redes se mantuvieron abiertas aproximadamente cuatro horas en la mañana a partir de las 07:00 hrs y se revisaron cada 30 minutos (Ralph *et al.*, 1996).

**Tabla IV.78.** Ubicación del sitio de muestreo de aves con redes de niebla (Coordenadas UTM WGS84 (Zona 14 Q)).

RED	X	Y
1	534187.00 m E	2048081.00 m N
2	534205.00 m E	2048083.00 m N
3	534197.00 m E	2048031.00 m N
4	534180.00 m E	2048031.00 m N
5	534485.00 m E	2048534.00 m N
6	534496.00 m E	2048535.00 m N



**Mapa IV.52.** Sitios de muestreo de aves dentro del área del predio en estudio



**Fotografía IV.2.** Colocación y operación de redes de niebla durante las primeras horas de la mañana para el muestreo de aves.

### **Determinación taxonómica de las especies**

Las especies de aves se determinaron utilizando las guías de campo (Howell y Webb, 1995; Sibley, 2000). La nomenclatura científica y el arreglo sistemático de los nombres de las aves son acordes a la propuesta de la Unión Americana de Ornitología (AOU, 1998) actualizada hasta su suplemento 62 (Chesser *et al.*, 2021). Los nombres comunes en español fueron de acuerdo a lo sugerido por Escalante *et al.* (1995). Las categorías de riesgo en la cual se ubica la especie se determinó con base en la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (D.O.F., 2010). Las categorías de endemismo de las especies son de acuerdo a lo propuesto por González-García y Gómez de Silva Garza (2004): **E** para especies endémicas (especies que se restringen a una región geográfica y no se encuentran en ningún otro lugar), **CE** para especies cuasiendémicas (especies cuya distribución se extiende fuera de México en un área no mayor a 35,000 km<sup>2</sup>), y **SE** para especies semiendémicas (especies endémicas a un país o a una región durante una época del año), estas categorías de endemismos aplican exclusivamente a la ornitofauna.

### **MAMIFEROS**

El muestreo de campo consistió en la búsqueda de evidencias de mastofauna empleando métodos y técnicas comúnmente empleadas en el estudio de mamíferos y que se describen líneas adelante. La diversidad biológica y las adaptaciones particulares de los distintos órdenes y tallas en mamíferos, obliga a emplear al menos cuatro métodos distintos para la búsqueda y registro de las especies en campo. Esta distinción obedece fundamentalmente a la talla y a los hábitos de cada subgrupo. En concreto, se emplearon tres estrategias de muestreo para mamíferos. En el caso de los roedores se emplearon trampas para captura de individuos vivos, mientras que las estrategias de muestreo para

mamíferos medianos y grandes implicaron el muestreo en transectos de búsqueda de huellas, excretas y otras evidencias y la activación de estaciones olfativas con fotográfico con cámaras-trampa.

### 1. Mamíferos medianos y grandes: estaciones olfativas.

Se activaron un total de 10 estaciones olfativas con una duración de 1 noche, separadas al menos 200 metros lineales entre cada una (tabla IV.79). Se empleó el registro fotográfico mediante el uso de cámaras de activación automática. Además, se utilizaron 2 tipos de cebo: carnívoro y frutal.

Los parámetros de abundancia relativa para los mamíferos registrados en las estaciones olfativas inscritas dentro de los transectos realizados se obtienen a partir del Índice de Estaciones Visitadas (IEV) mediante la siguiente fórmula:

$$IEV = \left( \frac{N^{\circ} \text{ de estaciones visitadas}}{N^{\circ} \text{ de estaciones operables}} \right) * 100$$

Partiendo del IEV se obtiene la Abundancia Relativa (AR) mediante la siguiente fórmula:

$$AR = \left( \frac{N^{\circ} \text{ de visitas especie}}{N^{\circ} \text{ de estaciones visitadas}} \right) * 100$$

Para el método suelen tomarse en cuenta sólo las visitas de la especie de interés, pero debido a que es prioridad el registro de la diversidad de especies en la zona, se registraron todas las especies de mamíferos silvestres capturados o que haya visitado la estación olfativa. Ninguna estación olfativa fue dañada, de manera que se considera que todas las estaciones se encontraron activas y operantes durante el periodo de muestreo.

**Tabla IV.79.** Ubicación de estaciones olfativas con registro de cámara fotográfica a lo largo de los transectos (Coordenadas UTM WGS84 14Q).

Puntos	Coordenadas UTM	
	X	Y
Estación 1	534160 m E	2047859 m N
Estación 2	534369 m E	2047802 m N
Estación 3	534339 m E	2047920 m N
Estación 4	534446 m E	2048056 m N
Estación 5	534332 m E	2048056 m N



Puntos	Coordenadas UTM	
	X	Y
Estación 6	534303 m E	2047982 m N
Estación 7	534506 m E	2048633 m N
Estación 8	534240 m E	2047846 m N
Estación 9	534346 m E	2047902 m N
Estación 10	534181 m E	2047978 m N



**Mapa IV.53.** Ubicación de estaciones olfativas con registro fotográfico (CT).

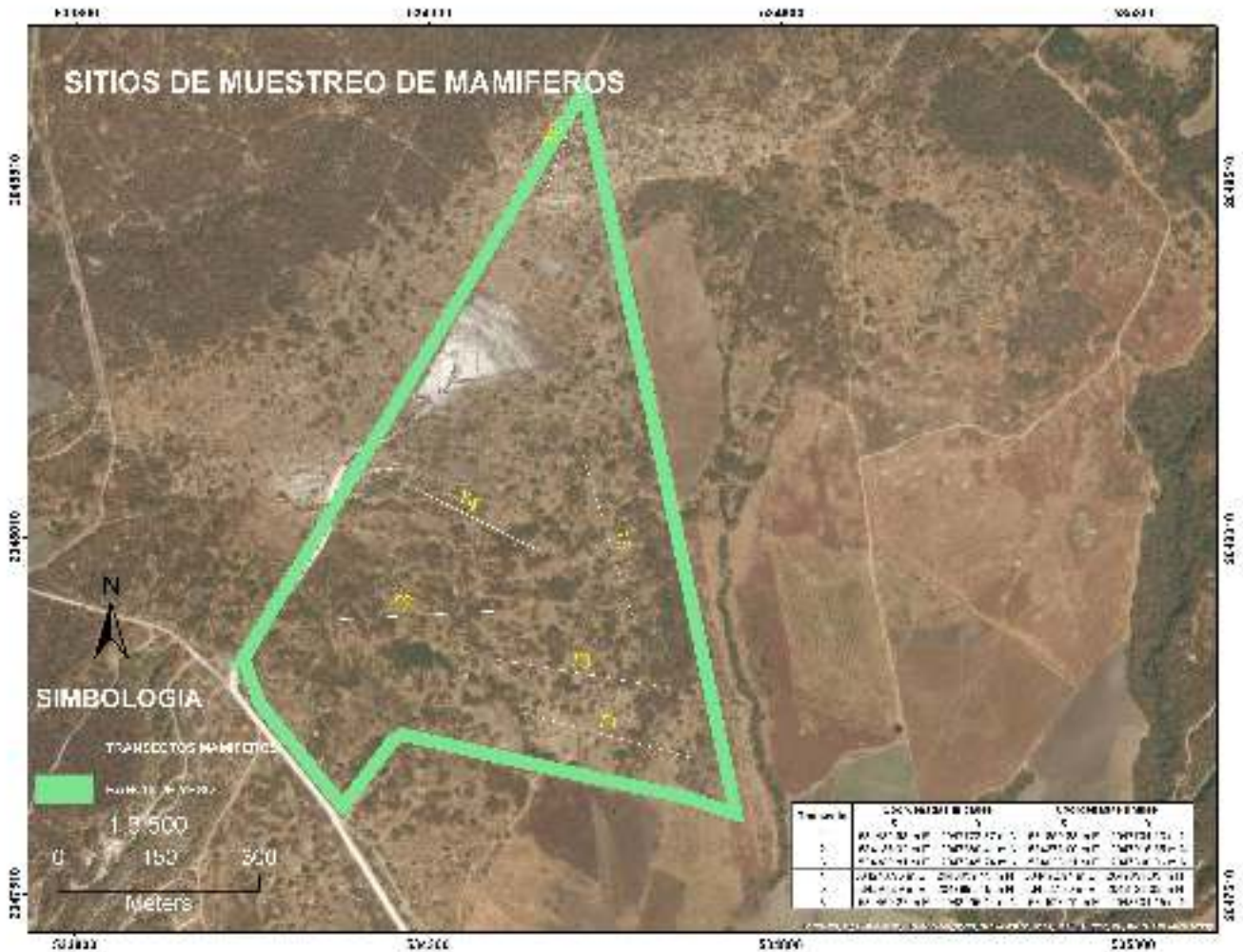


## 2. Mamíferos medianos y grandes: transectos en banda de ancho fijo para búsqueda de evidencias.

Se realizaron 6 recorridos a pie tierra en la superficie del proyecto. Se abarcó una longitud de al menos 250 m por 2 m de ancho por transecto en los que se buscaron evidencias de la presencia de cualquier especie de mamífero, como: avistamientos, madrigueras, huellas, excretas o signos de su presencia. Los trayectos fueron elegidos por el tipo de vegetación. Durante el recorrido se registraron huellas, excretas, letrinas, cadáveres o pelos de guarda, siguiendo las recomendaciones de Aranda (2000), (tabla IV.80).

**Tabla IV.80.** Coordenadas iniciales y finales de los transectos de búsqueda de huellas y rastros. (Coordenadas UTM WGS84 14Q).

Transecto	Coordenadas iniciales		Coordenadas finales	
	X	Y	X	Y
1	534432.93 m E	2047772.67 m N	534659.68 m E	2047704.13 m N
2	534136.02 m E	2047889.41 m N	534378.00 m E	2047916.85 m N
3	534389.81 m E	2047845.74 m N	534638.21 m E	2047808.96 m N
4	534246.93 m E	2048099.19 m N	534472.94 m E	2047991.39 m N
5	534594.59 m E	2047895.16 m N	534527.30 m E	2048123.03 m N
6	534469.27 m E	2048495.14 m N	534523.79 m E	2048631.15 m N



**Mapa IV.54.** Transectos muestrales de mamíferos dentro del área de estudio del proyecto.

### Determinación taxonómica de las especies

Los individuos avistados o registrados por medios fotográficos fueron identificados mediante el uso de guías de campo y literatura especializada, mientras que a las especies capturadas de difícil identificación se les tomaron medidas corporales externas siguiendo a Hall (1981), se tomaron notas sobre las características observadas que permitieran su posterior identificación mediante el uso de bibliografía pertinente para la zona y fotografías de partes que facilitarían la identificación. Todos los individuos capturados fueron regresados a su medio en el sitio de captura en buenas condiciones.

## Modelos y ecuaciones utilizados para determinar los parámetros bióticos de los grupos faunísticos.

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder estimarla entre diferentes ecosistemas o áreas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial del ecosistema, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitabilidad.

### Abundancia relativa

La abundancia relativa es la incidencia relativa de cada uno de los elementos en relación a los demás, es decir, el número de individuos de una especie con respecto a otra especie. Y se obtiene de la ecuación:

$$Ab\ rel = (ni/N) * 100$$

Donde:

$Ni$  = número de individuos de la especie  $i$

$N$  = número total de individuos de todas las especies

### Frecuencia relativa

La frecuencia de un evento ( $i$ ) es el número de ( $n_i$ ) de veces que el evento ocurre en estudio. La frecuencia relativa se refiere al total de frecuencias absolutas de todos los eventos. Es decir, el número de sitios de muestreo ( $ni$ ) dónde una especie ocurre dividido entre la suma de las frecuencias absolutas ( $N$ ) y se calcula con la ecuación:

$$f_i = \frac{n_i}{N} = \frac{n_i}{\sum_i n_i}$$

### Índice de diversidad de Shannon-Weaver

Para el cálculo de la diversidad se utilizó el índice Shannon-Weaver ( $H'$ ; Shannon y Weaver, 1949) con la ecuación:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Donde:

$S$  – número de especies (riqueza de especies)

$p_i$  – abundancia relativa de la especie  $i$  (se obtiene de dividir el número de individuos de la  $X_i$  especie multiplicado por 100 y dividido entre el número total de individuos registrados).

La comunidad ecológica es un conjunto de especies que interactúan en tiempo y espacio. De aquí que uno de los descriptores más simple de una comunidad sea un número de especies o riqueza. Sin embargo, el número de especies por sí solo no considera el hecho de que algunas especies son más abundantes y otras son más bien raras. Los índices de diversidad además de la riqueza ponderan la abundancia de las diferentes especies. En este sentido se han desarrollado diferentes índices para medir la diversidad (Magurran 1988), pero uno de los más utilizados debido a su robustez es el de Shannon-Weaver ( $H'$ ).

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

### Índice de equidad de Pielou

Este índice 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 (Pielou, 1975; Moreno, 2001).

$$J = \frac{H}{H_{max}}$$

Donde:

$H$  = diversidad

$H_{max}$  = diversidad máxima

Donde:

$H_{max} = \ln(S)$

$S$  = número de especies

### Curvas de acumulación de especies

La diversidad alfa medida únicamente como el número de especies de una comunidad (riqueza específica) es la forma más sencilla de evaluar la diversidad puntual y provee de información suficiente sobre la expresión de procesos ecológicos e históricos. La desventaja de utilizar la riqueza específica como medida de biodiversidad es que el

número de especies depende del tamaño de la muestra, es decir, al aumentar el esfuerzo de muestreo, es probable que se detecte un mayor número de especies.

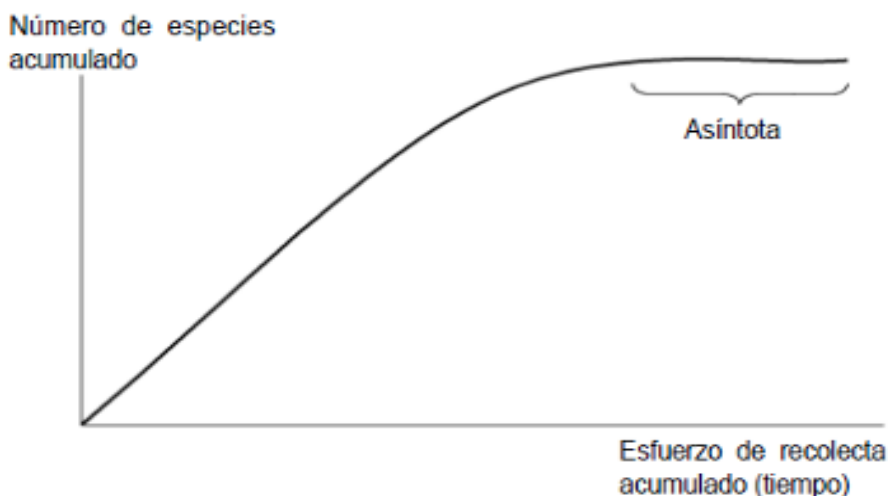
Una forma de evaluar la diversidad alfa a partir de inventarios obtenidos con diferente esfuerzo de muestreo es mediante curvas de acumulación (gráfica IV.19). Este tipo de curva la definiríamos como una gráfica del número acumulado de especies en función de alguna medida del esfuerzo aplicado para obtener esa muestra (Hayek y Buzas, 1997). Existen diversos modelos matemáticos que pueden ajustarse para describir las curvas de acumulación y extrapolar su tendencia. Estos modelos pueden ser asintóticos si la probabilidad de añadir nuevas especies a la lista eventualmente alcanza cero, o no asintóticos si esta probabilidad nunca alcanza cero (Soberón y Llorente, 1993).

Estas funciones de acumulación de especies, basadas en un modelo adecuado de los métodos de colecta, permiten la predicción de la riqueza específica (máxima o para un esfuerzo de muestreo definido), tomando en cuenta que una muestra sesgada tanto temporal como espacialmente no es útil para la extrapolación, por lo que dicha extrapolación sólo será válida para las condiciones temporales y espaciales de la muestra.

Los modelos de acumulación permiten:

- 1) *Estimar el número de especies que potencialmente capturables con cierto método en un área.*
- 2) *Evaluar que tan completos han sido los inventarios en registrar todas las especies esperables*
- 3) *Comparar la riqueza específica entre inventarios realizados con diferente esfuerzo de muestreo.*
- 4) *Estimar el esfuerzo mínimo requerido para registrar un porcentaje deseado del número total de especies potenciales en un área y con ello establecer normas generales para áreas equivalentes que permitan ahorrar tiempo y costos.*





**Grafica IV.19.** Curva de acumulación de especies. El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se ha registrado todas las especies (asíntota) (Tomado de Escalante-Espinosa, 2003).

### Métodos no paramétricos para la estimación de la riqueza específica

Son un conjunto de estimadores no-paramétricos en el sentido estadístico, ya que no asumen el tipo de distribución del conjunto de datos y no los ajusta a un modelo determinado (Smith y van Belle, 1984; Colwell y Coddington, 1994; Palmer, 1990). Requieren solamente datos de presencia-ausencia.

#### Jackknife de primer orden

$$\text{Jack 1} = S + L (m-1/ m)$$

Donde:

m= número de muestras

Se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra (L). Es una técnica para reducir el sesgo de los valores estimados, en este caso para reducir la subestimación del verdadero número de especies en una comunidad con base en el número representado en una muestra reduciendo el sesgo del orden  $1/m$  (Palmer, 1990; Krebs, 1989). Es posible calcular la varianza de este estimador (Colwell y Coddington, 1994).

## Bootstrap

$$\text{Bootstrap} = S + \sum (1-p_j)^n$$

Este estimador de riqueza de especies se basa en  $p_j$ , la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie  $j$  (Palmer, 1990; Krebs, 1989). Al parecer, es menos preciso que los anteriores (Palmer, 1990; Colwell y Coddington, 1994).

## **Resultados de los muestreos de campo para el área de estudio.**

### **Resumen del análisis de la riqueza, diversidad faunística y abundancia relativa.**

El comportamiento de la fauna registrada de manera directa, dentro de los sitios de muestreo en el área del proyecto, en términos de abundancia relativa es de la siguiente manera.

**Reptiles y Anfibios.** Se registró un total de cuatro especies de reptiles las cuales mostraron abundancias que van desde uno a diez individuos por especie de las cuales la más abundante fue *Aspidocelis gularis*.

**Aves.** La especie *Hirundo rustica* (golondrina tijereta) presentó los valores de abundancia absoluta más altos con 64 individuos (22.1% de abundancia relativa).

**Mamíferos:** Los resultados del muestreo resultaron en información a partir de la cual se calcularon los parámetros poblacionales indicados en los apartados. Las especies registradas con más abundancia y mayor frecuencia fueron del grupo de los consumidores primarios: el conejo serrano (10 individuos; con una abundancia relativa de 37.04%); el conejo mexicano (7; 25.93%) y la liebre torda (3; 11.11%). La captura de un zorrillo pigmeo del sur y excretas de éste contabilizan una abundancia absoluta de 2 y una abundancia relativa de 8% para esta especie. Se registran numerosas madrigueras de roedores en la zona, aunque sólo se capturó un individuo que, al igual que la ardilla terrestre mexicana, la zorra gris, el mapache y el vampiro común, constituyen el 3.70% de la abundancia relativa para registros de un solo individuo.

En términos de riqueza y diversidad, se registraron 47 especies de fauna silvestre durante los muestreos. El grupo de las aves fue el que presentó el mayor número de especies con 24, así mismo el índice de diversidad más alta fue de las aves con  $H' = 2.97$ . Se registró solamente dos especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, además de 3 especies endémicas de México, (tabla IV.81).

**Tabla IV.81.** Riqueza, diversidad, equitatividad, endemismos y especies prioritarias según la NOM-059-SEMARNAT-2010 de cada uno de los grupos estudiados dentro del área de estudio.

Grupo	S	H'	H' <sub>max</sub>	J'	NOM-059	End.
Herpetofauna	4	1.1720	1.3862	0.8454	2	2
Avifauna	35	2.9723	3.5553	0.8360	0	1
Mastofauna	9	1.7651	2.1972	0.8033	0	1
<b>Total</b>	<b>48</b>				<b>2</b>	<b>4</b>

**Especies de fauna silvestre prioritarias de conservación registradas dentro del área de estudio.**

Dentro del área del proyecto se registraron dos especies prioritarias según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

A continuación, se presentan los resultados detallados para cada uno de los grupos.

## **REPTILES Y ANFIBIOS**

### **Riqueza**

La riqueza específica de herpetofauna dentro del área del proyecto fue de 4 especies, de las cuales 2 se encuentran en alguna de las categorías de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y una endémica. En la tabla IV.82 se muestra la riqueza de especies para la herpetofauna dentro del área de estudio.

**Tabla IV.82.** Lista taxonómica de las especies de herpetofauna registrada en el área del proyecto y estatus según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y Endemismo. A= Amenazada, Pr = Protección especial y E= endémica de México.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	END.	NOM-059
Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis gularis</i>		
Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis costata</i>	E	Pr
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus cautus</i>		
Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	E	A

## Abundancia

En los transectos se registraron 21 individuos. La tabla IV.83 muestra la abundancia registrada en campo para cada especie en los transectos de muestreo. Mientras que la información correspondiente a los parámetros poblacionales se muestra en la tabla IV.84. Es importante mencionar que dentro del predio actualmente se explota un banco de material, lo que ocasiona ruido y vibraciones constantes, lo que puede ocasionar que las poblaciones hayan migrado a otros espacios con menor perturbación y puede deberse a esto la poca cantidad de registros durante la toma de datos.

**Tabla IV.83.** Abundancia de la herpetofauna registrada en campo en cada uno de los transectos.

Especie	Transectos						
	1	2	3	4	5	6	7
<i>Aspidoscelis gularis</i>	1	1	2	1	2	1	2
<i>Aspidoscelis costata</i>	1	2			1	1	1
<i>Sceloporus cautus</i>		1		1		1	1
<i>Ctenosaura pectinata</i>	1						

**Tabla IV.84.** Abundancia, frecuencia absoluta y relativa de herpetofauna registrada durante el trabajo de campo.

Especie	Abundancia Absoluta	Ab rel %	Frecuencia	Frec rel (%)
<i>Aspidoscelis gularis</i>	10	47.6	7	41.18
<i>Aspidoscelis costata</i>	6	28.6	5	29.41
<i>Sceloporus cautus</i>	4	19.0	4	23.53
<i>Ctenosaura pectinata</i>	1	4.8	1	5.88
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>100.00</b>	<b>17</b>	<b>100.0</b>

## Diversidad

Conforme los resultados obtenidos, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de  $H' = 1.17$ . Así mismo de acuerdo al índice de equidad ( $J'$ ), el grupo tiene una distribución de individuos tendiente a la dominancia por parte de alguna(s) de las especies  $J' = 0.84$  (tabla IV.85).

**Tabla IV.85.** Índice de diversidad de la herpetofauna dentro del área de estudio.

Nombre científico	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon
<i>Aspidoscelis gularis</i>	10	0.47619	0.74194	0.35330
<i>Aspidoscelis costata</i>	6	0.28571	1.25276	0.35793
<i>Sceloporus cautus</i>	4	0.19048	1.65823	0.31585
<i>Ctenosaura pectinata</i>	1	0.04762	3.04452	0.14498
<b>TOTAL</b>	21			<b>1.1720</b>
	$\Sigma ni=N$	$\Sigma ni=Pi$		$\Sigma pi \times \ln(Pi)$
<b>Riqueza S=</b>	<b>4</b>			
<b>Resultado: H' =</b>	<b>1.1720</b>			
<b>Resultado: J' =</b>	<b>0.8454</b>			

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H')			
$H' = - \sum_{i=1}^s P_i (\ln P_i)$			
Donde:			
Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total (N): Pi= ni/ N			
N= Número total de individuos			
Índice de Equitatividad de Pielou (J')			
$J' = \frac{H'}{\ln S}$	<b>H'= 1.17207</b>	<b>J= 0.8454</b>	
	<b>lnS= 1.3862</b>		
Donde:			
H' = Índice de Shannon-Wiener			
ln S = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas			



## AVES

### Riqueza

En los sitios de muestreo se registraron 35 especies de aves. Solamente una de ellas es considerada endémica de México siendo la Codorniz barrada (*Philortyx fasciatus*). Ninguna especie registrada se encuentra en protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010. En la tabla IV.86 se muestra la riqueza de especies para aves dentro de las áreas del predio.

**Tabla IV.86.** Lista taxonómica de las especies de aves registradas en los sitios de muestreo y estatus según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	NOM-059	ENDEMICA
Apodiformes	Trochilidae	<i>Archilochus alexandri</i>	Colibrí barba negra		
Apodiformes	Trochilidae	<i>Colibri thalassinus</i>	Colibrí oreja violeta		
Apodiformes	Trochilidae	<i>Cynathus latirostris</i>	Colibrí pico ancho		
Apodiformes	Trochilidae	<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibrí garganta azul		
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras		
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura		
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Torcacita cola larga		
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Torcacita pico rojo		
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca		
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota		
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy		
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	Caracara		
Odonthopporiformes	Odonthoporidae	<i>Philortyx fasciatus</i>	Codorniz coluda		E
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	Pico grueso		
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina versicolor</i>	Colorín morado		
Passeriformes	Emberezidae	<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequín		
Passeriformes	Emberezidae	<i>Peucaea boterii</i>	Zacatonero de Botteri		
Passeriformes	Emberezidae	<i>Peucaea ruficauda</i>	Zacatonero corona rayada		
Passeriformes	Fringilidae	<i>Haemarthous mexicanus</i>	Pinzón mexicano		
Passeriformes	Fringilidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero dominico		
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta		
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina ala aserrada		
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria encapuchada		

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	NOM-059	ENDEMICA
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria dorso rayado		
Passeriformes	Icteridae	<i>Molotrus aeneus</i>	Tordo de ojos rojos		
Passeriformes	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo		
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Zenzontle		
Passeriformes	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche		
Passeriformes	Poliopitidae	<i>Poliopitila caerulea</i>	Perlita		
Passeriformes	Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquero imberbe		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax sp</i>	Mosquero		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Mosquero cenizo		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano palido		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus vociferans</i>	Tiran griton		

### Abundancia

Durante el muestreo de transecto en banda de ancho fijo se registraron 290 individuos pertenecientes a 35 especies, siendo la golondrina tijereta (*Hirundo rustica*) la especie que presentó los valores más altos de abundancia absoluta y relativa con 64 individuos (22.1%), seguida del Mosquero cenizo (*Myiarchus cinerascens*) con 24 individuos (8.3%) y la golondrina ala aserrada (*Stelgidopteryx serripennis*) con 22 individuos (7.6%). La información que se presenta en la tabla IV.87 muestra la abundancia para cada especie registrada en campo durante los transectos. Mientras que la información correspondiente a los parámetros poblacionales se muestra en la tabla IV.88.

**Tabla IV.87.** Abundancia de la avifauna registrada en campo en cada uno de los transectos.

ESPECIE	NOMBRE COMUN	NOM-059	ENDEMICA	Transectos						
				1	2	3	4	5	6	7
<i>Archilochus alexandri</i>	Colibrí barba negra			2	1	3	2		1	2
<i>Colibrí thalassinus</i>	Colibrí oreja violeta							1		
<i>Cynathus latirostris</i>	Colibrí pico ancho			2		1	2		1	2
<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibrí garganta azul						1			
<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras					1		4		1
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura			2		1				1
<i>Columbina inca</i>	Torcacita cola larga			2						

ESPECIE	NOMBRE COMUN	NOM-059	ENDEMICA	Transectos						
				1	2	3	4	5	6	7
<i>Columbina passerina</i>	Torcacita pico rojo			4		2		3	2	4
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca								1	
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota				1		2		1	1
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy			2		3	7			3
<i>Caracara plancus</i>	Caracara			1						
<i>Philortyx fasciatus</i>	Codorniz coluda		E	2	4					
<i>Passerina caerulea</i>	Pico grueso				1		1			
<i>Passerina versicolor</i>	Colorin morado				1		1			2
<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequín			4					3	2
<i>Peucaea boterii</i>	Zacatonero de Botteri					1				
<i>Peucaea ruficauda</i>	Zacatonero corona rayada				4			6		4
<i>Haemarthros mexicanus</i>	Pinzon mexicano			2			3			
<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero dominico			1	2				2	2
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta				54				10	
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina ala aserrada				16				6	
<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria encapuchada				1					
<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria dorso rayado			2		1				2
<i>Molotrus aeneus</i>	Tordo de ojos rojos							2		3
<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo			1						
<i>Mimus polyglottos</i>	Zenzontle			2	1	1	1	3	2	1
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche			1		2			1	
<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita			1		2		1	2	1
<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador							1		
<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquero imberbe					1				
<i>Empidonax sp</i>	Mosquero						1			
<i>Myiarchus cinerascens</i>	Mosquero cenizo			3	3	4	3	3	4	4
<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano palido			1	1	1	2	1	1	2
<i>Tyrannus vociferans</i>	Tiran gritón			1	3	2	1	4	2	3

**Tabla IV.88.** Abundancia y frecuencia absoluta y relativa de aves registradas durante el trabajo de campo.

ESPECIE	Abundancia	Ab rel (%)	% de ocurrencia	Frecuencia	frec rel (%)	Densidad Ind/ha
<i>Archilochus alexandri</i>	11	3.8	85.7	6	5.7	1.33
<i>Colibri thalassinus</i>	1	0.3	14.3	1	1.0	0.12
<i>Cynathus latirostris</i>	8	2.8	71.4	5	4.8	0.97

ESPECIE	Abundancia	Ab rel (%)	% de ocurrencia	Frecuencia	frec rel (%)	Densidad Ind/ha
<i>Lampornis clemenciae</i>	1	0.3	14.3	1	1.0	0.12
<i>Chordeiles acutipennis</i>	6	2.1	42.9	3	2.9	0.73
<i>Cathartes aura</i>	4	1.4	42.9	3	2.9	0.48
<i>Columbina inca</i>	2	0.7	14.3	1	1.0	0.24
<i>Columbina passerina</i>	15	5.2	71.4	5	4.8	1.82
<i>Zenaida asiatica</i>	1	0.3	14.3	1	1.0	0.12
<i>Zenaida macroura</i>	5	1.7	57.1	4	3.8	0.61
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	15	5.2	57.1	4	3.8	1.82
<i>Caracara plancus</i>	1	0.3	14.3	1	1.0	0.12
<i>Philortyx fasciatus</i>	6	2.1	28.6	2	1.9	0.73
<i>Passerina caerulea</i>	2	0.7	28.6	2	1.9	0.24
<i>Passerina versicolor</i>	4	1.4	42.9	3	2.9	0.48
<i>Chondestes grammacus</i>	9	3.1	42.9	3	2.9	1.09
<i>Peucaea boterii</i>	1	0.3	14.3	1	1.0	0.12
<i>Peucaea ruficauda</i>	14	4.8	42.9	3	2.9	1.70
<i>Haemarthros mexicanus</i>	5	1.7	28.6	2	1.9	0.61
<i>Spinus psaltria</i>	7	2.4	57.1	4	3.8	0.85
<i>Hirundo rustica</i>	64	22.1	28.6	2	1.9	7.76
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	22	7.6	28.6	2	1.9	2.67
<i>Icterus cucullatus</i>	1	0.3	14.3	1	1.0	0.12
<i>Icterus pustulatus</i>	5	1.7	42.9	3	2.9	0.61
<i>Molotrus aeneus</i>	5	1.7	28.6	2	1.9	0.61
<i>Lanius ludovicianus</i>	1	0.3	14.3	1	1.0	0.12
<i>Mimus polyglottos</i>	11	3.8	100.0	7	6.7	1.33
<i>Toxostoma curvirostre</i>	4	1.4	42.9	3	2.9	0.48
<i>Polioptila caerulea</i>	7	2.4	71.4	5	4.8	0.85
<i>Volatinia jacarina</i>	1	0.3	14.3	1	1.0	0.12
<i>Camptostoma imberbe</i>	1	0.3	14.3	1	1.0	0.12
<i>Empidonax sp</i>	1	0.3	14.3	1	1.0	0.12
<i>Myiarchus cinerascens</i>	24	8.3	100.0	7	6.7	2.91
<i>Tyrannus verticalis</i>	9	3.1	100.0	7	6.7	1.09
<i>Tyrannus vociferans</i>	16	5.5	100.0	7	6.7	1.94
<b>Total</b>	<b>290</b>	<b>100.0</b>		<b>105</b>	<b>100.0</b>	<b>35.15</b>

## Diversidad

Conforme los resultados obtenidos, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de  $H' = 2.97$  con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta una diversidad media con respecto al valor de diversidad máxima ( $H'_{max} = 3.55$ ), así mismo de acuerdo al índice de equidad el grupo tiene una distribución de

individuos de  $J'=0.83$ , lo que refleja que la comunidad dentro del predio en estudio tiende a la homogeneidad, (tabla IV.89).

**Tabla IV.89.** Índice de diversidad de la avifauna dentro del área de estudio.

Nombre científico	No. De Ind.	$P_i=ni/N$	$\ln p_i$	Índice de Shannon
<i>Archilochus alexandri</i>	11	0.0379	3.2720	0.124
<i>Colibri thalassinus</i>	1	0.0034	5.6699	0.020
<i>Cynathus latirostris</i>	8	0.0276	3.5904	0.099
<i>Lampornis clemenciae</i>	1	0.0034	5.6699	0.020
<i>Chordeiles acutipennis</i>	6	0.0207	3.8781	0.080
<i>Cathartes aura</i>	4	0.0138	4.2836	0.059
<i>Columbina inca</i>	2	0.0069	4.9767	0.034
<i>Columbina passerina</i>	15	0.0517	2.9618	0.153
<i>Zenaida asiatica</i>	1	0.0034	5.6699	0.020
<i>Zenaida macroura</i>	5	0.0172	4.0604	0.070
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	15	0.0517	2.9618	0.153
<i>Caracara plancus</i>	1	0.0034	5.6699	0.020
<i>Philortyx fasciatus</i>	6	0.0207	3.8781	0.080
<i>Passerina caerulea</i>	2	0.0069	4.9767	0.034
<i>Passerina versicolor</i>	4	0.0138	4.2836	0.059
<i>Chondestes grammacus</i>	9	0.0310	3.4727	0.108
<i>Peucaea boterii</i>	1	0.0034	5.6699	0.020
<i>Peucaea ruficauda</i>	14	0.0483	3.0308	0.146
<i>Haemarthros mexicanus</i>	5	0.0172	4.0604	0.070
<i>Spinus psaltria</i>	7	0.0241	3.7240	0.090
<i>Hirundo rustica</i>	64	0.2207	1.5110	0.333
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	22	0.0759	2.5788	0.196
<i>Icterus cucullatus</i>	1	0.0034	5.6699	0.020
<i>Icterus pustulatus</i>	5	0.0172	4.0604	0.070
<i>Molotrus aeneus</i>	5	0.0172	4.0604	0.070
<i>Lanius ludovicianus</i>	1	0.0034	5.6699	0.020
<i>Mimus polyglottos</i>	11	0.0379	3.2720	0.124
<i>Toxostoma curvirostre</i>	4	0.0138	4.2836	0.059
<i>Polioptila caerulea</i>	7	0.0241	3.7240	0.090
<i>Volatinia jacarina</i>	1	0.0034	5.6699	0.020
<i>Camptostoma imberbe</i>	1	0.0034	5.6699	0.020
<i>Empidonax sp</i>	1	0.0034	5.6699	0.020
<i>Myiarchus cinerascens</i>	24	0.0828	2.4918	0.206
<i>Tyrannus verticalis</i>	9	0.0310	3.4727	0.108
<i>Tyrannus vociferans</i>	16	0.0552	2.8973	0.160
<b>TOTAL</b>	<b>290</b>			<b>2.9723</b>
	<b><math>\Sigma ni=N</math></b>	<b><math>\Sigma ni=Pi</math></b>		<b><math>\Sigma pi \times \ln(Pi)</math></b>
<b>Riqueza S=</b>	<b>24</b>			



Nombre científico	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon
Resultado: H' =	2.9723			
Resultado: J' =	0.8360			

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H')

$$H' = \sum_{i=1}^s P_i (\ln P_i)$$

Donde:

Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total (N): Pi= ni/ N

N= Número total de individuos

Índice de Equitatividad de Pielou (J')

$J' = \frac{H'}{\ln S}$	H'= 2.9723	J= 0.8360
	lnS= 3.5553	

Donde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

ln S = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas

## MAMÍFEROS

En total se reportan 27 individuos de 9 especies, agrupadas en 6 familias y 4 órdenes taxonómicos, (tabla IV.90).

Durante el muestreo de mamíferos no se registraron especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, aunque el conejo mexicano (*Sylvilagus cunicularius*) es una especie endémica para el país. Todos los mamíferos capturados fueron regresados a su hábitat en buen estado.

**Tabla IV.90.** Lista taxonómica de las especies de mamíferos registradas en el área del proyecto y categoría de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su endemismo.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ENDEMICA	NOM-059
LEPORIDAE	<i>Lepus callotis</i>	Liebre torda		
LEPORIDAE	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo mexicano	E	
LEPORIDAE	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo serrano		
HETEROMYIDAE	<i>Liomys irroratus</i>	Ratón espinoso mexicano		
SCIURIDAE	<i>Ictidomys mexicanus</i>	Ardilla terrestre mexicana		
CANIDAE	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris		
CANIDAE	<i>Procyon lotor</i>	Mapache		
MEPHITINAE	<i>Spilogale angustifrons</i>	Zorrillo pigmeo del sur		
PHYLLOSTOMIDAE	<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro común		

### Abundancia

Durante el trabajo de campo se registraron 27 individuos en el área forestal que se contempla para el proyecto, siendo el conejo serrano (*Sylvilagus floridanus*) y el conejo mexicano (*Sylvilagus cunicularius*) con 10 y 7 individuos registrados los más abundantes. (Tabla IV.91 y IV.92).

**Tabla IV.91.** Abundancia de los mamíferos registrados en campo en cada uno de los transectos.

Especie	Transectos					
	1	2	3	4	5	6
<i>Lepus callotis</i>	1	1	0	0	0	1
<i>Sylvilagus cunicularius</i>	2	1	3	1	0	0
<i>Sylvilagus floridanus</i>	1	2	4	0	1	2
<i>Liomys irroratus</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Ictidomys mexicanus</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	0	0	0	0	1	0
<i>Spilogale angustifrons</i>	1	0	0	0	1	0

**Tabla IV.92.** Abundancia y frecuencia absoluta y relativa de mamíferos registrados durante el trabajo de campo.

Nombre común	Abundancia Absoluta	Ab rel %	Frecuencia	Frec rel (%)
<i>Lepus callotis</i>	3	11.11	3	15.8
<i>Sylvilagus cunicularius</i>	7	25.93	4	21.1
<i>Sylvilagus floridanus</i>	10	37.04	5	26.3
<i>Liomys irroratus</i>	1	3.70	1	5.3
<i>Ictidomys mexicanus</i>	1	3.70	1	5.3
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	1	3.70	1	5.3
<i>Spilogale angustifrons</i>	2	7.41	2	10.5
<i>Procyon lotor</i>	1	3.70	1	5.3
<i>Lepus callotis</i>	1	3.70	1	5.3
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>100.00</b>	<b>19</b>	<b>100.0</b>

## Diversidad

Conforme a los resultados obtenidos se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de  $H=1.77$  (tabla IV.93). Es necesario recordar que este índice por sí solo no representa un valor concluyente de diversidad, sino un elemento más que permite contar con información de campo para contribuir a la toma de decisiones respecto al estudio completo. En este contexto y con fines comparativos, el valor calculado de diversidad máxima de Shannon-Wiener ( $H'_{max}$ ) el cual se estima a partir del logaritmo natural del número de especies registradas en el área (9 spp;  $H'_{max}=2.19$ ). Dados estos valores, se puede considerar que en el área se encontró un valor medio en función de las especies registradas. El índice de equidad de Pielou presenta un valor de  $J'=0.80$  que indica que la comunidad presenta una distribución heterogénea.

**Tabla IV.93.** Índice de diversidad de mamíferos dentro del área de estudio.

No.	Nombre científico	No. De Ind.	$P_i=ni/N$	$\ln p_i$	Índice de Shannon
1	<i>Lepus callotis</i>	3	0.11111	2.19722	0.24414
2	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	7	0.25926	1.34993	0.34998
3	<i>Sylvilagus floridanus</i>	10	0.37037	0.99325	0.36787
4	<i>Liomys irroratus</i>	1	0.03704	3.29584	0.12207
5	<i>Ictidomys mexicanus</i>	1	0.03704	3.29584	0.12207
6	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	1	0.03704	3.29584	0.12207

No.	Nombre científico	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon
7	<i>Spilogale angustifrons</i>	2	0.07407	2.60269	0.19279
8	<i>Procyon lotor</i>	1	0.03704	3.29584	0.12207
9	<i>Desmodus rotundus</i>	1	0.03704	3.29584	0.12207
<b>TOTAL</b>		<b>27</b>			<b>1.7651</b>
		$\Sigma ni=N$	$\Sigma ni=Pi$		$\Sigma pi \times \ln(Pi)$
<b>Riqueza S=</b>		<b>9</b>			
<b>Resultado: H' =</b>		<b>1.7651</b>			
<b>Resultado: J' =</b>		<b>0.8033</b>			

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H')

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i (\ln P_i)$$

Donde:

Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total (N): Pi= ni/ N

N= Número total de individuos

Índice de Equitatividad de Pielou (J')

J' = $\frac{H'}{\ln S}$	H'=	<b>1.7651</b>	J=	<b>0.8033</b>
	lnS=	<b>2.1972</b>		

Donde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

ln S = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas

Es importante señalar que el uso de estos índices contempla los supuestos de representación de todas las especies presentes y selección al azar, por lo que los valores permiten interpretar la información presentada como un marco de referencia que constituya un elemento adicional para la toma de decisiones respecto al proyecto que origina el estudio y no un valor absoluto o definitivo que describa la diversidad de fauna en la zona.

## Zonas de refugio y reproducción

### Aves

En base a las observaciones realizadas durante el muestreo en el campo no se localizaron estructuras para la reproducción (nidos). No obstante, esto no significa que el sitio no sea utilizado para tal fin, sino a la temporalidad del muestreo fuera de la época reproductiva de las aves (abril-Julio), por la razón se establece que si bien no existen zonas de refugio y/o reproducción bien delimitadas para la avifauna terrestre el sitio es una zona potencial para ello.

### Mamíferos

Dentro del predio se registraron solamente 2 madrigueras de mamíferos medianos, probablemente de zorrillo. También se detectó un sitio de descanso (echadero) de mamífero de tamaño mediano o grande, posiblemente de venado cola blanca. No se observaron otros signos que permitan determinar de qué especies se pueden tratar. Adicionalmente, en el área se encuentran múltiples madrigueras de roedores, pero la cantidad de ellas hace inviable su registro georeferenciado. En cualquier caso, debe asumirse la presencia de madrigueras de roedores en el área.

**Tabla IV.94.** Coordenadas UTM de los refugios registrados dentro de los predios en estudio (Coordenadas UTM WGS84 14Q). M= madriguera, E=Echadero.

Madriguera o echadero	X	Y
M1	534321 m E	2048071 m N
M2	534349 m E	2048046 m N
E	534343 m E	2047805 m N





**Mapa IV.55.** Ubicación de madrigueras y zonas de refugio de mamíferos registrados dentro de los predios en estudio

### Corredores biológicos

**Definición de Corredor Biológico.** Un corredor biológico es un elemento del paisaje lineal bidimensional que conecta dos o más parches de hábitat de la vida silvestre. Estas unidades debieron que estar conectadas en el tiempo histórico y funcionan como un conducto para el movimiento de los animales (Saunders y Hobbs 1991). Para Harris y Scheck un corredor biológico permite procesos poblacionales como la dispersión poblacional, para ellos un corredor biológico es una característica lineal del paisaje nativa o restaurada que conecta dos o más parches de esencialmente el mismo hábitat y funciona como una ruta de movimiento para los individuos o como una avenida que permite el flujo génico entre la flora y la fauna nativa (Saunders y Hobbs, 1991).

**Tipos de corredores biológicos.** Existen dos tipos de corredores biológicos: corredores naturales como los márgenes de ríos y arroyos cubiertos con vegetación ripiaría y franjas remanentes, mantenidas después del derribo de la vegetación. Las franjas de vegetación lineal solo cumplen con su función de corredor si proveen los medios para que el componente de la biota se mueva a través de ellas.

**Valor de los corredores biológicos.** Los corredores biológicos poseen un número de ventajas y desventajas para la fauna silvestre. Por un lado, los corredores actúan como conductos, fuentes y proveen hábitat para las especies nativas. Sin embargo, los corredores también pueden actuar como barreras y sumideros para las especies nativas, dado que algunas especies podrían estar expuestas a los riesgos de depredadores o a elementos humanos que induzcan su mortalidad (vehículos de motor y cazadores), o actuar como puertos que permitan la introducción de especies exóticas. Para el caso que nos ocupa, la presencia importante de jabalíes, la importante actividad de roedores y la también común presencia de sus principales consumidores secundarios que toleran los disturbios antrópicos como el coyote, sugiere que aunque se trate de una matriz ambiental urbanizada en parches, es necesario que los caminos temporales o permanentes que requiere la obra sean de baja velocidad para evitar un efecto de disminución en las poblaciones de consumidores secundarios y terciarios.

#### **Especies de interés cinegético.**

De acuerdo con la Ley General de Vida Silvestre (2000) y tomando como base los criterios por ella establecidos, para acceder a la cacería cinegética o aprovechamiento comercial de la fauna silvestre, esta actividad sólo se podrá hacer bajo un criterio sustentable y se realizará dentro de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAs) o bien en áreas donde operen Proyectos de Áreas de Manejo Sustentable (PAMS) que cuenten con un plan de manejo aprobado desde el punto de vista de la sustentabilidad del recurso fauna silvestre.

Dentro del sistema ambiental se registraron 1 especie de ave; *Zenaida macroura*. La cual se regula su aprovechamiento mediante el calendario cinegético 2021-2022 del Estado de Puebla. Para los mamíferos se registró el Coyote, Venado cola blanca, liebres y conejos (tabla IV.95).

**Tabla IV.95.** Aprovechamiento Cinegético de Aves y Mamíferos en el Estado de Puebla: Temporada 2021-2022.

ESTADO	GRUPO	ESPECIES	INICIA	TERMINA	LIMITE DE POSESION
PUEBLA (100)	AVES	Chachalaca (Cathartes aura)	segundo domingo de febrero de 2021	segundo domingo de febrero de 2022	10
		Condor de neotoma (Cathartes aura)	segundo domingo de febrero de 2021	segundo domingo de febrero de 2022	10
		Chachalaca (Cathartes aura)	segundo domingo de febrero de 2021	segundo domingo de febrero de 2022	10
		Chachalaca (Cathartes aura)	segundo domingo de febrero de 2021	segundo domingo de febrero de 2022	10
		Chachalaca (Cathartes aura)	segundo domingo de febrero de 2021	segundo domingo de febrero de 2022	10
		Chachalaca (Cathartes aura)	segundo domingo de febrero de 2021	segundo domingo de febrero de 2022	10
		Chachalaca (Cathartes aura)	segundo domingo de febrero de 2021	segundo domingo de febrero de 2022	10
		Chachalaca (Cathartes aura)	segundo domingo de febrero de 2021	segundo domingo de febrero de 2022	10
		Chachalaca (Cathartes aura)	segundo domingo de febrero de 2021	segundo domingo de febrero de 2022	10
		Chachalaca (Cathartes aura)	segundo domingo de febrero de 2021	segundo domingo de febrero de 2022	10
	MAMÍFEROS	Conejo camilero (Lepus arizonae)	segundo domingo de febrero de 2021	segundo domingo de febrero de 2022	10
		Conejo de desierto (Lepus arizonae)	segundo domingo de febrero de 2021	segundo domingo de febrero de 2022	10
		Conejo de montaña (Lepus arizonae)	segundo domingo de febrero de 2021	segundo domingo de febrero de 2022	10
		Conejo de campo (Lepus arizonae)	segundo domingo de febrero de 2021	segundo domingo de febrero de 2022	10
		Conejo de campo (Lepus arizonae)	segundo domingo de febrero de 2021	segundo domingo de febrero de 2022	10
		Conejo de campo (Lepus arizonae)	segundo domingo de febrero de 2021	segundo domingo de febrero de 2022	10
		Conejo de campo (Lepus arizonae)	segundo domingo de febrero de 2021	segundo domingo de febrero de 2022	10

### Rutas migratorias de aves

A nivel mundial se ha calculado que 589 especies de aves en Eurasia y alrededor de 200 en Norteamérica son migratorias. También se conoce que hay una mayor proporción de especies migratorias en Canadá que en Estados Unidos, aún menor proporción en México y ninguna en las zonas tropicales del Amazonas.

Muchas de las preguntas que se han hecho acerca de la migración permanecen sin ser contestadas, y la investigación científica es muy activa en este campo. Se ha visto además que, de las aves migratorias norteamericanas más de 25% invernan solamente en México, alrededor del 20% lo hacen en México y Centroamérica, 16% en Centroamérica y el Caribe y el porcentaje restante lo hacen México y las islas del Caribe o en Sudamérica, siendo especialmente notable la casi total ausencia de aves migratorias norteamericanas en la región Amazónica. Podemos decir, por lo tanto, que México, especialmente sus costas y montañas, es el lugar más importante de refugio para las aves migratorias de Estados Unidos y Canadá.



**Figura IV.12.** Principales rutas migratorias en América.

La altura de vuelo va a depender de varios factores, en primer lugar de las condiciones atmosféricas de cada día (con viento fuerte y en contra, las aves disminuyen la altura), la orografía del terreno, del tipo de migración empleado, de la hora del día (día y noche) y de la especie de que se trate; así se ha calculado que la altura a la que se desplazan las aves es muy variable, generalmente puede ir **entre 100 y 1500 m**; algunas pueden volar cerca del nivel del mar, o hasta el extremo de los 10,000 m (gansos y patos).

El horario de las migraciones es variable, así los migrantes diurnos suelen iniciar el viaje al amanecer y vuelan durante varias horas por la mañana, descansando y alimentándose con posterioridad, una parte de ellos vuelven a volar por la tarde. Los migrantes nocturnos emprenden el viaje al oscurecer, siguen volando sobre todo durante las primeras horas de la noche posándose a descansar al comenzar el día. Pero como siempre existen aves mixtas que vuelan una parte por la noche y otra por el día.

Entre septiembre y abril de cada año es frecuente observar diferentes especies de aves que llegan o pasan por nuestros países. Una gran cantidad de especies se concentran como punto final y de descanso en presas, lagunas, humedales, playas, estuarios y cerca

del mar (patos, halcones, aguilillas, playeros, costureros, chorlitos); otros grupos prefieren bosques y selvas (colibríes, rapaces, búhos, golondrinas, mosqueros, vireos, chipes).

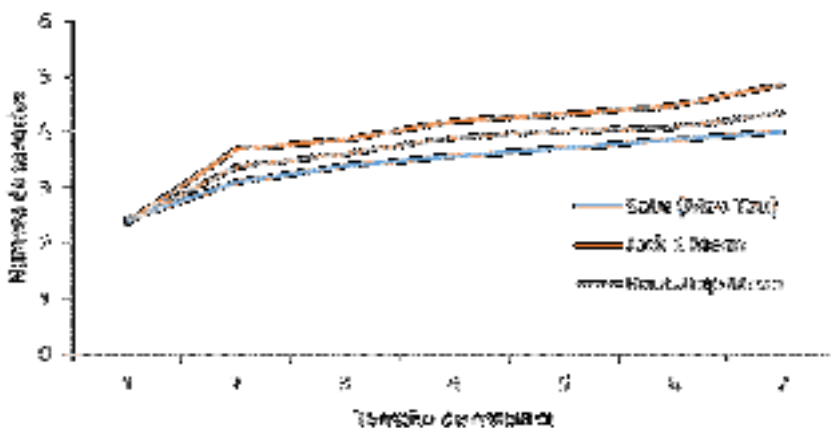
Partiendo de lo anterior y de los resultados obtenidos en el muestreo de la avifauna para la elaboración del presente manifiesto de impacto ambiental, se puede concluir lo siguiente:

Considerando que la migración de las aves se presenta **entre septiembre y abril de cada año**, en que es frecuente observar diferentes especies de aves que llegan o pasan por nuestro país; que en el área de estudio no se observaron cuerpos de agua, o de otro tipo utilizados como descanso y alimentación **se presume que el proyecto no incidirá en la ruta migratoria del Centro (Central Flyway).**

## Curvas de acumulación de especies

### Herpetofauna

Durante los muestreos por medio de transectos se registraron 4 especies. Los modelos no paramétricos estiman que en el área de estudio la herpetofauna está compuesta por 4 especies (Jack 1 y Bootstrap). Por lo que el presente estudio ha detectado aproximadamente el 82% y 92% de la riqueza estimada para el área. Además, se aprecia que la curva aún no alcanza la asíntota, lo cual refiere a que es necesario aumentar el tamaño de muestra para lograr tener una mejor caracterización de la comunidad de la herpetofauna en el predio de estudio. No obstante, se debe considerar que los resultados presentados en este documento deben ser acotados a la ventana espacio-temporal en el cual se realizó este estudio.

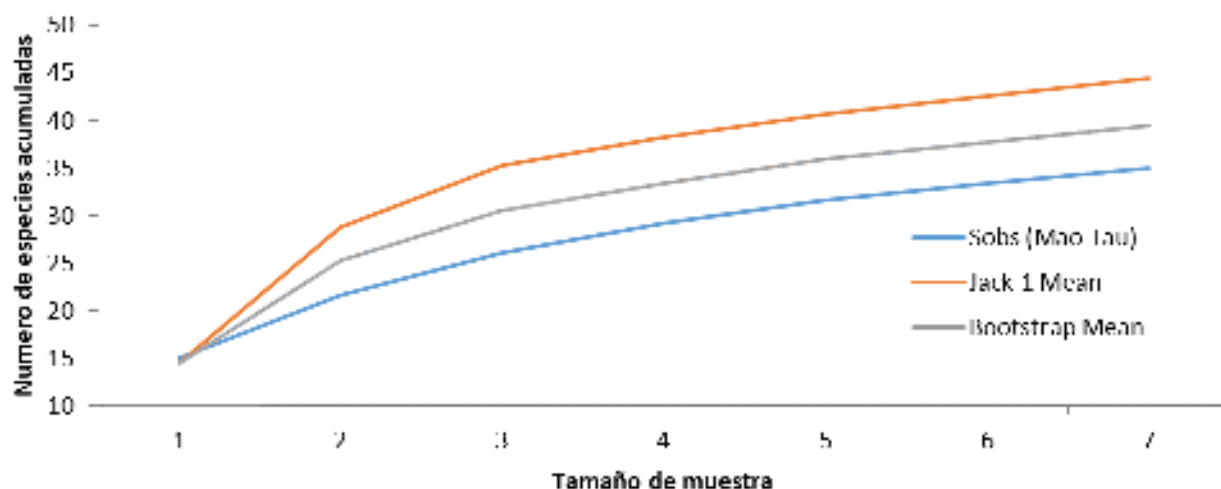


**Grafica IV.20.** Curva de acumulación de la herpetofauna en los sitios de muestreo dentro del área de estudio.



## Aves

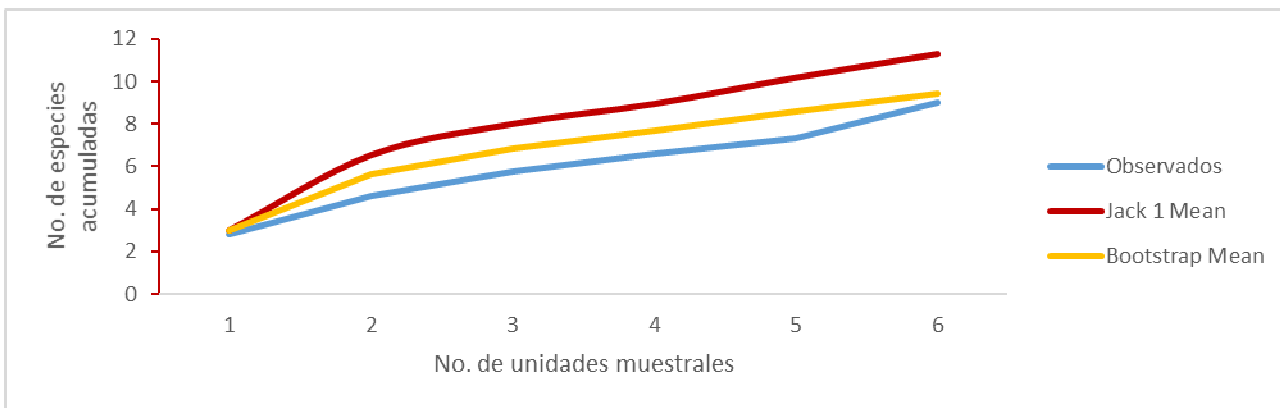
Durante los muestreos mediante los transectos en banda de ancho fijo se registraron 35 especies. La curva de acumulación de especies muestra que a partir del 4 muestreo se estabiliza la curva (asintota "Observados"). Los modelos no paramétricos de Jack-knife 1 y Bootstrap estiman que en el área de estudio la avifauna está compuesta por 44.43 y 39.46 especies respectivamente, por lo que el presente estudio ha detectado entre el 79 y el 95% de la riqueza estimada para el área dentro de la escala espacio-temporal de nuestro muestreo.



**Gráfica IV.21.** Curva de acumulación de la avifauna en los sitios de muestreo dentro del área de estudio.

## Mamíferos

Los distintos métodos de muestreo resultaron en el registro de sólo 27 individuos de 9 especies. La curva de acumulación de especies muestra una curva con incrementos discretos. Los modelos no paramétricos estiman que en el lugar existan 11 especies (Jack 1); y 9 especies (Bootstrap). A partir de estas estimaciones, que siempre deben considerarse en función del contexto del estudio (estacionalidad, métodos, y resultados), se considera que en este estudio se representan entre el 72% y el 88% de las especies que podrían presentarse en el predio.



**Grafica IV.22.** Curva de acumulación de la mastofauna en los sitios de muestreo dentro del área de estudio.

### IV.2.2.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO

#### a) Demografía

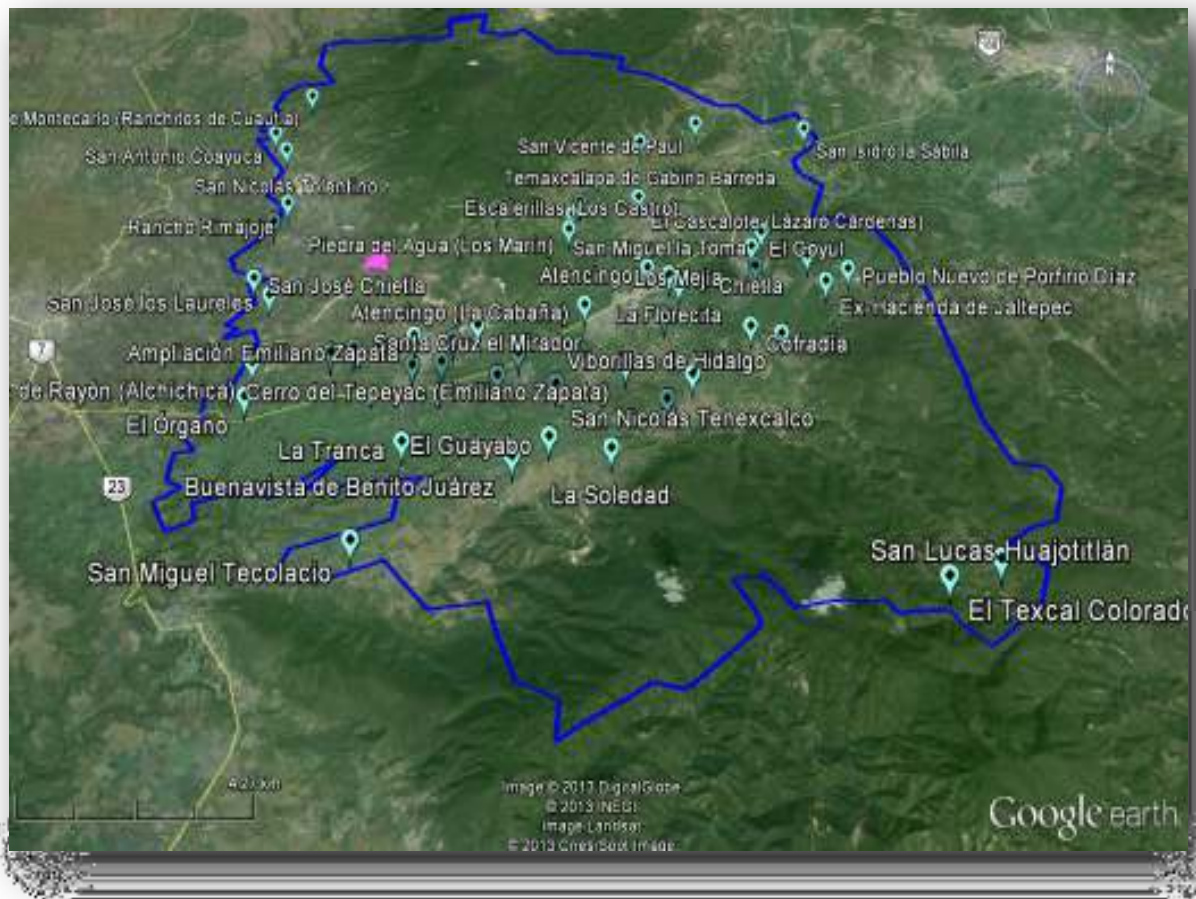
La población del municipio de Chietla en el Estado de *Puebla*, fue de 37,030 habitantes en 2020. Siendo 17,989 hombres (48.6%) y 19,041 mujeres (51.4%). En comparación al 2010, la población de Chietla creció un 9.12%. Encuesta intercensal 2020 efectuado por el INEGI. Como se muestra en la tabla siguiente.

**Tabla IV.96.** Información poblacional del municipio de Chietla, Puebla

INFORMACIÓN DE POBLACIÓN 1/ (2015)	EN EL MUNICIPIO	PORCENTAJE EN EL MUNICIPIO
Población total 1/	37,030	100.0
Población masculina	17,989	48.6
Población femenina	19,041	51.4
Población de 0 a 14 años a/	10,032	27.09
Población de 15 a 64 años a/	22,955	61.99
Población de 65 años y más a/	4,040	10.91
Porcentaje de la población de 3 años y más que habla lengua indígena	146	0.39
Dialectos principales 1/	Mixteco, Zapoteco, Náhuatl, Tlapaneco y Totonaco.	

Fuente: <http://coteigep.puebla.gob.mx/est231.php?muni=21156>

La siguiente figura IV.13 y tabla IV.97, indica los resultados de la Encuesta intercensal 2020 efectuado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), reporto que el municipio de Chietla, Puebla, está integrado por 50 localidades.



**Figura IV.13.** Distribución de las poblaciones en el municipio de Chietla, Puebla

**Tabla IV.97.** Localidades del municipio de Chietla, Puebla

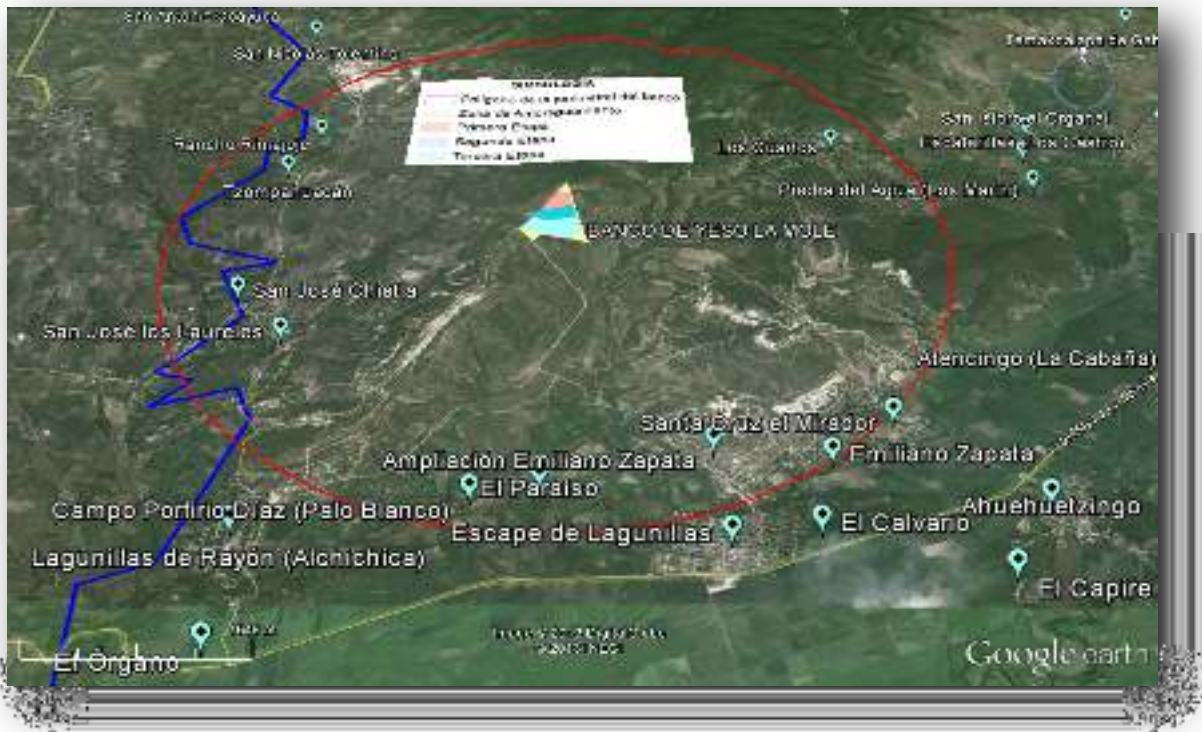
TERRITORIO (2010)		EXTENSIÓN DEL TERRITORIO	PORCENTAJE EN RELACIÓN AL ESTADO	LUGAR QUE OCUPA EN EL ESTADO
Superficie territorial 1/		325.263 Km <sup>2</sup>	0.95%	24
	1 - 499 HAB	500 - 2,499 HAB	2,500 - 14,999 HAB	>=15,000 HAB
Número de localidades 2/	35	12	3	0
%Población que concentran 2/	10.1%	28.9%	60.9%	0.0%
Principales localidades 2/	ATENCINGO, CHIETLA, ESCAPE DE LAGUNILLAS, BUENAVISTA DE BENITO JUÁREZ, VIBORILLAS DE HIDALGO, AHUEHUETZINGO, SAN ANTONIO COAYUCA, SAN MIGUEL LA TOMA, SAN NICOLÁS TENEXCALCO, PUEBLO NUEVO DE PORFIRIO DÍAZ			

Fuente: <http://coteigep.puebla.gob.mx/est231.php?muni=21156>

• ***Dinámica de la población de las comunidades directa o indirectamente afectadas con el proyecto.***

Las localidades en un radio de 4 km respecto al proyecto se presentan en el siguiente **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, esta hacen un total de 8 localidades para un total de 1,495 habitantes.





**Figura IV.14.** Localidades próximas al área del proyecto

En la tabla IV.98, se indican los años censales de 1990 a 2020 de acuerdo al INEGI en los Censos y Conteos de Población y Vivienda.

**Tabla IV.98.** Años censales de 1990 a 2020 población total según sexo

Año	Total	Hombres	Mujeres
2020	37,030	17,989	19,041
2015	34,415	16,563	17,852
2010	33,935	16,288	17,647
2005	32,825	15,538	17,287
2000	36,606	17,501	19,105
1995	35,859	17,477	18,382
1990	35,540	17,189	18,351

• **Crecimiento y distribución de la población.**

La población en el municipio de Chietla, Puebla, en el año 2015 presenta un incremento en su población del 0.3%, ya que desde el año de 2000 presentaba una tasa de crecimiento negativo como se aprecia en la tabla IV.99.

**Tabla IV.99.** Tasa de crecimiento media

Periodo	Tasa (%)
2010 - 2015	0.3
2005 - 2010	2.08
2000 - 2005	-9.51
1995 - 2000	3.92
1990 - 1995	0.16

Fuente: Elaboración propia con base de datos proporcionadas por el INEGI. Coordinación Estatal, Censo de Población y Vivienda, 2020 y la Encuesta Intercensal 2015.

La población el municipio de distribuye de la siguiente forma (tabla IV.100):

**Tabla IV.100.** Habitantes en las principales localidades

Localidad	Total de población
Ampliación Emiliano Zapata	3
El Paraíso	5
San José Chietla	188

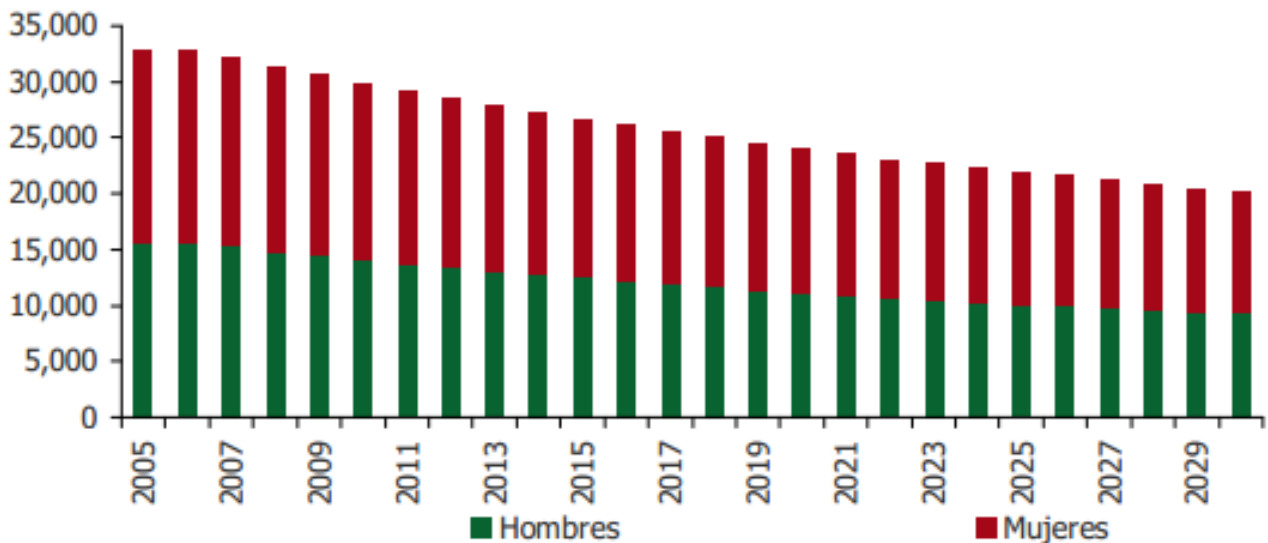
Localidad	Total de población
Los Cuartos	24
San José los Laureles	286
Rancho Rimajoje	3
Santa Cruz el Mirador	496
Tzompahuacán	490

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020

De lo anterior, se puede concluir que si se barca 4 km de radio respecto al yacimiento de Yeso “La Mole”, el 4.40% de la población se concentra en las 8 localidades antes referidas.

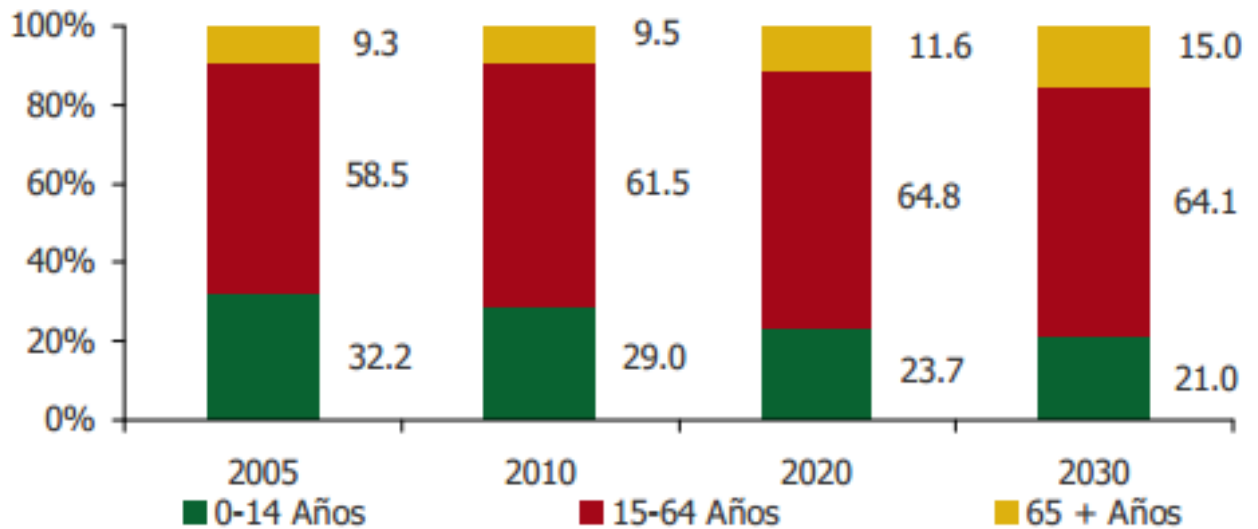
• **Estructura por sexo y edad**

En el Municipio existe un mayor porcentaje de mujeres en un 2.8%; por otra parte como se aprecia en la gráfica IV.23, se presentan las estimaciones de la CONAPO<sup>1</sup> sobre la población del Municipio de Chietla, Puebla.



**Grafica IV.23.** Proporción de hombres y mujeres en el municipio de Chietla Puebla para los años 2005-2030

<sup>1</sup> Estimaciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO), 2005 – 2030



**Grafica IV.24.** Porcentaje de población por grupos de edades 2005 – 2030 para el municipio de Chietla, Puebla

Se indican en la tabla IV.101, los datos del Censo de Población y Vivienda 2020, realizador por INEGI, para el municipio de Chietla, Puebla.

**Tabla IV.101.** Principales resultados del municipio de Chietla, Puebla, según el Censo de Población y Vivienda 2020

Concepto	Dato
<b>Población</b>	
<b>Nombre del Municipio</b>	<b>Chietla</b>
Población total	37,030
Población Masculina	17,989
Población femenina	19,041
Población de 0 a 2 años	1,871
Población masculina de 0 a 2 años	938
Población femenina de 0 a 2 años	933
Población de 3 años y más	35,156
Población masculina de 3 años y más	17,050

Concepto	Dato
Población femenina de 3 años y más	18,106
Población de 5 años y más	33,786
Población masculina de 5 años y más	16,377
Población femenina de 5 años y más	17,409
Población de 12 años y más	28,892
Población masculina de 12 años y más	13,898
Población femenina de 12 años y más	14,994
Población de 15 años y más	26,995
Población masculina de 15 años y más	12,923
Población femenina de 15 años y más	14,072
Población de 18 años y más	25,083
Población masculina de 18 años y más	11,928
Población femenina de 18 años y más	13,155
Población de 3 a 5 años	2,057
Población masculina de 3 a 5 años	1,047
Población femenina de 3 a 5 años	1,010
Población de 6 a 11 años	4,207
Población masculina de 6 a 11 años	2,105
Población femenina de 6 a 11 años	2,102
Población de 8 a 14 años	4,663
Población masculina de 8 a 14 años	2,377
Población femenina de 8 a 14 años	2,286
Población de 12 a 14 años	1,897
Población masculina de 12 a 14 años	975
Población femenina de 12 a 14 años	922
Población de 15 a 17 años	1,912
Población masculina de 15 a 17 años	995
Población femenina de 15 a 17 años	917
Población de 18 a 24 años	3,999
Población masculina de 18 a 24 años	1,976
Población femenina de 18 a 24 años	2,023
Población femenina de 15 a 49 años	9,065
Población de 60 años y más	5,721



Concepto	Dato
Población masculina de 60 años y más	2,682
Población femenina de 60 años y más	3,039
Relación hombres-mujeres	94.48
Población de cero a 14 años	10,032
Población de 15 a 64 años	22,955
Población de 65 años y más	4,040
<b>Fecundidad</b>	
Promedio de hijas e hijos nacidos vivos	2.59
<b>Discapacidad</b>	
Población con limitación en la actividad	4,412
Población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar	1,764
Población con limitación para ver, aun usando lentes	2,522
Población con limitación para hablar, comunicarse o conversar	325
Población con limitación para escuchar	1,018
Población con limitación para vestirse, bañarse o comer	250
Población con limitación para poner atención o aprender cosas sencillas	1,008
Población con limitación mental	423
Población sin limitación, problema o condición mental	29,856
<b>Situación conyugal</b>	
Población soltera o nunca unida de 12 años y más	9,161
Población casada o unida de 12 años y más	15,762
Población que estuvo casada o unida de 12 años y más	3,965
<b>Religión</b>	
Población con religión católica	31,937
Protestantes, Evangélicas y Bíblicas diferentes de Evangélicas	3,402
Población con otras religiones diferentes a las anteriores	16
Población sin religión	1,660
<b>Hogares censales</b>	
Total de hogares censales	10,253
Hogares censales con jefatura masculina	7,236
Hogares censales con jefatura femenina	3,017
Población en hogares censales	36,993

Concepto	Dato
Población en hogares censales con jefatura masculina	27,367
Población en hogares censales con jefatura femenina	9,626
<b>Viviendas</b>	
Total de viviendas	13,960
Total de viviendas habitadas	10,256
Total de viviendas particulares	13,929
Viviendas particulares habitadas	10,225
Total de viviendas particulares habitadas	10,253
Viviendas particulares deshabitadas	3,083
Viviendas particulares de uso temporal	621
Ocupantes en viviendas particulares habitadas	36,993
Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas	3.61
Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas	0.97
Viviendas particulares habitadas con piso de material diferente de tierra	9,497
Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	743
Viviendas particulares habitadas con un dormitorio	3,870
Viviendas particulares habitadas con dos dormitorios y más	6,368
Viviendas particulares habitadas con un solo cuarto	524
Viviendas particulares habitadas con dos cuartos	1,890
Viviendas particulares habitadas con 3 cuartos y más	7,825
Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica	10,155
Viviendas particulares habitadas que no disponen de luz eléctrica	84
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	8,897
Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	332
Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado o sanitario	9,808
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	9,984
Viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	255
Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje	9,687
Viviendas particulares habitadas sin ningún bien	129
Viviendas particulares habitadas que disponen de radio	7,075
Viviendas particulares habitadas que disponen de refrigerador	9,078
Viviendas particulares habitadas que disponen de lavadora	7,779

Concepto	Dato
Viviendas particulares habitadas que disponen de automóvil o camioneta	3,257
Viviendas particulares habitadas que disponen de bicicleta como medio de transporte	3,683
Viviendas particulares habitadas que disponen de horno de microondas	2,433
Viviendas particulares habitadas que disponen de televisor	9,125
Viviendas particulares habitadas que disponen de computadora, laptop o tablet	1,718
Viviendas particulares habitadas que disponen de línea de telefonía fija	3,291
Viviendas particulares habitadas que disponen de teléfono celular	8,677
Viviendas particulares habitadas que disponen de Internet	3,455
Viviendas particulares habitadas que disponen de servicio de televisión de paga	4,885
Viviendas particulares habitadas que disponen de servicios de películas, música o video de paga por Internet	402
Viviendas particulares habitadas que disponen de consola de videojuegos	263

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020

• **Natalidad y Mortalidad**

Las estadísticas vitales del municipio más recientes son del año y se presentan en la tabla IV.102 y 103.

**Tabla IV.102.** Mortalidad en Chietla, Puebla

Concepto	Municipio	Estado
Defunciones generales	298	31,244
Defunciones generales hombres	162	16,716
Defunciones generales mujeres	136	14,522
Defunciones de menores de un año	5	2,223
Defunciones de menores de un año hombres	3	1,197
Defunciones de menores de un año mujeres	2	1,020

Fuente: INEGI.

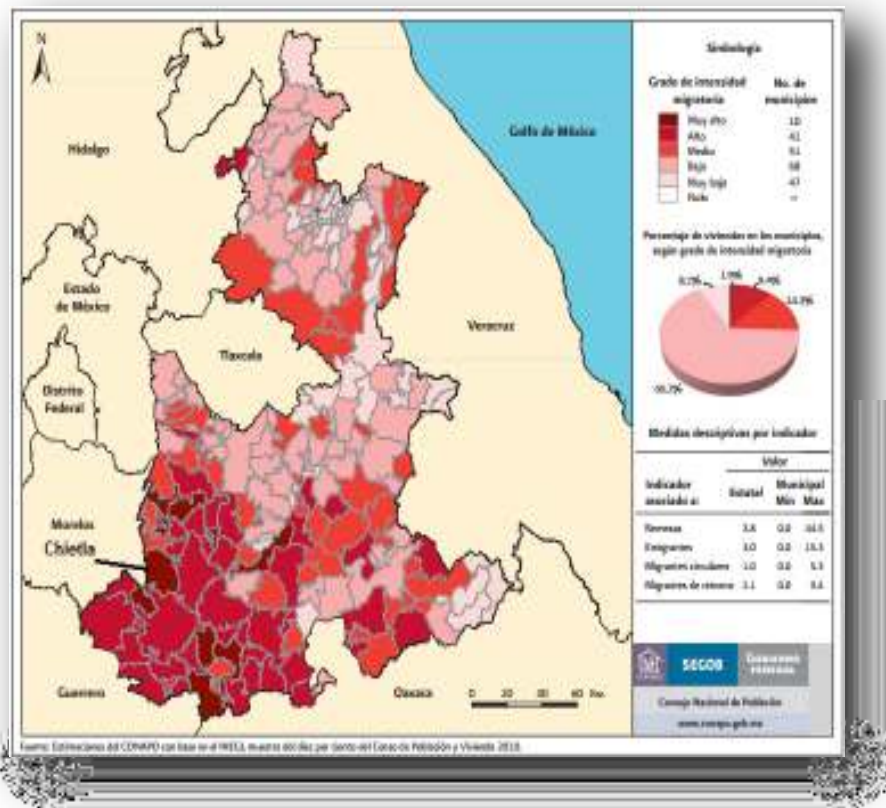
**Tabla IV.103.** Natalidad y fecundidad en Chietla, Puebla

Concepto	Municipio	Estado
Nacimientos	911	146,865
Nacimientos hombres	458	72,909
Nacimientos mujeres	453	73,894

Fuente: INEGI.

- *Migración. Están referidos al ámbito territorial y consideran el traslado de las personas, temporal o permanentemente.*

El Consejo Nacional de Población (CONAPO), indica para el Municipio de Chietla un grado de intensidad migratoria muy alta, como se aprecia en la figura IV.15 y tabla IV.104



**Figura IV.15.** Migración en el Estado de Puebla

Se indican a continuación los resultados del Censo de Población y Vivienda 2020, en referencia a la migración del municipio de Chietla, Puebla.

**Tabla IV.104.** Datos de migración en el municipio de Chietla, Puebla, de acuerdo al Censo de Población y Vivienda.

<b>Migración</b>	
Población nacida en la entidad	33,158
Población masculina nacida en la entidad	16,187
Población femenina nacida en la entidad	16,971
Población nacida en otra entidad	3,422
Población masculina nacida en otra entidad	1,578
Población femenina nacida en otra entidad	1,844
Población de 5 años y más residente en la entidad en marzo de 2015	32,848
Población masculina de 5 años y más residente en la entidad en marzo de 2015	15,868
Población femenina de 5 años y más residente en la entidad en marzo de 2015	16,980
Población de 5 años y más residente en otra entidad en marzo de 2015	621
Población masculina de 5 años y más residente en otra entidad en marzo de 2015	292
Población femenina de 5 años y más residente en otra entidad en marzo de 2015	329

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020

• ***Población Económicamente Activa.***

Población económicamente activa (por edad, sexo, estado civil).

La región donde se ubica el proyecto está establecida en el área geográfica “B”, y esta percibe un salario mínimo que asciende a \$61.38<sup>2</sup> día en todos los municipios del Estado de Puebla.

En el municipio de Chietla, la Población Económicamente Activa asciende a 11,451 habitantes según los resultados del Censo de Población y Vivienda 2020,

<sup>2</sup> MÉXICO. Servicio de Administración Tributaria. Salarios Mínimos 2013 [En línea]. < [http://www.sat.gob.mx/sitio\\_internet/asistencia\\_contribuyente/informacion\\_frecuente/salarios\\_minimos/](http://www.sat.gob.mx/sitio_internet/asistencia_contribuyente/informacion_frecuente/salarios_minimos/) > [citado en 02 de julio de 2013]



efectuado por el INEGI. Además, presenta una tasa de participación económica del 43.95% (datos del 2020).

**Tabla IV.105.** Población económicamente activa del municipio de Chietla, Puebla

<b>Características económicas</b>	
Población económicamente activa	15,833
Población masculina económicamente activa	10,396
Población femenina económicamente activa	5,437
Población ocupada	15,645
Población masculina ocupada	10,259
Población femenina ocupada	5,386
Tasa de participación económica	43.95

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020

Distribución porcentual de la población desocupada abierta por posición en el hogar.

Se presentan a continuación referencias de la Población Económicamente Inactiva (PEI)

**Tabla IV.106.** Estadísticas de la PEI

<b>Concepto</b>	<b>Referencia</b>
Población Económicamente Inactiva total	12,923

Fuente: CDI. Sistema de indicadores sobre la población indígena de México con base en: INEGI. Censo General de Población y Vivienda, México, 2020. Población económicamente inactiva.

La población no económicamente activa asciende a 14,450 habitantes según los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010, efectuado por el INEGI.

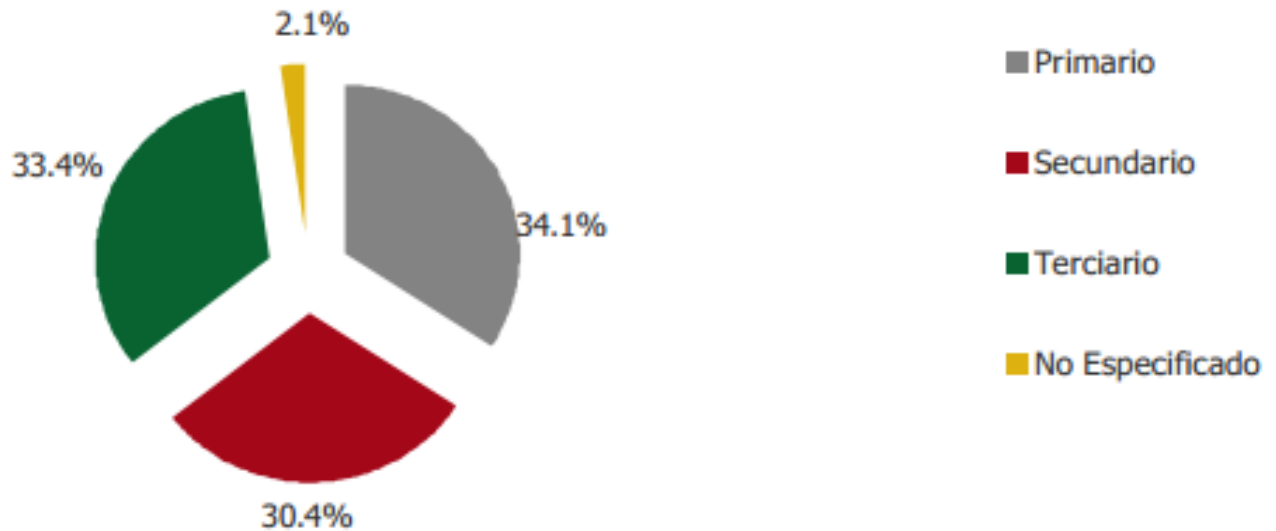
**Tabla IV.107.** Población económicamente inactiva del municipio de Chietla, Puebla

<b>Características económicas</b>	
Población no económicamente activa	12,923
Población masculina no económicamente activa	3,407
Población femenina no económicamente activa	9,516
Población masculina desocupada	137
Población femenina desocupada	51

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020

Distribución de la población activa por sectores de actividad.

Por la ubicación geográfica del municipio de Chietla, Puebla, la estructura de las actividades económicas en el Municipio está fuertemente vinculada a la producción y procesamiento de la caña de azúcar, que entre otros factores hace que la actividad preponderante sea el cultivo, industrialización y venta de este cultivo. Se presentan a continuación referencias de la Población Económicamente Activa (PEA)



**Grafica IV.25.** Población ocupada por sector de actividad en el municipio de Chietla, Puebla<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Chietla, Valle de Atlixco y Matamoros. Elaborado por la Dirección de Estadística e Información (DEI). [En línea]. < [xa.yimg.com/kq/groups/22445762/1302087925/name/Chietla.pdf](http://xa.yimg.com/kq/groups/22445762/1302087925/name/Chietla.pdf) > [citado en 02 de julio de 2013]

La principal actividad económica en el municipio de Chietla es la agricultura y ganadería seguida de la industria manufacturera, la industria de la construcción y los servicios educativos.

**Tabla IV.108.** Actividades primarias del municipio de Chietla, Puebla

Concepto	Referencia
Superficie sembrada total (Hectáreas)	11,576
Superficie sembrada de alfalfa verde (Hectáreas)	5
Superficie sembrada de avena forrajera (Hectáreas)	0
Superficie sembrada de chile verde (Hectáreas)	0
Superficie sembrada de frijol (Hectáreas)	12
Superficie sembrada de maíz grano (Hectáreas)	4,705
Superficie sembrada de pastos (Hectáreas)	0
Superficie sembrada de sorgo grano (Hectáreas)	1,055
Superficie sembrada de tomate rojo (jitomate) (Hectáreas)	6
Superficie sembrada de tomate verde (Hectáreas)	0
Superficie sembrada de trigo grano (Hectáreas)	0
Superficie sembrada del resto de cultivos nacionales (Hectáreas)	5,793
Superficie cosechada total (Hectáreas)	11,526
Superficie cosechada de alfalfa verde (Hectáreas)	5
Superficie cosechada de avena forrajera (Hectáreas)	0
Superficie cosechada de chile verde (Hectáreas)	0
Superficie cosechada de frijol (Hectáreas)	12
Superficie cosechada de pastos (Hectáreas)	0
Superficie cosechada de sorgo grano (Hectáreas)	1,055
Superficie cosechada de tomate rojo (jitomate) (Hectáreas)	6
Superficie cosechada de tomate verde (Hectáreas)	0
Superficie cosechada de trigo grano (Hectáreas)	0
Superficie cosechada del resto de cultivos nacionales (Hectáreas)	5,743
Volumen de la producción de alfalfa verde (Toneladas)	390
Volumen de la producción de avena forrajera (Toneladas)	0
Volumen de la producción de chile verde (Toneladas)	0
Volumen de la producción de frijol (Toneladas)	12
Volumen de la producción de maíz grano (Toneladas)	13,276
Volumen de la producción de pastos (Toneladas)	0
Volumen de la producción de sorgo grano (Toneladas)	4,009
Volumen de la producción de tomate rojo (jitomate) (Toneladas)	1,254
Volumen de la producción de tomate verde (Toneladas)	0

Concepto	Referencia
Volumen de la producción de trigo grano (Toneladas)	0
Superficie sembrada de temporal (Hectáreas)	4,580
Superficie mecanizada (Hectáreas)	12,164
Volumen de la producción de carne en canal de bovino (Toneladas)	55
Volumen de la producción de carne en canal de porcino (Toneladas)	41
Volumen de la producción de carne en canal de ovino (Toneladas)	4
Volumen de la producción de carne en canal de caprino (Toneladas)	14
Volumen de la producción de carne en canal de gallináceas (Toneladas)	2
Volumen de la producción de carne en canal de guajolotes (Toneladas)	8
Volumen de la producción de leche de bovino (Miles de litros)	63
Volumen de la producción de leche de caprino (Miles de litros)	0
Volumen de la producción de huevo para plato (Toneladas)	14
Volumen de la producción de miel (Toneladas)	7
Volumen de la producción de cera en greña (Toneladas)	No significativo
Volumen de la producción forestal maderable (Metros cúbicos rollo)	0
Volumen de la producción forestal maderable de coníferas (Metros cúbicos rollo)	0
Superficie sembrada de riego (Hectáreas)	6,996
Monto pagado por el PROCAMPO (Miles de pesos)	2,600
Valor de la producción agrícola total (Miles de pesos)	338,840
Valor de la producción de alfalfa verde (Miles de pesos)	195
Valor de la producción de frijol (Miles de pesos)	154
Valor de la producción de maíz grano (Miles de pesos)	53,920
Valor de la producción de pastos (Miles de pesos)	0
Valor de la producción de sorgo grano (Miles de pesos)	9,221

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020

**Tabla IV.109.** Actividades secundarias del municipio de Chietla, Puebla

Concepto	Referencia
Usuarios de energía eléctrica	11,758
Volumen de las ventas de energía eléctrica (Megawatts-hora)	20,315
Valor de las ventas de energía eléctrica (Miles de pesos)	27,163
Inversión pública ejercida en obras de electrificación (Miles de pesos)	No disponible
Personal ocupado dependiente de la razón social. Manufactura	1,436
Unidades económicas. Manufactura	152
Valor agregado censal bruto por personal ocupado. Manufactura (Miles de pesos)	243.0
Valor agregado censal bruto. Manufactura (Miles de pesos)	348,969

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020

**Tabla IV.110.** Actividades terciarias del municipio de Chietla, Puebla

Concepto	Referencia
Tianguis	2
Mercados públicos	1
Centrales de abasto	0
Aeropuertos	0
Oficinas postales	14
Automóviles registrados en circulación	3,168
Automóviles nuevos vendidos al público	0
Camiones de pasajeros registrados en circulación	11
Camiones nuevos vendidos al público	0
Cuartos registrados de hospedaje	32
Establecimientos de hospedaje	2
Inversión pública ejercida (Miles de pesos)	61,019
Inversión pública ejercida en desarrollo económico (Miles de pesos)	8,102
Inversión pública en gobierno (Miles de pesos)	11,980
Longitud de la red carretera (kilómetros)	No disponible
Longitud de la red carretera federal de cuota (kilómetros)	0
Sucursales de la banca comercial	1
Sucursales de la banca de desarrollo	1
Turistas que se hospedaron en establecimientos	No disponible

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020



Se presentan a continuación otros indicadores sobre el municipio de Chietla, Puebla.

**Tabla IV.111. Población indígena**

<b>Población indígena</b>	
Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena	80
Población masculina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena	31
Población femenina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena	49
Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	0
Población masculina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	0
Población femenina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	0
Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y habla español	80
Población masculina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y habla español	31
Población femenina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y habla español	49
Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena	79
Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	0
Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena y habla español	79
Población en hogares censales indígenas	204

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020

En Chietla, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (17.5k), IMSS (Seguro social) (10.2k) y Consultorio de farmacia (5.51k).

En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Pemex, Defensa o Marina (18.5k) y Seguro Popular o para una Nueva Generación (Siglo XXI) (11.1k) (INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020).

**Tabla IV.112. Atención Médica**

SALUD (2015)	EN EL MUNICIPIO	VALOR DEL ESTADO	LUGAR QUE OCUPA EN EL ESTADO
Porcentaje de la población según su condición de afiliación a servicios de salud 1/a/	88.11	79.76	68
Médicos por cada 1000 habitantes 2/	0.8	1.66	83
Tasa de mortalidad general por cada 1000 habitantes 3/	4.71	5.48	126
Tasa de mortalidad infantil por cada 1000 habitantes 3/	2.32	11.71	127

Fuente: <http://coteigep.puebla.gob.mx/est231.php?muni=21156>.

**Tabla IV.113. Población analfabeta de Chietla, Puebla por rango de edad**

Características educativas	
Población femenina de 15 a 19 años analfabeta	7
Población masculina de 15 a 19 años analfabeta	25
Población femenina de 20 a 24 años analfabeta	15
Población masculina de 20 a 24 años analfabeta	17
Población femenina de 25 a 29 años analfabeta	15
Población masculina de 25 a 29 años analfabeta	40
Población femenina de 30 a 34 años analfabeta	18
Población masculina de 30 a 34 años analfabeta	47
Población femenina de 35 a 39 años analfabeta	55
Población masculina de 35 a 39 años analfabeta	51
Población femenina de 40 a 44 años analfabeta	67
Población masculina de 40 a 44 años analfabeta	74
Población femenina de 45 a 49 años analfabeta	86
Población masculina de 45 a 49 años analfabeta	83
Población femenina de 50 a 54 años analfabeta	90
Población masculina de 50 a 54 años analfabeta	84
Población femenina de 55 a 59 años analfabeta	139
Población masculina de 55 a 59 años analfabeta	92
Población femenina de 60 a 64 años analfabeta	112

Características educativas	
Población masculina de 60 a 64 años analfabeta	95
Población femenina de 65 a 69 años analfabeta	172
Población masculina de 65 a 69 años analfabeta	104
Población femenina de 70 a 74 años analfabeta	150
Población masculina de 70 a 74 años analfabeta	105
Población femenina de 75 a 79 años analfabeta	153
Población masculina de 75 a 79 años analfabeta	86
Población femenina de 80 a 84 años analfabeta	139
Población masculina de 80 a 84 años analfabeta	91
Población femenina de 85 años o más analfabeta	167
Población masculina de 85 años o más analfabeta	105

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020

**Tabla IV.114.** Índice de Marginación 2015 del municipio de Chietla, Puebla

INDICADORES SOCIALES (2010)	MARGINACIÓN 1/ (Educación, Servicios Básicos, Vivienda e Ingreso)	DESARROLLO HUMANO 2/ (Educación, Salud, Ingreso Per Cápita)	REZAGO SOCIAL 3/ (Educación, Salud, Servicios Básicos, Vivienda)	INTENSIDAD MIGRATORIA 4/ (Migración y Remesas)
Grado	Medio	alto	bajo	Muy alto
Lugar Estatal (de 217 municipios)	172	32	195	3
Lugar Nacional (de 2,457 municipios)	1,410	916	1,570	119
Interpretación de lugar que ocupa en el municipio	Menor es mejor	Mayor es mejor	Menor es mejor	Sin tendencia

En 2020, 54.1% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 13.3% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 18.6%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 8.69%.

Las principales carencias sociales de Chietla en 2020 fueron carencia por acceso a la seguridad social, carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda y carencia por acceso a la alimentación.

**Tabla IV.115.** Distribución de personas según condición de pobreza

DISTRIBUCIÓN	AÑOS	VALOR (miles)	%
Moderada pobreza	2010	19.6	51.2
	2015	17.9	52.9
	2020	19.8	54.1
Extrema pobreza	2010	3.1	8.1
	2015	3.29	9.73
	2020	4.87	13.3
Vulnerables por carencias sociales	2010	9.61	25.1
	2015	6.34	18.8
	2020	6.82	18.6
Vulnerables por ingresos	2010	2.65	6.94
	2015	3.09	9.14
	2020	3.19	8.69
No vulnerable	2010	3.31	8.65
	2015	3.19	9.43
	2020	1.96	5.35

**Tabla IV.116.** Grado de Marginación 2020 del municipio de Chietla, Puebla

Concepto	Referencia
Población	34,415
Grado de marginación del Municipio	Medio
Grado de rezago del Municipio	Bajo
Municipios CNH (*)	No

\* Municipios CNH Municipios de la Cruzada Nacional contra el Hambre, en base al Decreto publicado en el DOF el 22-Enero-2020. Fuente: Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal

### b) Factores socioculturales

El análisis del sistema cultural considera lo siguiente:

Uso que se da a los recursos naturales del área de influencia del proyecto; así como a las características del uso.

La superficie adquirida por la empresa Cementos Moctezuma, S. A. de C. V., correspondía a terrenos bajo régimen ejidal de uso común y de pequeños propietarios.

En estos terrenos se asienta una vegetación de bosque tropical caducifolio y vegetación secundaria representada. La población, netamente rural, ocupaba el área para la extracción de leña y madera ocasionalmente, además de permitir que su ganado pastara libremente. Los habitantes de la comunidad, refieren que eventualmente se practica la cacería para autoconsumo. Además, se observan evidencias de la práctica agrícola de temporal.

Respecto a la fauna silvestre presente en el predio, se indican aquellas especies que tienen algún valor comercial o de consumo para la comunidad. En el siguiente cuadro se indican las especies que son aprovechadas para comercio.

**Tabla IV.117.** Especies aprovechadas en la zona para comercio

Espece	Nombre Común	Uso
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	Caza para venta disecado
<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle común	Captura para venta por su canto

Además, algunas especies se aprovechan para autoconsumo, las cuales se muestran en la tabla siguiente.

**Tabla IV.118.** Especies de interés comercial

Espece	Nombre Común	Uso
<i>Lepus callotis</i>	Liebre torda	Caza para consumo
<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo mexicano	Caza para consumo
<i>Peromyscus maniculatus labecula</i>	Ratón de campo	Caza para consumo
<i>Liomys irroratus torridus</i>	Ratón espinoso mexicano	Caza para consumo



#### Nivel de aceptación del proyecto.

Los propietarios de las comunidades ejidal y poblacional de Lagunas de Rayón, así como de Chietla, estuvieron de acuerdo en vender sus predios en cuestión, sabiendo que el interés de la empresa Cementos Moctezuma, S.A. de C.V., es extraer materiales de banco para la fabricación de cemento.

#### Valor que se le da a los sitios ubicados dentro de los terrenos donde se ubicará el proyecto y que los habitantes valoran al constituirse en puntos de reunión, recreación o de aprovechamiento colectivo.

Los terrenos que conforman el banco de materiales, corresponden a un área que los propietarios tenían para uso propio y de la comunidad, de manera que en él se realizaba la extracción de materiales, leña y madera, así como el pastoreo libre del ganado.

#### Patrimonio histórico.

Tanto la comunidad ejidal, como el personal de la empresa que efectuó los trabajos de exploración, refieren que no se tienen evidencias de la presencia de algún patrimonio histórico, representado por monumentos histórico-artísticos o arqueológicos dentro de los terrenos del banco de materiales o en la zona de influencia.

La empresa Cementos Moctezuma, S.A. de C.V., se compromete a notificar al Instituto Nacional de Antropología e Historia la presencia de algún patrimonio histórico, en el caso de encontrar algún hallazgo dentro de los terrenos de ampliación del banco de Yeso.

#### IV.2.2.4. PAISAJE

El Paisaje es un concepto que a través del tiempo se ha utilizado con diversos significados como elemento aglutinador de una serie de aspectos característicos del medio físico y la capacidad de asimilación que tiene éste, como resultado de los efectos del desarrollo de un proyecto determinado.

También a menudo se percibe como una vista amplia de escenarios o de formas naturales, esta consideración corresponde más al enfoque de la estética o percepción (González-Bernáldez, 1981).

Desde el punto de vista de la ecología, el paisaje representa grandes áreas compuestas por patrones interconectados o repetidos de ecosistemas interdependientes. Aunque la descripción del paisaje encierra la dificultad de encontrar un sistema efectivo para evaluarlo debido a que las metodologías utilizadas no han podido prescindir de componentes subjetivos, el enfoque ecológico resulta muy útil para generar información acerca de un determinado espacio físico.

En ese sentido, Muñóz-Pedrerros (2004) señala que el paisaje puede estudiarse como indicador ambiental o cultural, pero al aproximarse a los componentes y procesos que ocurren en él, se va arribando a una visión sistémica o ecológica.

Existen varios métodos para realizar la valoración del paisaje, éstos pueden ser directos e indirectos. En los primeros la valoración se realiza a partir de la contemplación de la totalidad del paisaje, mientras que los indirectos incluyen métodos cualitativos y cuantitativos que evalúan el paisaje, analizando y describiendo sus componentes.

*Entre los métodos directos se tienen los siguientes:*

- De subjetividad aceptada.- es la más simple a pesar de ser la menos objetiva pero se acepta por el grado de subjetividad que tiene el paisaje. El resultado puede corresponder a una parcelación del territorio clasificado en categorías de calidad visual; por ejemplo: excelente, muy buena, buena, regular y mala.
- De subjetividad controlada. Se basa en una escala universal de valores del paisaje, de tal forma que permite establecer cifras comparables en distintas áreas. Las categorías y valores pueden ser: espectacular, soberbio, distinguido, agradable, vulgar y feo. Se realiza con la participación de

personal especializado y se utilizan escalas universales para lograr que la valoración subjetiva sea comparable entre sitios distintos.

- De subjetividad compartida. Es similar al método de subjetividad aceptada. La valorización es desarrollada por un grupo de profesionales que deben llegar al consenso, con lo cual se eliminan posturas extremas dentro del grupo. En síntesis se somete a discusión la apreciación estética del paisaje.
- De subjetividad representativa. En este caso, la valoración se realiza por una cierta cantidad de personas que son representativas de la sociedad. Se hace a través de encuestas, lo que permite una ordenación de los paisajes seleccionados. Se utilizan fotografías como apoyo.

Entre los métodos indirectos, se tienen los siguientes:

- Métodos de valoración a través de componentes del paisaje. Se usan las características físicas del paisaje; por ejemplo: la topografía, los usos del suelo, la presencia del agua, etc. Cada unidad se valora en términos de los componentes y después los valores parciales se agregan para obtener un dato final.
- Métodos de valoración a través de categorías estéticas. Cada unidad se valora en función de las categorías estéticas establecidas, agregando o compatibilizando las valoraciones parciales en un valor único. Se utilizan categorías como unidad, variedad, contraste, etc. Su punto central se relaciona con la selección de los componentes a utilizar y con los criterios que los representan.

El paisaje es generalmente un conjunto de ecosistemas relativamente homogéneos tales como campos, prados, bosques, pueblos y ciudades, etc., compuestos por una matriz englobante, manchas y corredores (Gordon y Forman, 1983). La dimensión de un paisaje es variable, puede limitarse a unos pocos kilómetros, pero puede ser también mucho mayor. Sin embargo, su característica más importante es que se demuestra como un indicador de todos los acontecimientos o procesos que han ocurrido a lo largo de su historia o están ocurriendo con respecto a procesos naturales y las actividades humanas.

Y es precisamente con respecto a las actividades humanas, que el paisaje es clara evidencia de la actitud humana hacia el medio ambiente y los recursos naturales a través del tiempo, de las afectaciones por remoción de vegetación,

aprovechamientos de los recursos naturales o el valor que le da la sociedad a nuestro entorno.

Para el análisis del paisaje se delimitaron 13 unidades paisajísticas en base a las topoformas y al uso de suelo y vegetación (tabla IV.119). En el sistema ambiental se presentan cinco topoformas dominantes en orden descendente con porcentaje de superficie son llanura y agricultura de riego anual y semipermanente (19.46%), sierra y veg. sec. arbustiva de selva baja caducifolia (18.51%), llanura y agricultura de riego anual (17.45%), sierra y veg. sec. arbórea de selva baja caducifolia (14.41%) y sierra y agricultura de temporal anual (12.63%)

Con respecto a la composición vegetal presente en las dos topoformas existen variaciones, en el caso de la sierra se encuentra conformada principalmente por veg. sec. arbustiva de selva baja caducifolia, veg. sec. arbórea de selva baja caducifolia, agricultura de temporal anual, agricultura de riego anual y semipermanente y agricultura de riego anual. En la topoforma *llanura* la superficie se encuentra ocupada principalmente agricultura de riego anual y semipermanente, agricultura de riego anual, agricultura de temporal anual y veg. sec. arbustiva de selva baja caducifolia.

**Tabla IV.119.** Unidades Paisajísticas en el sistema ambiental

No.	Unidad de paisaje	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
1	Llanura y Agricultura de riego anual	19.79	17.45
2	Llanura y Agricultura de riego anual y semipermanente	22.06	19.46
3	Llanura y Agricultura de temporal anual	4.75	4.19
4	Llanura y Asentamientos humanos	1.00	0.88
5	Llanura y Pastizal inducido	0.39	0.35
6	Llanura y Veg. sec. arbustiva de selva baja caducifolia	2.79	2.46
7	Sierra y Agricultura de riego anual	2.75	2.43
8	Sierra y Agricultura de riego anual y semipermanente	5.64	4.98
9	Sierra y Agricultura de temporal anual	14.32	12.63
10	Sierra y Asentamientos humanos	0.13	0.11
11	Sierra y Pastizal inducido	2.42	2.13
12	Sierra y Veg. sec. arbórea de selva baja caducifolia	16.34	14.41
13	Sierra y Veg. sec. arbustiva de selva baja caducifolia	20.99	18.51

Como se aprecia en la tabla anterior la unidad de paisaje las cinco clases dominantes en el sistema ambiental son llanura y agricultura de riego anual y semipermanente (19.46%), sierra y veg. sec. arbustiva de selva baja caducifolia, llanura y agricultura de riego anual, sierra y veg. sec. arbórea de selva baja caducifolia y sierra y agricultura de temporal anual que en conjunto ocupan el 82% de la superficie total del sistema ambiental, el resto de la superficie se encuentran unidades de paisaje que cada una representa menos del 5% de la superficie del sistema ambiental.

El análisis del paisaje se realizó considerando criterios geo-ecológicos y de relieve, con el objetivo principal de obtener la Calidad Visual Vulnerable (CVV) como un indicador en función de la Calidad Visual (CV), Capacidad de Absorción Visual (CAV) y de la Visibilidad (V), los cuales se describen y calculan a continuación.

### **Calidad Visual del Paisaje (CV) en el sistema ambiental**

La calidad visual del paisaje referida como la valoración del atractivo visual del paisaje está en función de propiedades tales como colores, contrastes o formas que dependen de la morfología del paisaje, el tipo de vegetación y la presencia de cuerpos de agua entre otros.

Para realizar la evaluación de la calidad visual del paisaje, se contó con la ayuda del personal que participó en la toma de datos de campo, se realizó una evaluación de cada una de las unidades paisajísticas aplicando la siguiente expresión, misma que es desarrolla en un sistema de información geográfica utilizando el software Arc Gis 10.1. La calidad visual del paisaje se evalúa a través de la siguiente expresión.

$$CV = \sum (T, C, FE, R, AH)$$

Dónde:

**CV** = Calidad visual

**T** = Topoformas



- C** = Color  
**FE** = Fondo Escénico  
**R** = Rareza  
**AH** = Actividades Humanas

Los criterios para valorar cada uno de los componentes de la calidad visual se establecen en la tabla IV.120, una vez evaluados cada una de los componentes estos se suman para generar los valores de la calidad visual de cada una de las unidades paisajísticas.

**Tabla IV.120.** Criterios Utilizados para la Evaluación de la Calidad Visual.

PONDERACION	5	3	1
Topoformas	Relieve muy montañoso, marcado y prominente, o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado o sistema de dunas; o presencia de algún rasgo muy singular y dominante.	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes excepcionales.	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular
<b>USO DE SUELO Y VEGETACIÓN</b>			
Color	Combinaciones de color intensa y variada, o contrastes agradables entre suelo y vegetación.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contrastes, colores apagados.
Fondo Escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto.	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto.
Rareza	Único o poco común, o muy raro en la región, posibilidad real de contemplar fauna y vegetación de manera excepcional.	Característico, aunque similar a otros en la región.	Bastante común en la región.
Actividades Humanas	Libre de actividades estéticamente indeseadas con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en una totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.

Los valores obtenidos se clasifican en tres clases; alta, media y baja de acuerdo a los siguientes criterios (tabla IV.121).

**Tabla IV.121.** Clasificación de Calidad Visual del Paisaje.

SENSIBILIDAD	CRITERIO	VALOR NÚMÉRICO
Alta	Mantienen sus caracteres originales y prevalece una estabilidad equilibrio entre los subsistemas abiótico, biótico y antrópico, tienen alta capacidad de resiliencia y muy bajo nivel de deterioro. Existen procesos edafogénicos y recolonización vegetal que garantizan el mantenimiento de la riqueza y el equilibrio de sus paisajes. Con aprovechamientos del potencial natural, sin afectar la regeneración natural.	19 - 33
Media	Presenta una situación de estabilidad favorable, aunque puede ser frágil debido a acciones antrópicas sobre los componentes bióticos que han simplificado el sistema, incrementando su sensibilidad a impactos externos. No obstante, la baja incidencia e intensidad no compromete el equilibrio alcanzado, de tal forma que los escasos desajustes espaciales y temporales del potencial ecológico pueden ser restaurados.	12 – 18
Baja	Presenta diversas situaciones de deterioro en distinto grado y manifiesta una sensible inestabilidad, la posibilidad de recuperación de un paisaje degradado depende de su nivel de deterioro.	0 - 11

Las clases de calidad visual determinadas dentro de la sistema ambiental se muestran en la tabla IV.122, y como se puede observar domina la clase de calidad *visual baja* (42%) la cual se localiza en los sistemas de topoformas *llanura* en esta clase el tipo de vegetación de agricultura de humedad anual y permanente, agricultura de humedad semipermanente y permanente agricultura de riego semipermanente y permanente, asentamientos humanos y zona urbana, podría decirse que estas unidades de paisaje son las peor conservados se encuentran y ello disminuye la calidad visual del paisaje.

En la clase de calidad visual *media* los sistemas de topoformas son *llanura* en las cuales el uso principal es pastizal y selva baja caducifolia, por lo que se puede concluir que las unidades de paisaje que tuvieron una clase baja de calidad visual

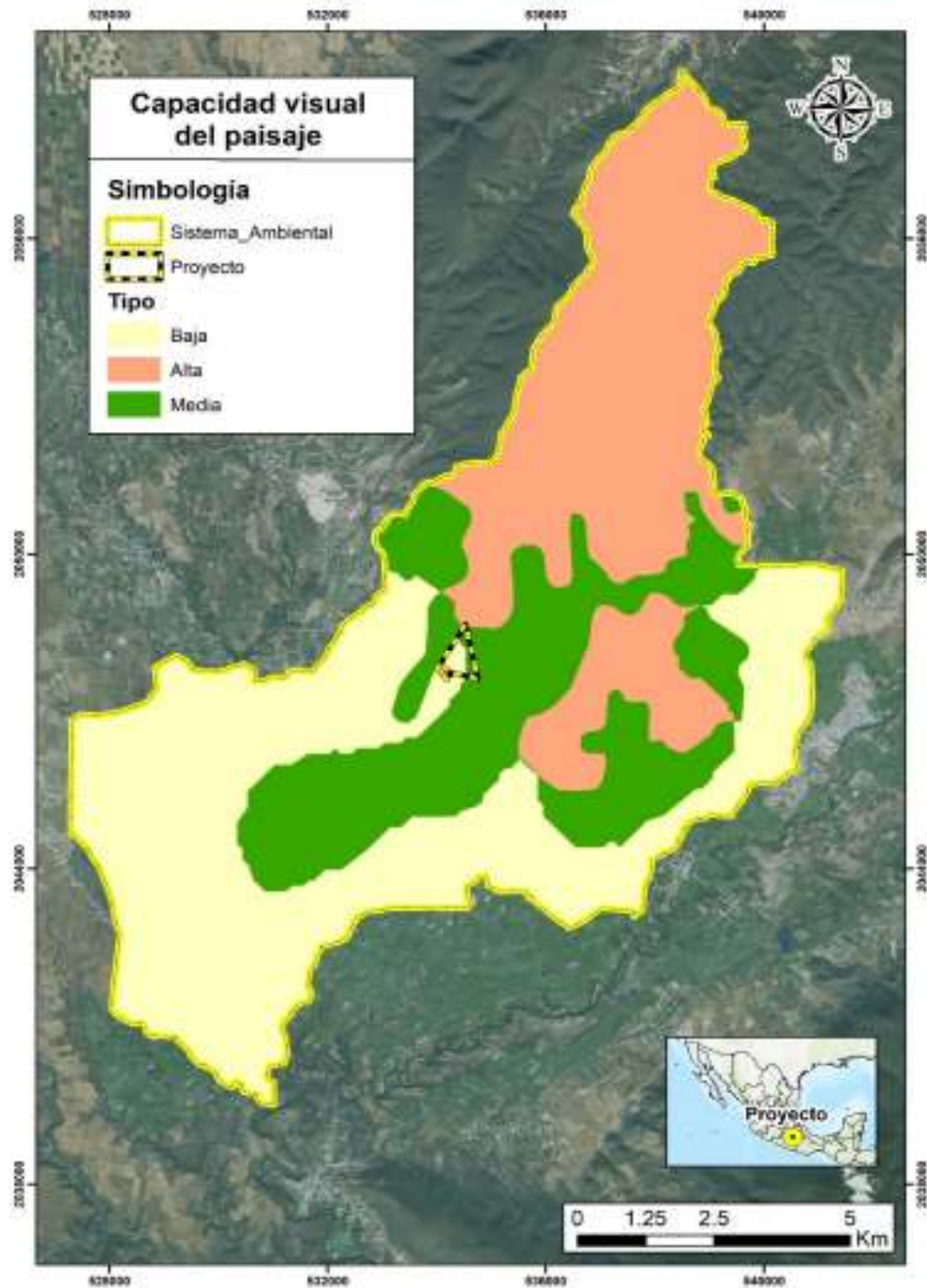
se debe principalmente a que las actividades antrópicas han alterado de manera negativa la valoración atractiva del paisaje.

**Tabla IV.122.** Clases de la calidad visual.

VALOR	CLASE	ÁREA (Km <sup>2</sup> )	ÁREA (%)
1	Baja	48.00	42.33
2	Media	28.05	24.74
3	Alta	37.33	32.93
<b>TOTAL</b>		<b>113.38</b>	<b>100</b>

Por último, la clase alta es posible encontrar son *sierra* en las cuales los principales usos de suelo es bosque de encino y bosque de pino, al ser zonas conservadas aumentan la calidad visual del paisaje.

Particularmente para el área total del proyecto, la calidad visual del paisaje se circunscribe en su dentro de la clase media y baja, esto debido principalmente a los elementos de color, fondo escénico, rareza y actividad humana. En el mapa IV.56, se muestra la distribución de las tres clases de calidad visual del paisaje que fueron determinadas dentro del sistema ambiental.



Mapa IV.56. Calidad visual del paisaje

## Capacidad de Absorción Visual (CAV) en el sistema ambiental

La capacidad de absorción visual es la capacidad que tiene un paisaje para acoger actuaciones propuestas sin que se produzcan variaciones en su carácter visual, lo que centra la atención. Esta variable es lo opuesto al concepto de “fragilidad visual”, que es la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se hace un uso de éste, en otras palabras, expresa el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones.

De acuerdo a lo anterior, a mayor capacidad de absorción visual corresponde menor fragilidad o vulnerabilidad visual.

Su valoración se realiza también a través de factores biofísicos ponderados individualmente. Son varios los elementos que intervienen en la CAV del paisaje, como son: las características ambientales del sistema ambiental que aumentan o disminuyen su capacidad de absorción visual, y que depende de factores como altura de la vegetación y características tipográficas como la pendiente, orientación y susceptibilidad a la erosión. Otros parámetros utilizados son la diversidad de la vegetación y el grado de actuación humana presente en el paisaje.

La evaluación de la calidad de absorción visual de cada una de las unidades de paisaje se aplicó la siguiente fórmula, la expresión se desarrolla en un sistema de información geográfica, utilizando el software Arc, Gis 10.1. La siguiente expresión es que la se empleó para evaluar la capacidad de absorción visual del paisaje dentro del sistema ambiental y el área del proyecto.

$$\text{CAV} = \text{P} \times \Sigma (\text{E}, \text{R}, \text{D}, \text{C}, \text{AH})$$

Dónde:

- P** = Pendiente
- E** = Erosionabilidad y estabilidad de suelo
- R** = Potencial estético
- D** = Diversidad de la vegetación
- C** = Color
- AH** = Actuación humana



Para evaluar cada componente de la CAV se siguieron los criterios establecidos en la tabla IV.123, en el caso factor pendiente se realizó la reclasificación del mapa, estableciendo tres clases de pendientes, el factor de estabilidad del suelo y erosionabilidad del suelo se evaluó utilizando la capa de erosión hídrica del suelo, los demás elementos fueron evaluados tomando en cuenta el uso de suelo, el sistema de topofomas y tipos de suelo presentes en cada unidad de paisaje.

**Tabla IV.123.** Factores Considerados en la Estimación de la Capacidad de Absorción Visual del Paisaje.

FACTOR	CONDICIONES	PUNTAJES	
		NOMINAL	NUMÉRICO
Pendiente (P)	Inclinado > 27°	Bajo	1
	Inclinación suave 13°– 27°	Moderado	2
	Poco inclinado < 13°	Alto	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos altos de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial.	Bajo	1
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial.	Moderado	2
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial.	Alto	3
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Bajo	1
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Alto	3
Diversidad de vegetación (D)	Eriales, prados y matorrales	Bajo	1
	Coníferas, repoblaciones	Moderado	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3
Actividad humana (AH)	Fuerte presencia antrópica	Bajo	1
	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Alto	3
Contrastes de color (C)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Alto	3

Una vez desarrollada la expresión de la CAV los valores numéricos obtenidos se agrupan en tres categorías; alta, media y baja (tabla IV.124).

**Tabla IV.124.** Clases de Capacidad de Absorción Visual.

CATEGORIA	VALOR NUMERICO
BAJA = < 10	1
MEDIA = 11 - 20	2
ALTA = > 21	3

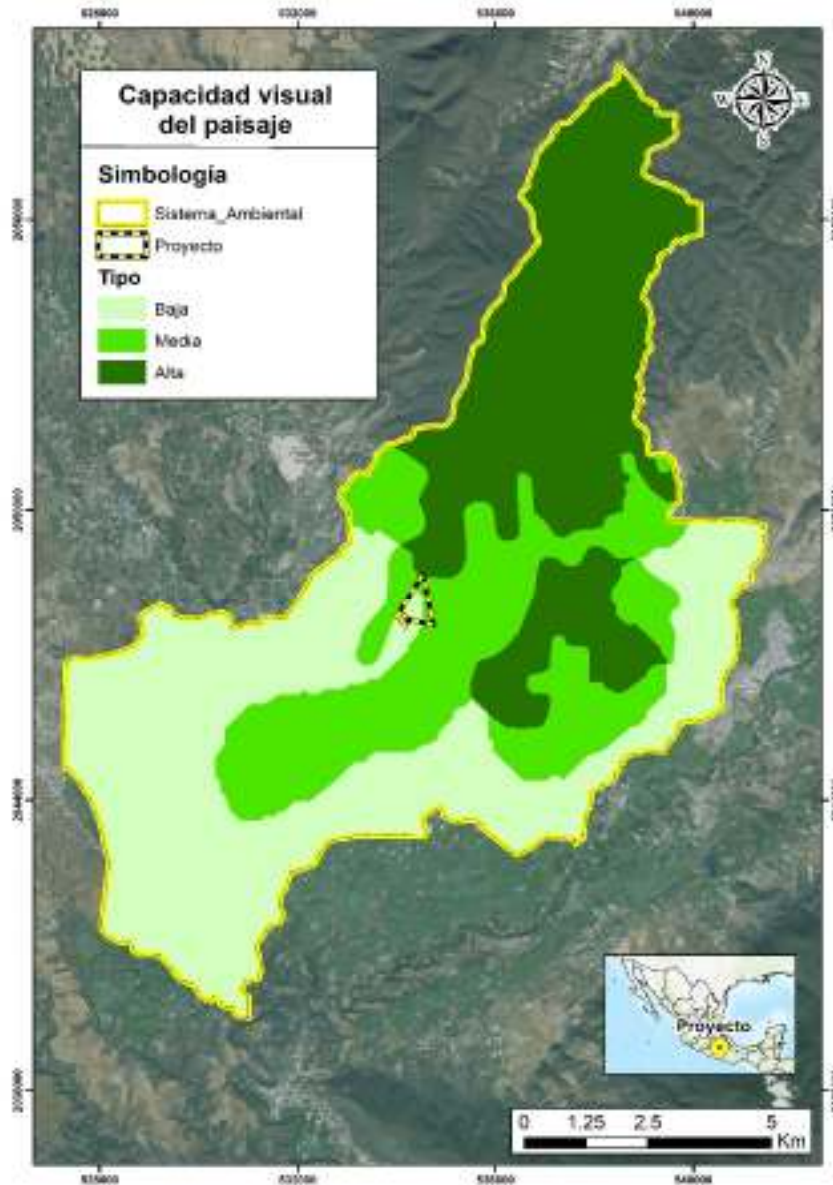
En la tabla IV.125 se presentan las clases de capacidad de absorción visual presentes en el sistema ambiental. En la clase alta dominan pendientes menores entre 13°, y principalmente porque el nivel de erosión es *baja* lo que hace que el paisaje sea menos vulnerable a la fragilidad, además de que los elementos de potencial estético, diversidad de vegetación y contrastes de color tuvieron valores altos en la evaluación de la capacidad de absorción visual, a pesar de que es en esta clase se encuentran las superficies agrícolas y urbanas el paisaje aun no presenta alguna variación en su carácter visual.

**Tabla IV.125.** Clases de Capacidad de Absorción Visual.

CLASE	ÁREA (Km <sup>2</sup> )	ÁREA (%)
Baja	48.00	42.33
Media	28.05	24.74
Alta	37.33	32.93
<b>TOTAL</b>	<b>113.38</b>	<b>100</b>

La clase *media* ocupa el 25% de la superficie en el sistema ambiental y su atributo se debe principalmente a un nivel de erosión baja a ligera y a la presencia de algunos tipos de vegetación como pastizales o a vegetación secundaria arbustiva o arbórea, que tuvieron valores altos en sus elementos de potencial estético, diversidad de vegetación y contrastes de color. Por último, se encuentra la clase *Baja* con menos de 42% de superficie, cuyo uso de suelo está caracterizado por vegetación conservada.

De acuerdo al mapa IV.57 la capacidad de absorción visual dentro del área total de proyecto pertenece a la clase media y baja, esto debido principalmente a que las características de la pendiente, el potencial estético, la diversidad de la vegetación y el color tuvieron valores elevados de acuerdo a los criterios establecidos para la determinación del atractivo visual del paisaje.



Mapa IV.57. Capacidad de absorción visual

## Grado de Visibilidad en el sistema ambiental

Para fines del estudio, la visibilidad es el espacio geográfico desde donde puede ser visto un proyecto o actuación humana, en otras palabras, su incidencia visual, que depende de la conformación del terreno, de propiedades de la vegetación y de las dimensiones propias del proyecto en particular.

Para el caso de este proyecto la determinación del grado de visibilidad se realizó primeramente haciendo una evaluación de cada una de las unidades de uso de suelo y vegetación que conforman el sistema ambiental, los valores que se utilizaron en la evaluación fueron el 1 y 2 con clases de visible y poco visible respectivamente, considerando para cada unidad las propiedades de la vegetación, la conformación del terreno y la pendiente.

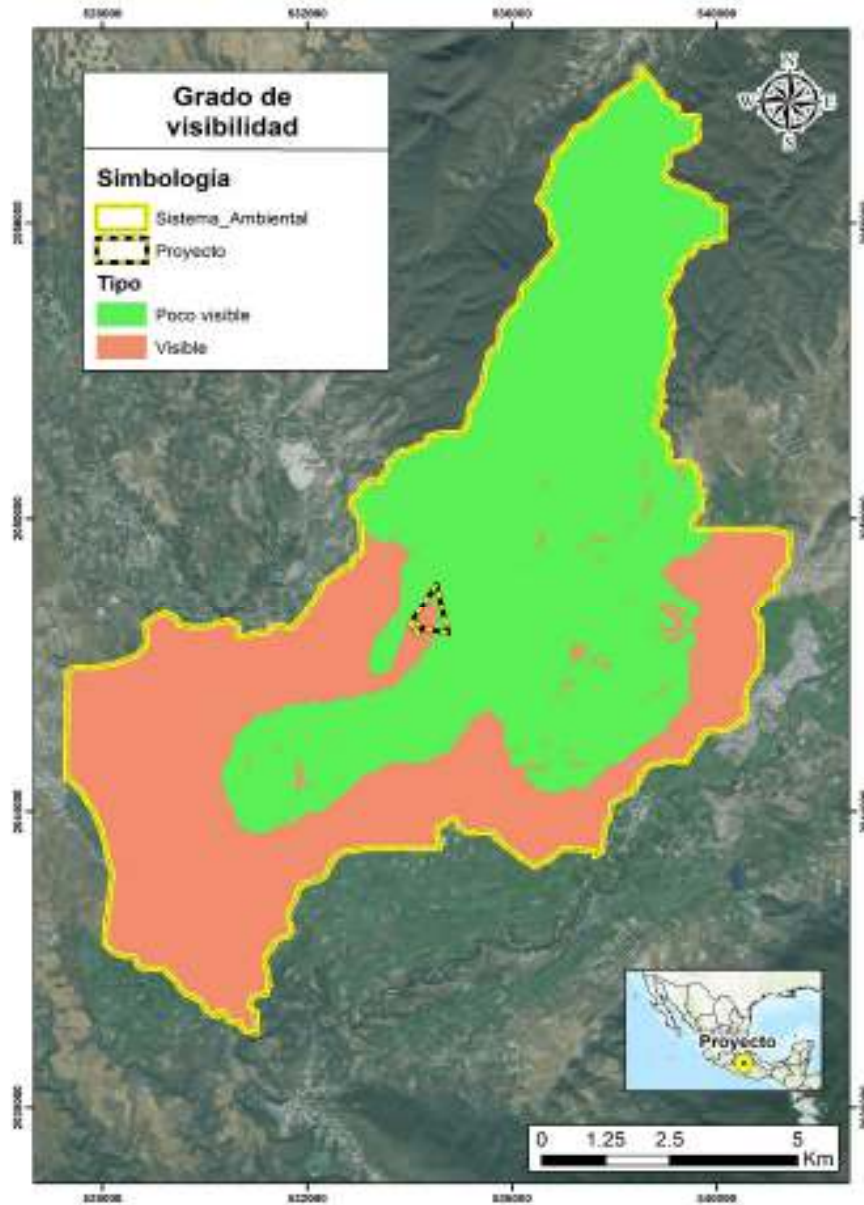
Después de esto se procedió a realizar la unión y la suma de los valores de la evaluación de la pendiente con las unidades de uso de suelo y vegetación, a este resultado se le aplicó una reclasificación donde se establecieron dos clases de grado de visibilidad del paisaje los cuales se concentran en la siguiente tabla IV.126.

**Tabla IV.126.** Grado de Visibilidad en el sistema ambiental.

VALOR	CLASE	ÁREA (Km <sup>2</sup> )	AREA (%)
2	Poco Visible	64.36	56.77
1	Visible	49.02	43.23
<b>TOTAL</b>		<b>113.38</b>	<b>100</b>

Como se pudo observar el 43.23% de la superficie es *Visible*, esto se le atribuye a que las pendientes dominantes son menores al 30° en las cuales se pueden encontrar topofomas de *Llanuras* con vegetación menos densa (presencia de pastizales y zonas agrícolas) lo cual permiten la visibilidad del paisaje, mientras que la categoría de *Poco visible* representa 43.23% de la superficie total de la sistema ambiental y está determinado principalmente por pendientes pronunciados y una mezcla de diferentes tipos de vegetación con mayor cobertura forestal conservada.

El grado de visibilidad dentro del área total del proyecto es dominada, por la clase visible. La distribución de la visibilidad del paisaje en el área de estudio se aprecia en el mapa IV.58.



Mapa IV.58. Grado de visibilidad del paisaje



### Calidad Visual Vulnerable en el sistema ambiental

Para evaluar la sensibilidad al deterioro del paisaje del área de estudio, se utilizó el índice de Calidad Visual Vulnerable (CVV) en función de los atributos del paisaje antes expuestos (Calidad visual, Capacidad de absorción visual y Visibilidad) de la siguiente manera:

$$CVV = CV + CAV + V$$

Dónde:

- CVV** = Calidad Visual Vulnerable
- CAV** = Capacidad de Absorción Visual
- CV** = Calidad Visual
- V** = Visibilidad

Aplicada la expresión anterior, se obtuvo la CVV para el sistema ambiental y se calificó cada una de ellas con los rangos de clase que se presentan en la tabla IV.127.

**Tabla IV.127.** Clases de Calidad Visual Vulnerable.

CVV	VALOR	CLASES
1 – 3	1	Baja
4 – 6	2	Media
7 - 9	3	Alta

Los resultados obtenidos indican que la clase media es la que abarca la mayor superficie (tabla IV.128).

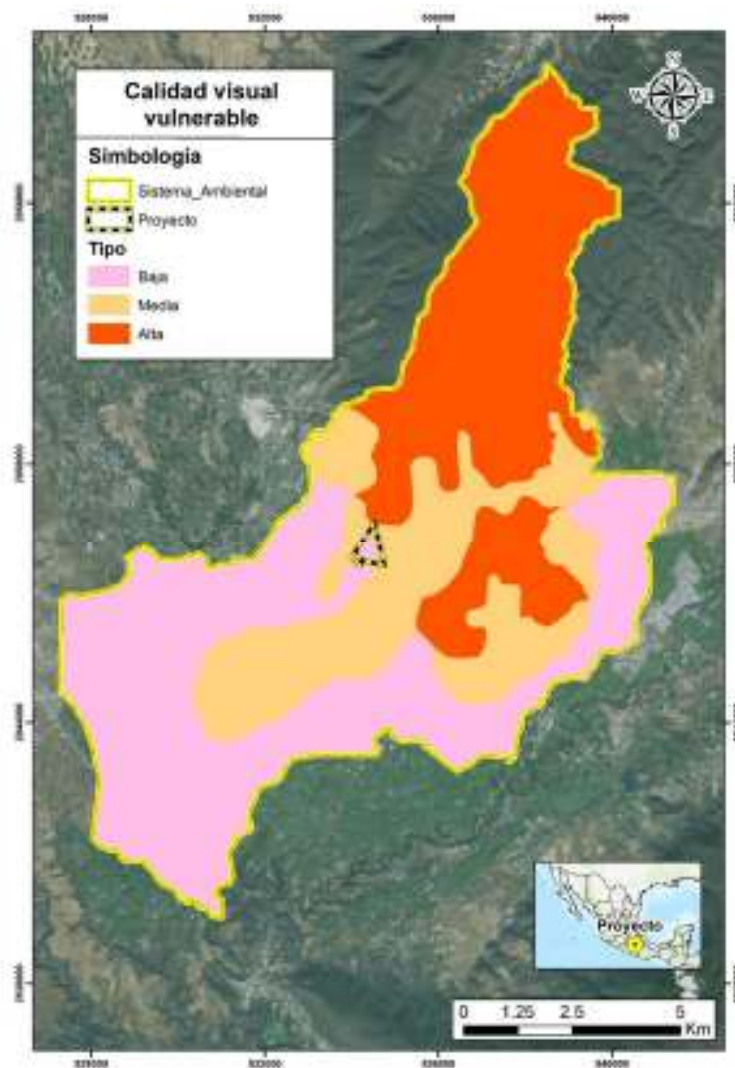
**Tabla IV.128.** Distribución de la Calidad Visual Vulnerable presente en el sistema ambiental.

VALOR	CLASE	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
1	Baja	48.00	42.33
2	Media	28.05	24.74
3	Alta	37.33	32.93
<b>TOTAL</b>		<b>113.38</b>	<b>100</b>

La calidad visual vulnerable media se distribuye principalmente en aquellas zonas de uso agrícola y con pendientes menores del 10%, tasas de erosión bajas,

topografía plana que le contribuyen ciertos niveles de sensibilidad al deterioro del paisaje, la clase alta se encuentra principalmente en aquellas con coberturas mayores al 75% por lo que el tipo de vegetación juegan un papel muy importante en la determinación de las características de la calidad visual y el deterioro del paisaje, además la presencia del factor humano en esta categorías es poco perceptible lo que aumenta el índice de calidad visual vulnerable.

Tomando en cuenta el mapa IV.59 la calidad visual vulnerable dentro del área total del proyecto abarca la clase media-baja.



**Mapa IV.59.** Calidad visual vulnerable

### **IV.3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**

Se entiende como diagnóstico “la evaluación de las propiedades del medio físico y socioeconómico, así como su estado con relación a la utilización del territorio por las actividades humanas”. En este caso, el diagnóstico se fundamentó en el análisis de la información que se presentó en los apartados anteriores del presente capítulo, así mismo, se identificaron y analizaron las tendencias del comportamiento de algunos procesos relevantes que reflejan el deterioro ambiental y/o grado de conservación del área de estudio, como el cambio de uso de suelo en los últimos 25-30 años. Por otra parte, se analizan los problemas ambientales que existen en el área del proyecto como consecuencia no sólo de los procesos naturales, sino también por las actividades humanas actuales; con base en lo anterior, se identificaron en las obras del trayecto y del predio en estudio, los sitios críticos que requieren atención para su restauración y/o conservación.

#### **IV.3.1. Síntesis de las características bióticas y abióticas más relevantes del área de estudio**

A fin de realizar el diagnóstico ambiental, del área de estudio, se realizó un análisis de la información recopilada durante la caracterización del medio, previo a la realización de la obra del Proyecto.

#### ***Metodología***

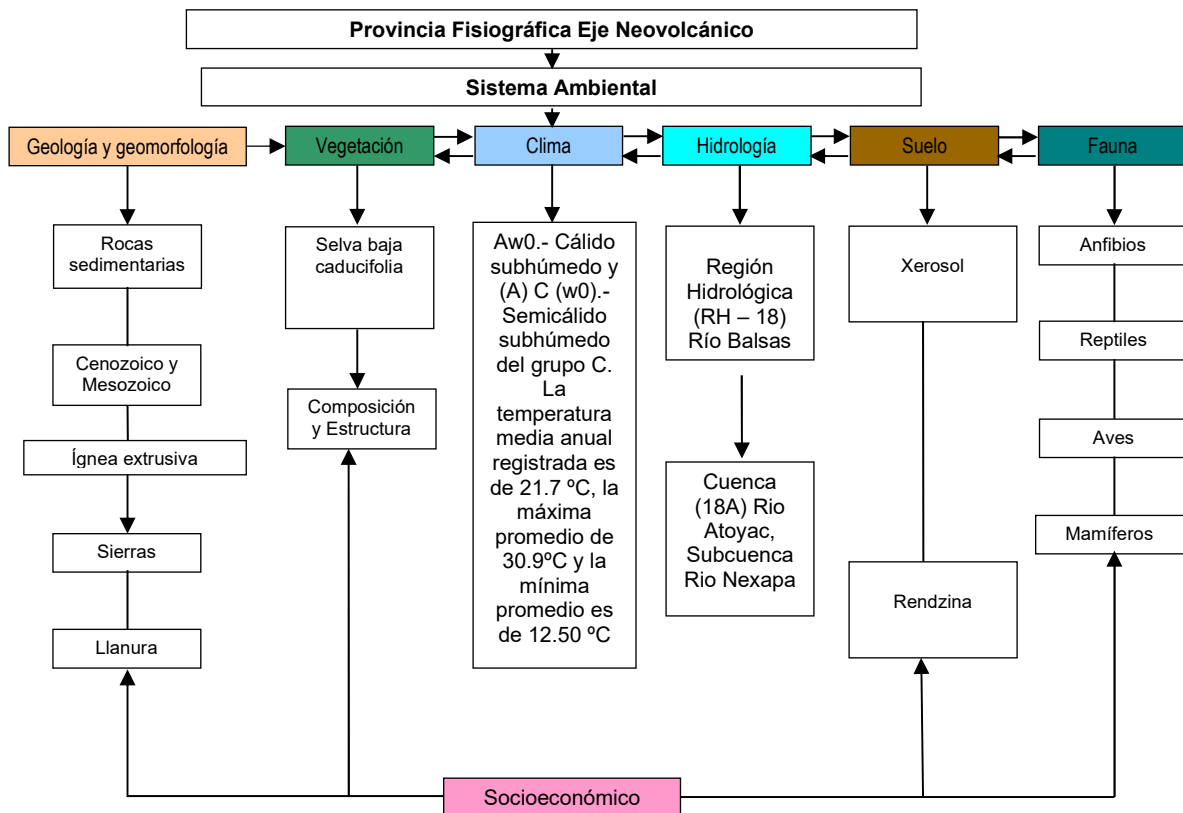
El diagnóstico del sistema ambiental del área de estudio se realizó con base en el análisis de los resultados de la caracterización ambiental realizada. Dicho análisis permitió a) identificar aquellos procesos o componentes clave en el funcionamiento del sistema, y b) establecer las principales tendencias del sistema.

El sistema ambiental se caracterizó considerando a los subsistemas natural y socioeconómico. Para ello se construyó un modelo conceptual de las relaciones que se establecen entre los componentes de ambos subsistemas. En dicho modelo se representaron las interacciones entre los factores y sus componentes que representan la estructura del sistema. Este diagrama permite entender las relaciones entre los componentes del sistema e identificar los factores del medio natural sobre los que el subsistema socioeconómico ejerce mayor presión.

## Estructura del sistema

### 1. Identificación de las interrelaciones detectadas y flujos principales

La identificación de las interrelaciones y flujos principales entre los componentes ambientales dentro del subsistema ambiental, en cierta forma corresponden con la estructura del sistema. En la figura IV.16, se ilustran con líneas, flechas y rectángulos los componentes y sus interrelaciones, indicando cuáles son los elementos físicos, bióticos y socioeconómicos que forman parte de la estructura del sistema ambiental donde se ubicará el proyecto y que de alguna manera tendrán alguna relación directa o indirecta con los impactos generados durante la construcción y operación de las obras en estudio.



**Figura IV.16.** Esquema de las estructura del sistema ambiental de los componentes a afectarse con la obra en estudio

2. *La identificación de los componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticas en el funcionamiento de las unidades ambientales, se llevó a cabo considerando lo siguiente.*

La identificación de los componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticos, que en cierta forma determinan el funcionamiento de los sistemas, se hizo con el fin de centrar y dar dimensión en el manejo de los problemas que se analicen. Para ello se consideró primero que un:

- *Sistema ambiental*: es la interacción entre componentes físicos y abióticos influidos por el componente socioeconómico (incluye todas las posibles actividades humanas) de la región donde se pretende establecer el proyecto eléctrico.
- *Componentes ambientales relevantes*: Se determinó sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones con las actividades humanas.
- *Componente ambiental crítico*: Se define considerando los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso, social y comercial.

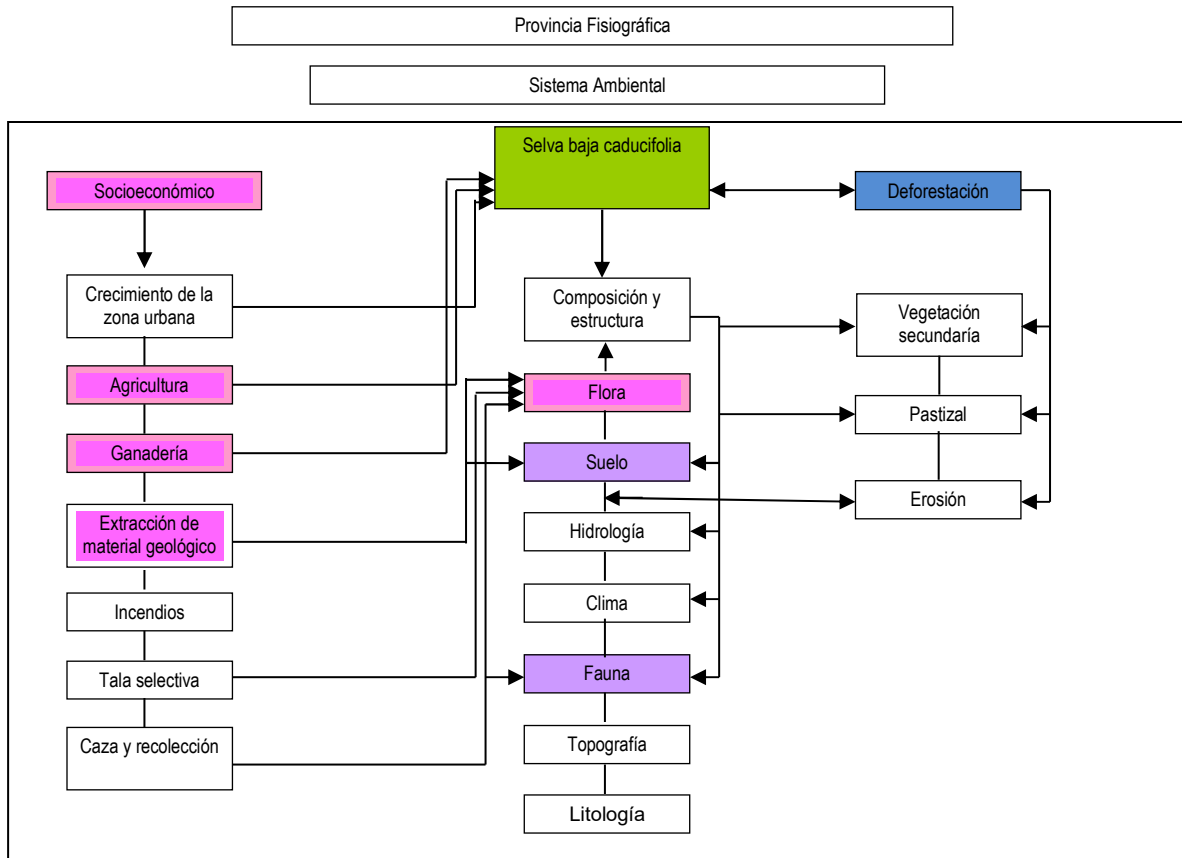
Para la determinación de los mencionados componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticos se consideraron básicamente los siguientes puntos.

1. Identificación de todos los componentes significativos descritos en los temas precedentes.
2. Definición de las interrelaciones entre los componentes seleccionados.
3. Especificación de los mecanismos por los cuales toman lugar los cambios en el sistema (la distribución de las propiedades junto con los componentes).
4. Observaciones hechas en campo sobre la situación actual del sistema natural que se representa.
5. Reunión de opinión multidisciplinaria

En la figura IV.17, se ilustra con líneas, flechas y rectángulos los componentes y sus interrelaciones de las áreas relevantes y/o críticas que se identifican para los subsistemas ambientales que componen el área de estudio. Tomando en consideración dicha figura IV.17, se identificó que el subsistema representa áreas relevantes; sin embargo, se concluyó que los dos elementos físicos-bióticos relevantes son la flora y los componentes socioeconómicos, a partir del primero se desprenden otros dos elementos. El suelo y la vegetación.



A partir de dichos resultados, se hace a continuación una descripción de cada componente para este sistema.



**Figura IV.17.** Esquema de los componentes relevantes y/o críticos del sistema ambiental que componen el área de estudio.

### IV.3.2. Componentes ambientales relevantes y/o críticos

Con base en la opinión experta de los integrantes de cada una de las disciplinas que contribuyeron a la elaboración de este estudio, se distinguieron los siguientes criterios para la identificación de los componentes ambientales relevantes:

*Condición nativa del ecosistema.* Se consideraron nativos a las unidades ambientales que presentaran rasgos de las comunidades vegetales originales.

*Singularidad de las unidades ambientales.* Se consideraron los siguientes aspectos:

- a) las características escénicas,
- b) importancia para la conservación de la biodiversidad i.e. hábitat exclusivo para algunas especies, corredor biológico,
- c) existencia de alguna actividad económica en el área de estudio que no sea compatible con el proyecto, y
- d) fuerte sensibilidad al deterioro por el desarrollo del proyecto.

*Presencia de especies con algún régimen de conservación.* Se consideraron los resultados de los distintos levantamientos de flora y fauna y la existencia de este tipo de especies.

#### **Subsistema ambiental**

##### ➤ *Vegetación*

Este componente se ha identificado como el más relevante dentro del sistema, pues cumple una función en la estabilidad del sistema, tal es el caso de preservar los suelos, así como el hábitat para el desarrollo de la fauna local y regional, y como sustento del desarrollo socioeconómico de la zona. Dicha estabilidad se encuentra amenazada como consecuencia las actividades agropecuarias (componente socioeconómico), y extracción de material geológico (yeso), lo que ha dado como resultado una pérdida importante de la cubierta vegetal, pues la afectación incluye el estrato arbustivo.

Se observa, dentro del área de estudio, afectaciones importantes en las zonas forestales cercanas a las localidades, principalmente por las actividades urbanas y mineras, lo que ha provocado una fuerte presión sobre los terrenos de selva baja caducifolia.

Por lo anterior, aunado a los problemas económicos que sufren las comunidades del área de estudio, se han generado fuertes presiones sobre el componente vegetación, lo cual es un reflejo de la actual composición y estructura del mismo y en general, del sistema ambiental.

Como consecuencia de dichas acciones de desmonte de la vegetación de selva baja caducifolia, existen grandes extensiones de agrícolas y de pastizales inducidos.

➤ *Fauna*

En el área de estudio se ha reconocido solo un ambiente, esto como producto de una serie de procesos evolutivos marcados por el surgimiento de las sierras y llanuras o planicies, dando como resultado una topografía poco accidentada y una poca variedad edáfica y de comunidades vegetales. Todo esto junto ha actuado como barrera física y por lo tanto limitando la distribución de aquellas especies con menor capacidad de dispersión y favoreciendo el aislamiento de otras.

En el sistema, la riqueza faunística se ha visto severamente afectada como consecuencia de actividades humanas, de las cuales cabe mencionar la destrucción de hábitat, que provoca a su vez insularización y fragmentación de los mismos, la caza local, la minería, la cacería furtiva y el comercio de especies.

En el área que comprende el proyecto, durante el inventario de fauna silvestre en la zona del proyecto, en términos de riqueza y diversidad, se registraron 47 especies de fauna silvestre durante los muestreos. El grupo de las aves fue el que presentó el mayor número de especies con 24, así mismo el índice de diversidad más alta fue de las aves con  $H' = 2.97$ . Se registró solamente dos especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, además de 2 especies endémicas de México, (tabla IV.129).

**Tabla IV.129.** Inventario de fauna silvestre

Grupo	S	H'	H' <sub>max</sub>	J'	NOM-059	End.
Herpetofauna	4	1.1720	1.3862	0.8454	2	2
Avifauna	35	2.9723	3.5553	0.8360	0	1
Mastofauna	9	1.7651	2.1972	0.8033	0	1
<b>Total</b>	<b>48</b>				<b>2</b>	<b>4</b>

A pesar de lo anterior, la destrucción de hábitat por la apertura de áreas para las expansión de la frontera urbana, agrícola y ganadera, en conjunto con la caza y colecta de especies cinegéticas y comestibles, siguen siendo una de las actividades que más afectan las comunidades de fauna.

➤ *Suelo*

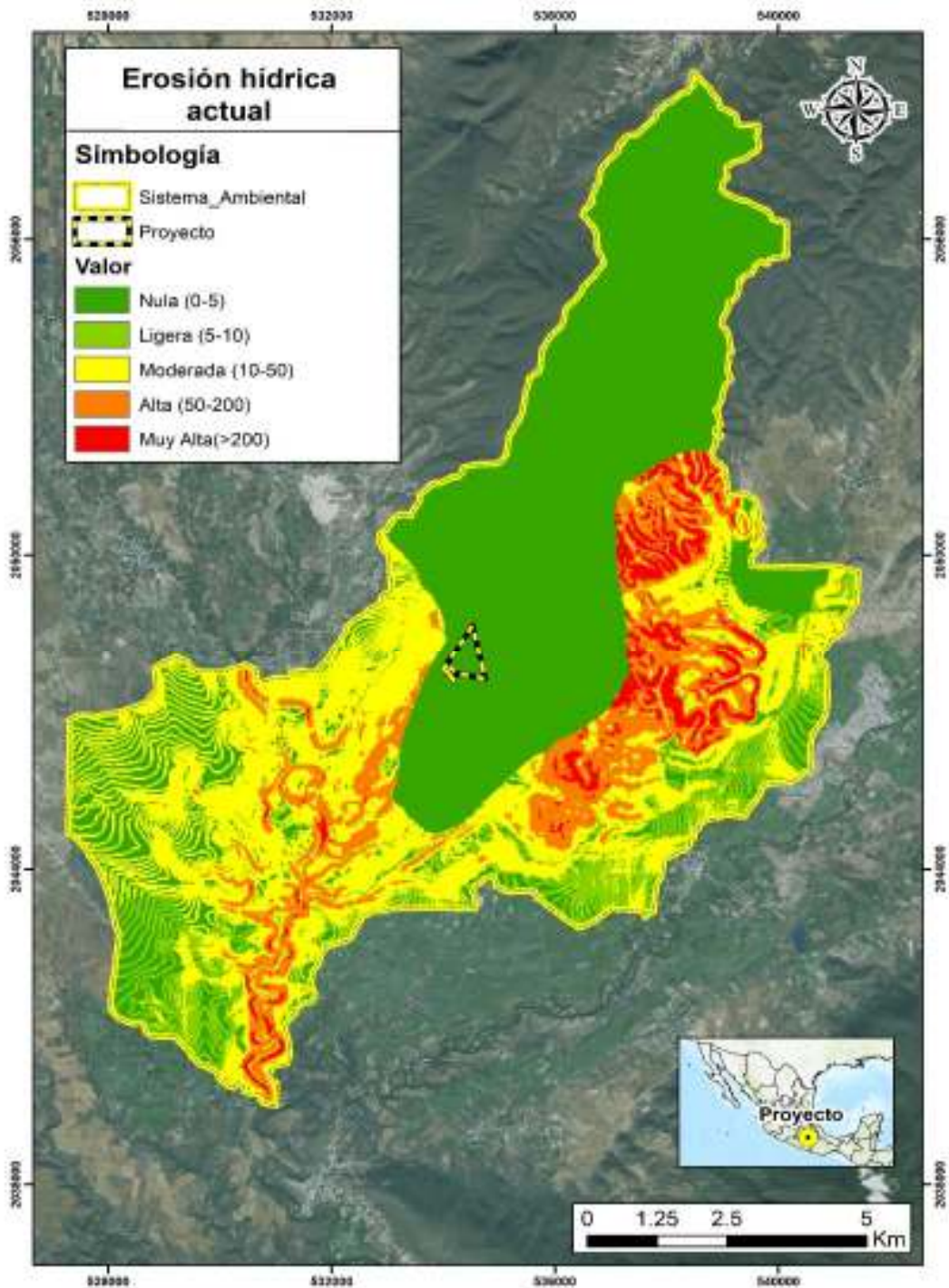
La degradación y/o alteración de los suelos ocurre principalmente por las actividades de cambio de uso de suelo.

El principal factor de degradación del suelo en la región es la erosión ocasionada básicamente por el cambio de uso del suelo, con su consecuencia eliminación de la cubierta vegetal, lo cual, ha propiciado pérdidas en el horizonte del suelo. En la región, de manera general, se identifica que en el 47.22% del sistema ambiental la erosión hídrica actual es menor a los 0-5 ton/ha/año, mientras que la y la eólica actual el 68.39% con una pérdida de suelo de 0-5 ton/ha/año. (Ver mapas IV.60 y IV.61)

Los suelos presentes en el área de estudio constituyen como característica común, son pegajosos cuando están húmedos y muy duros cuando están secos. A veces son salinos, su utilización agrícola es muy extensa, variada y productiva. Son casi siempre muy fértiles pero presentan ciertos problemas para su manejo, ya que su dureza dificulta la labranza y con frecuencia presentan problemas de inundación y drenaje. Tienen por lo general baja susceptibilidad a la erosión, las variaciones de la cobertura vegetal y la topografía, son los factores determinantes en las áreas degradadas.

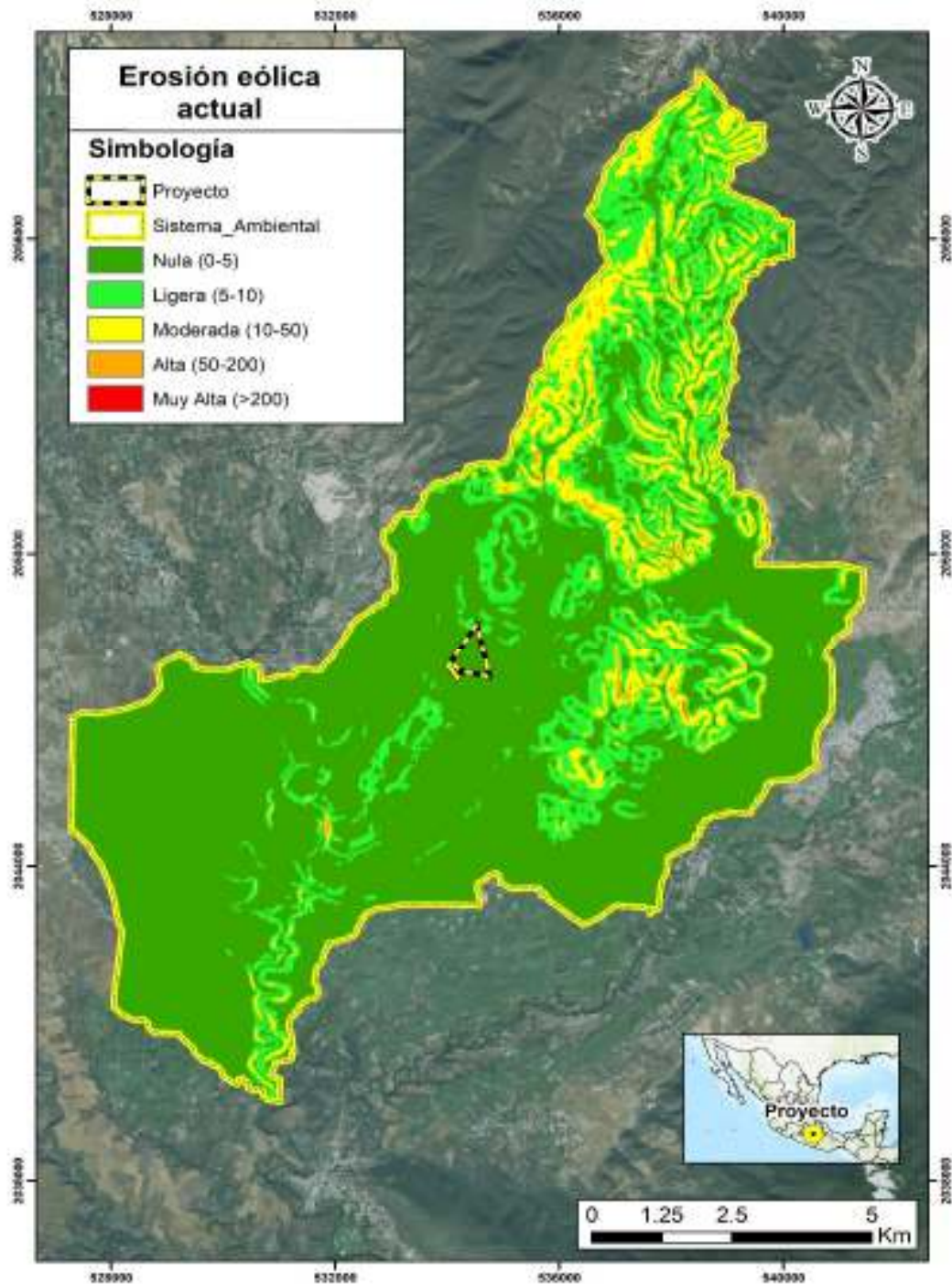
De acuerdo a esta metodología el 77.18% de la superficie del sistema ambiental presenta algún tipo de degradación de suelo: a) degradación química (37.64%) y b) Erosión hídrica (39.53%). El otro 22.82% de la superficie del sistema ambiental aparentemente no presenta degradación.

De los dos tipos de degradación del suelo, la Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica es el principal tipo de degradación (37.64%) que se presenta en el sistema ambiental de estudio.



Mapa IV.60. Ubicación de tasas de erosión hídrica en donde se ubica el sistema ambiental





Mapa IV.61. Pérdida de suelo por erosión eólica actual en donde se ubica el sistema ambiental

Cabe mencionar que la vulnerabilidad de estos suelos dentro de estos sistemas a la desertificación, se encuentra interrelacionada entre otros factores con la misma condición del suelo (textura, estructura e índice de fertilidad) y de la vegetación, así como los factores antrópicos que desencadenarán un proceso de desertificación por cultivos en suelos frágiles, reducción del tiempo de descanso de la tierra, sobrepastoreo, por lo que la degradación es el resultado de diferentes procesos, entre los más importantes se encuentra la erosión hídrica, salinización, degradación biológica (disminución de materia orgánica del suelo) y la degradación química (acidez de suelo); estos procesos en conjunto afectan en mayor o menor escala a toda el área, cabe aclarar que este análisis de erosión se tomó en cuenta a nivel sistema ambiental, ya que como sabemos la unidad mínima de manejo para análisis de riesgo de erosión es el sistema.

### **Problemática del sistema ambiental**

La zona del proyecto se ubica en su totalidad dentro del municipio de Chietla en el estado de Puebla.

Históricamente, el área de estudio ha sido fuertemente intervenida por diversas actividades productivas que han transformado a sus ecosistemas. En ella se han establecido una gran región agrícola (maíz, caña de azúcar, sorgo, frijol, etc.) y pecuaria (pastizales inducidos), lo que ha contribuido a la disminución de la vegetación natural de esta zona.

El principal agente de presión al ambiente en el área de estudio son las actividades productivas, que emplean una gran cantidad de agroquímicos, los cuales por su uso inmoderado han provocado contaminación del suelo y los cuerpos de agua.

La vegetación primaria existente en el área de estudio corresponde a selvas bajas caducifolias y acahuales o vegetación secundaria.

### IV.3.3. Análisis de cambio de uso de suelo en la región

#### *Cambio de uso del suelo.*

El análisis del cambio de uso/cobertura del suelo es crucial para entender los procesos dinámicos de la cobertura del suelo; la pérdida de la productividad y biodiversidad; vulnerabilidad a erosión; deforestación y fragmentación, entre otros aspectos necesarios para apoyar las labores de ordenamiento ecológico.

A fin de conocer las tendencias de cambio de uso del suelo a las que ha estado sujeta el área del proyecto, se consultó el estudio del Análisis de Cambio de Uso de Suelo y Vegetación ([http://mapas.ine.gob.mx/est\\_uso\\_suelo.html](http://mapas.ine.gob.mx/est_uso_suelo.html)). En la región donde se localiza el proyecto, el cambio de uso del suelo predominante ha sido el de la transformación de los bosques de galería y selvas bajas en áreas agrícolas y pastizales.

En la tabla IV.130 se presentan las estadísticas resultantes a nivel nacional, del cambio de uso de suelo y vegetación;

**Tabla IV.130.** Registro comparativo de superficies del uso de suelo y vegetación a nivel nacional (1976 a 2010)

Tipo de vegetación	Superficie (km <sup>2</sup> )		
	1976	1993	2000
Bosque de coníferas	81,224	78,816	74,718
Bosque de coníferas y latifoliadas	142,386	143,427	135,350
Bosque de latifoliadas	110,051	111,993	100,859
Bosque mesófilo de montaña	18,456	18,733	17,344
Selva perennifolia y subperennifolia	126,560	114,274	99,517
<b>Selva caducifolia y subcaducifolia</b>	<b>251,806</b>	<b>241,954</b>	<b>208,132</b>
Mezquital	36,703	31,338	29,226
Matorral xerófilo	568,229	547,503	528,646
Vegetación hidrófila	23,393	23,133	21,955
Otros tipos de vegetación	46,748	54,441	52,383
Área sin vegetación aparente	7,267	9,098	10,057
Pastizales naturales	104,846	97,901	85,153
Pastizales inducidos y cultivados	150,206	169,657	232,604
Agricultura de temporal	186,700	198,746	228,042

Tipo de vegetación	Superficie (km <sup>2</sup> )		
Agricultura de riego y humedad	76,254	87,678	99,586
Plantación forestal	339	231	226
Asentamientos humanos	2,343	9,403	12,430

Fuente: INE ([www.ine.gob.mx](http://www.ine.gob.mx))

Como se podrá observar en la tabla anterior, con excepción de la selva baja caducifolia, que es la vegetación más afectada en este período analizado, esta tendencia también se percibe para el área del proyecto.

La selva primaria es la que tiene la mayor probabilidad de transformación a sistemas agrícolas y ganaderos (2.54), asimismo este tipo de vegetación tiene un valor alto de alteración (10.9) que modifica la selva o matorrales espinosos en vegetación secundaria. Si bien el matorral espinoso tiene el mayor valor de inicio de la sucesión secundaria (6.04), con lo cual se permite el establecimiento de vegetación secundaria en áreas agrícolas que dejan de utilizarse, también tiene la mayor probabilidad de matorrales secundarios sean transformadas en terrenos agropecuarios (10.23).

Con respecto al matorral primario, éste se transforma en vegetación secundaria con una baja probabilidad (1.60), aunque tiene un alto valor de modificación a terrenos agropecuarios (9.95), lo cual se aprecia en los datos reportados en la tabla anterior.

***De acuerdo al artículo 44 del Reglamento en Materia de Impacto Ambiental de la LEGEEPA, se concluye que el proyecto, no afectara la integridad funcional ni la capacidad de carga de los ecosistemas por los cuales se ubicaran las obras en estudio.***

La **Capacidad de carga** es la propiedad del medio ambiente para absorber o soportar agentes externos, sin sufrir deterioro tal que afecte su propia regeneración, o impida su renovación natural en plazos y condiciones normales, o reduzca significativamente sus funciones ecológicas (Smith y Smith, 2001). En base a esta definición se considera que la realización del proyecto no afectara la integridad funcional ni la capacidad de carga de los ecosistemas ya que el área que abarca el proyecto, no existen ecosistemas como tal, la mayoría de los tipos de vegetación se encuentran en proceso de degradación por la existente fragmentación de hábitat que presentan. Muchas de estas áreas se les conocen como comunidades de borde.

**Un borde** es donde se encuentran dos o más comunidades vegetales en este caso es el resultado de perturbaciones inducidas por el hombre, tales como la agricultura,

el pastoreo, la tala, aclaración de tierras (Smith y Smith, 2001). En este caso por la construcción de la obra en estudio, las especies de borde pueden ser oportunistas (ya que son el resultado de la fragmentación del hábitat). En los fragmentos, las áreas grandes albergan más especies que aquellas otras más pequeñas.

Las poblaciones que ocupan hábitats fragmentados forman metapoblaciones la cual consiste en una serie de poblaciones que intercambian individuos entre ellas a través de los fenómenos de emigración e inmigración. Cada población tiene sus propias fluctuaciones poblacionales, sus propias tasas de natalidad y mortalidad y su probabilidad de colonización y extinción. El mantenimiento de estas depende de los movimientos de los individuos entre los fragmentos de hábitat. La diversidad dentro de los distintos fragmentos es dependiente del tamaño. Pequeños fragmentos de hábitats están ocupados por especie de borde. Los grandes fragmentos de hábitat albergan las especies de interior aquellas que requieren extensos hábitat así como las especies de borde. (Smith y Smith, 2001).

A nivel regional y local el impacto del cambio de uso de suelo también incide sobre la degradación y erosión edáfica (Mass, 1995). La disminución vegetal y por lo tanto en la pérdida de recursos que puede ser importante (Fearnside, 1989).

La intensa deforestación que se observa en estas selvas bajas es la fragmentación, por lo que aun el área remanente de 20% estaría constituida probablemente por pequeñas islas de vegetación aisladas unas de otras lo que tiene repercusiones significativas a nivel genético, ecológico y de funcionalidad del ecosistema (Store y Samways, 1995).

Aproximadamente la mitad de la superficie de la tercera etapa del proyecto se ubica en zonas de selva baja caducifolia en proceso de recuperación sobrepastoreados y el restante en zonas pecuarias. La fragmentación actual que presenta este tipo de vegetación localizado en el sistema ambiental es evidente, por lo que las poblaciones presentes ya están adaptadas a los cambios repentinos en el medio ambiente por las características mencionadas en el párrafo anterior por lo tanto no afectara en gran medida.

En resumen, una vez analizados los aspectos positivos y negativos dados por el establecimiento de estas obras de la tercera etapa del aprovechamiento y extracción del yacimiento de yeso del predio La Mole del proyecto en estudio para dicha región, se puede decir que es una obra de beneficio social a corto, mediano y largo plazo para la producción industrial y minera del municipio de Chietla, Estado de Puebla, ya que por el momento solo tiene como finalidad principal, suministrar de yeso a las planta de cemento de Apazapan y Tepetzingo de CEMOSA, S.A. de C.V., para el desarrollo de estas regiones



Con base en los resultados obtenidos de los trabajos técnicos realizados en campo, de los diversos análisis de información del área del proyecto, así como de la revisión bibliográfica existente para la región, se llegó a las siguientes conclusiones:

De acuerdo a lo desarrollado en el estudio, se tiene que el recurso mayormente impactado será la vegetación, en su cobertura y estructura, derivado del cambio de uso del suelo en terrenos forestales que se originará con la extracción y aprovechamiento del yacimiento del yeso del proyecto en mención.

### ***Selva baja caducifolia***

Este tipo de vegetación se encuentra a lo largo del área del proyecto como manchones que localizan en el predio. Constituye el tipo de vegetación predominante dentro del área de estudio. Rzedowski (1978) señala que comprende bosques propios de regiones cálidas y dominados por especies arbóreas; son comunidades densas; los elementos dominantes tienen alturas que oscilan entre 5–15 m (frecuentemente entre 8–12 m), los árboles que lo constituyen forman un techo de altura uniforme, pudiendo existir un piso adicional de eminencias aisladas, tallos delgados y con una mala conformación, ramificando por lo general a baja altura, con una riqueza de especies y un rasgo fenológico de caducidad de hojas marcado por la estacionalidad de las lluvias.

En los recorridos y muestreos de campo dentro del área del polígono de la tercera etapa del proyecto, no se encontró ninguna especie de flora en estatus de conservación conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, aunque no se descarta la posibilidad de que durante las actividades previas a la preparación del sitio y extracción y aprovechamiento del proyecto se puedan encontrar algunas especies más en riesgo, para lo cual se implementara un programa de rescate de flora silvestre.

El comportamiento de la fauna registrada de manera directa, dentro de los sitios de muestreo en el área del proyecto, en términos de abundancia relativa es de la siguiente manera.

**Reptiles y Anfibios.** Se registró un total de tres especies de reptiles las cuales mostraron abundancias que van desde uno a cuatro individuos por especie de las cuales la más abundante fue *Sceloporus cautus*.

**Aves.** La especie *Hirundo rustica* (golondrina tijereta) presentó los valores de abundancia absoluta más altos con 64 individuos (25.9% de abundancia relativa).

**Mamíferos:** Los resultados del muestreo resultaron en información a partir de la cual se calcularon los parámetros poblacionales indicados en los apartados. Las especies registradas con más abundancia y mayor frecuencia fueron del grupo de los consumidores primarios: el conejo serrano (9 individuos; con una abundancia relativa de 36%); el conejo mexicano (7; 28%) y la liebre torda (3; 12%). La captura de un zorrillo pigmeo del sur y excretas de éste contabilizan una abundancia absoluta de 2 y una abundancia relativa de 8% para esta especie. Se registran numerosas madrigueras de roedores en la zona, aunque sólo se capturó un individuo que, al igual que la ardilla terrestre mexicana, la zorra gris y el vampiro común, constituyen el 4% de la abundancia relativa para registros de un solo individuo.

En términos de riqueza y diversidad, se registraron 35 especies de fauna silvestre durante los muestreos. El grupo de las aves fue el que presentó el mayor número de especies con 24, así mismo el índice de diversidad más alta fue de las aves con  $H' = 2.67$ . Se registró solamente una especie dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, además de 3 especies endémicas de México.

La totalidad del proyecto se ubica dentro del municipio de Chietla en el estado de Puebla. El área de estudio muestra una densidad de población humana relativamente baja y se considera que el proyecto no ocasionará conflictos sociales, por su ubicación en zonas socialmente no conflictivas.

Entre las medidas de mitigación que se aplicarán están realizar el pago correspondiente al Fondo Forestal Mexicano por la compensación ambiental (reforestaciones, obras de conservación de suelos y/o control de escurrimientos) por Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, para que a través de la CONAFOR se ejecuten estas acciones, se implementará un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para el parque vehicular para asegurar su operación dentro de los límites permisibles marcados por la normatividad vigente y un programa específico de protección y conservación de fauna silvestre, con especial énfasis en caso de encontrarse, en especies con estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

#### **IV.4. CONCLUSIÓN**

Una vez analizados los aspectos positivo y negativo dados por el establecimiento de la ampliación del proyecto explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole, en el municipio de Chietla, Puebla, para la región donde se ubica dicho proyecto, se puede decir que es obra es de beneficio a corto, mediano y largo plazo para la población urbana y rural en la región del oeste del estado de Puebla. La justificación técnica, económica y social de la actividad relativa al establecimiento del proyecto “explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole”, como se ha mencionado la empresa ha identificado algunas expectativas de crecimiento en la demanda del ramo, lo que representa una oportunidad de ampliación, diversificación y consolidación de su presencia en el mercado regional. Ha concebido que dadas las condiciones favorables que ofrece el mercado, resulta oportuno aplicar inversiones para satisfacer las necesidades de crecimiento y la demanda regional. Actualmente la empresa a la que se destinará la producción (Cementos Moctezuma, S. A. de C.V.), cuenta con plantas productoras de cemento en los Estados de Morelos, San Luís Potosí y Veracruz, participando activamente en el mercado de la zona sur, occidente, centro, y norte del país. En consideración a la distancia del yacimiento en la planta de Morelos (120 km) y Veracruz (330 km), se pretende incorporar dentro de su proceso la fabricación de cemento.

De acuerdo a lo desarrollado en el estudio, se tiene que el recurso mayormente impactado será la vegetación, en su cobertura y estructura, derivado del cambio de uso del suelo en terrenos forestales que se originará con la extracción y aprovechamiento del proyecto en mención. Cabe resaltar que en la evaluación del capítulo V dicho impacto resultó como no significativo debido a que existen medidas de mitigación que permitirán reducir en gran medida los impactos que se ocasionarán por el desarrollo del proyecto.

Dentro de las actividades que deberán llevarse a cabo, para mitigar impactos adversos sobre la vegetación es el depósito económico al Fondo Forestal Nacional, para que este, a través de la CONAFOR, ejecute un programa de reforestación y/o de conservación de suelos, así como la restauración de todo el predio al terminar la vida útil del yacimiento de yeso.

Los efectos de las actividades extractivas de material sobre la fauna silvestre, resultaron de menor significancia en comparación con la vegetación; sin embargo, también es importante mencionar que dichos efectos se clasificaron en el mayor de casos como temporales. Uno de los impactos negativos de mayor significancia se presenta en el paisaje, debido básicamente a la introducción de nuevos elementos al sistema.

Partiendo de todo lo anterior, es evidente que al realizar un balance de impacto-beneficio, este último predominará siempre que los impactos adversos sean atenuados con las actividades recomendadas.

Como conclusión final, la influencia del proyecto en la modificación de los procesos naturales no se considera crítica. Además, la aplicación de las medidas para prevenir, reducir o compensar los impactos que se aplicarán y los beneficios socioeconómicos que se obtendrán, da como resultado un balance (impacto/desarrollo) favorable, por lo que se considera que la ampliación del proyecto explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole, en el municipio de Chietla, Puebla, es socialmente útil, técnicamente viable y ecológicamente aceptable.

Con base en los resultados obtenidos de los trabajos técnicos realizados en campo, de los diversos análisis de información del área del proyecto, así como de la revisión bibliográfica existente para la región, se llegó a las siguientes conclusiones:

- ♦ Derivado en parte a la longitud y área del proyecto, se presenta una gran homogeneidad de hábitat, y en consecuencia la diversidad florística nos es muy abundante. El tipo de vegetación nativa existentes se limita a selva baja caducifolia, de acuerdo con los tipos de vegetación propuestos por INEGI (2010).
- ♦ En los recorridos y muestreos de campo NO se encontraron especies florísticas en estatus de conservación conforme a la NOM-059-SEMARNAT/2010.
- ♦ La totalidad del proyecto se ubica dentro del municipio de Chietla, Puebla. El área de estudio muestra una densidad de población humana relativamente baja, y la disponibilidad de servicios cercanos al proyecto es reducida. Se considera que el proyecto no ocasionará conflictos sociales.
- ♦ Con relación a los instrumentos de planeación revisados y analizados para el área de estudio, Plan Nacional de Desarrollo, Plan Estatal de Desarrollo del estado de Puebla, Programa de Medio Ambiente, plan de desarrollo urbano de Chietla, la Unidad Biofísica Ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, el proyecto no se contrapone con las políticas de desarrollo de dichos instrumentos. Así mismo, la obra, no se ubicará por ninguna área natural protegida (ANP) decretada por la federación o el estado, así como tampoco atraviesa por ninguna de las regiones terrestres prioritarias (RTP), ni de ninguna Región Hidrológica Prioritaria, definidas por la CONABIO, y tampoco se ubicará por ninguna de las áreas de importancia para la conservación de aves silvestres (AICAS).

La metodología empleada para la identificación, evaluación y descripción de los impactos ambientales se determinó: un resumen de los impactos ambientales negativos para cada una de las etapas del proyecto.

*Etapas de preparación del sitio y extracción.*

- ♦ Las acciones del proyecto que ocasionarán mayor cantidad de impactos sobre los componentes ambientales se presentan en mayor proporción durante la etapa de preparación del sitio: las actividades más relevantes en ésta etapa serán la apertura o desmonte, cuyo impacto está dado por el desmonte y despalle de la vegetación en esas superficies.

- Durante la etapa de extracción y aprovechamiento, los impactos generados se relacionan con la presencia de personal y el uso de vehículos y maquinaria, los impactos generados no son significativos, sin embargo están regulados por la normatividad vigente en la materia.

- Los impactos más significativos se presentan durante la etapa de extracción y aprovechamiento y derivan de la presencia de la infraestructura que conforma la obra, alterando las cualidades estético-paisajísticas del entorno.

- ♦ Las medidas de prevención, mitigación y compensación, propuestas para contrarrestar los impactos ambientales identificados por la obra en estudio, incluyen, además de acatar las especificaciones técnicas de protección ambiental definidas en el capítulo VI de este documento, la ejecución de un programa específico de protección y conservación de flora y fauna silvestre de la región.

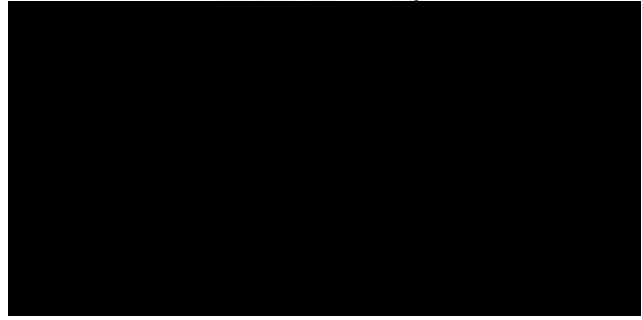
- ♦ De acuerdo con lo desarrollado en el presente documento, habiendo analizado los aspectos negativos y positivos del proyecto, se encontró que las condiciones ambientales por donde se ubicará la obra en estudio, en términos generales, sufrirán un deterioro poco significativo.

En resumen, se concluye que el proyecto es ambiental, social y económicamente factible considerando los siguientes aspectos:

- El proyecto es compatible con los instrumentos normativos y de planeación, que regulan los usos del suelo del área donde se desarrollará.
- Es factible mitigar la mayoría de los impactos ambientales adversos.
- Como consecuencia de la ejecución de las medidas de mitigación, la mayoría de los impactos tendrán una significancia baja o moderada.



- La mayoría de los impactos negativos identificados son temporales, muchos de los cuales dejarán de manifestarse cuando termine la actividad que los ocasiona.
- El cambio de uso de suelo en terrenos forestales que ocurrirá por la extracción y aprovechamiento del predio del proyecto será compensado con el depósito ante el FFM, cuyo monto equivaldrá al costo por la ejecución de un programa de restauración y conservación de suelos.
- Por último, es importante señalar que la empresa promotora del presente proyecto deberá de dar cumplimiento cabal a todas y cada una de las medidas preventivas, de mitigación y compensación, descritas en el capítulo VI de este documento; así mismo, la promotora, a través de la residencia de supervisión ambiental, supervisará y verificará el cumplimiento de las mismas.



## IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES



*Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, “Ampliación del Proyecto Explotación, Extracción y Aprovechamiento de un Yacimiento de Yeso en el Predio Denominado La Mole, en el Municipio de Chietla, Puebla”*

# ÍNDICE DEL CAPÍTULO V

**V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS  
AMBIENTALES.....1**

V.1. Metodología utilizada para la identificación y evaluación de los impactos  
ambientales.....1

V.2. Caracterización de los impactos.....5

V.3. Valoración de los impactos.....14

V.4. Conclusiones.....25

---

## Capítulo V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales.

El objetivo de este capítulo es identificar las acciones que puedan generar desequilibrios ecológicos y que por su magnitud e importancia provocarán daños permanentes al ambiente y/o contribuirán en la consolidación de los procesos de cambio existentes.

### V.1. Metodología utilizada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales

La Identificación de Impacto Ambiental es definida como la correlación que se realiza entre las acciones y actividades de un proyecto y los efectos del mismo sobre la población y los factores ambientales, medidos a través de sus atributos.

En la evaluación de los impactos ambientales es necesario, realizar una identificación de las **actividades o acciones** que se realizarán durante las distintas **fases de ejecución del proyecto**, un **inventario** y la **valoración cuantitativa y cualitativa de estas acciones**, obra o actividades susceptibles de provocar impactos, los cuales son resumidos, para la confección de la matriz de identificación y evaluación de impactos, que afecten los aspectos ambientales y socioeconómicos del área del proyecto.

Para el área de estudio se hace la predicción de los impactos pronosticando el comportamiento de cada impacto a través del tiempo y el espacio en cada etapa del proyecto de extracción del yeso, así como los factores socioeconómicos involucrados para cada una.

Existen diversas clasificaciones de impactos ambientales de acuerdo a sus atributos y por sus interrelaciones de acciones y/o efectos. La más utilizada es la propuesta por Dickert *et al*, donde considera tres funciones analíticas asociadas con la evaluación de impacto ambiental: *identificación, predicción y evaluación*, como se muestra:

**A) Métodos de identificación.** Estos ayudan en la especificación del rango de impactos que pueden ocurrir, incluyendo sus dimensiones espaciales y el periodo de tiempo. Generalmente estos métodos responden a las preguntas concernientes a las acciones del proyecto y a los elementos del ambiente que son afectados por

estas acciones. Dickert señala dos tipos de identificación como las listas de chequeo y las matrices / redes.

La *lista de chequeo* contiene factores ambientales que necesitan ser incluidos en la evaluación de los impactos de las diferentes alternativas. Una matriz es una lista de chequeo bidimensional que identifica varios tipos de acciones de un proyecto y su impacto potencial sobre los elementos del ambiente. Las redes causa-efecto enfatizan las interrelaciones de los componentes afectados.

**B) Método de predicción.** Pueden ser empleadas en la evaluación de los impactos ambientales, en la evaluación de los impactos de la calidad del aire, de la calidad del agua y del ruido en el ambiente, a partir del diseño de simulación para casos específicos.

Los métodos predictivos cuantitativos para los ambientes biológico, cultural y socioeconómico actualmente no han sido desarrollados por lo que no existen modelos para predecir los impactos ambientales, en esos componentes.

**C) Métodos de evaluación.** Estos están asociados con la evaluación, incluyen al Sistema de Evaluación Ambiental (SEA) desarrollado por Dee *et al* y la Matriz desarrollada por la Universidad de Georgia (Odum, 1971). El principal resultado de estos métodos es la conformación de un conjunto de indicadores de impacto ambiental para cada una de las alternativas, las cuales pueden ser comparadas sobre una base común.

El método de SEA (Sistema de Evaluación Ambiental) es uno de los métodos más sistemáticos que hasta ahora existen para evaluar los impactos ambientales, sin embargo la principal limitante de este método es el costo de su implementación.

### Etapas de evaluación de impactos

**Tabla V.1.** Etapas de evaluación de impactos

Etapa del proceso de evaluación	Método empleado
Identificación de las acciones y elementos del ambiente.	Lista de chequeo
Identificación de las interacciones entre las acciones y elementos ambientales de cada alternativa.	Matriz:
Significancia de los impactos observados en las diferentes etapas del	Análisis de datos y construcción de gráficos para mostrar los



---

<b>Etapa del proceso de evaluación</b>	<b>Método empleado</b>
proyecto y en los diferentes elementos del ambiente.	resultados
Estructura de las interacciones	Balance de impactos
Conclusiones y recomendaciones	Experiencia del grupo evaluador

Para abordar adecuadamente la identificación y evaluación de los posibles impactos ambientales a generarse con la ejecución de la propuesta del proyecto, se ha elegido la metodología matricial; se justifica su utilización por la diversidad de actividades a realizarse y por la multitud de elementos del medio ambiente que se verán en alguna medida modificados de su condición actual por esas actividades. (IIRSA – SUR, 2005).

**De acuerdo al análisis de la metodología se procede a la identificación y evaluación de los impactos generados para las etapas del proyecto:**

***Lista de chequeo***

Donde se describen los elementos ambientales y las acciones a realizar en cada etapa del proyecto.

***Matriz de ponderación de interacciones potenciales.***

En ésta se califican las interacciones potenciales según los siguientes criterios:

**Impacto pequeño o compatible (P).** Tratándose de impactos negativos es carencia de impacto o recuperación inmediata de las características originales del componente ambiental tras el cese de la actividad. En estos casos no son necesarias las medidas de mitigación, solo preventivas.

**Impacto mediano o moderado (M).** Tratándose de impactos negativos, es cuando la recuperación de las condiciones iniciales requiere de algún lapso de tiempo.

**Impacto grande o severo (G).** Es cuando la magnitud del impacto exige la aplicación de medidas de mitigación, prevención y compensación para la recuperación de las condiciones iniciales; esta recuperación, aún con la implementación de las medidas de mitigación y compensación, es a largo plazo. Matriz de evaluación de interacciones potenciales.

Para contar con una base de comparación o cuantificación de los impactos, se realiza en esta matriz una evaluación de cada interacción potencial.

La escala de evaluación es de 1 a 10; evaluándose la magnitud y la importancia, representándose la evaluación con una fracción; siendo el numerador la magnitud y el denominador la importancia; a mayor número mayor magnitud o importancia; no se evalúa cero; también se consideran signos; (+) para impactos benéficos y (-) para los adversos. (IIRSA – SUR, 2005).

---

## V.2. Caracterización de los impactos

Para la identificación, prevención y mitigación de impactos ambientales sobre los recursos asociados del bosque (suelo, agua, fauna, flora, paisaje, y otros), se han considerado en principio los recursos afectados a partir de las actividades productivas forestales, y otros eventos así como los impactos generados y las medidas preventivas que permitan mitigar los efectos negativos sobre los recursos.

Un impacto es una repercusión o cambio perceptible en una o más de las variables ambientales, como resultado del aprovechamiento de los recursos naturales u otros eventos, y es capaz de alterar el bienestar de algún sector social actual o en las generaciones futuras. Los procesos o actividades de la producción son mecanismos cuyo desencadenamiento finaliza en un determinado impacto ecológico positivo o negativo sobre los recursos naturales que integran los ecosistemas.

Los criterios y métodos de evaluación del impacto ambiental pueden definirse como aquellos elementos que permiten valorar el impacto ambiental de un proyecto o actuación sobre el medio ambiente. En ese sentido estos criterios y métodos tienen una función similar a los de la valoración del inventario, puesto que los criterios permiten evaluar la importancia de los impactos producidos, mientras que los métodos de evaluación lo que tratan es de valorar conjuntamente el impacto global de la obra.

En su análisis tener en cuenta no solo los efectos de las propuestas del proyecto que se evaluará si no también los cambios inducidos por actividades pasadas y presentes, así como las que cabe prever de un modo razonable para el futuro.

Para la realización de este proyecto fue necesaria la evaluación de los impactos ambientales, primeramente la realización de una identificación de las **actividades o acciones** que se realizarán durante las distintas fases de ejecución del desmonte, susceptibles de provocar impactos, los cuales son resumidos, para la confección de la matriz de identificación y evaluación de impactos.

Seguidamente se procede a identificar los impactos ambientales que son provocados por el proyecto en cada uno de los factores ambientales afectados; incluyendo los componentes ambientales que serán valorados.

Suele suceder que durante la evaluación algunos componentes no sean analizados porque no existe afectación, debido al deterioro que pueda existir o que el área esté afectada por el transcurso de largos años de explotación.

Una vez identificados los impactos por componentes ambientales se procede a elaborar la "Matriz de identificación y descripción y evaluación de impactos ambientales" considerando los siguientes elementos:

**Dimensión:** La predicción del tamaño de un impacto probable es un problema que no sólo se limita a las unidades de valoración; sino que se extiende a la probabilidad de ocurrencia; tomando en cuenta esas dificultades, es necesario usar escalas que permitan valorar los posibles impactos con amplio rango de tolerancia; así, se emplea una notación en forma de una fracción cuyo numerador indica la magnitud y el denominador la importancia; la escala va de 1 a 10 y para ambos 1 es la menor y 10 la mayor.

**Signo:** El carácter que adopta una interacción determinada es en general al principio adversa, pues supone una perturbación de una condición original; para calificar el signo de una interacción real, es necesario prever cual será el resultado último de esa interacción, esto, ocurre con muchas acciones sobre componentes bióticos del ambiente; inicialmente.

**Desarrollo:** La consideración de las superficies afectables sólo es posible determinarse en algunas interacciones y se refieren a actividades que en la propuesta de manejo forestal están dimensionados, tal es el caso de los marqueos, derribo, troceo, arrime, apertura de caminos y brechas corta fuego.

**Permanencia:** La escala temporal de un determinado impacto se califica en los términos siguientes: Permanente. Cuando el efecto continúe por tiempo indefinido aun cuando la actividad cese y se apliquen medidas de mitigación y compensación. Temporal. Cuando el efecto desaparece transcurrido un tiempo después de cesar la actividad que lo originó; la recuperación ocurre de forma natural. Simultáneo. Cuando el efecto ocurre únicamente mientras dura la actividad y cesa al suspenderse la actividad.

**Certidumbre:** La probabilidad de que se produzca un impacto, se califica en los grados: Cierto. Cuando la probabilidad es certidumbre.

- Probable.** Cuando se estima un 50% de probabilidad de ocurrencia.
- Improbable.** Menos del 50% de probabilidad de ocurrencia.
- Desconocida.** Cuando no se tenga alguna estimación.
- Reversibilidad:** Es la factibilidad de que el componente afectado recupere la condición inicial ya sea mediante aplicación de medidas mitigantes o

compensatorias o sin ellas; se califica como reversible o irreversible.

**Sinergia:** Es la acumulación de los efectos de varios impactos sobre uno o varios componentes ambientales; se analiza con una *red causa – efecto*.

**Viabilidad de aplicación de medidas de mitigación:** Acota la viabilidad o inviabilidad de medidas mitigantes. (IIRSA – SUR, 2005).

**Tabla V.2.** Viabilidad de aplicación de medidas de mitigación

Concepto	Descripción	Clasificación	Clave
Duración del impacto	El impacto se presenta en un periodo menor de un año.	Corto plazo	CP
	Comprende periodos entre 1 y 4 años.	Mediano plazo	MP
	La modificación se extiende por más de 4 años.	Largo plazo	LP
Extensión del impacto	Efecto en superficies localizadas, exclusivas de la actividad proyectada.	Puntual	Pu
	Su efecto trasciende a extensiones contiguas al área prevista por la obra o actividad.	Local	Lo
	Existe una expansión del impacto que puede trascender a ámbitos regionales.	Regional	Re
Tipo de acción del impacto	El efecto es directo sobre el elemento del medio ambiente.	Directo	Di
	El efecto es a través de procesos no directamente relacionados con el elemento del medio ambiente.	Indirecto	In
Reversibilidad	Cuando las condiciones originales reaparecen después de cierto tiempo por mecanismos naturales.	Reversible	Rg
	Cuando no es posible que se restablezcan las condiciones naturales.	Irreversible	Ir
Sinergia del impacto	Cuando se suman dos o más impactos y generan un efecto mayor.	Sinérgico	Si
	Cuando no se conjunta con otros impactos para un efecto mayor.	No sinérgico	Ns
Recuperabilidad	Cuando se toman medidas que reducen o nulifican el efecto del impacto.	Recuperable	Rc
	Cuando no se pueden tomar medidas para el efecto señalado.	Irrecuperable	Ic



### **Descripción del proceso de evaluación del impacto ambiental ocasionado por la aplicación del proyecto.**

La escala de los indicadores aplicados para su valoración es propuesta y definida por el evaluador en función de la significancia que los componentes ambientales y las acciones, así como de los valores de la ponderación. Dependiendo en gran medida sobre los resultados finales de la evaluación.

#### ***Por componentes ambientales***

**Indicador del total de impactos (benéficos y adversos) recibidos por componentes ambientales:**

- Alto** Mayor de 55
- Medio** Entre 35 – 55
- Bajo** Menor de 30

### **Elaboración de las conclusiones de la evaluación**

Una vez realizadas y analizadas las matrices, se procede a elaborar las conclusiones de la evaluación. Es importante obtener la mayor información posible por componentes ambientales y acciones del proyecto por independiente y en base a los resultados emitir las conclusiones finales.

Los impactos ambientales acumulativos y residuales son los más significativos en todos los proyectos en el ámbito de la evaluación de los impactos ambientales. En el análisis de estos impactos se debe tener en cuenta no sólo los efectos de las propuestas del proyecto que se evaluará, sino también los cambios inducidos por actividades pasadas y presentes, así como las que cabe prever de un modo razonable para el futuro.

Una vez establecido el valor de los impactos de acuerdo a su clasificación, se procede a la valoración total del impacto considerando la siguiente tabla.

**Tabla V.3. Valoración de impactos**

<b>Valoración de Impactos</b>			
<b>Impacto Total = C (P + I + O + E + D + R)</b>			
<b>Negativo ( - )</b>		<b>Positivo ( + )</b>	
<b>Severo</b>	<b>(-) 15</b>	<b>Alto</b>	<b>(+) 15</b>
<b>Moderado</b>	<b>(-) 15 (-) 10</b>	<b>Mediano</b>	<b>(+) 15 (+) 10</b>
<b>Compatible</b>	<b>(-) 9</b>	<b>Bajo</b>	<b>(+) 9</b>

**Resultado de la Evaluación de Impacto Ambiental durante la etapa de aprovechamiento.**

**Identificación y descripción de impactos ambientales.**

La ejecución del proyecto, traerá consigo una serie de impactos ambientales tanto adversos como benéficos, de cierta relevancia. La identificación y descripción de dichos impactos tiene por objeto analizarlos y evaluarlos con el fin de introducir medidas preventivas o de mitigación en el proyecto, que garanticen la reducción o eliminación de efectos adversos y optimizar los efectos benéficos que la realización de la obra implica tanto en el ámbito local como regional. La identificación de los impactos ambientales se basa inicialmente en la definición, mediante una lista de chequeo, de las acciones del proyecto y los componentes ambientales involucrados. Las interacciones entre estos elementos se localizaron posteriormente en una matriz tipo Leopold *ad hoc* modificada, a partir de la cual se realizó la descripción y evaluación de los impactos ambientales. Los resultados y particularidades de estas técnicas se detallan en el siguiente punto.

### Lista de indicadores de impacto

La relación de indicadores, desglosada según los distintos componentes del ambiente y que se ofrecen a continuación, puede ser útil para las distintas fases de un proyecto, la lista siguiente no es exhaustiva, sino solo indicativa.

**Tabla V.4.** Factores de evaluación del proyecto

Factores de evaluación del proyecto		
Factores	Componentes	Subcomponentes
Abióticos	Geología	Relieve
		Estructura
	Suelo	Textura
		Estructura
		Materia orgánica
		Erosión
		Microorganismos
	Agua (superficial y subterránea)	Infiltración
		Escorrentia
		Calidad
	Atmósfera	Calidad
		Ruido
Clima	Distribución del microclima	
	Insolación	
Bióticos	Flora	Cobertura
		Composición
		Diversidad
		Dispersión
	Fauna	Diversidad
		Distribución
		Abundancia
		Hábitats
		Reproducción
		Conductas

Factores de evaluación del proyecto		
Humanos	Paisaje	Migración
		Estética
		Superficie
		Continuidad
		Ameneidad
	Socioeconómico	Economía local
		Empleo
		Calidad de vida

### Recursos afectados.

#### a) Geología.

**Relieve.** Característica determinada por las elevaciones y depresiones del terreno, así como por la pendiente del mismo.

**Estructura.** Característica consistente en el arreglo de los agregados del suelo y subsuelo y que le confiere al terreno susceptibilidad o resistencia a derrumbes y deslizamientos, sismicidad y posible actividad volcánica.

#### b) Suelo.

**Textura.** Proporción de partículas de determinada dimensión en la composición del suelo.

**Estructura.** Agregación de partículas individuales de suelo en unidades mayores con planos débiles entre ellas.

**Materia orgánica.** Residuos de vegetales y animales en varios niveles de descomposición.

**Microorganismos.** Organismos microscópicos (bacterias, hongos, nematodos) que producen reacciones en el suelo, como la descomposición de residuos orgánicos y otros procesos relacionados con nutrientes.

**c) Agua.**

**Infiltración.** Proceso por el cual el agua de lluvia transcurre de la superficie del suelo a horizontes inferiores y capas más profundas hasta los mantos freáticos y veneros.

**Escorrentía.** Porción del agua de precipitación pluvial que no logra infiltrarse y transcurre por la superficie formando finalmente corrientes intermitentes.

**Calidad.** Se relaciona con la pureza o ausencia de contaminantes incluyéndose la materia orgánica eutroficante, microorganismos y sales.

**d) Atmósfera**

**Calidad.** Se relaciona con la pureza o ausencia de contaminantes.

**Ruido.** Se relaciona con la perturbación del ambiente.

**e) Flora.**

**Cobertura.** Es el porcentaje de superficie que representa la proyección vertical del follaje de la cubierta vegetal.

**Composición.** Es la suma de especies presentes en un espacio definido (rodal, estrato, unidad de manejo silvícola).

**Floración.** Evento fisiológico de carácter fenológico (ubicado estacional y periódicamente) que se caracteriza por la emisión de los órganos de reproducción, su fecundación y fructificación.

**Dispersión.** Patrón de distribución de una especie o una asociación vegetal, determinada por elementos topográficos, climáticos y edáficos.

**f) Fauna.**

**Diversidad.-** Diferentes poblaciones de especies de fauna.

**Distribución.** Localización de las poblaciones en función de la disponibilidad de alimento y refugios.



**Abundancia.** Actividades relacionadas con el número de la presencia de las comunidades faunísticas.

**Hábitats.** Corresponde a las áreas donde habita la fauna.

**Reproducción.** Actividad relacionada con la madurez de las especies, nivel de competencia, nivel de amenaza externa y disponibilidad de alimento.

**Conducta.** Son los hábitos o actividades que tienen carácter repetitivo y periódico o cotidiano, rutinario.

**Migración.** Desplazamientos colectivos de carácter periódico más o menos prolongados en cuanto a distancia y duración que responden a estímulos externos e internos.

#### g) **Clima.**

**Distribución de microclimas.** Son condiciones que se limitan a espacios reducidos y determinados por condiciones particulares de exposición, insolación, altura sobre el nivel del mar, vientos dominantes, humedad relativa y temperatura.

**Insolación.** Cantidad de radiación solar que incide a nivel del suelo.

#### h) **Paisaje**

**Estética.** Se caracteriza por la modificación de la estructura del paisaje.

**Superficie.** Se considera por el movimiento o eliminación de la estructura del ecosistema.

**Continuidad.** Está considerada por el número de unidades paisajísticas.

**Amenidad.** Correspondiente a las asociaciones de formas naturales y culturales.

#### i) **Socioeconómico.**

**Empleo.** Ocupación permanente o temporal de la mano de obra disponible en una localidad.

**Estilo de vida.** Hábitos y costumbres de los núcleos humanos, también se le puede considerar como cultura.

**Servicios.** Infraestructura o actividades destinadas a la colectividad.

### V.3. Valoración de los impactos.

#### Criterios de evaluación.

Para la caracterización de los impactos se han empleado los criterios siguientes representados en la siguiente tabla y descritos posteriormente:

En general las actividades de la propuesta de manejo forestal están prescritas con el criterio de sustentabilidad de manera que si ocurrieran impactos ambientales sería a causa de omisiones o excesos en las prescripciones. No obstante el carácter de las prescripciones, ya sea inicialmente o permanentemente, se ocasiona alguna perturbación que se juzga como necesaria; la calificación de esas perturbaciones se valúa de la clasificación de los impactos de la forma siguiente:

**Tabla V.5.** Clasificación de impactos

Criterio	Concepto
Carácter ( C ) Positivo (1) Negativo(-1) Neutro (0)	Condición o naturaleza del impacto que distingue la influencia que tendrá sobre el Sistema Ambiental que implica a los Factores Ambientales, Biológicos o Socioeconómicos sometidos a evaluación. Éste puede ser Positivo si provoca un beneficio, Negativo si causa un daño o efecto adverso y, Neutro si se estima que no modificará de ninguna forma el sistema.
Perturbación (P) Importante (3) Regular (2) Escasa (1)	Se refiere al cambio que tendrá el sistema ambiental por las acciones del proyecto. Es una calificación subjetiva establecida en base al vigor del cambio total o neto de las condiciones con o sin la puesta en marcha del proyecto. La intensidad de dicha perturbación establece el valor numérico que le otorga la calidad de Importante, Regular o Escasa.

Criterio	Concepto
Importancia (I) Alta(3) Media (2) Baja (1)	Este término clasifica el grado de susceptibilidad al que será sometido el ambiente, para lo cual considera lo siguiente: a) La condición en que se encuentran los elementos ambientales que se afectarán. b) La relevancia de la (s) función (es) afectadas en el sistema ambiental. c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro. d) La capacidad ambiental de asimilación, regeneración o autorregulación del sistema ante el impacto. e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.
Ocurrencia (O) Muy Probable (3) Probable (2) Poco Probable (1)	Es el grado de probabilidad con la que posiblemente los acontecimientos del proyecto afecten en diferentes grados de importancia al medio ambiente, y puede ser Muy Probable, Probable o Poco Probable.
Extensión (E) Regional (3) Local (2) Puntual (1)	Es la influencia espacial sobre la superficie afectada por las acciones del proyecto, tanto directa como indirectamente o el alcance que tendrá a nivel global sobre el componente ambiental. La escala de valoración la caracteriza como Regional, Local o Puntual.
Duración (D) Permanente (3) Media (2)	Es un término íntimamente ligado al tiempo, que establece el período de tiempo durante el cual las acciones propuestas involucran cambios ambientales. Se determinó el siguiente criterio de clasificación:
Corta (1)	Permanente, cuando un proyecto permanece estable, fijo o duradero respecto al tiempo; Media, cuando la duración del proyecto se estima entre los 5 a 10 años y; Corta cuando un proyecto tendrá una duración menor a los 5 años, incluyendo el mínimo de tiempo posible (meses, días, etc.)

Criterio	Concepto
Reversibilidad ( R ) Irreversible (3) Parcial (2) Reversible (1)	Capacidad del sistema de retornar a una situación de equilibrio similar o equivalente a la inicial. Para este aspecto se valoró la siguiente categoría: Irreversible, cuando el efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de ejecutar la acción que produce el impacto; Parcial, cuando existe la posibilidad de absorber o anular el impacto a largo plazo; finalmente se considera Reversible, cuando existe una alta posibilidad de que en corto plazo el impacto sea asimilado por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Para el proyecto se tomó en consideración la siguiente clasificación de impactos:

**Directos:** Aquellas acciones que generan impactos de manera inmediata o a largo plazo a un componente del ambiente sin mediación de ningún otro fenómeno.

**Indirectos:** Efectos resultantes del impacto directo y que pueden manifestarse tardíamente o a largo plazo.

**Acumulativos:** Son aquellos impactos que se suman a través del tiempo y que pueden conjuntarse en otros impactos generados al ambiente que no son significativos pero que juntos cambian el carácter del impacto.

**No acumulativos:** Son aquellos impactos que solo actúan con el mismo impacto en cualquier momento y espacio y que no se asocian con otros impactos al ambiente.

***Con relación al tiempo.***

**Reversibles:** Efectos sobre el ambiente que pueden volver a las condiciones existentes antes de implementar las actividades del proyecto una vez que dichas actividades se suspenden.

**No reversibles:** Son los que afectan al ambiente y que por su naturaleza no permiten que las condiciones iniciales se restablezcan, aunque las actividades del proyecto sean suspendidas o eliminadas.

**A corto plazo:** efectos que aparecen inmediatamente o lapsos relativamente cortos una vez que se realizan las actividades del proyecto y que pueden desaparecer con ella.

**A mediano plazo:** los efectos se manifiestan en un periodo de tiempo que va de uno a varios años, a largo plazo: efectos que aparecen en periodos de tiempo distantes al inicio de la acción y que pueden no desaparecer con ella.

***Con relación a su presencia en el medio.***

**Momentáneo:** Se presenta de manera inmediata cuando se implementa la acción del proyecto para posteriormente desaparecer cuando se deja de aplicar la actividad.

**Temporal:** El impacto permanece por cierto lapso en el ambiente aun después de concluir la acción del proyecto.

**Permanente:** El impacto permanece en el ambiente, aun después de haber terminado la acción impactante.

***Con relación al espacio ecológico.***

**Puntual:** Solo se presenta en el lugar en donde aparece la acción del proyecto.

**Local:** El impacto rebasa el nivel puntual, abarcando la zona del proyecto y las zonas aledañas.

**Regional:** El impacto trasciende a la localidad y se proyecta en una región más amplia como puede ser una zona biogeográfica, una subcuenta hidrológica, una región fisiográfica, un Estado, etc.



**Lista de chequeo de las etapas y actividades del proyecto**

**Tabla V.5.** Lista de chequeo de las etapas y actividades del proyecto

<b>Lista de chequeo del proyecto</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Claves</b>
<b>Etapas de preparación del sitio</b>	
Marqueo del arbolado	MA
Desmante	DM
Despalme	DP
Trazo y nivelación de rampas	TR
<b>Etapas de Operación (extracción y aprovechamiento)</b>	
Aprovechamiento de yeso	AT
Mantenimiento mecánico	MM
Mantenimiento preventivo y correctivo	PC
Mantenimiento ambiental	MA
Cumplimiento a términos y condiciones	TC
Ejecución de la reforestación	ER
<b>Etapas de abandono del sitio</b>	
Restauración del sitio	RS
Mantenimiento de la reforestación	MR

**Matriz de impactos para el proyecto**

**Tabla V.6.** Matriz de identificación de impactos benéficos y negativos para el proyecto

CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDADES	Factores abióticos															Factores bióticos							Factores socioeconómico										
		Atmosfera			Agua			Suelo			Geología		Clima		Paisaje			Flora		Fauna					Empleo	Calidad de vida	Servicios							
		Emisión de gases	Emisión de partículas	Emisión de ruido	Infiltración	Escorrentia	Calidad	Textura	Estructura	Mat. Orgánica	Microorganismos	Estructura	Relieve	Distribución de	Insolación	Estética	Superficie	Continuidad	Amenidad	Cobertura	Composición	Diversidad	Dispersión	Diversidad				Distribución	Abundancia	Hábitats	Reproducción	Conducta	Migración de especies	
	Etapa de preparación del sitio	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30	A31	A32	
MA	Marqueo de arbolado																																	
DM	Desmante																																	
DP	Despalme																																	
TR	Trazo y nivelación de rampas																																	
	Etapa de aprovechamiento y mantenimiento	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30	A31	A32	
AT	Aprovechamiento de yeso																																	
MM	Mantenimiento mecánico																																	
PC	Mantenimiento preventivo y correctivo																																	
MA	Mantenimiento ambiental																																	
TC	Cumplimiento de condiciones																																	
MR	Manejo de residuos																																	
RF	Reforestación																																	
SE	Señalización																																	
TP	Tránsito vehicular para extracción de productos																																	
	Etapa de abandono de sitio	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30	A31	A32	
RS	Restauración del sitio																																	
MR	Mantenimiento de la reforestación																																	

	Impacto negativo
	Impacto positivo

La valoración de los impactos individuales de las actividades para el proyecto; arrojan niveles de magnitud moderada y de duraciones cortas, limitadas a momentos y horarios regulados; son reversibles; no causan afectación al recurso hídrico y con flujo intermitente (Matriz de interacciones).

Se tiene en cuenta la necesidad de garantizar condiciones de seguridad operativa del proyecto y previene cualquier impacto que se presente sobre los recursos naturales.

**Tabla V.7.** Matriz de Interacción de Factores Ambientales y Actividades de las Etapas del Programa del proyecto.

Factor	Código actividad	Carácter (+/-)	Valoración de impactos															Valoración de impactos				
			Perturbación (P)			Importancia(I)			Ocurrencia(O)			Extensión(E)			Duración(D)			Reversibilidad(R)			Impacto ambiental (INI/A)	Valoración
			Considerable(3)	Regular(2)	Escasa(1)	Alta(3)	Media(2)	Baja(1)	Muy probable(3)	Probable(2)	Poco probable(1)	Regional(3)	Local(2)	Puntual(1)	permanente(3)	Media(2)	Corta(1)	Irreversible(3)	Parcial(2)	Reversible(1)		
Etapa de preparación del sitio																						
Atmosfera	MA	0																	0	NULO		
	DM	-1	2			2			2				1				1		1	-9	ADVERSO MODERADO	
	DP	-1	2			2			2				1				1		1	-10	ADVERSO MODERADO	
	TR	-1	2			2			2				1				1		1	-9	ADVERSO COMPATIBLE	
suelo	DM	-1	2			2			2				1				2		2	-11	ADVERSO MODERADO	
	DP	-1	2			2			2				1				2		2	-11	ADVERSO MODERADO	
	TR	-1	2			2			2				1				2		2	-11	ADVERSO MODERADO	
agua	DM	-1	2			2			2				1				1		1	-9	ADVERSO COMPATIBLE	
	DP	-1	2			2			2				1				2		2	-11	ADVERSO MODERADO	
	TR	-1		1			1		2				1				1		2	-8	ADVERSO COMPATIBLE	
geología	DM	-1	2			2		3					1				2		2	-12	ADVERSO MODERADO	
	DP	-1	2			2			2				1				2		2	-11	ADVERSO MODERADO	
	TR	-1	2			2			2				1				2		2	-11	ADVERSO MODERADO	
clima	DM	-1		1			1			1			1				2		2	-8	ADVERSO COMPATIBLE	
	DP	-1	2			2			2				1				2		2	-11	ADVERSO MODERADO	

Factor	Código actividad	Carácter (+/-)	Valoración de impactos															Valoración de impactos				
			Perturbación (P)			Importancia(I)			Ocurrencia(O)			Extensión(E)			Duración(D)			Reversibilidad(R)			Impacto ambiental (INI/A)	Valoración
			Considerable(3)	Regular(2)	Escasa(1)	Alta(3)	Media(2)	Baja(1)	Muy probable(3)	Probable(2)	Poco probable(1)	Regional(3)	Local(2)	Puntual(1)	permanente(3)	Media(2)	Corta(1)	Irreversible(3)	Parcial(2)	Reversible(1)		
	TR	-1			1			1			1			1		2	1			1	-6	ADVERSO COMPATIBLE
paisaje	DM	-1		2			2							1		2			2		-11	ADVERSO MODERADO
	DP	-1		2			2							1		2			2		-11	ADVERSO MODERADO
	TR	-1		2			2							1		2			2		-11	ADVERSO MODERADO
fauna	DM	-1		2			2							1		2				1	-10	ADVERSO COMPATIBLE
	DP	-1		2			2							1		2			2		-11	ADVERSO MODERADO
	TR	-1		2			2							1		2				1	-10	ADVERSO COMPATIBLE
flora	DM	-1	3			2		3						1		2			2		-13	ADVERSO MODERADO
	DP	-1		2		2		2						1		2			2		-11	ADVERSO MODERADO
	TR	-1		2		2		3						1			1			1	-10	ADVERSO MODERADO
socioeconómicos	MA	1			1	2		3						1			1			1	9	BENEFICO BAJO
	DM	1			1	2		3						1			1			1	9	BENEFICO BAJO
	TR	1			1	2		3						1			1			1	9	BENEFICO BAJO
Etapa de operación y aprovechamiento																						
atmosfera	AT	-1		2			2							1		2				1	-10	ADVERSO MODERADO
	MM	0																			0	NULO
	PC	0																			0	NULO
	MA	1	3			2		3						1			1			1	11	BENEFICO MEDIANO
	TC	1	3			2		3						1			1			1	11	BENEFICO MEDIANO
	MR	0																			0	NULO
	SE	0																			0	NULO
	TP	-1		2			2								1			1			1	-9
Suelo	AT	-1	3			2		2						1		2			2		-12	ADVERSO MODERADO
	MM	0																			0	NULO

Factor	Código actividad	Carácter (+/-)	Valoración de impactos															Valoración de impactos				
			Perturbación (P)			Importancia(I)			Ocurrencia(O)			Extensión(E)			Duración(D)			Reversibilidad(R)			Impacto ambiental (INIIA)	Valoración
			Considerable(3)	Regular(2)	Escasa(1)	Alta(3)	Media(2)	Baja(1)	Muy probable(3)	Probable(2)	Poco probable(1)	Regional(3)	Local(2)	Puntual(1)	permanente(3)	Media(2)	Corta(1)	Irreversible(3)	Parcial(2)	Reversible(1)		
	PC	0																		0	NULO	
	MA	1			1		2								1					1	8	BENEFICO MEDIANO
	TC	1		2											1					1	9	MEDIANO
	MR	1		2			2								1					1	10	MEDIANO
	SE	0																			0	NULO
	TP	-1		2			2								1					1	-9	ADVERSO MODERADO
agua	AT	-1			1					1					1					1	-6	ADVERSO COMPATIBLE
	MM	-1			1					1					1					1	-6	ADVERSO COMPATIBLE
	PC	-1			1					1					1					1	-6	ADVERSO COMPATIBLE
	MA	-1			1					1					1					1	-6	ADVERSO COMPATIBLE
	TC	-1			1					1					1					1	-6	ADVERSO COMPATIBLE
	TP	1		2			2								1					1	9	BENEFICO BAJO
clima	AT	-1		2			2								2					1	-9	MODERADO
	MA	1		2			2								2					1	9	BENEFICO MEDIANO
	TC	1		2			2								2			2			10	BENEFICO MEDIANO
	MR	1		2			2								2					1	9	BENEFICO MEDIANO
	TP	0																			0	NULO
paisaje	AT	-1	3				2							1		2			2		-12	ADVERSO MODERADO
	MA	1		2			2							1		2				1	10	BENEFICO MEDIANO
	MR	1		2						1				1		1				1	7	MEDIANO
	TP	-1			1					1				1		1		2			-7	ADVERSO MODERADO
fauna	AT	-1		2						2				1		1				1	-8	COMPATIBLE
	MA	1		2			2							1		1				1	8	BENEFICO MEDIANO
	MR	1		2			2							1		1				1	8	BENEFICO MEDIANO
	TP	-1		2						2				1		1				1	-8	ADVERSO COMPATIBLE
flora	AT	-1	3			3	2							1		1				1	-13	ADVERSO MODERADO
	MM	-1		2			2				2					1				1	-10	ADVERSO MODERADO



Factor	Código actividad	Carácter (+/-)	Valoración de impactos															Valoración de impactos				
			Perturbación (P)			Importancia(I)			Ocurrencia(O)			Extensión(E)			Duración(D)			Reversibilidad(R)			Impacto ambiental (INI/A)	Valoración
			Considerable(3)	Regular(2)	Escasa(1)	Alta(3)	Media(2)	Baja(1)	Muy probable(3)	Probable(2)	Poco probable(1)	Regional(3)	Local(2)	Puntual(1)	permanente(3)	Media(2)	Corta(1)	Irreversible(3)	Parcial(2)	Reversible(1)		
socioeconómicos	RE	1			1	3				2				1		2				1	11	BENEFICO MEDIANO
	MA	1		2			2			2				2			1			1	10	BENEFICO MEDIANO
socioeconómicos	AT	1		2			2			2				1			1		2		10	BENEFICO MEDIANO
	MM	1		2			2			2				1			1		2		10	BENEFICO MEDIANO
	MA	1		2			2			2				1			1		2		10	BENEFICO MEDIANO
	TC	1		2			2			2				1			1		2		10	BENEFICO MEDIANO
	MR	1		2			2			2				1			1		2		10	BENEFICO MEDIANO
	TP	1		2			2			2				1			1		2		10	BENEFICO MEDIANO
	Etapa de abandono del sitio																					
atmosfera	RS	1		2			2			2				1		2				1	10	BENEFICO MEDIANO
	MR	1		2			2			2				1		2				1	10	BENEFICO MEDIANO
suelo	RS	1		2			2			2				1		2				1	10	BENEFICO MEDIANO
	MR	1		2			2			2				1		2				1	10	BENEFICO MEDIANO
paisaje	RS	1		2			2			2				1		2				1	10	BENEFICO MEDIANO
	MR	1		2			2			2				1		2				1	10	BENEFICO MEDIANO
flora	RS	1	3			3			3					1		2				1	13	BENEFICO MEDIANO
	MR	1	3			3			2					1		2				1	12	BENEFICO MEDIANO
fauna	RS	1	3			2			2					1		2				1	11	BENEFICO MEDIANO
	MR	1		2		2			2					1		2				1	10	BENEFICO MEDIANO
socioeconómicos	RS	1	3			2			2					1		1				1	10	BENEFICO MEDIANO

Factor	Código actividad	Carácter (+/-)	Valoración de impactos															Valoración de impactos				
			Perturbación (P)			Importancia(I)			Ocurrencia(O)			Extensión(E)			Duración(D)			Reversibilidad(R)			Impacto ambiental (INIIA)	Valoración
			Considerable(3)	Regular(2)	Escasa(1)	Alta(3)	Media(2)	Baja(1)	Muy probable(3)	Probable(2)	Poco probable(1)	Regional(3)	Local(2)	Puntual(1)	permanente(3)	Media(2)	Corta(1)	Irreversible(3)	Parcial(2)	Reversible(1)		
MR	1	3				2									1					1	10	BENEFICO MEDIANO
TOTAL	POSITIVOS																				35	
	NEGATIVOS																				40	

Los valores de importancia de los impactos generados tanto para los impactos benéficos como los adversos, están en el rango de 25 a 50: los impactos positivos son 35 y los negativos son 40 lo que nos señala que son impactos moderados.

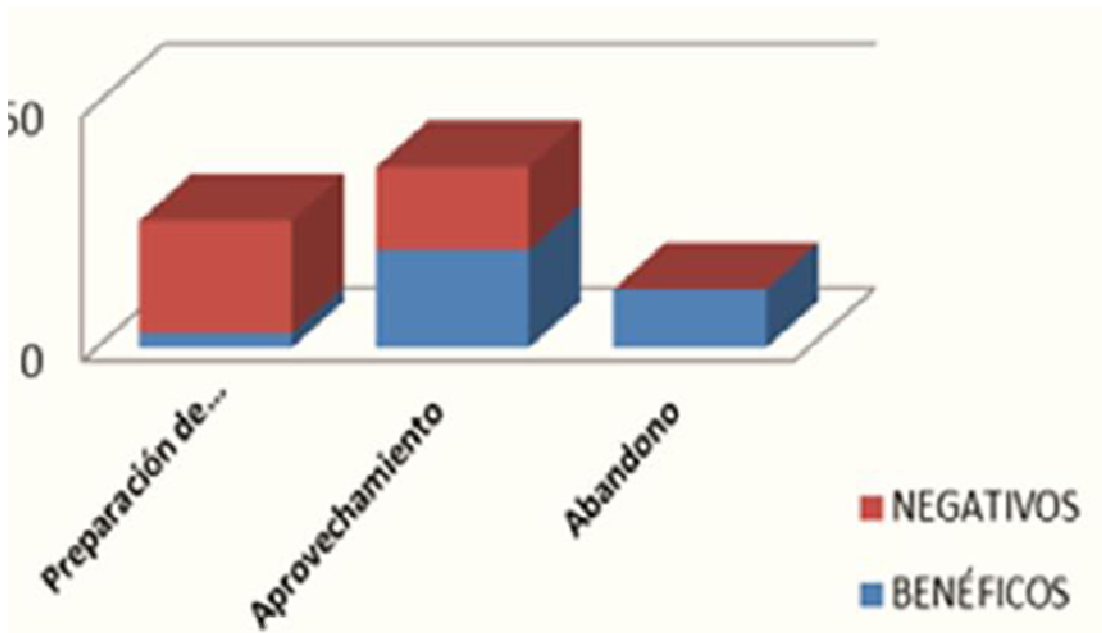
#### V.4. Conclusiones

Se tienen contemplada la realización de 12 actividades (marqueo de arbolado, desmonte, despalme, trazo y diseño de terrazas, etc.), distribuidas en tres etapas del proyecto, involucrando 9 componentes y 32 subcomponentes ambientales. Estas actividades pueden generar 75 impactos ambientales de los cuales **40 son negativos y 35 son benéficos.**

**Tabla V.8.** Impactos por etapa del proyecto

Impacto por etapas del proyecto	Beneficios	Negativos
Preparación de sitio	3	23
Extracción y Aprovechamiento	20	17
Abandono	12	0
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>40</b>

Los mayores impactos se realizarán en la etapa de preparación de sitio con 23 impactos negativos, en la etapa de aprovechamiento se generarán 17 impactos adversos, y cero en la etapa de abandono. Los impactos benéficos se generarán en la etapa de aprovechamiento con el apoyo de rescate, construcción de terrazas de captación de agua y suelo.



**Gráfica V.1.** Impactos ambientales por etapa en el proyecto.

### Etapa de Preparación del Sitio

Durante esta fase, los impactos identificados son principalmente: La pérdida de la vegetación por el desmonte de **8.09 ha**.

Así como la pérdida de suelo por despalme de estas **19.01 ha** (El cálculo del volumen a extraer se presenta en el capítulo II. “Justificación técnica, económica y social que motive la autorización del proyecto”).

Las actividades alterarán significativamente la geomorfología de la zona. Se incrementará la emisión de polvos por el tránsito vehicular, el ahuyentamiento de fauna. Se modifica el paisaje, así como la dinámica interna del ecosistema. Se tienen modificaciones a los servicios ambientales en captación y filtración de agua. En la captura y la liberación de oxígeno.

---

### **Etapa de Operación, extracción y Aprovechamiento**

Los impactos generados serán la pérdida de suelo y cobertura vegetal así como la pérdida de hábitat de la fauna silvestre que usa de corredor el sitio; la modificación del paisaje, el retiro de la capa de materia orgánica, el aumento de escorrentías, y la infiltración al subsuelo a los mantos freáticos.

Por tal motivo se implementará un programa de rescate, restauración y reforestación del área, mediante el reúso del suelo fértil resultado del despalme en la superficie propuesta para el proyecto y otra zona de compensación en una superficie de rescate de flora de 8.09 ha con una densidad de 1,100 plantas/ha de las especies tropicales.

### **Etapa de Abandono**

No se generan impactos negativos. En esta etapa se realizará el seguimiento de la recuperación de las 8.09 ha del desmonte, con actividades como despalme y resguardo del suelo, con el fin de evitar la erosión y pérdida de suelo por escorrentías, así como el mantenimiento de las reforestaciones realizadas en la etapa de operación, extracción y aprovechamiento.

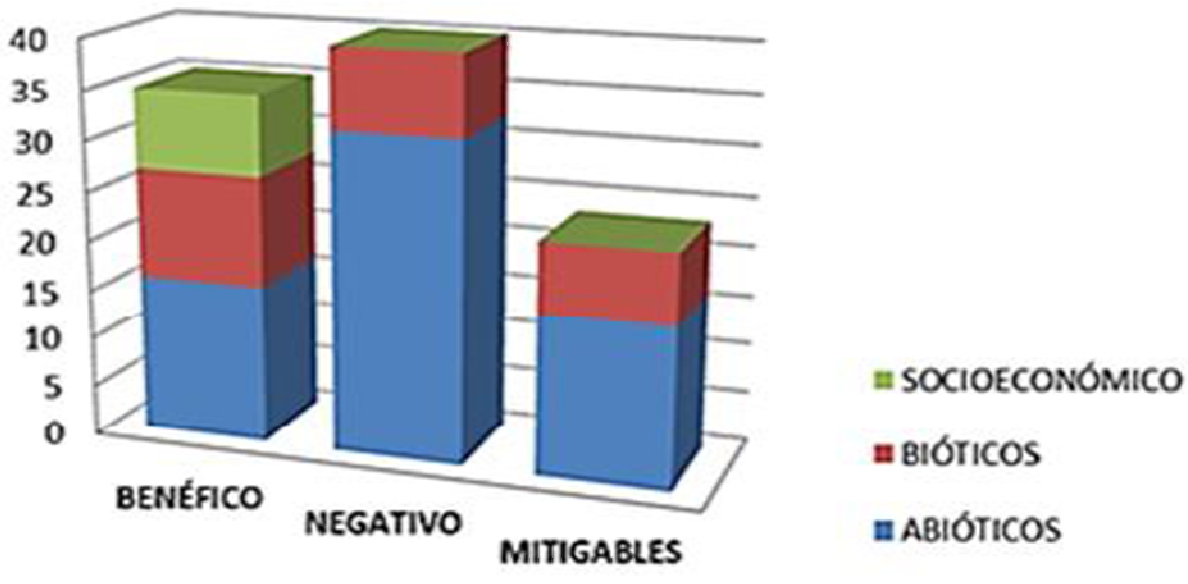
### **Clasificación de Impactos.**

Los impactos que se pueden presentar se clasifican de acuerdo a los factores medioambientales: de los cuales están involucrando 9 componentes ambientales subdivididos en factores Abióticos, Bióticos y Socioeconómicos. Que pueden presentar impactos benéficos, negativos o adversos, y dentro de ellos, los que pueden ser mitigables. Haciendo el desarrollo, se concluye que en el medio abiótico serían 16 impactos benéficos, 32 negativos o adversos de los cuales 16 son factibles de mitigación. Los bióticos son 11 benéficos, 8 negativos 7 mitigables. Y en lo que respecta al medio socioeconómico no existen impactos negativos, solo benéficos. Ver tabla V.8 total de impactos.



**Tabla V.8.** Total de impactos del proyecto

Medio	Benéfico	Negativo	Mitigables
Abióticos	16	32	16
Bióticos	11	8	7
Socioeconómico	8	0	0
<b>Totales</b>	<b>35</b>	<b>40</b>	<b>23</b>



**Gráfica V.2.** Impactos del proyecto que serán mitigable.

Los impactos negativos corresponden al 50% y 25% del total de impactos generados durante las etapas del proyecto, los negativos mitigables considerando el desmonte y el despalle como los impactos adversos en el proyecto. Mismos que se pretende efectuar intervenciones con diferentes tipos de tratamientos que van desde cortas direccionales para el arbolado en las periferias (hachas, motosierras y maquinaria). Cada una de las áreas de áreas a intervenir con las actividades de desmonte y despalle tiene un grado mayor o menor de afectación a la vegetación circundante.

Recordando que los tratamientos que se implementarán en el mantenimiento ambiental permitan el cuidado, preservación y mejoramiento de los servicios ambientales presentes. Y para mejorar las condiciones de la masa arbórea, entre otros.

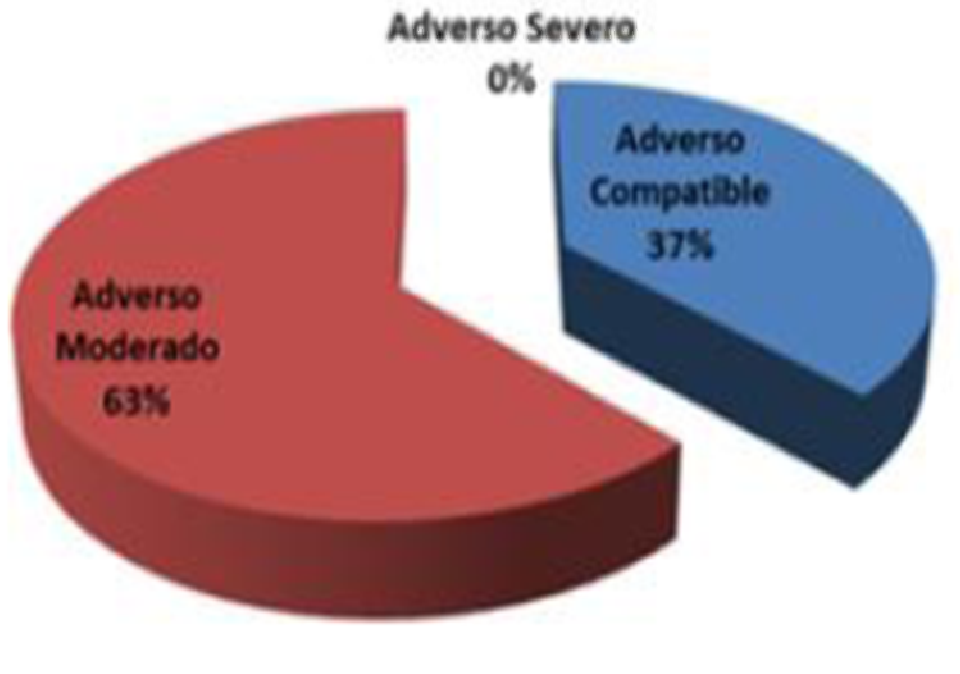
Los impactos benéficos son un 25% del total de los impactos generados dentro de los cuales se encuentran control de residuos, reforestaciones, podas, control de plagas y enfermedades, control de incendios, señalización para evitar el pastoreo, la cacería, y tala etc.

Haciendo la valoración de los Impactos Ambientales Totales se obtuvieron los siguientes resultados:

**Impactos Negativos:**

**Tabla V.9.** Impactos negativos del proyecto

<b>Impactos negativos en el proyecto</b>	<b>Total</b>
Adverso Compatible	15
Adverso Moderado	25
Adverso Severo	0
<b>Total</b>	<b>40</b>



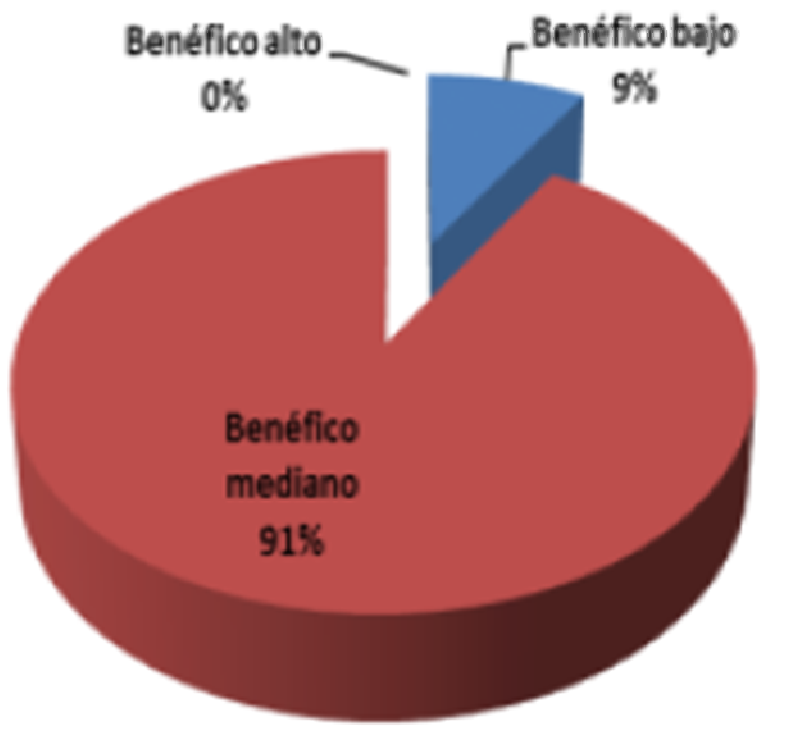
**Grafica V.3.** Impactos negativos del proyecto.

De acuerdo al análisis de los impactos negativos se cuantificaron 40 impactos: Distribuidos en 15 Adversos compatibles que corresponden a un 37% de los impactos, 25 adversos moderados que representan un 63% y 0 adversos severos, mismos que incluyen las actividades del desmonte y despalme, tabla V.10 y grafica V.4.

**Impactos Benéficos:**

**Tabla V.10.** Impactos benéficos en el proyecto

<b>Impactos benéficos en el proyecto</b>	<b>Total</b>
Benéfico bajo	3
Benéfico mediano	32
Benéfico alto	0
<b>Total</b>	<b>35</b>



**Grafica V.4.** Impactos positivos en el proyecto

En lo referente a los impactos positivos se cuantificaron 35; mismos que se dividen en 3 benéficos bajos que corresponden un 9% y 32 impactos benéficos medianos que con el 91% del total, mismos que serán aplicados en la reforestación y la restauración del sitio principalmente.

El análisis de la interacción de los factores ambientales y las actividades planteadas para la ejecución del proyecto, está considerado para identificar los diferentes impactos ocasionados por el desarrollo del mismo, impactos positivos, negativos y mitigables. De la identificación de los impactos negativos se proponen medidas de mitigación para aquellas considerados como adversos. Ver capítulo VI.





## MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES



*Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, “Ampliación del Proyecto Explotación, Extracción y Aprovechamiento de un Yacimiento de Yeso en el Predio Denominado La Mole, en el Municipio de Chietla, Puebla”*

## ÍNDICE DEL CAPÍTULO VI

**VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS  
AMBIENTALES.....1**

VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o  
correctivas por componente ambiental. ....2

VI.2. Impactos residuales.....38

## VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El objetivo de las medidas de mitigación del proyecto es el de prevenir, reducir o compensar los impactos ambientales significativos adversos identificados.

En cumplimiento de la legislación en materia ambiental se deberá contribuir a obtener una mejor integración del proyecto con el ambiente, por lo que deberá considerarse que:

- Las medidas de prevención, reducción, compensación, remediación o rehabilitación, son propuestas con base en los impactos significativos.
- La ejecución de las medidas propuestas, pueden aplicarse antes, durante y después de la obra.
- La supervisión de la acción u obra es un procedimiento de verificación para el cumplimiento de las medidas de mitigación.

Las medidas de mitigación, son el resultado de la incorporación de las disposiciones de protección ambiental para el desarrollo del proyecto y de la consideración de las mismas establecidas en la normatividad ambiental mexicana vigente. Por lo que debe entenderse como medidas preventivas, de reducción o mitigación y de compensación lo siguiente:

**Medidas de prevención.** Es un conjunto de disposiciones que tienen como finalidad anticiparse a las posibles modificaciones que pudieran registrarse por la realización de una o varias actividades del proyecto, a fin de evitar el deterioro del ambiente. Las medidas preventivas tienen como finalidad anticiparse a las posibles modificaciones que pudieran registrarse debido a la realización de la o las actividades en cualquiera de las tres etapas en las que se divide la ejecución del proyecto en estudio. En estas se plasma las consideraciones ambientales desde el diseño del proyecto u obra y su forma de ejecución a fin de evitar o en su caso disminuir los impactos ambientales provocados. En la premisa de que siempre es mejor no producir impactos que remediarlos cuando llegan a suponerse una remediación total, por ello las medidas preventivas son el grupo más importante aquí considerado.

**Medidas de mitigación.** Conjunto de acciones tendientes a reducir o disminuir los impactos ambientales adversos manifestados, aún y con la aplicación de las medidas preventivas. La aplicación de las medidas de mitigación o reducción pretende amortizar o disminuir los impactos adversos manifestados aun y con la aplicación de medidas preventivas. Los impactos que por lo general requieren de este tipo de medidas son aquellos que inevitablemente se generarán. Como por ejemplo, durante el desmonte de la vegetación, la afectación a las cactáceas de difícil regeneración puede ser mitigable al realizar un rescate y reubicación de éstos previo al desmonte.

**Medidas de restauración.** También denominadas como de rehabilitación o de corrección, aunque el sentido estricto del término es un tanto diferente. Este tipo de medida tiene como propósito recuperar, rescatar o restituir aquel componente ambiental, que no pudo ser evitado desde el diseño del proyecto y por tanto será modificado o alterado de sus condiciones actuales. El momento indicado para la aplicación de las medidas de restauración es inmediatamente después de terminadas las actividades que propiciaron la modificación o alteración del o los componentes o factores del medio y previamente evaluadas las condiciones reales en que queda el sitio una vez ejecutada la obra o la etapa.

**Medidas de compensación.** Son aquellas actividades que pretenden retribuir o resarcir el impacto ambiental que el proyecto ocasionará, generalmente estas actividades no se realizan en el sitio en donde se causa el impacto. Las medidas de compensación pretenden equilibrar el daño provocado irremediablemente a través de obras, acciones o remuneraciones al ambiente, personas o sociedad en general, donde en el caso de las acciones, éstas se realicen preferentemente en el área de influencia del proyecto, por ejemplo, la restauración de una superficie igual a la desmontada permanentemente por el proyecto en otras áreas adyacentes.

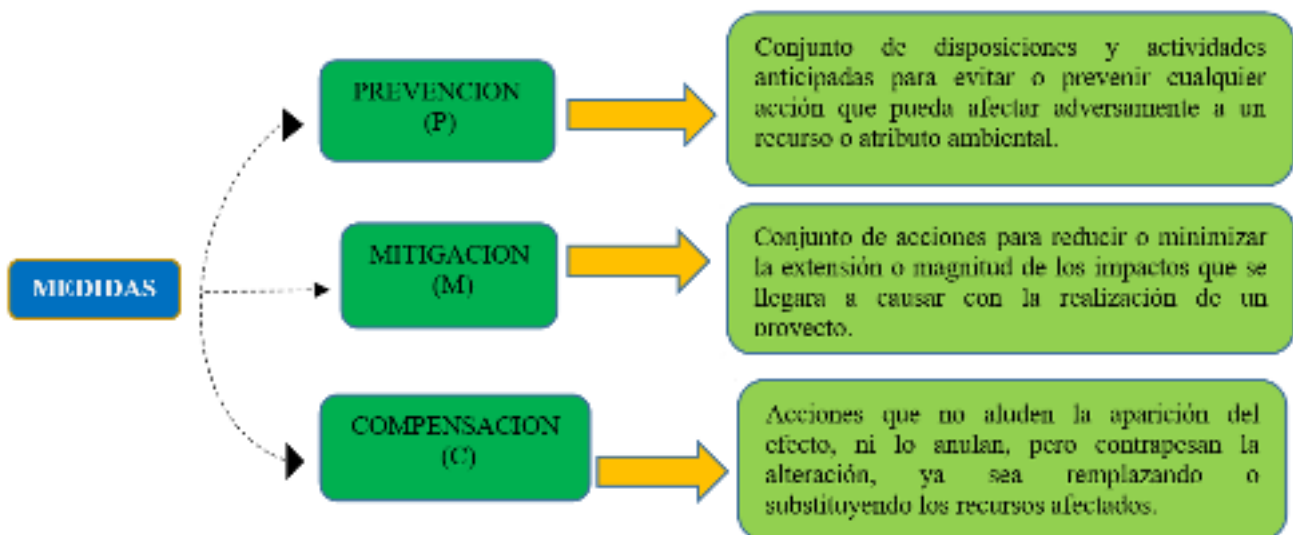
#### **VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.**

En este capítulo se describen las medidas ambientales (preventivas y de mitigación) que se relacionan directamente con los impactos identificados y evaluados en el Capítulo IV, que tienen que ver con las diferentes etapas de la ampliación del proyecto explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole, en particular: [I] preparación de sitio; [II] acondicionamiento del yacimiento de yeso; [III] extracción y aprovechamiento; y [IV] restauración y abandono de sitio.

De inicio, se considera que la implementación de un proyecto trae consigo una serie de impactos adversos sobre el ambiente. Por ello, atendiendo el Reglamento en Materia de Impacto Ambiental de la LGEEPA (SEMARNAT, 2000), donde se define a las medidas de prevención como el conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente, deben de establecerse acciones antes y durante la ejecución del proyecto, con el fin de prevenir, minimizar o mitigar los impactos ambientales que puedan presentarse durante las diferentes etapas del proyecto.

Por lo anterior, una vez identificados los impactos ambientales que ocasionará el proyecto, se proponen las medidas necesarias que sean aplicables en cada una de las etapas del proyecto (preparación del sitio, acondicionamiento del yacimiento de yeso, operación y mantenimiento, y abandono de sitio y restauración).

Con base en Conesa (1995), Weitzenfeld (1996) y Canter (1998), en la figura VI.1, se presenta la clasificación de las medidas mitigatorias, misma que se ha seguido en el presente estudio para caracterizar las propuestas que permitirán prevenir, corregir, mitigar, controlar y compensar los impactos ambientales y afectaciones ocasionadas por la puesta en marcha del proyecto.



**Figura VI.1.** Clasificación de las medidas ambientales (según Conesa, 1995, Weitzenfeld, 1996 y Canter, 1996).



Es importante señalar que las medidas propuestas, se presentan de acuerdo a su importancia, siendo las "preventivas" las medidas más adecuadas para evitar impactos ambientales; mientras que las de "mitigación" pueden disminuir impactos ambientales negativos; y por último, las de "compensación" promueven la restauración de los impactos ambientales ocasionados al medio. El éxito de estas medidas depende del seguimiento que se hagan a las mismas.

Para llevar a cabo la identificación precisa, objetiva y viable de las diferentes medidas ambientales que se ejecutaran durante las diversas etapas que integran el proyecto, se tomaron en cuenta las actividades que se desarrollaran para el proyecto ampliación de explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole, (capítulo VI); la legislación y normatividad ambiental vigente y aplicable (capítulo III); la caracterización del área de estudio (capítulo IV); y como ya se mencionó anteriormente, el análisis y evaluación de los impactos ambientales (capítulo V). A continuación, se enlistaran las principales medidas de prevención, mitigación y compensación para el proyecto que nos ocupa, presentándolas en cada una de las etapas del proyecto.

A continuación, se presentan las medidas de prevención y mitigación por subcomponente ambiental afectado. También se especifica y establece el tiempo de aplicación que abarcan las etapas del proyecto (preparación del sitio, operación y mantenimiento, así como abandono). Conviene señalar que las medidas de mitigación son subdivididas en medidas de mitigación y de compensación.

Como parte del proceso de identificación se incluye la categorización de las distintas clases de medidas: preventivas, de mitigación y de compensación, las cuales se reconocerán mediante el siguiente código de colores:

**Tabla 0.1.** Código de colores de las medidas aplicables

Tipo de Medidas Aplicables		
Prevención	Mitigación	Compensación

Las medidas aplicables son el conjunto de prevenciones, o acciones de mitigación o compensación que se pueden ejecutar para evitar o minimizar los impactos ambientales negativos que resultan de algunas actividades propias del proyecto, o bien en el caso de afectaciones irreversibles, para contribuir a manera de compensación a esto.

Se integran las medidas de prevención, mitigación y compensación que fueron identificadas durante el proceso de evaluación de los impactos del Capítulo V, así como otras medidas adicionales que se consideran relevantes y que actualmente se desarrollan dentro del área del proyecto.

### Descripción de las medidas de prevención y mitigación

A continuación, se describen las distintas medidas que fueron relacionadas de acuerdo a la evaluación del capítulo V, indicando que tipo de medida es desglosándola por componente ambiental, mecanismo de ejecución, medida de éxito esperada, duración de la actividad de mitigación, etapa de proyecto, duración de la etapa y especificando si es una medida de adaptación al cambio climático.

#### Ficha 0.1. Medida de mitigación 1

<b>Tipo de medida: <span style="background-color: #90EE90;">Prevención</span></b>
<b>Componente:</b> Socio económico.
<b>Subcomponente:</b> Legislación ambiental.
<b>Atributo:</b> Cumplimiento de la normatividad ambiental.
<b>Medida considerada.</b> Integración de la nueva etapa de extracción y aprovechamiento al Programa de Vigilancia Ambiental, designándose un responsable operativo y un responsable del área ambiental por parte de Cementos Moctezuma para detectar aspectos críticos desde el punto de vista ambiental, el cuál supervisará los trabajos, o en su caso, el personal que subcontrate Cementos Moctezuma S.A. de C.V., para tomar decisiones, definir estrategias o modificar actividades nocivas que se puedan presentar durante la realización del proyecto.
<b>Mecanismo de ejecución:</b> El responsable del área ambiental dará aviso a la autoridad pertinente el inicio de la ejecución de las actividades que impliquen la renovación tecnológica o la mejora de los procesos establecerá un estricto control y seguimiento de la obra, y atenderá al personal de las Delegaciones Federales de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), cuando sea requerido.
<b>Medida de éxito esperada:</b> Detectar y corregir desviaciones, con relevancia ambiental, respecto a lo proyectado en las nuevas instalaciones y de renovación tecnológica, para supervisar la correcta ejecución de las medidas ambientales y determinar la necesidad de suprimir, modificar o introducir nuevas medidas.
<b>Duración de la actividad de mitigación:</b> Toda la vida útil de esta tercera etapa de extracción y aprovechamiento del yacimiento de yeso en el predio La Mole.
<b>Etapas de proyecto en que se aplica:</b> Preparación de Sitio, extracción, aprovechamiento, restauración y abandono.
<b>Duración de la etapa:</b> 30 años.

**Es una medida de adaptación al cambio climático:** No es una medida de adaptación al cambio climático.

### Ficha 0.2. Medida de mitigación 2

<b>Tipo de medida:</b> <b>Prevención</b>
<b>Componente:</b> Socio económico.
<b>Subcomponente:</b> Legislación ambiental.
<b>Atributo:</b> Cumplimiento de la normatividad ambiental.
<b>Medida considerada.</b> Hacer del conocimiento de los trabajadores empleados, para realizar actividades al interior de las actividades de esta tercera etapa de extracción y aprovechamiento del yacimiento de yeso en el predio La Mole, las disposiciones y sanciones que las leyes señalan en materia ambiental. Se incluirá un listado de las acciones que realizará para garantizar que los trabajadores respeten los ordenamientos legales y la protección de la flora y fauna silvestres, incluyendo aquellas bajo estatus de conservación que habitan en el área de influencia del proyecto y dentro del predio del yacimiento de yeso La Mole.
<b>Mecanismo de ejecución:</b> Se dará capacitación preliminar al personal de nuevo ingreso para dotarlo de los elementos para la toma de decisiones en los aspectos legales de materia ambiental.
<b>Medida de éxito esperada:</b> Mantener un nulo historial de No conformidades en materia de impacto ambiental.
<b>Duración de la actividad de mitigación:</b> Toda la vida útil de esta tercera etapa de extracción y aprovechamiento del yacimiento de yeso en el predio La Mole.
<b>Etapas de proyecto en que se aplica:</b> Preparación de Sitio, extracción, aprovechamiento, restauración y abandono..
<b>Duración de la etapa:</b> 30 años
<b>Es una medida de adaptación al cambio climático:</b> No es una medida de adaptación al cambio climático

### Ficha 0.3. Medida de mitigación 3

<b>Tipo de medida:</b> <b>Mitigación</b>
<b>Componente:</b> Socio económico.
<b>Subcomponente:</b> Medio Socio económico
<b>Atributo:</b> Salud y seguridad.
<b>Medida considerada.</b> Mantener en óptimas condiciones de operación el equipo y la maquinaria a utilizar durante la etapa de extracción y aprovechamiento.
<b>Mecanismo de ejecución:</b> Se mantendrá un estricto seguimiento a la ejecución del programa de mantenimiento preventivo de los equipos y maquinarias, incluyendo aquellos que sean propiedad de la empresa y de contratistas o prestadores de servicios. Se realizarán recorridos periódicos y verificaciones que permitan detectar condiciones

anormales, para la implementación inmediata de acciones para mitigar los posibles impactos.
<b>Medida de éxito esperada:</b> Cero No conformidades de terceros en visitas de inspección/verificación; nivel de ruido perimetral en los límites establecidos; integración de el de vehículos utilitarios al padrón de verificación; cumplimiento mínimo al 90% del programa de mantenimiento preventivo.
<b>Duración de la actividad de mitigación:</b> Toda la vida útil de esta tercera etapa de extracción y aprovechamiento del yacimiento de yeso en el predio La Mole.
<b>Etapas de proyecto en que se aplica:</b> Preparación de Sitio, extracción, aprovechamiento, restauración y abandono.
<b>Duración de la etapa:</b> 30 años
<b>Es una medida de adaptación al cambio climático:</b> No es una medida de adaptación al cambio climático.

#### Ficha 0.4. Medida de mitigación 4

<b>Tipo de medida:</b> Mitigación
<b>Componente:</b> Abiótico.
<b>Subcomponente:</b> Calidad del Aire.
<b>Atributo:</b> Concentración de gases de combustión.
<b>Medida considerada.</b> En el caso de que se presenten vehículos que emitan grandes cantidades de humo o ruido, solicitará el retiro y condicionará el acceso a las instalaciones hasta que reduzcan sus emisiones. En el caso de vehículos de operación permanente (operación) verificar que cuenten con un programa de mantenimiento periódico y en caso de que aplique, obtengan el engomado de verificación vehicular implementado en el Estado.
<b>Mecanismo de ejecución:</b> Se asegurará que los vehículos de operación permanente que transiten al interior de las instalaciones del yacimiento, cuenten con un programa de mantenimiento y que cuenten con evidencia de su verificación periódica (acorde a la legislación vigente); para vehículos de operación ocasional, se solicitará al responsable de empresa o prestadora de servicio propietaria de dicho vehículo, evidencia de su mantenimiento periódico y se verificará en su operación que no presente emisiones de humo, de lo contrario se le retirará del yacimiento y se tomarán las medidas pertinentes para evitar la recurrencia. Se realizarán recorridos periódicos que permitan detectar condiciones anormales, para la implementación inmediata de acciones para mitigar los posibles impactos.
<b>Medida de éxito esperada:</b> Se espera una nula presencia de vehículos que no cumplan con las especificaciones determinadas en los contratos establecidos con los contratistas.
<b>Duración de la actividad de mitigación:</b> Toda la vida útil de esta tercera etapa de extracción y aprovechamiento del yacimiento de yeso en el predio La Mole.
<b>Etapas de proyecto en que se aplica:</b> Preparación de Sitio, extracción, aprovechamiento, restauración y abandono.
<b>Duración de la etapa:</b> 30 años

**Es una medida de adaptación al cambio climático:** Si es una medida de adaptación al cambio climático.

### Ficha 0.5. Medida de mitigación 5

<b>Tipo de medida:</b> Mitigación
<b>Componente:</b> Socio económico.
<b>Subcomponente:</b> Legislación ambiental.
<b>Atributo:</b> Cumplimiento de la normatividad ambiental.
<b>Medida considerada.</b> Cumplir con los siguientes lineamientos para la disposición adecuada del tipo de residuos que se generen en el yacimiento de material denominado la mole <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Contar con contenedores con tapa, ubicados estratégicamente en las áreas de generación acorde al plan de manejo de residuos con el que cuenta la empresa aprobado por la autoridad.</li> <li>b) La disposición final se realizará de acuerdo a los lineamientos establecidos por la empresa a través del plan de manejo de residuos con el que cuenta la empresa aprobado por la autoridad, a efecto de evitar tanto su dispersión como la proliferación de fauna nociva.</li> </ul>
<b>Mecanismo de ejecución:</b> Es una medida de prevención que se aplicará desde el inicio de las actividades de esta tercera etapa de la extracción y aprovechamiento del yacimiento de yeso. Se mantendrán vigentes y en cumplimiento los planes de manejo de residuos en las jurisdicciones estatales y federales correspondientes. Se implementarán medidas para asegurar la reducción en la generación de los residuos y la mejor disposición de estos, acordes al cumplimiento de los planes de manejo e indicadores comprometidos en los mismos.
<b>Medida de éxito esperada:</b> Se espera una máxima recolección de residuos generados y una disposición final y valoración de estos minimizando con ello su disposición final en el relleno sanitario.
<b>Duración de la actividad de mitigación:</b> Toda la vida útil de esta tercera etapa de extracción y aprovechamiento del yacimiento de yeso en el predio La Mole.
<b>Etapas de proyecto en que se aplica:</b> Preparación de Sitio, extracción, aprovechamiento, restauración y abandono.
<b>Duración de la etapa:</b> 30 años
<b>Es una medida de adaptación al cambio climático:</b> No es una medida de adaptación al cambio climático.



### Ficha 0.6. Medida de mitigación 6

<b>Tipo de medida: PreVENCIÓN</b>
<b>Componente:</b> Abiótico, Biótico, Paisaje, y Socio económico.
<b>Subcomponente:</b> Calidad del Aire, Hidrología, Edafología, flora, Medio Socioeconómico y Legislación ambiental.
<b>Atributo:</b> Olor, Agua superficial, Características, físicas, químicas y biológicas del suelo, Estética del Paisaje, Salud y Seguridad, Opinión Pública, Bienestar Social y Cumplimiento de la normatividad ambiental.
<b>Medida considerada.</b> Se colocarán sanitarios portátiles en cantidad suficiente para todo el personal, además de contratar los servicios del personal especializado que les de mantenimiento periódico y haga una adecuada disposición a los residuos generados. En caso de que la contratación de los sanitarios portátiles no sea una opción viable, se podrán construir baños secos ecológicos al interior del yacimiento de yeso, garantizando las medidas de control pertinentes para su operación.
<b>Mecanismo de ejecución:</b> Se instalarán sanitarios portátiles para evitar la contaminación de aire por defecación al aire libre, por lo que se trata de una medida de prevención y se colocarán en lugares estratégicos acorde al tránsito y operación. En caso de que la instalación de sanitarios portátiles no sea una opción viable, se construirán baños secos ecológicos al interior del yacimiento de yeso. El contratista, o prestador de servicio y los responsables de la obra capacitarán y exhortarán a los trabajadores para que hagan uso de ellos de forma correcta.
<b>Medida de éxito esperada:</b> Se espera que no existan residuos al aire libre y que los residuos generados, sean dispuestos para su tratamiento correspondiente (interno o externo).
<b>Duración de la actividad de mitigación:</b> Toda la vida útil de esta tercera etapa de extracción y aprovechamiento del yacimiento de yeso en el predio La Mole.
<b>Etapas de proyecto en que se aplica:</b> Preparación de Sitio, extracción, aprovechamiento, restauración y abandono.
<b>Duración de la etapa:</b> 30 años
<b>Es una medida de adaptación al cambio climático:</b> No es una medida de adaptación al cambio climático.

### Ficha 0.7. Medida de mitigación 7

<b>Tipo de medida: Mitigación</b>
<b>Componente:</b> Abiótico.
<b>Subcomponente:</b> Calidad del Aire y Geología y Geomorfología.
<b>Atributo:</b> Concentración de partículas suspendidas y Estratigrafía.
<b>Medida considerada.</b> Se realizarán las actividades de extracción, aprovechamiento, riego, nivelación, compactación; considerando la no afectación de la zona, desarrollando las actividades de extracción que sean necesarias para ello.

<b>Mecanismo de ejecución:</b> Durante todo el proceso de preparación del sitio y extracción y aprovechamiento, se regará el área circundante con agua cruda <del>tratada</del> para evitar la dispersión de partículas de polvo y favorecer su sedimentación, solicitando a quien lo realice el uso de equipo de protección personal específico para el polvo.
<b>Medida de éxito esperada:</b> Se espera una baja concentración de partículas suspendidas perimetrales en la zona de proyecto y en los alrededores.
<b>Duración de la actividad de mitigación:</b> Siempre que se realicen actividades para la preparación del sitio, extracción y aprovechamiento del yacimiento de yeso.
<b>Etapas de proyecto en que se aplica:</b> Preparación de sitio, extracción y aprovechamiento.
<b>Duración de la etapa:</b> 30 años.
<b>Es una medida de adaptación al cambio climático:</b> No es una medida de adaptación al cambio climático.

### Ficha 0.8. Medida de mitigación 8

<b>Tipo de medida:</b> <b>Mitigación</b>
<b>Componente:</b> Abiótico.
<b>Subcomponente:</b> Calidad del Aire y Geología y Geomorfología.
<b>Atributo:</b> Concentración de partículas suspendidas y Estratigrafía.
<b>Medida considerada.</b> Se evitará la compactación innecesaria de suelos para el desarrollo de las obras, el material vegetal removido se depositará en un área de resguardo dentro del yacimiento de yeso, para su posterior utilización en trabajos de restauración.
<b>Mecanismo de ejecución:</b> Realizar recorridos en el polígono del proyecto para constatar que no se han realizado actividades fuera de lo autorizado y se hará del conocimiento al personal a las sanciones a las que se está sujeto y tendrá que ser compensada en su caso el área no autorizada, además siempre que el proyecto implique la remoción vegetal, se efectuará el proceso de liberación del polígono conforme a los procedimientos que se tengan definidos por la empresa; el material producto de la remoción y despalme sea retirado y asegurado en el área correspondiente para su futuro uso en las actividades de reforestación y restauración.
<b>Medida de éxito esperada:</b> La afectación solo de las áreas a intervenir indicadas en las etapas del proyecto autorizadas.
<b>Duración de la actividad de mitigación:</b> Siempre que se realicen actividades para la preparación del sitio del yacimiento de yeso.
<b>Etapas de proyecto en que se aplica:</b> Preparación de sitio.
<b>Duración de la etapa:</b> 30 años.
<b>Es una medida de adaptación al cambio climático:</b> No es una medida de adaptación al cambio climático.

### Ficha 0.9. Medida de mitigación 9

<b>Tipo de medida: <span style="background-color: #90EE90;">Prevención</span></b>
<b>Componente:</b> Socio económico.
<b>Subcomponente:</b> Legislación ambiental.
<b>Atributo:</b> Cumplimiento de la normatividad ambiental.
<p><b>Medida considerada.</b> La empresa Cementos Moctezuma S.A. de C.V., solicitará en los requisitos contractuales de las empresas contratistas o prestadoras de servicios que desarrollarán la ejecución de la extracción y aprovechamiento del yacimiento de yeso, como mínimo los siguientes requisitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) No utilizar productos químicos y la quema durante las actividades en el yacimiento de yeso.</li> <li>b) Acotarse a los lineamientos de liberación de áreas de remoción de vegetación que se definan por parte de Cementos Moctezuma, S.A. de C.V. y dar cumplimiento a los controles especificados en dichos lineamientos.</li> <li>c) No remover vegetación que se encuentren fuera de las áreas a intervenir o autorizadas</li> <li>d) Evitar a toda costa el derrame de residuos líquidos considerados como peligrosos, en el suelo o cuerpos de agua cercanos. Los residuos peligrosos generados en actividades se deberán coleccionar y almacenar en recipientes metálicos libres de fugas, en sitios que tengan las características suficientes para garantizar su seguridad, y posteriormente serán enviados al almacén de residuos peligrosos de la planta Tepetzingo para su manejo y disposición adecuada.</li> <li>e) Apegarse a los lineamientos internos para el control en la generación y manejo de residuos sólidos urbanos y de residuos de manejo especial.</li> <li>f) Delimitar las áreas de trabajo y colocar la señalización necesaria para evitar accidentes o situaciones que puedan provocar alguna afectación al medio ambiente.</li> <li>g) Asegurar que conforme al volumen de trabajo y a la cantidad de personal contratado, se cuente con los equipos, herramientas o insumos que garanticen la ejecución de trabajo de forma ordenada y limpia y en condiciones salubres para la persona y para las áreas de trabajo.</li> <li>h) Entre otros.</li> </ul>
<p><b>Mecanismo de ejecución:</b> Se realizará la capacitación a todo el personal que labore en el proyecto dándose a conocer que cualquier incumplimiento a las medidas de mitigación de impacto ambiental será sancionada y tendrá que ser compensada. Se realizarán recorridos periódicos y mediciones que permitan detectar condiciones anormales, para la implementación inmediata de acciones para mitigar los posibles impactos.</p>
<p><b>Medida de éxito esperada:</b> Mantener un nulo historial de No conformidades en materia de impacto ambiental.</p>

<b>Tipo de medida: <span style="background-color: #90EE90;">Prevención</span></b>
<b>Duración de la actividad de mitigación:</b> Siempre que se realicen actividades para la preparación del sitio, extracción y aprovechamiento del yacimiento de yeso.
<b>Etapa de proyecto en que se aplica:</b> Preparación de sitio, extracción y aprovechamiento.
<b>Duración de la etapa:</b> 30 años.
<b>Es una medida de adaptación al cambio climático:</b> Si es una medida de adaptación al cambio climático.

### Ficha 0.10. Medida de mitigación 10

<b>Tipo de medida: <span style="background-color: #90EE90;">Prevención</span></b>
<b>Componente:</b> Biótico.
<b>Subcomponente:</b> Vegetación.
<b>Atributo:</b> Cambio de uso de suelo en la superficie autorizada
<b>Medida considerada.</b> La empresa Cementos Moctezuma S.A. de C.V., vigilará las actividades a desarrollar y tendrá especial cuidado en: Continuar rescatando especies vegetales del yacimiento de yeso y su traslado al vivero; realizar el rescate de suelo y material vegetal para su resguardo en áreas identificadas para su uso posterior en actividades de restauración o como tierra compuesta para los especímenes del vivero;
<b>Mecanismo de ejecución:</b> Se establecerán y se asegurará la implementación de procedimientos para el control de las actividades de rescate, reubicación y manejo de flora; además, se establecerán y se asegurará la implementación de procedimientos para el control de la producción de especies en vivero, así como la salida de las mismas para las zonas o áreas de restauración (intermedia o final). Se realizarán informes de las actividades de restauración y de los inventarios de viveros, los cuales serán comunicados internamente a las áreas relacionadas al cumplimiento y externamente a las autoridades pertinentes, en los informes pertinentes.
<b>Medida de éxito esperada:</b> Se continuará con las actividades de reforestación y restauración con especie nativas.
<b>Duración de la actividad de mitigación:</b> 30 años.
<b>Etapa de proyecto en que se aplica:</b> Extracción, aprovechamiento y restauración.
<b>Duración de la etapa:</b> 30 años.
<b>Es una medida de adaptación al cambio climático:</b> Si es una medida de adaptación al cambio climático.

### Ficha 0.11. Medida de mitigación 11

<b>Tipo de medida:</b> <b>Prevención</b>
<b>Componente:</b> Abiótico.
<b>Subcomponente:</b> Calidad del Aire.
<b>Atributo:</b> Estado acústico natural.
<b>Medida considerada.</b> La empresa Cementos Moctezuma S.A. de C.V. vigilará las actividades a desarrollar y tendrá especial cuidado en: No generar en materia de ruido, al exterior más de 68 decibeles (dB) en turnos diurnos o 65 dB en turnos nocturnos, según lo establecido en la normatividad vigente.
<b>Mecanismo de ejecución:</b> Se realizarán mediciones del ruido perimetral, asegurando que se incluyan los puntos necesarios para garantizar el cumplimiento. En caso de que derivado de dichos estudios se detecten condiciones anormales o fuera de especificación, se realizarán acciones para el análisis de la fuente generadora y la adopción de medidas de control inmediatas.
<b>Medida de éxito esperada:</b> Se espera que no existan quejas de la población, ni afectación a la fauna de la zona por el desarrollo de las distintas actividades de preparación del sitio, extracción, aprovechamiento, restauración y abandono del yacimiento de yeso.
<b>Duración de la actividad de mitigación:</b> Toda la vida útil de de la tercera etapa del yacimiento de yeso.
<b>Etapas de proyecto en que se aplica:</b> Preparación de sitio, extracción, aprovechamiento, restauración y abandono.
<b>Duración de la etapa:</b> 30 años
<b>Es una medida de adaptación al cambio climático:</b> No es una medida de adaptación al cambio climático.

### Ficha 0.12. Medida de mitigación 12

<b>Tipo de medida:</b> <b>Prevención</b>
<b>Componente:</b> Abiótico.
<b>Subcomponente:</b> Calidad del Aire.
<b>Atributo:</b> partículas Suspendidas Totales.
<b>Medida considerada.</b> Para el transporte del material extraído del yacimiento de yeso los vehículos deberán cubrir el material con lona para evitar la dispersión de partículas en el trayecto a planta.
<b>Mecanismo de ejecución:</b> Supervisiones ambientales aleatorias a los vehículos que transportan el material. En caso de que derivado de dichas supervisiones se detecten condiciones anormales, se realizarán acciones necesarias y la adopción de medidas de control inmediatas.
<b>Medida de éxito esperada:</b> Se espera que no existan quejas de la población por la dispersión de partículas en el tránsito de los vehículos.



<b>Duración de la actividad de mitigación:</b> Toda la vida útil de la tercera etapa del yacimiento de yeso.
<b>Etapa de proyecto en que se aplica:</b> Extracción, aprovechamiento.
<b>Duración de la etapa:</b> 30 años
<b>Es una medida de adaptación al cambio climático:</b> No es una medida de adaptación al cambio climático.

### Ficha 0.13. Medida de mitigación 13

<b>Tipo de medida:</b> <b>Mitigación</b>
<b>Componente:</b> Abiótico.
<b>Subcomponente:</b> Hidrología.
<b>Atributo:</b> Agua Subterránea.
<b>Medida considerada.</b> La empresa Cementos Moctezuma S.A. de C.V., vigilará las actividades a desarrollar y tendrá especial cuidado en: Limitar el uso del agua a los servicios sanitarios y riegos, por lo que no utilizará agua en procesos de extracción y aprovechamiento.
<b>Mecanismo de ejecución:</b> Se mantendrá el uso del agua únicamente para los servicios sanitarios y riegos (el yacimiento de yeso no requiere agua para procesos adicionales)
<b>Medida de éxito esperada:</b> Mantener el uso de agua únicamente para sanitarios y riego. En caso de requerirse agua para algún otro proceso, dar aviso a la autoridad para la modificación de proyecto oportuna, detallando de manera adecuada las modificaciones, impactos y medidas de control relacionadas.
<b>Duración de la actividad de mitigación:</b> Toda la vida útil de la tercera etapa del yacimiento de yeso.
<b>Etapa de proyecto en que se aplica:</b> Preparación de sitio, extracción y aprovechamiento.
<b>Duración de la etapa:</b> 30 años
<b>Es una medida de adaptación al cambio climático:</b> No es una medida de adaptación al cambio climático.

### Ficha 0.12. Medida de mitigación 14

<b>Tipo de medida:</b> <b>Compensación</b>
<b>Componente:</b> Biótico, Paisaje, y Socio económico
<b>Subcomponente:</b> Vegetación, Medio Socioeconómico y Legislación ambiental.
<b>Atributo:</b> Superficies agotadas para realizar la restauración del proyecto.
<b>Medida considerada.</b> Actividades tendientes a la restauración del proyecto una vez agotada su vida útil.

<b>Mecanismo de ejecución:</b> Se realizan actividades de restauración y reforestación que consideren únicamente especies nativas en el yacimiento de yeso.
<b>Medida de éxito esperada:</b> Una restauración con especie nativas de acuerdo a los ecosistemas de la zona.
<b>Duración de la actividad de mitigación:</b> No se tiene por el momento la duración de tiempo de esta etapa.
<b>Etapa de proyecto en que se aplica:</b> Abandono del proyecto.
<b>Duración de la etapa:</b> No se tiene por el momento la certeza de la duración de tiempo de esta etapa.
<b>Es una medida de adaptación al cambio climático:</b> Si es una medida de adaptación al cambio climático.

### Ficha 0.135. Medida de mitigación 15

<b>Tipo de medida:</b> Mitigación
<b>Componente:</b> Socio económico.
<b>Subcomponente:</b> Legislación ambiental.
<b>Atributo:</b> Cumplimiento de la normatividad ambiental.
<b>Medida considerada.</b> Manejar, los residuos peligrosos que se generen durante sus actividades, conforme a lo señalado en la Ley general para la prevención y Gestión integral de residuos su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.
<b>Mecanismo de ejecución:</b> Se asegurará el cumplimiento a los planes de manejo de residuos que actualmente están vigentes y autorizados por la SEMARNAT, se garantizará la actualización del plan de manejo conforme a los estatus que se emitan por las dependencias correspondientes, así como la implementación de métodos de control relacionados a los requisitos posteriores, adicional se realizarán recorridos de supervisión ambiental para verificar su cumplimiento.
<b>Medida de éxito esperada:</b> Se espera el manejo adecuado de los residuos generados.
<b>Duración de la actividad de mitigación:</b> Toda la vida útil de la tercera etapa del yacimiento de yeso.
<b>Etapa de proyecto en que se aplica:</b> Preparación de sitio, extracción, aprovechamiento, restauración y abandono.
<b>Duración de la etapa:</b> 30 años
<b>Es una medida de adaptación al cambio climático:</b> No es una medida de adaptación al cambio climático.

### Ficha 0.16. Medida de mitigación 16

<b>Tipo de medida:</b> Prevención
<b>Componente:</b> Socio económico.
<b>Subcomponente:</b> Medio Socioeconómico.
<b>Atributo:</b> Salud y seguridad.

<b>Medida considerada.</b> Programa calendarizado sobre capacitación y adiestramiento del personal, en aspectos de seguridad y medio ambiente.
<b>Mecanismo de ejecución:</b> Se asegurará que en el proceso de contratación / inducción, el personal reciba capacitación y adiestramiento, a fin de garantizar la prevención de accidentes y afectaciones o incumplimientos en materia ambiental. Se mantendrá la formación periódica conforme a los requisitos legales y reglamentarios vigentes y los que en su momento se actualicen o incluyan, relacionados a las actividades que se realizan en el yacimiento de yeso; con el personal de las empresas contratistas o prestadoras de servicio se asegurará que los responsables de dichas compañías, mantenga formado e informado a dicho personal. Se mantendrán mecanismos de evaluación interna que garanticen el cumplimiento de los aspectos legales y reglamentarios relacionados a la seguridad y salud en el trabajo.
<b>Medida de éxito esperada:</b> Personal que labora en el proyecto 100% capacitado y que no se presenten desviaciones a lo autorizado.
<b>Duración de la actividad de mitigación:</b> Toda la vida útil de la tercera etapa del yacimiento de yeso.
<b>Etapas de proyecto en que se aplica:</b> Preparación de sitio, extracción, aprovechamiento, restauración y abandono.
<b>Duración de la etapa:</b> 30 años
<b>Es una medida de adaptación al cambio climático:</b> No es una medida de adaptación al cambio climático.

### Ficha 0.17. Medida de mitigación 17

<b>Tipo de medida:</b> <b>Prevención</b>
<b>Componente:</b> Socio económico.
<b>Subcomponente:</b> Medio Socioeconómico.
<b>Atributo:</b> Salud y seguridad.
<b>Medida considerada.</b> Disponibilidad del equipo necesario de protección personal.
<b>Mecanismo de ejecución:</b> Al momento de brindarles la capacitación de inducción en sus labores los trabajadores recibirán equipo de protección personal el cual es indispensable para tener acceso a las instalaciones del yacimiento de yeso y se asegurará el remplazo o la dotación del equipo necesario para las actividades que se realizarán al interior del banco de yacimiento de yeso; además se asegurará que el personal de las empresas contratistas o prestadoras de servicio que labore al interior del yacimiento de yeso, cuente con el equipo de protección personal necesario y funcional para el desarrollo de las actividades. Se mantendrán mecanismos de evaluación interna que garanticen el cumplimiento de los aspectos legales y reglamentarios relacionados a la seguridad y salud en el trabajo.
<b>Medida de éxito esperada:</b> Será nulo el número de accidentes, ya que la empresa considera importante la seguridad de toda persona que ingresa a las instalaciones del yacimiento de yeso La Mole.

<b>Duración de la actividad de mitigación:</b> Toda la vida útil de la tercera etapa del yacimiento de yeso.
<b>Etapas de proyecto en que se aplica:</b> Preparación de sitio, extracción, aprovechamiento, restauración y abandono.
<b>Duración de la etapa:</b> 30 años
<b>Es una medida de adaptación al cambio climático:</b> No es una medida de adaptación al cambio climático.

### Ficha 0.18. Medida de mitigación 18

<b>Tipo de medida:</b> <b>Mitigación</b>
<b>Componente:</b> Socio económico.
<b>Subcomponente:</b> Legislación ambiental.
<b>Atributo:</b> Cumplimiento de la normatividad ambiental.
<b>Medida considerada.</b> Disposición de los residuos sólidos urbanos y/o de manejo especial generados dentro de yacimiento de yeso.
<b>Mecanismo de ejecución:</b> Se asegurará el cumplimiento a los planes de manejo de residuos sólidos urbanos y/o de manejo especial que actualmente están vigentes y autorizados. Se garantizará la actualización del plan de manejo conforme a los estatus que se emitan por las dependencias correspondientes, así como la implementación de métodos de control relacionados a los requisitos posteriores.
<b>Medida de éxito esperada:</b> Se espera el manejo adecuado de los residuos conforme a los planes de manejo autorizados.
<b>Duración de la actividad de mitigación:</b> Toda la vida útil de la tercera etapa del yacimiento de yeso.
<b>Etapas de proyecto en que se aplica:</b> Preparación de sitio, extracción, aprovechamiento, restauración y abandono.
<b>Duración de la etapa:</b> 30 años
<b>Es una medida de adaptación al cambio climático:</b> No es una medida de adaptación al cambio climático.

### Ficha 0.19. Medida de mitigación 19

<b>Tipo de medida:</b> <b>Prevención</b>
<b>Componente:</b> Socio económico.
<b>Subcomponente:</b> Legislación ambiental.
<b>Atributo:</b> Cumplimiento de la normatividad ambiental.
<b>Medida considerada.</b> Evitará el derrame de hidrocarburos por el uso y mantenimiento de la maquinaria y de los equipos hidráulicos y neumáticos.

<p><b>Mecanismo de ejecución:</b> Actualmente se tienen programas de prevención de accidentes y procedimientos específicos para el mantenimiento de la maquinaria en los talleres de mantenimiento. Se mantendrá actualizado y disponible el plan de respuesta a emergencias y se contará con los insumos necesarios para atender una emergencia (en los vehículos o en algún lugar específico del yacimiento de yeso), en caso de que esta se presente. Adicional se establecerá un área específica para que en caso de que se requiera se realice el mantenimiento de unidades.</p>
<p><b>Medida de éxito esperada:</b> Cero derrames de hidrocarburo sobre suelo y la generación mínima de residuos peligrosos.</p>
<p><b>Duración de la actividad de mitigación:</b> Toda la vida útil de de la tercera etapa del yacimiento de yeso.</p>
<p><b>Etapas de proyecto en que se aplica:</b> Preparación de sitio, extracción, aprovechamiento, restauración y abandono.</p>
<p><b>Duración de la etapa:</b> 30 años</p>
<p><b>Es una medida de adaptación al cambio climático:</b> No es una medida de adaptación al cambio climático.</p>

#### Ficha 0.20. Medida de mitigación 20

<p><b>Tipo de medida:</b> <b>Prevención</b></p>
<p><b>Componente:</b> Socio económico.</p>
<p><b>Subcomponente:</b> Legislación ambiental.</p>
<p><b>Atributo:</b> Cumplimiento de la normatividad ambiental.</p>
<p><b>Medida considerada.</b> Mantendrá los diques de contención de derrames (de material impermeable), para el tanque de almacenamiento de combustible con el que cuenta el yacimiento de yeso, conforme a la normatividad.</p>
<p><b>Mecanismo de ejecución:</b> Se mantendrán programas de revisión y mantenimiento preventivo que aseguren la verificación del tanque de combustible que garanticen que los elementos se encuentran en condiciones óptimas que permitan la contención adicionalmente se realizarán recorridos de supervisión ambiental para corroborar su cumplimiento.</p>
<p><b>Medida de éxito esperada:</b> Cumplimiento a la legislación y normas oficiales mexicanas vigentes, así como cero derrames de combustible en la zona del proyecto.</p>
<p><b>Duración de la actividad de mitigación:</b> Toda la vida útil de de la tercera etapa del yacimiento de yeso.</p>
<p><b>Etapas de proyecto en que se aplica:</b> Preparación de sitio, extracción, aprovechamiento, restauración y abandono.</p>
<p><b>Duración de la etapa:</b> 30 años</p>
<p><b>Es una medida de adaptación al cambio climático:</b> No es una medida de adaptación al cambio climático.</p>



### Ficha 0.21. Medida de mitigación 21

<b>Tipo de medida:</b> <b>Prevención</b>
<b>Componente:</b> Socio económico.
<b>Subcomponente:</b> Legislación ambiental.
<b>Atributo:</b> Cumplimiento de la normatividad ambiental.
<b>Medida considerada.</b> Continuará cumpliendo con las disposiciones contenidas en las normas y reglamentos aplicables para la extracción y aprovechamiento del yacimiento de yeso, relativas a: Señalamientos y letreros alusivos a la seguridad del personal operativo.
<b>Mecanismo de ejecución:</b> Se mantendrá la señalización correspondiente, de acuerdo a las normas oficiales vigentes para la prevención de accidentes, tal como se realiza en el yacimiento de yeso actualmente.
<b>Medida de éxito esperada:</b> Prevenir accidentes hacia el personal que labora en el yacimiento.
<b>Duración de la actividad de mitigación:</b> Toda la vida útil de de la tercera etapa del yacimiento de yeso.
<b>Etapas de proyecto en que se aplica:</b> Preparación de sitio, extracción, aprovechamiento, restauración y abandono.
<b>Duración de la etapa:</b> 30 años
<b>Es una medida de adaptación al cambio climático:</b> No es una medida de adaptación al cambio climático.

### Ficha 0.22. Medida de mitigación 22

<b>Tipo de medida:</b> <b>Prevención</b>
<b>Componente:</b> Socioeconómico
<b>Subcomponente:</b> Medio Socioeconómico y Legislación Ambiental.
<b>Atributo:</b> Cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, de seguridad y salud.
<b>Medida considerada.</b> Se realizarán supervisiones ambientales para el cumplimiento de todas y cada una de las medidas de mitigación y las propuestas por la autoridad y la verificación de las normas oficiales mexicanas aplicables al yacimiento de yeso para garantizar su cumplimiento.
<b>Mecanismo de ejecución:</b> El Coordinador ambiental a través de las supervisiones ambientales auxiliado por el jefe de Cantera y el responsable de la explotación mantendrán el cumplimiento de los sistemas de autogestión en materia de seguridad y salud en el trabajo y de las supervisiones ambientales realizadas, lo cual permitirá garantizar el cumplimiento en materia de medio ambiente.
<b>Medida de éxito esperada:</b> Verificar cumplimiento e implementar acciones de corrección y de mejora continua en caso de presentarse áreas de oportunidad de mejora.

<b>Tipo de medida: <b>Prevención</b></b>
<b>Duración de la actividad de mitigación:</b> Toda la vida útil de la tercera etapa del yacimiento de yeso.
<b>Etapa de proyecto en que se aplica:</b> Preparación de sitio, extracción, aprovechamiento, restauración y abandono.
<b>Duración de la etapa:</b> 30 años
<b>Es una medida de adaptación al cambio climático:</b> No es una medida de adaptación al cambio climático.

### Ficha 0.23. Medida de mitigación 23

<b>Tipo de medida: <b>Mitigación</b></b>
<b>Componente:</b> Socioeconómico
<b>Subcomponente:</b> Medio Socioeconómico y Legislación Ambiental.
<b>Atributo:</b> Salud y seguridad y Cumplimiento de la normatividad ambiental.
<b>Medida considerada.</b> Elaborará un reporte de accidentes e incidentes ambientales, señalando sus causas y efectos, así como las acciones emprendidas para su atención, corrección y prevención. Describirá con detalle, aquellos accidentes con repercusiones severas que propiciaron o pudieran haber generado afectaciones al entorno.
<b>Mecanismo de ejecución:</b> Se realizarán supervisiones ambientales en las cuales se incluirán los aspectos de accidentes e incidentes en materia de medio ambiente, seguridad y salud en el trabajo. En los casos en los que ocurran accidentes e incidentes ambientales y en materia de seguridad y salud en el trabajo se dará aviso a las dependencias correspondientes, conforme a los estatutos y/o procedimientos que especifique la legislación vigente
<b>Medida de éxito esperada:</b> Verificar cumplimiento e implementar acciones de corrección y de mejora continua en caso de presentarse áreas de oportunidad de mejora.
<b>Duración de la actividad de mitigación:</b> Toda la vida útil de la tercera etapa del yacimiento de yeso.
<b>Etapa de proyecto en que se aplica:</b> Preparación de sitio, extracción, aprovechamiento, restauración y abandono.
<b>Duración de la etapa:</b> 30 años
<b>Es una medida de adaptación al cambio climático:</b> No es una medida de adaptación al cambio climático.

**Ficha 0.24. Medida de mitigación 24**

<b>Tipo de medida:</b> <b>Prevención</b>
<b>Componente:</b> Socio económico.
<b>Subcomponente:</b> Legislación ambiental.
<b>Atributo:</b> Cumplimiento de la normatividad ambiental.
<b>Medida considerada.</b> Actualizará el programa calendarizado de mantenimiento preventivo: De los vehículos y la maquinaria que sean utilizados, con la finalidad de no rebasar los límites máximos permisibles para la emisión de humos, hidrocarburos y monóxido de carbono que establecen las normas oficiales mexicanas aplicables.
<b>Mecanismo de ejecución:</b> El responsable de cantera en conjunto con el Responsable de la compañía contratista verificará la actualización de la calendarización de mantenimientos preventivos. Se mantendrá seguimiento al cumplimiento de los programas de mantenimiento preventivo y predictivo de la maquinaria y equipo, con énfasis en los equipos que por sus características puedan generar un impacto ambiental.
<b>Medida de éxito esperada:</b> Contar con vehículos y maquinaria en cumplimiento a la legislación ambiental en materias de emisiones por fuentes móviles
<b>Duración de la actividad de mitigación:</b> 30 años.
<b>Etapas de proyecto en que se aplica:</b> Preparación del sitio, Operación y Mantenimiento.
<b>Duración de la etapa:</b> 30 años.
<b>Es una medida de adaptación al cambio climático:</b> No es una medida de adaptación al cambio climático.

**Ficha 0.25. Medida de mitigación 25**

<b>Tipo de medida:</b> <b>Prevención</b>
<b>Componente:</b> Socio económico.
<b>Subcomponente:</b> Legislación ambiental.
<b>Atributo:</b> Cumplimiento de la normatividad ambiental.
<b>Medida considerada.</b> Mantener los registros en una bitácora de las diversas actividades de mantenimiento que se realicen y que estará disponible para consulta de la autoridad competente.
<b>Mecanismo de ejecución:</b> Actualmente se tienen los registros en bitácora de los diversos mantenimientos que se realizan, ya sea de manera programada o eventual y se ampliará dicha bitácora a la ampliación del banco (tercera etapa) del yacimiento de yeso La Mole.

<b>Medida de éxito esperada:</b> Asegurar que en las actividades de mantenimiento se cuente con información relativa al manejo adecuado de los residuos, adicionalmente a los controles operacionales implementados en dichas actividades
<b>Duración de la actividad de mitigación:</b> Toda la vida útil de la tercera etapa del yacimiento de yeso.
<b>Etapas de proyecto en que se aplica:</b> Preparación de sitio, extracción, aprovechamiento, restauración y abandono.
<b>Duración de la etapa:</b> 30 años
<b>Es una medida de adaptación al cambio climático:</b> No es una medida de adaptación al cambio climático.

## Seguimiento de los programas ambientales

### a). Estrategias y acciones del Seguimiento Ambiental

#### **Estrategia 1**

Agrupar por componente y aspecto ambiental todas las medidas ambientales que serán objeto para formular las acciones de seguimiento (supervisión), calendarización (cronograma) y control (registros).

Los programas ambientales se agruparan de la siguiente manera:

#### **Aire, Suelo, Agua, Vegetación y Fauna**

#### **Estrategia 2**

Ordenar los grupos de los programas ambientales de acuerdo con el momento y número de veces que se aplicará durante la implantación del Proyecto.

### b). Seguimiento Ambiental y Definición de Indicadores y Umbrales

Definir la forma en que se dará el seguimiento ambiental mediante el uso de indicadores y umbrales. El Seguimiento Ambiental se realizará físicamente mediante la supervisión, y se basará en indicadores y umbrales para evaluar la eficiencia del cumplimiento y aplicación de las medidas ambientales.

Los indicadores servirán para medir el grado de integración ambiental logrado por el proyecto y el alcance de los objetivos de cada uno de los instrumentos de aplicación de las medidas ambientales. Por el comportamiento de los indicadores se deducirá la necesidad o no de aplicar Medidas correctoras o complementarias de carácter complementario.

Indicadores que se usarán serán de realización y de efectos. Los primeros, medirán la aplicación efectiva de las medidas y los segundos, los resultados de tales medidas. En cuanto a los umbrales, se tendrán de Alerta e Inadmisibles: los de alerta señalan el punto en el que deben entrar en funcionamiento las Medidas correctoras o complementarias, y los inadmisibles, se refieren al punto en el que será difícil o ya no se puede aplicar la medida ambiental (Gómez Orea, 1999).

Los indicadores y umbrales serán usados en cada comprobación de aplicación de medidas, y el resultado se registrará en Términos de la Conformidad del Cumplimiento y la Aplicación<sup>1</sup>.

**Aire.** El seguimiento ambiental en el aspecto Aire se realizará a partir del registro contenido en el Programa y la Bitácora de mantenimiento de cada unidad de equipo, maquinaria y automotor, y la evaluación se basará en los indicadores señalados en la tabla VI.2.

**Tabla VI.2.** Medidas ambientales para la Calidad del Aire

<b>Duración</b>	Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento
<b>Factor</b>	Aire
<b>Medida</b>	Supervisión de vehículos y maquinaria sujetos a mantenimiento periódico según las especificaciones del fabricante y Evitar la formación de nubes fugitivas de polvo.
<b>Tipo de medida</b>	Mitigación
<b>Instrumento</b>	Programa y bitácora de mantenimiento de maquinaria y vehicular que atienda las recomendaciones del fabricante y cumpla con la normatividad vigente.
<b>Indicador de Realización</b>	Presencia de humos generados por la operación de vehículos automotores y maquinaria en la ejecución del proyecto, durante la etapa de preparación del sitio y construcción.
<b>Indicador de Efectos</b>	Porcentaje de vehículos usados en el yacimiento de yeso, que cumplen la medida preventiva.

<sup>1</sup> En Seguimiento Ambiental será por comprobación mediante la Supervisión

<b>Umbral de Alerta</b>	Entre el 1 y 10% del parque vehicular y maquinaria con mantenimiento inadecuado, verificando en la bitácora el mantenimiento periódico de acuerdo con lo indicado por el fabricante.
<b>Umbral Inadmisibles</b>	Más del 10% del parque vehicular y maquinaria con mantenimiento inadecuado, verificando en la bitácora el mantenimiento periódico de acuerdo con lo indicado por el fabricante.
<b>Cronograma de comprobación</b>	Calendario de trabajo: 12 meses <i>Automotores:</i> Primera comprobación con supervisión será en el mes 1 (durante la preparación de sitio). Segunda comprobación con supervisión será seis meses después en el mes 5 Tercera comprobación con supervisión en el mes 6 <i>Equipo y maquinaria:</i> En el caso de equipo y maquinaria, se fijará el periodo de comprobación en función de las recomendaciones de los fabricantes.
<b>Puntos de Comprobación</b>	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en: bitácora de mantenimiento preventivo y/o correctiva a vehículos encontrándose la información documental referente a la verificación del funcionamiento de equipo, maquinaria y automotores.
<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será el responsable ambiental en toda la vida del proyecto.
<b>Registros de Control de la Supervisión Ambiental</b>	Bitácora de mantenimiento, las supervisiones ambientales, en los cuales de ser el caso se levantará la no conformidad y se definirán las Medidas correctivas o complementarias y los compromisos adquiridos por el Encargado del Proyecto.
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Resultado de la Supervisión: Indicará la conformidad. 1. Se establece el compromiso obligatorio de regularizar el mantenimiento o reemplazo de la unidad. 2. Se establece la fecha de cumplimiento entre el responsable del equipo y el responsable ambiental.

**Suelo.** El seguimiento ambiental del Suelo se apegará a las medidas de protección y de Conservación de suelos y en los indicadores mostrados en la tabla VI.3, tabla VI.4, tabla VI.5 y tabla VI.6.

**Tabla VI.3. Medidas del Suelo**

<b>Duración</b>	Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento
<b>Factor</b>	Suelo
<b>Medida</b>	Troceo, mezclado y esparcimiento de residuos vegetales (productos de la remoción de vegetación) para mantener los suelos.
<b>Tipo de medida</b>	Preventiva
<b>Instrumento</b>	Programa de conservación de suelos y agua (ver anexo VIII.3.B) y Rescate del suelo vegetal
<b>Indicador de Realización</b>	Porcentaje de la superficie total de las áreas donde se realice la remoción de vegetación y el sitio de disposición los residuos vegetales.
<b>Indicador de Efectos</b>	El resultado del sitio de disposición final de residuos de vegetación y la superficie programada del proyecto sea igual al 100%.
<b>Umbral de Alerta</b>	Cuando el 10% de superficie de disposición, esparcimiento y mezclado de residuos vegetales no sea ejecutada frente a la programada sin justificación alguna.



<b>Umbral Inadmisible</b>	Cuando la superficie de disposición, esparcimiento y mezclado no realizada sea superior al 10 %.
<b>Cronograma de Comprobación</b>	Calendario de trabajo: 12 meses (esto se ejecutará por cada año de la vida útil del proyecto) De forma planificada, a partir del momento que se obtenga la autorización por parte de la autoridad.
<b>Puntos de Comprobación</b>	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada uno de las áreas donde se ejecuten remoción de vegetación a lo largo y ancho, Se hará en presencia del personal que ejecute el proyecto. Éstos presentaran su reporte en la cual se encontrará la información documental y memoria fotográfica.
<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante la supervisión será el responsable ambiental a través del ejecutor.
<b>Registros de Control de la Supervisión Ambiental</b>	Reporte de actividades realizadas. Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones planificadas para el yacimiento de yeso, se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad. Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la no conformidad con el Programa.

**Tabla VI.4. Medidas del Suelo**

<b>Duración</b>	Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento
<b>Factor</b>	Suelo
<b>Medida</b>	Mantenimiento vehicular
<b>Tipo de medida</b>	Preventiva
<b>Instrumento</b>	Bitácora de residuos peligrosos
<b>Indicador de Realización</b>	Se verificará en campo que en caso de ser necesario se realice algún mantenimiento a vehículos dicha actividad se ejecute en el área asignada y a través de las supervisiones ambientales no se detecten suelos impregnados con residuos peligrosos.
<b>Indicador de Efectos</b>	Se verificará que el en las supervisiones ambiental no se detecte suelo impregnado con residuos peligrosos
<b>Umbral de Alerta</b>	En caso de que se requiera la realización del mantenimiento a un vehículo este no se realice en el área designada
<b>Umbral Inadmisible</b>	Cuando identifique un área con suelo impregnado de residuos peligrosos.
<b>Cronograma de Comprobación</b>	Calendario de trabajo para el yacimiento de yeso: 12 meses (esto se ejecutará por cada año de la vida útil del proyecto) De forma planificada una vez autorizado el proyecto por la autoridad.
<b>Puntos de Comprobación</b>	El mantenimiento se realiza fuera del área de proyecto, por lo que se comprobara directamente en base al programa de mantenimiento vehicular.

<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante la supervisión será el responsable ambiental a través del ejecutor.
<b>Registros de Control de la Supervisión Ambiental</b>	Programa de mantenimiento vehicular, evidencia documental y las supervisiones ambientales. Se levantará la no conformidad en las supervisiones planificadas para el yacimiento de yeso, se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad Se establece la fecha de cumplimiento entre el responsable del proyecto y el responsable ambiental.

**Tabla VI.5. Medidas para Suelo y Agua**

<b>Duración</b>	Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento
<b>Factor</b>	Suelo y Agua
<b>Medida</b>	Los residuos sólidos se depositarán en contenedores de acuerdo al plan de manejo vigente registrado ante la autoridad.
<b>Tipo de medida</b>	Preventiva
<b>Instrumento</b>	Procedimiento de Manejo Integral de Residuos Vigente.
<b>Indicador Realización</b>	Se verificará en campo y bitácora que los residuos generados sean manejados conforme al registro de plan de manejo vigente ante la autoridad. El impacto se presentará en caso de una mala disposición de los residuos afectando el suelo.
<b>Indicador Efectos</b>	Se comprobará en campo que no existan residuos dispersos en las instalaciones del proyecto. En bitácora se verificará el registro y disposición final de los residuos
<b>Umbral de Alerta</b>	Que se observen residuos dispersos en las instalaciones del proyecto
<b>Umbral Inadmisibile</b>	Cuando se rebase el periodo de almacenamiento establecido en las disposiciones de la normatividad aplicable.
<b>Aplicable. Cronograma de comprobación</b>	Calendario de trabajo para la obra en estudio: 12 meses La comprobación con supervisión se realizará de forma planificada en los 12 meses del Calendario de Trabajo.
<b>Puntos de Comprobación</b>	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en: Las áreas que se destinen para el almacenamiento temporal de los residuos. Se comprobará en presencia del Responsable del Proyecto, el cual presentará la Bitácora de Manejo de Residuos donde se encontrará la información documental de los residuos generados y dispuestos Conforme al Procedimiento de Manejo Integral de Residuos Vigente.

<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante la supervisión será el responsable ambiental a través del ejecutor.
<b>Registros de Control de la Supervisión Ambiental</b>	Bitácora de residuos, supervisiones ambientales realizadas, Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones realizadas y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Resultado de la Supervisión. La no conformidad Se establece la fecha de cumplimiento entre el responsable del proyecto y el responsable ambiental. Se levantará la no conformidad, hasta que se compruebe el adecuado manejo de los residuos; en el caso contrario se le aplicarán sanciones administrativas y tendrán que responder por las que eventualmente aplican las autoridades competentes.

**Tabla VI.6. Medidas para Suelo y Agua**

<b>Duración</b>	Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento
<b>Factor</b>	Suelo y Agua
<b>Medida</b>	Recolección y disposición de Residuos Peligrosos generados en el proceso de extracción y aprovechamiento en cumplimiento de la Normativa.
<b>Tipo de medida</b>	Preventiva
<b>Instrumento</b>	Procedimiento de Manejo Integral de Residuos Vigente.
<b>Indicador de Realización</b>	Manejo y disposición de residuos peligrosos de acuerdo con el Plan de manejo de residuos autorizado. El impacto se presentará en caso de que exista contacto entre el suelo y algún residuo.
<b>Indicador de Efectos</b>	Se verificará en campo que no existan suelos contaminados con residuos peligrosos. En bitácora, se verificará que el volumen de residuos peligrosos reportados (R/R) sea igual al volumen de residuos manejados (RM) (almacenados, /o tratados, reciclados y/o dispuestos) conforme a la normatividad vigente $RR/RM = 1$
<b>Umbral de Alerta</b>	Cuando se localicen a lo largo de las instalaciones del yacimiento de yeso manchas de residuos en el suelo. Que el volumen y tipo de residuos manejados será diferente al registrado en la bitácora
<b>Umbral Inadmisibles</b>	Cuando el volumen de residuos manejados que no cumplan con la normatividad aplicable.
<b>Cronograma de Comprobación</b>	Cronograma de comprobación 12 meses (esto se ejecutará por cada año de la vida útil del proyecto)
<b>Puntos de Comprobación</b>	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán Se comprobará en presencia del responsable del Proyecto, el cual presentará los registros correspondientes al Procedimiento de Manejo Integral de Residuos Vigente en materia de residuos peligrosos (Bitácora de Residuos Peligrosos e información documental del Cumplimiento), adicional a las supervisiones ambientales que se realicen.
<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante la supervisión será el responsable ambiental a través del ejecutor.
<b>Registros de Control de la Supervisión Ambiental</b>	Bitácora de residuos peligrosos y reporte de supervisiones Ambientales. Se levantará la no Conformidad cuando se alcance el umbral de alerta y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Resultado de la Supervisión. Indicará la no conformidad Se establece la fecha de cumplimiento entre el responsable del proyecto y el responsable ambiental. Se levantará la no conformidad, cuando se compruebe el adecuado manejo de los residuos; en el caso contrario se le aplicarán sanciones administrativas y tendrán que responder por las que eventualmente aplicaran las autoridades competentes.

**Agua.** El seguimiento ambiental en el aspecto Agua, se basará en términos del permiso municipal y en la supervisión de la fuente de abastecimiento.

**Tabla VI.7.** Medidas del Aspecto Agua

<b>Duración</b>	Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento
<b>Factor</b>	Agua
<b>Medida</b>	Utilizar agua únicamente para el riego de caminos y en su caso para los baños portátiles (si es que aplica)
<b>Tipo de medida</b>	Preventiva
<b>Instrumento</b>	bitácoras de riego de caminos, bitácoras de mantenimiento de sanitarios portátiles (cuando aplique)
<b>Indicador de Realización</b>	Se verificará en la bitácora el registro del volumen de agua, la evidencia documental de su origen durante las etapas de preparación, extracción y aprovechamiento del yacimiento de yeso.
<b>Indicador de Efectos</b>	Se verificará que no se utilice agua de sitios no autorizados.
<b>Umbral de Alerta</b>	Cuando se utilice agua para abastecer usos diferentes a los declarados en la medida.
<b>Umbral Inadmisibile</b>	Cuando se utilice agua de sitios no autorizados
<b>Cronograma de Comprobación</b>	Calendario de trabajo para la obra en estudio: 12 meses (esto se ejecutará por cada año de la vida útil del proyecto) así como reportes de supervisiones ambientales realizadas.
<b>Puntos de Comprobación</b>	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en el yacimiento y requerirán la presencia del responsable del Proyecto para demostrar el registro en la bitácora en cumplimiento a esta medida y la evidencia documental correspondiente.
<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante la supervisión será el responsable ambiental a través del ejecutor.
<b>Registros de Control de la Supervisión Ambiental</b>	Bitácora de agua, y reportes de las supervisiones ambientales realizadas.
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad Se establece la fecha de cumplimiento entre el responsable del proyecto y el responsable ambiental. Se pedirá que se compruebe que el suministrado provenga exclusivamente de sitios autorizados, en caso contrario se le aplicarán sanciones administrativas y tendrán que responder por las que eventualmente aplicaran las autoridades competentes.

**Vegetación.** El seguimiento ambiental de la vegetación se basará en la estructura del Programa de propagación, Protección y Conservación de Flora Silvestre y del programa de propagación o manejo de flora, y en los indicadores mostrados en la tabla VI.8, tabla VI.9 y tabla VI.10.

Tabla VI.8. Medidas de la Vegetación

<b>Duración</b>	Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento
<b>Factor</b>	Vegetación
<b>Medida</b>	Se ejecutarán los mecanismos de conservación conforme a lo establecido en el procedimiento de Liberación Ambiental de Bancos vigente y sus anexos correspondientes: Protocolos de rescate de flora, Rescate y ahuyentamiento de fauna, acotado a las zonas liberadas y conforme a las actividades que se planifiquen derivado de la evaluación de la zona (polígono) que se pretenda remover. Las actividades de conservación pueden incluir el rescate de especies (dando preferencia a las que se encuentren en algún estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010); actividades de rescate de germoplasma, actividades de rescate de esquejes, entre otras.
<b>Tipo de medida</b>	Preventiva
<b>Instrumento</b>	Procedimiento de Liberación Ambiental de Bancos vigente y sus anexos correspondientes: Protocolos de rescate de flora, Rescate y ahuyentamiento de fauna
<b>Indicador de Realización</b>	Ejecución de las actividades conforme al procedimiento de liberación ambiental
<b>Indicador de Efectos</b>	Cumplimiento a las actividades declaradas en procedimiento de liberación ambiental conforme a las zonas que se hayan removido (reubicación, almacenaje de tierra vegetal, recolección de semilla y/o esqueje)
<b>Umbral de Alerta</b>	Cuando se encuentre una desviación al cumplimiento de las actividades de procedimiento de liberación ambiental.
<b>Umbral Inadmisibile</b>	Cuando una o más de las actividades declaradas en el procedimiento de liberación ambiental no se cumplan (en uno o más de los procesos de Liberación Ambiental)
<b>Cronograma de comprobación</b>	Calendario de trabajo para la obra en estudio: 12 meses (esto se ejecutará cuando se requiera una remoción de vegetación en términos de lo autorizado) La supervisión ambiental se realizará de forma planificada en los 12 meses del Calendario de Trabajo.
<b>Puntos de Comprobación</b>	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en los polígonos donde se requiera la remoción de vegetación. Y en caso de que aplique la reubicación, colecta, propagación de alguna especie, esta se ejecutará a través del Programa de propagación, Protección y Conservación de Flora Silvestre y programa de propagación o manejo de flora, con el registro en la Bitácora correspondiente.
<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante la supervisión será el responsable ambiental a través del ejecutor.
<b>Registros de Control de la Supervisión Ambiental</b>	Reporte de procedimiento de liberación ambiental, reportes de supervisiones ambientales, Bitácora de registro de colecta, reubicación, propagación de especies.
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad Una semana posterior a la supervisión acordar con el responsable del proyecto las fechas de solventación de los hallazgos que incluya el compromiso de regularizar la conformidad con lo especificado en el reporte de supervisión ambiental, las causas de la desviación. Asimismo, se reforzarán las campañas de difusión y concientización, enfocándose al personal que no haya adquirido la conciencia de la protección de la flora silvestre.

Tabla VI.9. Medidas de la Vegetación.

<b>Duración</b>	Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento
<b>Factor</b>	Vegetación
<b>Medida</b>	Delimitación de polígono del yacimiento de yeso, la zona de amortiguamiento y los polígonos donde se ejecutará la remoción de vegetación, para no afectar otras áreas que no sean las destinadas a la ejecución del proyecto.
<b>Tipo de medida</b>	Preventiva
<b>Instrumento</b>	Delimitación física de las áreas polígono del yacimiento de yeso, la zona de amortiguamiento y los polígonos donde se ejecutará la remoción de vegetación
<b>Indicador de Realización</b>	Verificar que las áreas autorizadas del proyecto estén claramente señalizadas desde el inicio de las actividades.
<b>Indicador de Efectos</b>	El resultado del algoritmo (delimitación de áreas autorizadas/la no delimitación de las áreas autorizadas) debe ser 1.
<b>Umbral de Alerta</b>	Las superficies autorizadas (por la autoridad ó internas a través del procedimiento de liberación ambiental) no estén debidamente delimitadas.
<b>Umbral Inadmisibile</b>	Cuando el resultado del algoritmo (delimitación de áreas autorizadas/la no delimitación de las áreas autorizadas) sea mayor a 1
<b>Cronograma de Comprobación</b>	Calendario de trabajo para la obra en estudio: 12 meses (esto se ejecutará por cada año de la vida útil del proyecto) La supervisión se realizará de forma planificada en los 12 meses del Calendario de Trabajo
<b>Puntos de Comprobación</b>	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán Reportes de supervisión ambiental para constatar la delimitación del polígono autorizado y la zona de amortiguamiento Reportes de procedimiento de liberación ambiental.
<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante la supervisión será el responsable ambiental a través del ejecutor.
<b>Registros de Control de la Supervisión Ambiental</b>	Reportes de supervisión ambiental, reportes de procedimiento de liberación ambiental. Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones planificadas para el yacimiento de yeso, se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la no conformidad con lo establecido en el programa. Restauración de zonas afectadas Reparación o restitución de la señalización No conformidades y sanciones administrativas.



**Tabla VI.10. Medidas de la Vegetación**

<b>Duración</b>	Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento
<b>Factor</b>	Vegetación
<b>Medida</b>	Se establecerá una franja de amortiguamiento de vegetación contigua a la obra en estudio.
<b>Tipo de medida</b>	Preventiva
<b>Instrumento</b>	Delimitación física de la franja de amortiguamiento
<b>Indicador de Realización</b>	Determinación de franja de amortiguamiento/ la delimitación de la franja de amortiguamiento deber ser igual a 1
<b>Indicador de Efectos</b>	El porcentaje de la vegetación afectada por las actividades realizadas colindante a la zona de amortiguamiento
<b>Umbral de Alerta</b>	Cuando las actividades presenten afectación negativa por efecto de esta actividad.
<b>Umbral Inadmisible</b>	Afectación de la vegetación en la franja de amortiguamiento.
<b>Cronograma de Comprobación</b>	Calendario de trabajo para la obra en estudio: 12 meses (esto se ejecutará por cada año de la vida útil del proyecto) La supervisión se realizará de forma planificada en los 12 meses del Calendario de Trabajo.
<b>Puntos de Comprobación</b>	Recorrido en la franja de amortiguamiento y reportes de supervisiones ambientales.
<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante la supervisión será el responsable ambiental a través del ejecutor.
<b>Registros de Control de la Supervisión Ambiental</b>	Reportes de las supervisiones ambiental Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones planificadas para el yacimiento de yeso, se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad Se establece la fecha de cumplimiento entre el responsable del proyecto y el responsable ambiental.

**Fauna.** El seguimiento ambiental de la Fauna se basará en la estructura del procedimiento de Liberación Ambiental de Bancos vigente y sus anexos correspondientes: Protocolos de rescate de flora, Rescate y ahuyentamiento de fauna.

**Tabla VI.11.** Medidas de la Fauna Silvestre

<b>Duración</b>	Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento
<b>Factor</b>	Fauna
<b>Componente</b>	Especies con estatus
<b>Medida</b>	Protección de Fauna silvestre
<b>Tipo de la medida</b>	Preventiva
<b>Instrumento</b>	Procedimiento de Liberación Ambiental de Bancos vigente y sus anexos correspondientes: Protocolos de Rescate y ahuyentamiento de fauna
<b>Indicador de Realización</b>	Efectuar la protección de fauna silvestre durante la etapa de Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento.
<b>Indicador de Efectos</b>	El número de individuos rescatados debe ser igual a número de individuos reubicados.
<b>Umbral de Alerta</b>	Cuando se alcance un 5 % de mortandad de las especies rescatadas.
<b>Umbral Inadmisible</b>	Cuando se supere el 5 % de mortandad de las especies rescatadas.
<b>Cronograma de Comprobación</b>	Calendario de trabajo para la obra en estudio: 12 meses (esto se ejecutará por cada año de la vida útil del proyecto) La supervisión se realizará durante las actividades previas a la remoción de vegetación y en supervisiones ambientales planificadas en los 12 meses del Calendario de Trabajo.
<b>Puntos de Comprobación</b>	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán Reportes de liberación ambiental Reportes de Supervisiones ambiental Formato de registro de reubicación de fauna
<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante la supervisión será el responsable ambiental y las personas capacitadas para tal fin.
<b>Registros de Control de la Supervisión Ambiental</b>	Reportes de supervisiones ambientales, formatos de registro de reubicación de fauna, Bitácora de registro. Se levantará la no conformidad en las supervisiones planificadas al yacimiento de yeso, se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Resultado de la Supervisión: Indicará el levantamiento de no conformidades al que proceda Se reforzarán los conocimientos al personal para la protección de la fauna silvestre.

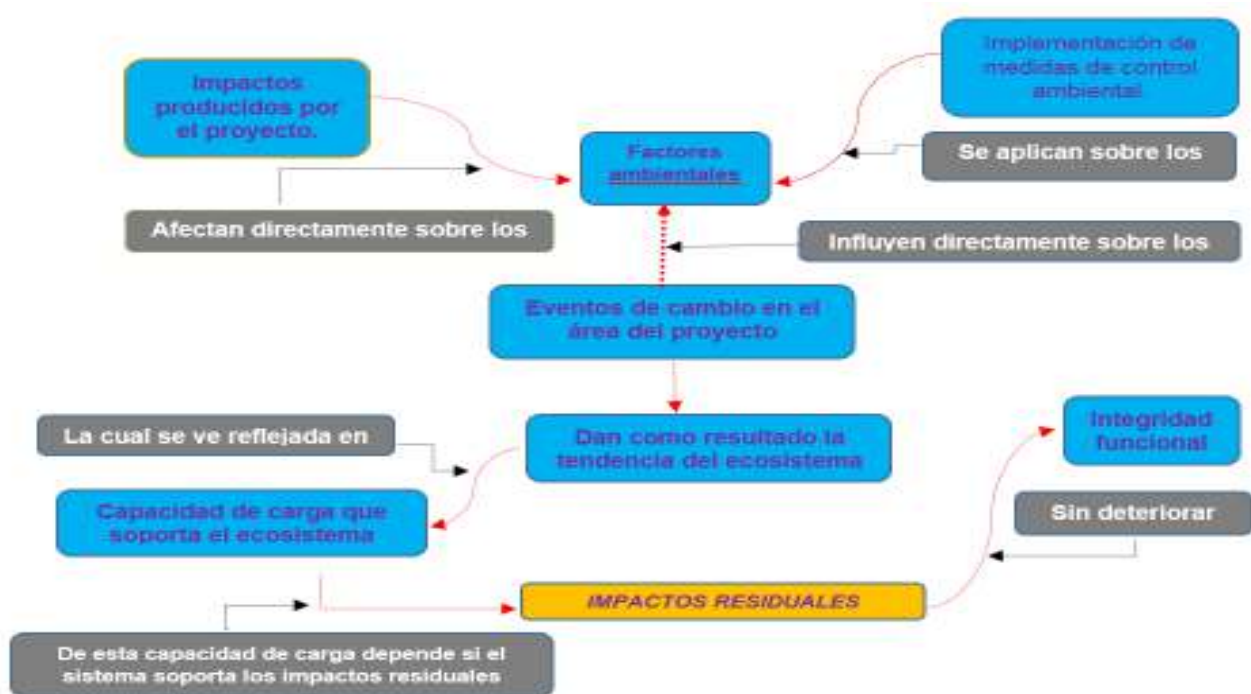
Tabla VI.12. Medidas de la Fauna Silvestre

<b>Duración</b>	Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento
<b>Componente</b>	Fauna
<b>Medida</b>	Concientizar al personal que labora en el yacimiento de yeso sobre la importancia de proteger la fauna silvestre
<b>Tipo de medida</b>	Preventiva
<b>Instrumento</b>	Ley General de Vida Silvestre y su reglamento, Procedimiento de Liberación Ambiental de Bancos vigente.
<b>Indicador de Realización</b>	Se medirá la relación proporcional del total de empleados que laboran en la etapa de Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento en el yacimiento de yeso con el número de personas a las que se impartió la capacitación.
<b>Indicador de Efectos</b>	Cuando el resultado del algoritmo (número de personas a las que se imparte el curso de capacitación/ número de empleados que laboran en la etapa de Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento) es igual a 1.
<b>Umbral de Alerta</b>	Cuando el resultado del algoritmo (número de personas a las que se imparte el curso de capacitación/ número de empleados que laboran en la etapa de Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento) sea entre el rango de 0.8 a 0.9
<b>Umbral Inadmisibles</b>	Cuando el resultado del algoritmo (número de empleados que laboran en la etapa de Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento / número de personas a las que se imparte el curso de capacitación) sea menor a 0.8
<b>Cronograma de Comprobación</b>	Calendario de trabajo para el yacimiento de yeso: 12 meses (esto se ejecutará por cada año de la vida útil del proyecto) Reportes de supervisiones ambientales, Evidencia de capacitaciones al personal que labora en el Yacimiento de Yeso.
<b>Puntos de Comprobación</b>	Supervisión aleatoria al personal que ejecuta el procedimiento de Liberación Ambiental de Bancos vigente, quien presentará su Bitácora en la cual se encontrará la información documental (Mediante las listas de asistencia de las pláticas de capacitación).
<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante la supervisión será el responsable ambiental y las personas capacitadas para tal fin.
<b>Registros de Control de la Supervisión Ambiental</b>	Evidencia documental de capacitación. Se levantará la no conformidad en las supervisiones planificadas al yacimiento de yeso, se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad y se intensificará la supervisión. Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la no Conformidad y la aplicación de las medidas arriba señaladas. Se pedirá se aclaren las causas de la desviación; se reforzarán las campañas de difusión y concientización, enfocándose al personal que no haya adquirido la conciencia de la protección de la fauna silvestre.

## VI.2. IMPACTOS RESIDUALES

De acuerdo con la SEMARNAT (2002), los impactos residuales los define como aquellos impactos que persisten en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación incorporadas sistemáticamente en el proyecto. Los que podrían persistir, serían aquellos impactos que carecen de medidas correctivas, los que solo se mitigan de manera parcial o los que no alcanzan el umbral suficiente para poder aplicar alguna medida de mitigación. Los impactos residuales, presentan sus efectos sobre el medio ambiente, dependiendo de las acciones que le dan origen. No obstante, Esteban (1999) define a los impactos residuales, como aquellos que, pese a la aplicación de otras alternativas y medidas correctivas, no pueden ser eliminados en su totalidad, debido a limitaciones de tecnología, costos excesivos, o a incompatibilidad con los objetos del proyecto.

Cabe mencionar que cada impacto residual, presenta efectos sobre los elementos del medio ambiente, dependiendo en gran medida de las acciones que le dan origen. En la figura VI.2, se presenta un esquema general para identificar los impactos residuales ocasionados por el proyecto de interés.



**Figura VI. 2.** Esquema general de identificación de los impactos residuales por la implementación del proyecto.

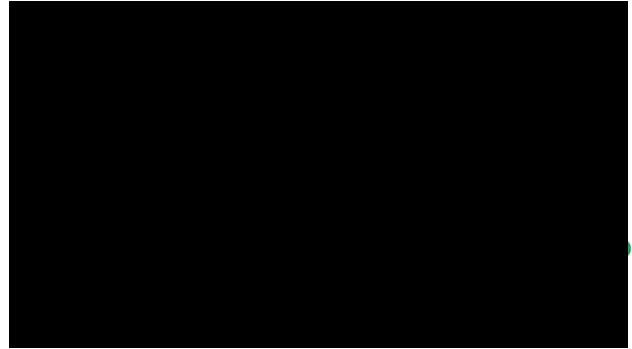
El proceso de selección de los impactos residuales ha considerado las interacciones adversas que, al aplicar una medida de mitigación, su impacto residual recae en la categoría de significativo o medianamente significativo, descartando aquellas interacciones en las cuales el impacto residual se convierte en irrelevante. En la tabla VI.14, se presentan los impactos residuales detectados para este proyecto; así como la relevancia del impacto y las posibles medidas de mitigación aplicables.

**Tabla VI.14.** Impactos residuales detectados para este proyecto y las posibles medidas de mitigación aplicables durante la etapa de operación.

Componente ambiental	Impacto ambiental	Efecto residual	Medida de mitigación.
Suelo	Remoción de la capa del suelo vegetal	Cambio en el uso de suelo. Susceptibilidad a los procesos de erosión. Modificaciones a las características físicas y químicas del suelo. Actividades de extracción de suelo para procesos de obtención de yeso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar el cambio de uso de suelo por etapas</li> <li>- Reforestación de superficies una vez agotado el yacimiento de yeso (vida útil por secciones)</li> <li>- Ejecución de un programa de reforestación y conservación de suelos.</li> </ul>
Vegetación	Remoción total de la cubierta vegetal	Perdida de cobertura vegetal.  Perdida de diversidad de especies.  Perdida de especies de interés biológico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se realizarán actividades de conservación, permitiendo la regeneración y natural en los taludes finales.</li> <li>- Derribo direccionado de árboles.</li> <li>- En su caso rescate, reubicación de especies.</li> </ul>
Fauna	Alteración y destrucción del hábitat de la fauna silvestre. Afectación del hábitat de las especies incluidas	Perdida de diversidad faunística. Reducción de especies terrestres. Reducción de especies voladoras.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ahuyentamiento de especies por medio de la generación de ruido mediante la implementación de un programa.</li> <li>- Desmonte y despalme con medios manuales.</li> <li>- Rescate y reubicación de especies de lento desplazamiento.</li> </ul>

Componente ambiental	Impacto ambiental	Efecto residual	Medida de mitigación.
	en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de aquellas de desplazamiento lento.	Reducción de especies de interés. Reducción de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	- Implementación de un programa de rescate de fauna silvestre con especial interés de las incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Paisaje	Impacto visual por el desmonte y despilme de la superficie forestal. Impacto visual por las diferentes actividades de operación y mantenimiento.	Afectación visual por remoción de la vegetación. Afectación visual por maquinaria y equipo dentro del sitio del proyecto.	- remoción de vegetación conforme al avance del proyecto - Conformación y estabilización de taludes. - Actividades futuras de restauración, cuando la vida útil del proyecto haya concluido.





## **PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**



## ÍNDICE DEL CAPÍTULO VII

<b>VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....</b>	<b>1</b>
VII.1. PRONÓSTICOS DEL ESCENARIO AMBIENTAL.....	1
VII.2. SEGUIMIENTO AMBIENTAL Y DEFINICIÓN DE INDICADORES Y UMBRALES .....	28
VII.3. CONCLUSIÓN.....	49

## CAPITULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

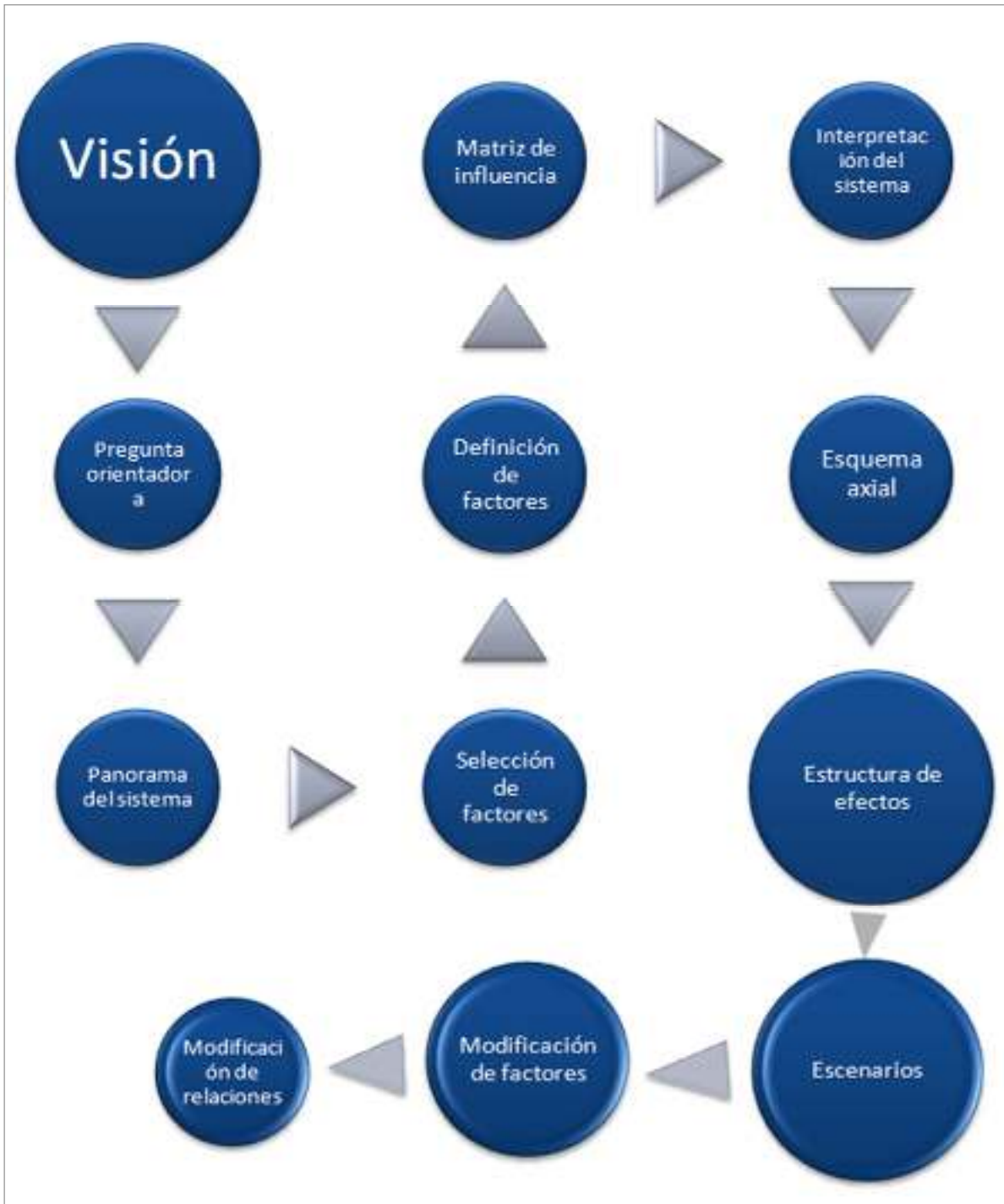
### VII.1. PRONÓSTICO DEL ESCENARIO AMBIENTAL

El desarrollo de este apartado se realizó de la siguiente manera: Para el escenario sin proyecto se tomó como base en una primera instancia el *Método Sistémico*, siendo este un conjunto de herramientas que de modo formal, gráfico, matemático y de computación, se utilizan en Ciencias y en Ingeniería para el diseño de modelos que son capaces de representar y hacer comprensibles los sistemas reales como lo son; seres vivos, sistemas físicos, cuerpos celestes, clima, economía, sociología, psicología o todo lo que los seres humanos desarrollamos desde la ingeniería y el diseño de organizaciones. Detrás de todo este conjunto de técnicas, desde el pensamiento sistémico, los conceptos que las soportan también son simples, para luego poder constituir modelos que nos representarán de manera formal un sistema. Partiendo de esta premisa, se utilizará el Sistema de la Interpretación de la Naturaleza de Factores que influyen sobre las Organizaciones y sus Nexos Internos Ambientales (SINFONIA) para el análisis sistémico de la ampliación del proyecto explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole.

Para el escenario con proyecto y para el escenario aplicando las medidas de mitigación se realizó mediante el *Diagrama Causal*, el cual recoge los elementos clave del Sistema y las relaciones entre ellos. Una vez que se tiene la información de los modelos, se realiza el análisis del escenario modificado por el proyecto.

#### VII.1.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto

Sinfonía es una marca registrada de Denkmodell, Dialog Design, Mariannenplatz 23, D-10997, Berlín Alemania. El presente sistema o método comprende una serie de etapas de análisis y de planificación que se articulan para proporcionar una mejor comprensión de la relación sistemática de factores y para el desarrollo de estrategias de actuación dentro de sistemas complejos. Es un instrumento de planificación flexible, iterativo y participativo cuyos resultados reflejan siempre los puntos de vista subjetivos en una ayuda de reflexión, comunicación, visualización, interpretación y planificación; es un método aplicable a cualquier forma de sistema complejo (relaciones ecológicas, sistemas socio-técnicos, análisis institucionales, campos de fuerza, gestión de la cooperación). Sinfonía como todos los métodos de éxito, ha nacido de muchas fuentes; entre ellas se encuentran los conceptos del pensamiento reticulado (Frederic Vester, Probs & Gómez) de la gestión de Sistemas (Turnheim) y de la gestión visionaria, todo esto a través de 12 pasos prácticos a seguir en el pensamiento y el trabajo, (figura VII.1).



**Figura VII.1.** Estructura del modelo de Sinfonía

## Procedimiento del Análisis Sistémico

Con base en la estructuración del modelo Sinfonía para el análisis sistémico del proyecto, se determinó la **Visión** como, la Determinación de la estructura y funcionamiento del sistema ambiental identificado para el proyecto. Sin embargo, para llegar a dicha Visión se requiere de un camino bastante largo para su cumplimiento, por lo que nos cuestionaremos **¿Cuáles son los principales factores o elementos que influyen en su ejecución?** Para dar respuesta a dicha pregunta, se desarrolló el **panorama del sistema**, el cual consistió en la búsqueda e identificación de todos los factores potenciales de importancia que ejercen una influencia sobre la estructura y función del sistema ambiental; agrupándolos para este caso en nueve grandes categorías, mismos que a su vez, son influenciados por factores secundarios, dicho panorama se desarrolló con base en el Mapa Mental, (figura VII.2).



Figura VII.2. Mapa mental de la estructuración y función del Sistema Ambiental



**Selección de los factores.** De acuerdo al gran número de factores identificados en el mapa mental, se procedió a la selección de aquellos que por su grado de importancia describen la dinámica actual del sistema ambiental del proyecto. Para la selección de factores ambientales se consideraron esencialmente los siguientes criterios:

- a) Interrelación directa que existe entre ellos
- b) Importancia que representan en la dinámica del sistema
- c) Importancia que representa el factor visual en los instrumentos de regulación de las Áreas Naturales Protegidas.

De los factores seleccionados son los siguientes:

- Riqueza de flora y fauna
- Especies en estatus de flora y fauna (Amenazadas, en Peligro de extinción, Protección especial).
- Calidad visual
- Arqueología
- Demanda de yeso
- Topoformas
- Economía local
- Erosión
- Clima

**Definición de factores.** La idea básica de la definición de los factores estriba en hacer una descripción específica, cuyas expresiones sean representables a lo largo de una escala unidimensional de la forma más concreta posible para contribuir en el cumplimiento de la visión señalada en el primer punto.

**Tabla VII.1.** Definición de los factores y aspectos del SA

SÍMBOLO DE IDENTIFICACIÓN	FACTOR DEFINIDO	ASPECTO A CONSIDERAR
<b>A</b>	Riqueza de flora y fauna	No. de especies en el sistema ambiental
<b>B</b>	Especies en estatus de flora y fauna	No se registro ninguna especie de flora y fauna catalogadas n la NOM-059-SEMARNAT-2010
<b>C</b>	Calidad visual e intrínseca	Percepción humana y la calidad propia del paisaje
<b>D</b>	Arqueología	Presencia de sitios, zonas o vestigios



SÍMBOLO DE IDENTIFICACIÓN	FACTOR DEFINIDO	ASPECTO A CONSIDERAR
		arqueológicos
E	Demanda de energía (interconexión al SEN)	Requerimientos de energía eléctrica en Coahuila.
F	Topoformas	Formas geológicas presentes en el área de estudio
G	Economía	Actividades productivas e instrumentos de regulación de protección.
H	Erosión	Pérdida de suelo por la remoción de su capa superficial, modificación de su estructura, reducción de materia orgánica.
I	Clima	Valores de temperatura y precipitación

### Matriz de influencia.

La matriz de influencia tiene como objetivo principal, valorar la capacidad de influencia de cada factor sobre los demás, por lo que una vez que se definieron los factores, éstos se registraron en la matriz de influencia con un símbolo de identificación para cada factor, asignándole un "0" cuando no existe una influencia directa entre factores y un 1 cuando la influencia es baja, 2 cuando es media y 3 cuando es intensa, dejando sin efecto la influencia de un factor por sí mismo. Posteriormente se realizó la suma activa (SA) que indica la intensidad de la influencia del factor en el sistema global con relación a los otros factores, así como la suma pasiva (SP) la cual indica la intensidad relativa que presentan los demás factores del sistema sobre el factor. Finalmente, en la última fila de la tabla VII.2 se muestra el producto de la suma activa y de la suma pasiva +j

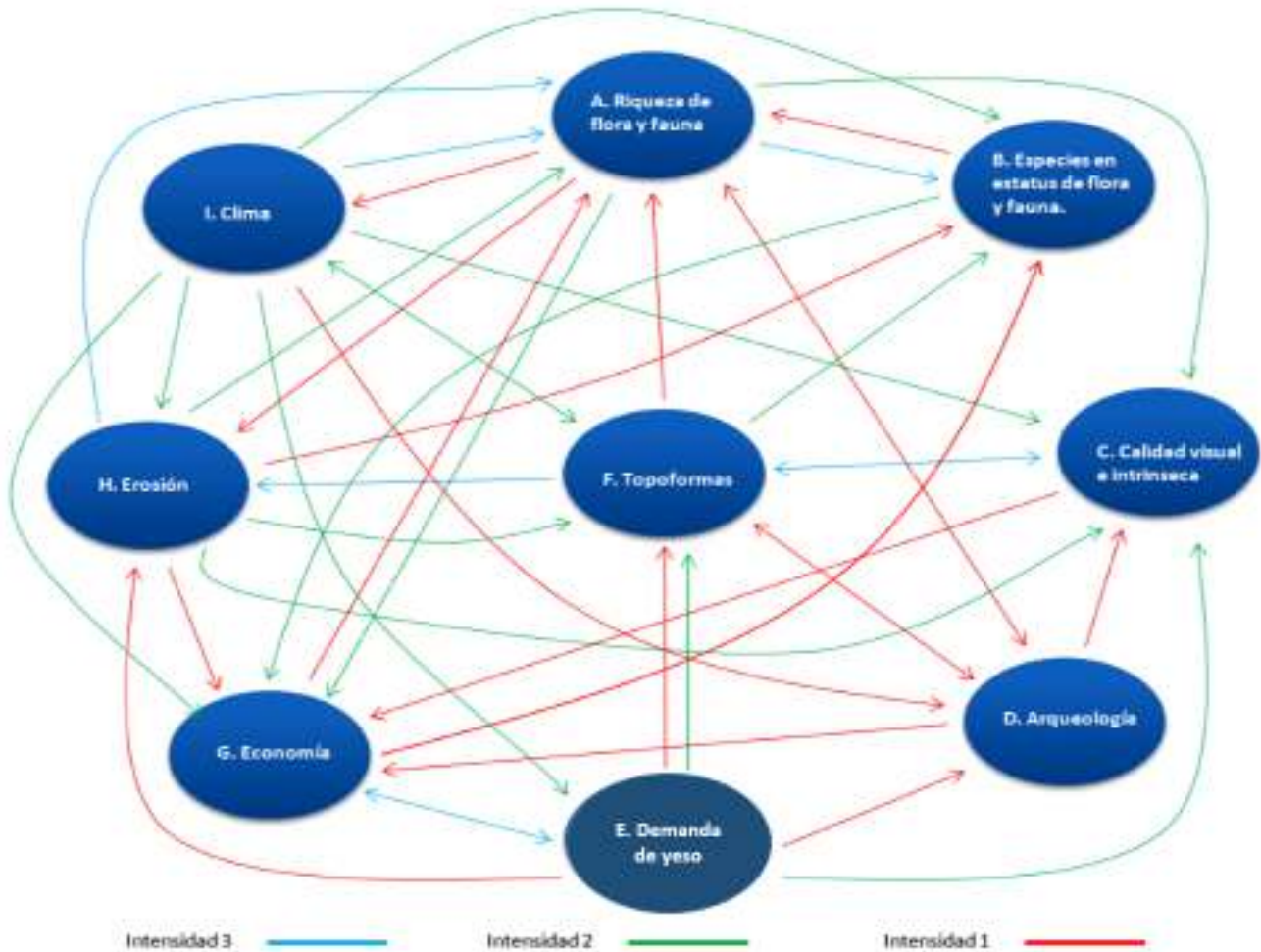
**Tabla VII.2.** Matriz de influencia del sistema ambiental

Factores	Influencia	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Σ SA
Riqueza de flora y fauna	A	3	3	2	1	0	0	2	1	1	10
Especies en estatus de flora y fauna	B	1	3	0	0	0	0	2	0	0	3
Calidad Visual e intrínseca	C	0	0	3	0	0	3	2	0	0	5
Arqueología	D	1	0	1	3	0	1	1	0	0	4
Demanda de Energía (interconexión al SEN)	E	0	0	2	1	3	1	3	1	0	8
Topoformas	F	3	2	3	1	2	3	0	3	2	16
Economía	G	1	1	0	0	3	0	3	0	0	5
Erosión	H	2	1	2	0	0	2	1	3	0	8
Clima	I	3	2	2	1	2	2	2	2	3	16
	Σ SP	11	9	12	4	7	9	13	7	3	
	SA x SP	110	27	60	16	56	144	5	56	48	

### Estructura de efectos.

Para el desarrollo de este punto, se tomó como base la información señalada en la matriz de influencia, misma que fue organizada de una manera más visible a través de la “estructura de efectos” (figura VII.3), la cual nos muestra el curso y la intensidad de las corrientes de los efectos individuales.

Se seleccionó el factor mayor del producto de la suma activa (topoformas), el cual reunió el mayor número de corrientes de efectos entrantes y salientes; por lo que se colocó en el centro del esquema, posteriormente se registraron partiendo de este factor, todas las corrientes de efectos con intensidad 3 o alta (color azul), intensidad 2 o media (color verde) e intensidad 1 o baja (color rojo), lo que nos muestra cómo funciona el sistema de un factor determinado, (tabla VII.2 y figura VII.3).



**Figura VII.3.** Estructura de efectos en el SA

Al utilizar la clasificación de la tabla VII.2 y los resultados expuestos en la figura VII.3, se tiene que los factores o componentes socio-ambientales **activos** son el clima y la erosión; los **pasivos** están compuestos por la economía, la calidad visual e intrínseca y las especies con estatus de flora y fauna; los **críticos** por la riqueza de flora y fauna y las topoformas y los **inertes** sólo por la Arqueología, Cabe mencionar que la demanda de yeso se presenta en el centro de la referida clasificación.

## Esquema axial

Conocido también como sistema de coordenadas, proporciona la intensidad relativa de la influencia en cada factor, en comparación con los otros factores y con el grado relativo de “sensibilidad” (influenciabilidad) de ese factor incidido por parte del sistema.

Para el desarrollo de dicho esquema, se tomó como base la suma Activa y la Pasiva de cada factor de la matriz de influencia, lo que permitió crear un sistema de coordenadas en el que se le asignó un valor a cada factor; en el eje de las X se colocó la suma Activa, mientras que en el eje de las Y la Suma Pasiva (figura VII.4); posteriormente se le asignaron los números correspondientes a ambos ejes para determinar la intensidad relativa de cada factor y en la cual estos tienen influencia hacia otros factores, dividiendo dicho esquema en 4 cuadrantes, (tabla VII.3).

**Tabla VII.3.** Clasificación de la influencia e influenciabilidad de factores y componentes ambientales

DENOMINACIÓN DEL FACTOR	INFLUENCIA	INFLUENCIABILIDAD
Activo	Intensa	Baja
Pasivo	Baja	Alta
Crítico	Intensa	Alta
Inerte	Baja	Baja

Al utilizar la clasificación de la tabla VII.3 y los resultados expuestos en la figura VII.4, se tiene que los factores o componentes socio-ambientales **activos** son el clima y la erosión; los **pasivos** están compuestos por la economía, la calidad visual e intrínseca y las especies con estatus de flora y fauna; los **críticos** por la riqueza de flora y fauna y las topoformas y los **inertes** sólo por la Arqueología, cabe mencionar que la demanda de yeso se presenta en el centro de la referida clasificación.

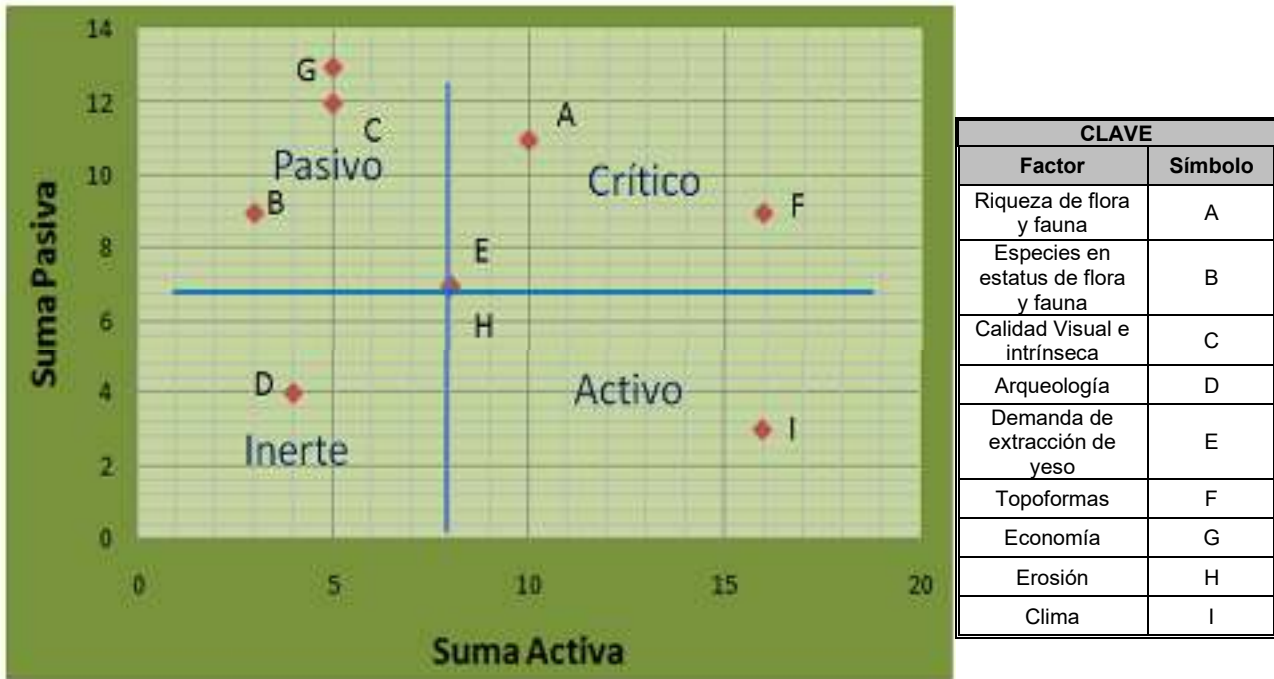


Figura VII.4. Esquema axial o de coordenadas del SA

### Interpretación del sistema

Con la información descrita en la estructura de efectos y del esquema axial se formularon algunas conclusiones; sin embargo; podrían surgir un sin número de ellas, por lo que en el capítulo VI se describen las medidas de mitigación específicas para cada uno de los factores señalados en este análisis sistémico y en la identificación de los impactos ambientales identificados para el proyecto.

- El clima tiene una influencia sobre todos los factores, ya que es una causa para que se den los procesos erosivos, la distribución y riqueza de especies, el tipo de paisaje imperante en la región y las actividades humanas.
- El sistema de topoformas y la riqueza de especies son los factores considerados como crítico, ya que presentan y reciben una alta influencia sobre el resto de los factores del sistema ambiental regional, mientras que la demanda de extracción de yeso y la erosión, se encuentran en los límites para ser considerados en la toma de decisiones.

- Por otro lado, el sistema de topografías es un factor imprescindible ya que ejerce una influencia de manera intensa sobre la pérdida del suelo y la calidad visual.
- La presencia de sitios arqueológicos, es un factor que ejerce y recibe, poca influencia sobre los demás factores, ya que ellos generalmente presentan un efecto en el sistema ambiental a largo plazo.
- Con respecto a las actividades productivas e instrumentos de regulación de la economía, estas ejercen alta influenciabilidad hacia la riqueza de flora y fauna, así como a las especies en estatus.
- La calidad visual y las especies protegidas de flora y fauna, presentan poca o nula influencia sobre el resto de los factores; sin embargo, son altamente influenciados por estos.

Para el caso específico de los escenarios, estrategias mediante la modificación de los factores y estrategias mediante la modificación de las relaciones a que se hace referencia en la figura VII.4, no fueron desarrolladas en este apartado debido a que no representan un diagnóstico de las condiciones del sistema ambiental sin proyecto.

El sistema ambiental estudiado presenta una tendencia ambiental de alteración que va en una escala de baja a media, esto debido principalmente a las actividades antropogénicas que se desarrollarán en la zona. No obstante, aún muchas zonas del sistema ambiental conservan características originales de los diferentes ecosistemas presentes, por lo que la tendencia esperada para estas zonas, es que conserven las condiciones actuales o un proceso de deterioro gradual muy lento.

A continuación se presenta el estado actual y tendencial de los principales factores ambientales dentro del sistema.

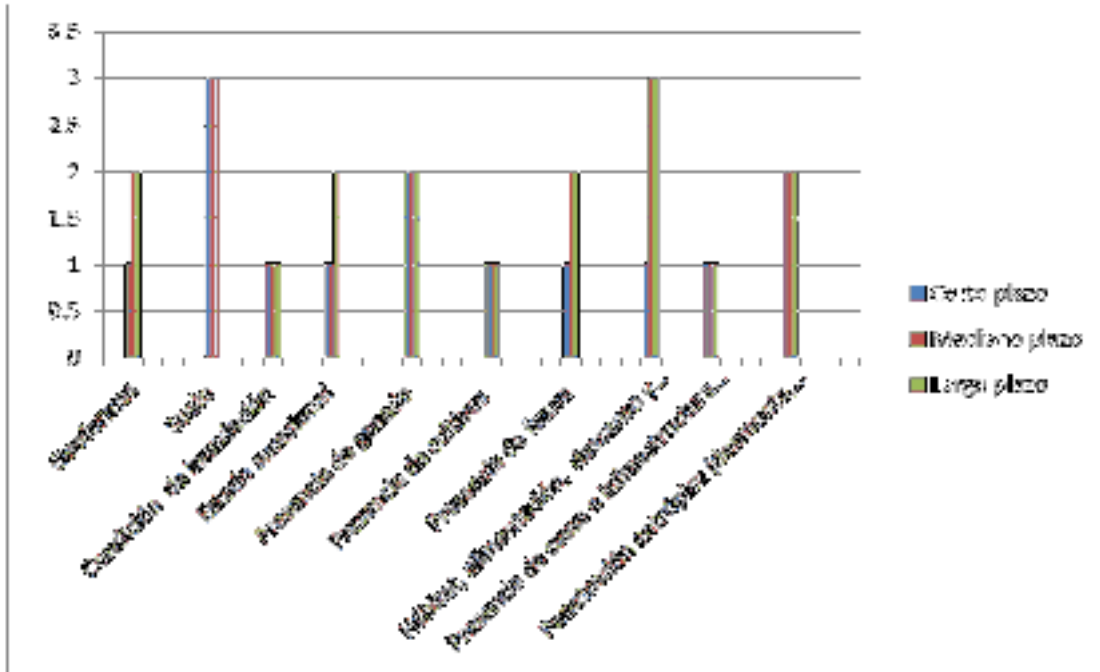
**Tabla VII.4.** Evaluación categórica del estado actual y tendencial del sistema para cada factor ambiental SIN proyecto.

Factores ambientales/social/ antrópico	Nivel de calidad	Calificación	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Geoformas	Origen	1	1	2	2
	Baja modificación	2			
	Moderadamente modificada	4			
	Totalmente modificada	5			



Factores ambientales/social/ antrópico	Nivel de calidad	Calificación	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Suelo	Sin erosión	1	3	3	3
	Moderadamente erosionado	3			
	Degradado	5			
Condición de inundación	Nula	1	1	1	1
	Temporal	3			
	Permanente	5			
Estado sucesional	Selva baja caducifolia original	1	1	1	2
	Selva baja caducifolia en proceso de degradación	2			
	Selva baja caducifolia en proceso de recuperación	4			
	Pérdida de la cubierta vegetal	5			
Presencia de ganado	Nula	1	2	2	2
	Escasa	2			
	Moderada	4			
	Alta	5			
Presencia de cultivos	Nula	1	1	1	1
	Escasa	2			
	Moderada	4			
	Alta	5			
Presencia de fauna	Alta	1	1	2	2
	Moderada	2			
	Escasa	4			
	Nula	5			
Hábitat, alimentación, descanso, escape	Potencial alto	1	1	3	3
	Potencial medio	3			
	Potencial bajo	5			
Presencia de casas o infraestructura urbana	Nula	1	1	1	1
	Escasa	2			
	Moderada	4			
	Alta	5			
Penetración antrópica (desmonte, leña,	Nula	1	2	2	2
	Escasa	2			

Factores ambientales/social/ antrópico	Nivel de calidad	Calificación	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
entresaca, basura)	Moderada	4			
	Alta	5			



**Grafica VII.1.** Representación gráfica de la tendencia esperada en la evaluación de los principales factores ambientales al corto, mediano y largo plazo sin el proyecto.

En las fotografías siguientes se presenta una simulación del escenario modificado con el Proyecto:

**ESCENARIO CERO (ACTUAL SIN PROYECTO)**



### VII.1.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto

Considerando que en el escenario actual representado anteriormente no se abordan de manera específica los factores y componentes relacionados con las actividades del proyecto, en este apartado se presentan dichos factores o componentes ambientales y su relación con el proyecto y sus actividades particulares. Para lo anterior, en la figura VII.5 y 6 se presenta un diagrama causal que representa las condiciones actuales específicas del área de estudio y las acciones del proyecto y sus respectivos efectos.

El Diagrama Causal, es un diagrama que recoge los elementos clave del Sistema y las relaciones entre ellos. Es importante empezar a hacer versiones que poco a poco nos vayan aproximando a la complejidad del modelo. La gama mínima de elementos y relaciones que permita reproducir la Referencia Histórica, será la que forme la estructura básica del sistema.

Una vez conocidas globalmente las variables del sistema y las hipotéticas relaciones causales existentes entre ellas, se pasa a la representación gráfica de las mismas. En este diagrama, las diferentes relaciones están representadas por flechas entre las variables afectadas por ellas.

El Diagrama de Flujo es el diagrama característico de la Dinámica de Sistemas. Es una traducción del Diagrama Causal a una terminología que facilita la escritura de las ecuaciones. Básicamente consiste en la clasificación de los elementos del sistema. Los "niveles" son aquellos elementos que describen en cada instante la situación del modelo, presentan una cierta estabilidad en el tiempo y varían solo en función de otros elementos denominados "flujos". Las "nubes" dentro del diagrama de flujos son niveles de contenido inagotable. Los niveles se representan por un rectángulo.

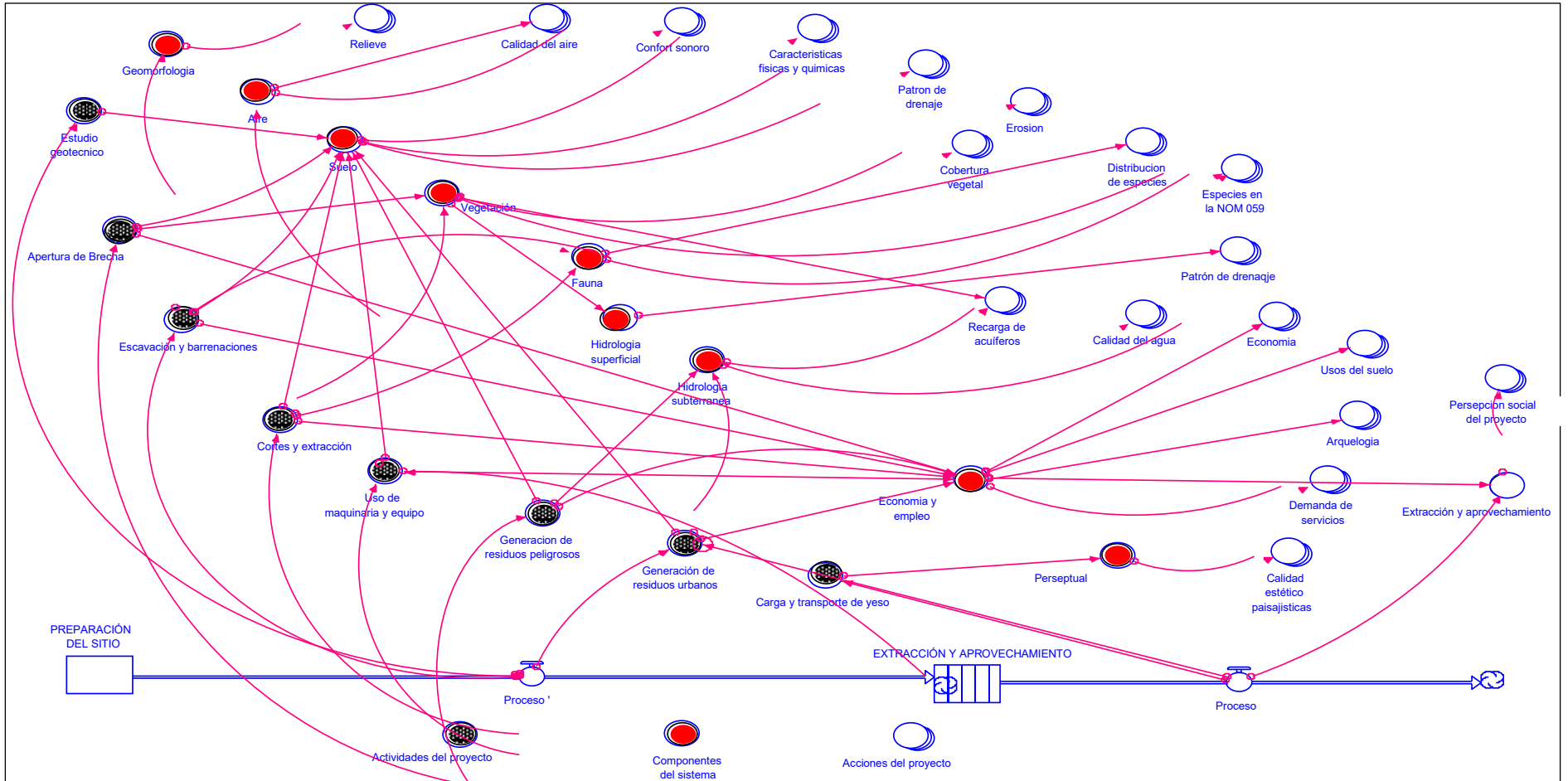


Figura VII.5. Diagrama causa-efecto de las acciones de extracción y aprovechamiento del proyecto sobre el sistema ambiental

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL,  
MODALIDAD PARTICULAR

Partiendo del escenario sin proyecto y tomando en cuenta la información de la identificación y evaluación de los impactos ambientales, se tiene que los principales impactos negativos que se presentan como consecuencia del desarrollo del proyecto están dirigidos especialmente a los suelos (características físicas y en menor medida a las químicas), a la flora y la fauna (cobertura vegetal, distribución de especies faunísticas y especies de flora y fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010) y al factor perceptual (paisaje).

Por ello, a continuación se presenta una breve descripción de las condiciones actuales y cómo se espera que cambien las mismas con el desarrollo del proyecto:

- **Suelo**

Con el proyecto, y debido al uso de maquinaria, equipo y vehículos, y a la generación de residuos peligrosos, se podría esperar que con un funcionamiento inadecuado (malas condiciones de operación de la maquinaria, equipo y vehículos) y mal manejo de los citados residuos, se podría incidir sobre las características químicas del suelo; asimismo, todas las actividades que requieren de movimiento de tierras representan un potencial efecto hacia las características físicas del mismo.

- **Fauna**

### **Resumen del análisis de la riqueza, diversidad faunística y abundancia relativa.**

El comportamiento de la fauna registrada de manera directa, dentro de los sitios de muestreo en el área del proyecto, en términos de abundancia relativa es de la siguiente manera.

**Reptiles y Anfibios.** Se registró un total de cuatro especies de reptiles las cuales mostraron abundancias que van desde uno a diez individuos por especie de las cuales la más abundante fue *Aspidocelis gularis*.

**Aves.** La especie *Hirundo rustica* (golondrina tijereta) presentó los valores de abundancia absoluta más altos con 64 individuos (22.1% de abundancia relativa).

**Mamíferos:** Los resultados del muestreo resultaron en información a partir de la cual se calcularon los parámetros poblacionales indicados en los apartados. Las especies registradas con más abundancia y mayor frecuencia fueron del grupo de los consumidores primarios: el conejo serrano (10 individuos; con una abundancia relativa de 37.04%); el conejo mexicano (7;



25.93%) y la liebre torda (3; 11.11%). La captura de un zorrillo pigmeo del sur y excretas de éste contabilizan una abundancia absoluta de 2 y una abundancia relativa de 8% para esta especie. Se registran numerosas madrigueras de roedores en la zona, aunque sólo se capturó un individuo que, al igual que la ardilla terrestre mexicana, la zorra gris, el mapache y el vampiro común, constituyen el 3.70% de la abundancia relativa para registros de un solo individuo.

En términos de riqueza y diversidad, se registraron 47 especies de fauna silvestre durante los muestreos. El grupo de las aves fue el que presentó el mayor número de especies con 24, así mismo el índice de diversidad más alta fue de las aves con  $H' = 2.97$ . Se registró solamente dos especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, además de 4 especies endémicas de México.

Riqueza, diversidad, equitatividad, endemismos y especies prioritarias según la NOM-059-SEMARNAT-2010 de cada uno de los grupos estudiados dentro del área de estudio.

Grupo	S	H'	H' <sub>max</sub>	J'	NOM-059	End.
Herpetofauna	4	1.1720	1.3862	0.8454	2	2
Avifauna	35	2.9723	3.5553	0.8360	0	1
Mastofauna	9	1.7651	2.1972	0.8033	0	1
<b>Total</b>	<b>48</b>				<b>2</b>	<b>4</b>

- **Calidad visual e intrínseca del sistema**

Para el caso de la calidad visual, ésta resultó en un 90 % del trazo como alta, lo que se traduce en que el paisaje visual como baja, por lo que se considera que el proyecto no incrementara el impacto visual con el establecimiento del proyecto, ahora bien un 10% del trazo actualmente cuenta con una calidad visual alta, debido al desarrollo de zonas urbanas presentes.

Con respecto a la absorción visual, esta resultó como un valor alto para el proyecto, debido a las siguientes conclusiones:

- Las pendientes registradas para el sitio del proyecto no van más allá del 5%.
- Existe una heterogeneidad media en cuanto a la diversificación de las comunidades vegetales presentes.
- Se puede observar una baja heterogeneidad de colores y texturas ofrecidas por el bajo contraste entre suelo/vegetación.

Para el análisis del paisaje se delimitaron 13 unidades paisajísticas en base a las topoformas y al uso de suelo y vegetación. En el sistema ambiental se presentan cinco topoformas dominantes en orden descendente con porcentaje de superficie son llanura y agricultura de riego anual y semipermanente (19.46%), sierra y vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (18.51%), llanura y agricultura de riego anual (17.45%), sierra y vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia (14.41%) y sierra y agricultura de temporal anual (12.63%)

Con respecto a la composición vegetal presente en las dos topoformas existen variaciones, en el caso de la sierra se encuentra conformada principalmente por vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia, agricultura de temporal anual, agricultura de riego anual y semipermanente y agricultura de riego anual. En la topoforma *llanura* la superficie se encuentra ocupada principalmente agricultura de riego anual y semipermanente, agricultura de riego anual, agricultura de temporal anual y vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.

Las clases de calidad visual determinadas dentro de la sistema ambiental como se puede observar domina la clase de calidad *visual baja* (42%) la cual se localiza en los sistemas de topoformas *llanura* en esta clase el tipo de vegetación de agricultura de humedad anual y permanente, agricultura de humedad semipermanente y permanente agricultura de riego semipermanente y permanente, asentamientos humanos y zona urbana, podría decirse que estas unidades de paisaje son las peor conservados se encuentran y ello disminuye la calidad visual del paisaje.

En la clase de calidad visual *media* los sistemas de topoformas son *llanura* en las cuales el uso principal es pastizal y selva baja caducifolia, por lo que se puede concluir que las unidades de paisaje que tuvieron una clase baja de calidad visual se debe principalmente a que las actividades antrópicas han alterado de manera negativa la valoración atractiva del paisaje.

Particularmente para el área total del proyecto, la calidad visual del paisaje se circunscribe en su dentro de la clase media y baja, esto debido principalmente a los elementos de color, fondo escénico, rareza y actividad humana.

La clase *media* ocupa el 25% de la superficie en el sistema ambiental y su atributo se debe principalmente a un nivel de erosión baja a ligera y a la presencia de algunos tipos de vegetación como pastizales o a vegetación secundaria arbustiva o arbórea, que tuvieron valores altos en sus elementos de potencial estético, diversidad de vegetación y contrastes de

color. Por último, se encuentra la clase *Baja* con menos de 42% de superficie, cuyo uso de suelo está caracterizado por vegetación conservada.

Como se pudo observar el 43.23% de la superficie es *Visible*, esto se le atribuye a que las pendientes dominantes son menores al 30° en las cuales se pueden encontrar topoformas de *Llanuras* con vegetación menos densa (presencia de pastizales y zonas agrícolas) lo cual permiten la visibilidad del paisaje, mientras que la categoría de *Poco visible* representa 43.23% de la superficie total de la sistema ambiental y está determinado principalmente por pendientes pronunciados y una mezcla de diferentes tipos de vegetación con mayor cobertura forestal conservada.

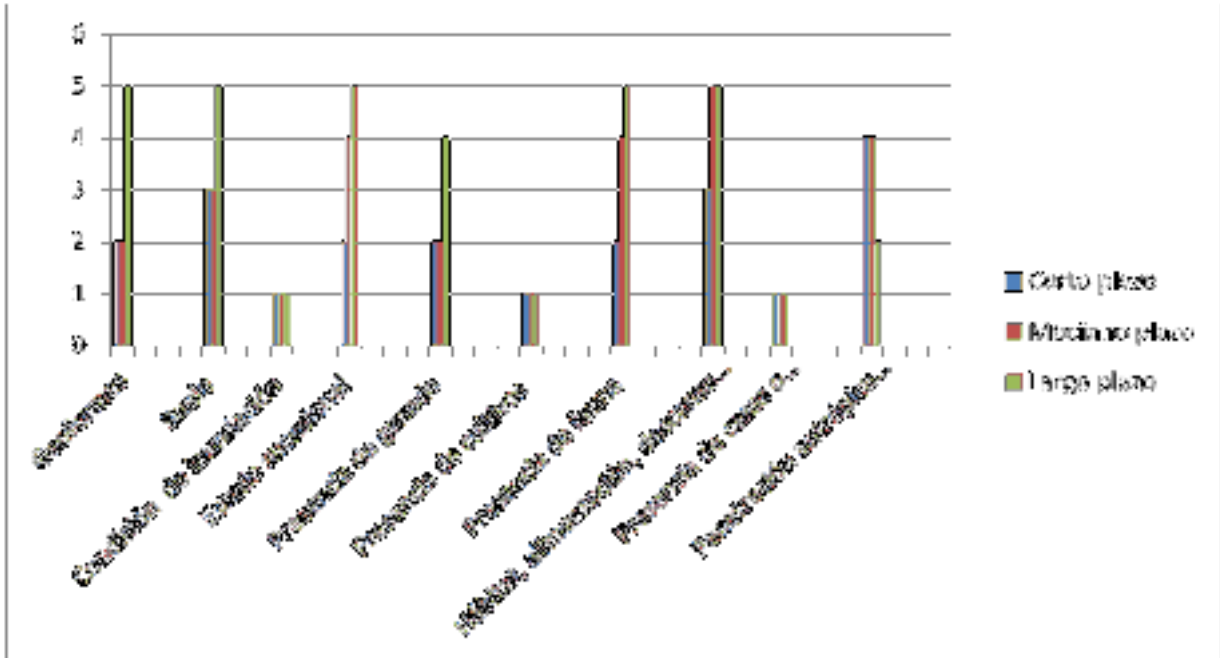
La calidad visual vulnerable media se distribuye principalmente en aquellas zonas de uso agrícola y con pendientes menores del 10%, tasas de erosión bajas, topografía plana que le contribuyen ciertos niveles de sensibilidad al deterioro del paisaje, la clase alta se encuentra principalmente en aquellas con coberturas mayores al 75% por lo que el tipo de vegetación juegan un papel muy importante en la determinación de las características de la calidad visual y el deterioro del paisaje, además la presencia del factor humano en esta categorías es poco perceptible lo que aumenta el índice de calidad visual vulnerable.

Con la implementación del proyecto que nos ocupa, se esperan ciertos efectos negativos la mayor parte de ellos con tendencia de moderada a baja, exceptuando que el suelo y la vegetación serán de los componentes más afectados. A continuación se presenta el escenario con proyecto.

**Tabla VII.5.** Evaluación categórica del estado actual y tendencial del sistema para cada factor ambiental CON proyecto.

Factores	Nivel de calidad	Calificación	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Geoformas	Origen	1	2	2	5
	Baja modificación	2			
	Moderadamente modificada	4			
	Totalmente modificada	5			
Suelo	Sin erosión	1	3	3	5
	Moderadamente erosionado	3			
	Degradado	5			
Condición de	Nula	1	1	1	1

Factores	Nivel de calidad	Calificación	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
inundación	Temporal	3			
	Permanente	5			
Estado sucesional	Selva baja caducifolia original	1	2	4	5
	Selva baja caducifolia en proceso de degradación	2			
	Selva baja caducifolia en proceso de recuperación	4			
	Pérdida de la cubierta vegetal	5			
Presencia de ganado	Nula	1	2	2	4
	Escasa	2			
	Moderada	4			
	Alta	5			
Presencia de cultivos	Nula	1	1	1	1
	Escasa	2			
	Moderada	4			
	Alta	5			
Presencia de fauna	Alta	1	2	4	5
	Moderada	2			
	Escasa	4			
	Nula	5			
Hábitat, alimentación, descanso, escape	Potencial alto	1	3	5	5
	Potencial medio	3			
	Potencial bajo	5			
Presencia de casas o infraestructura urbana	Nula	1	1	1	1
	Escasa	2			
	Moderada	4			
	Alta	5			
Penetración antrópica (desmonte, leña, entresaca, basura)	Nula	1	4	4	2
	Escasa	2			
	Moderada	4			
	Alta	5			



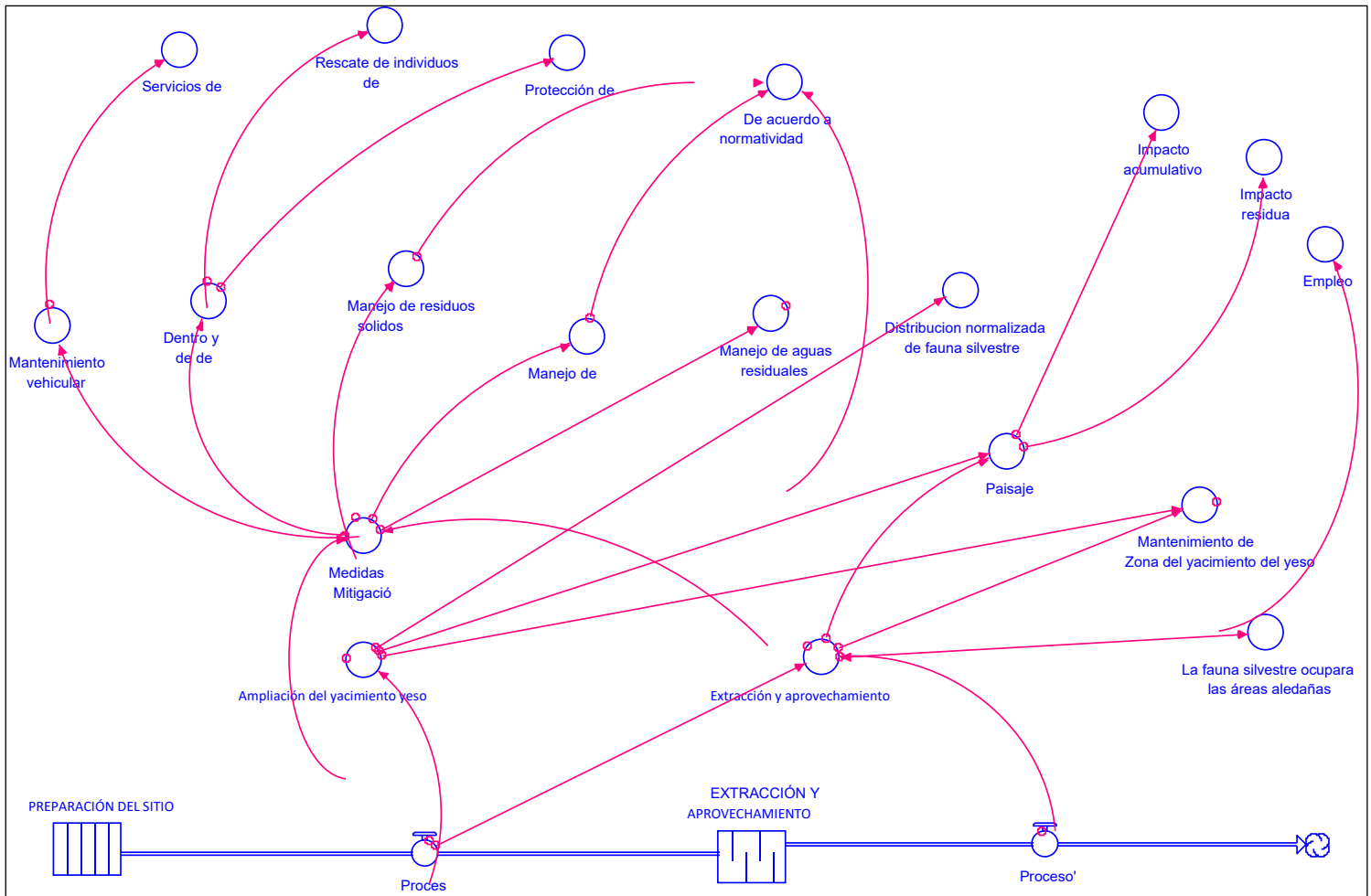
**Grafica VII.2.** Representación gráfica de la tendencia esperada en la evaluación de los principales factores ambientales al corto, mediano y largo plazo con el proyecto.

**ESCENARIO UNO (CON PROYECTO)**



**VII.1.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación**

El Escenario con proyecto representa las condiciones ambientales que se esperan al implementar las medidas de mitigación correspondientes para cada uno de los impactos que se estima ocasione el desarrollo del proyecto. Partiendo del escenario con proyecto y tomando en cuenta la información de la identificación y evaluación de los impactos ambientales, se tiene que los principales impactos negativos residuales que se presentan como consecuencia del desarrollo del proyecto están dirigidos especialmente al factor perceptual (ver figura VII.6) como consecuencia del desmante y limpieza del terreno; así como de las actividades de extracción y aprovechamiento y transporte, ya que son actividades que son permanentes y no hay medidas viables de mitigación que puedan evitar o disminuir directamente el impacto.



**Figura VII.6. Escenario considerando las medidas de mitigación**



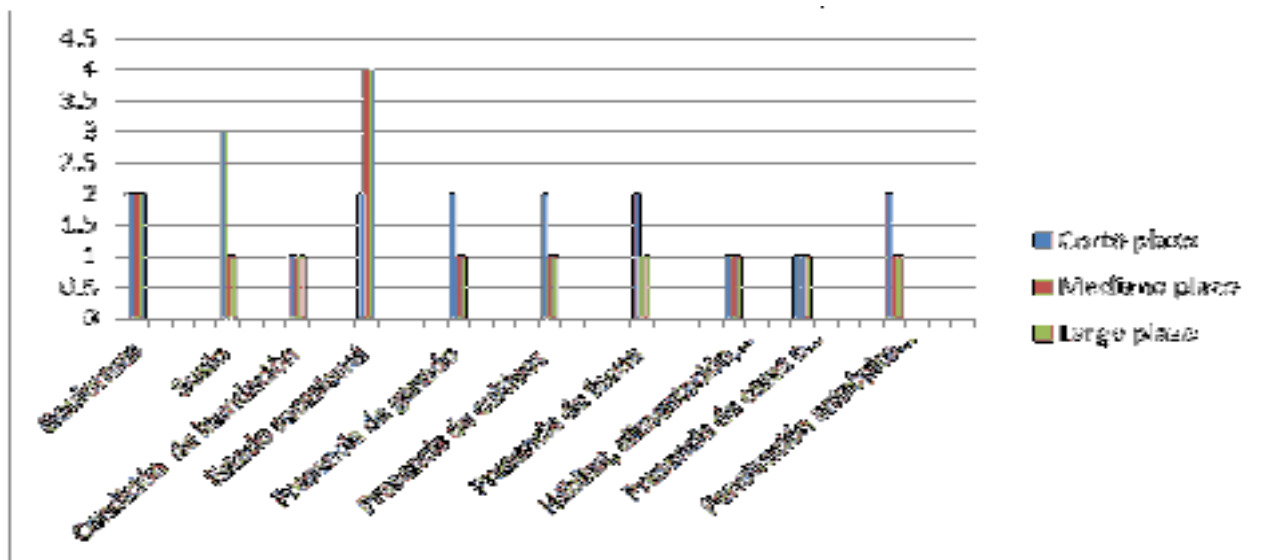
Aun cuando el proyecto se ubica una parte sobre terrenos con vegetación forestal, caminos (brechas), cercano a áreas agrícolas, de equipamiento urbano, al no existir medidas de mitigación que se puedan considerar para aminorar el impacto visual por las estructuras y cables, será un impacto residual en el área durante la etapa de extracción, aprovechamiento y transporte del yeso.

El impacto mayor que se provocará, será la eliminación de la vegetal y aprovechamiento de yeso, se apreciará fácilmente, ya que el paisaje será modificado pero se han propuesto una serie de medidas de mitigación que ayudarán a que el impacto se disminuya de manera notable.

**Tabla VII.6.** Evaluación categórica del estado actual y tendencial del sistema para cada factor ambiental con proyecto y medidas de mitigación.

Factores	Nivel de calidad	Calificación	Corto plazo	Media no plazo	Largo plazo
Geoformas	Origen	1	2	2	2
	Baja modificación	2			
	Moderadamente modificada	4			
	Totalmente modificada	5			
Suelo	Sin erosión	1	3	1	1
	Moderadamente erosionado	3			
	Degradado	5			
Condición de inundación	Nula	1	1	1	1
	Temporal	3			
	Permanente	5			
Estado sucesional	Selva baja caducifolia original	1	2	4	4
	Selva baja caducifolia en proceso de degradación	2			
	Selva baja caducifolia en proceso de recuperación	4			
	Pérdida de la cubierta vegetal	5			
Presencia de ganado	Nula	1	2	1	1
	Escasa	2			
	Moderada	4			
	Alta	5			
Presencia de cultivos	Nula	1	1	1	1
	Escasa	2			

Factores	Nivel de calidad	Calificación	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
	Moderada	4			
	Alta	5			
Presencia de fauna	Alta	1	2	1	1
	Moderada	2			
	Escasa	4			
	Nula	5			
Hábitat, alimentación, descanso, escape	Potencial alto	1	1	1	1
	Potencial medio	3			
	Potencial bajo	5			
Presencia de casas o infraestructura urbana	Nula	1	1	1	1
	Escasa	2			
	Moderada	4			
	Alta	5			
Penetración antrópica (desmonte, leña, entresaca, basura)	Nula	1	2	1	1
	Escasa	2			
	Moderada	4			
	Alta	5			



**Grafica VII.3.** Representación gráfica de la tendencia esperada en la evaluación de los principales factores ambientales al corto, mediano y largo plazo con el proyecto y las medidas de mitigación.

## ESCENARIO DOS CON MEDIDAS DE RESTAURACIÓN (SELVAS Y PASTIZALES)



**Fotografías** de un banco de yeso vecino a proyecto en etapa de restauración de selva baja caducifolia.

Diagnóstico del escenario anterior con la aplicación de medidas de prevención, mitigación y/o compensación propuestas con la finalidad de que se justifique de qué manera el ecosistema ha asimilado las diferentes obras y/o actividades del proyecto, tomando en cuenta la dinámica ambiental resultante de los posibles impactos ambientales, sinérgicos y/o residuales por el desarrollo de éstos.

Diagnostico futuro, a través del cual se demuestra técnicamente que la realización del proyecto no representa un incremento en el nivel de impacto ambiental originalmente identificado, presentando para ello un análisis comparativo de los escenarios cero y dos de los sitios del proyecto, en el cual demuestre que las condiciones ambientales del entorno presenta por lo menos, las mismas condiciones ambientales del escenario cero y que no se ha alterado la homeostasia y/o resiliencia del ecosistema involucrado, y en caso contrario se deberá argumentar y justificar de qué manera las medidas de prevención, mitigación y/o compensación adicionales, permitirán resarcir los efectos que se prevén por la realización del proyecto.

#### VII.1.4. Pronóstico ambiental.

##### a) Escenario actual.

Actualmente el predio presenta una serie de modificaciones de manera natural como desprendimientos de materiales y escurrimientos pluviales que forman y acarrean material a su cauce aguas abajo durante lluvias torrenciales; en algunos casos afectando alguna de sus riberas y extracciones realizadas de manera no controlada.

##### b) Pronóstico de escenario.

Para analizar el escenario esperado cuando se ponga en marcha el proyecto, se le dará especial atención a los factores ambientales que tienen el potencial de ser impactados por el proyecto: vegetación, fauna, paisaje, escorrentía y drenaje.

#### Fauna

La fauna no tendrá una situación muy distinta de la que tiene antes de la extracción y aprovechamiento del proyecto, particularmente porque las especies que habitan sobre el predio tienen una alta distribución fuera del predio.

Los impactos que se presentan son como consecuencia de la presencia humana, el desmonte, el movimiento de tierras (excavaciones por ejemplo), y la generación de ruido por el uso de maquinaria, equipo y vehículos, y la extracción y aprovechamiento. Dichos resultados en la significancia se presentan aún y cuando en el mayor de los casos la duración del impacto se clasifica como mediana y en pocos casos como de larga duración; sin embargo, la eficacia de las medidas de mitigación se considera que pueden reducir el efecto para la mayoría de los impactos identificados y evaluados.

Se estima que una vez que finalicen las actividades de preparación del sitio y aprovechamiento del proyecto y que inicie la etapa de extracción, la fauna silvestre de la región volverá a ocupar los lugares incididos por el desarrollo de las actividades del proyecto, principalmente de aquellos en los que la afectación a los hábitat será nula o mínima.

Con respecto a las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, el impacto resultó mayoritariamente como no significativo debido básicamente a que las medidas de mitigación podrían representar generalmente una eficacia por arriba del 60%.

## **Vegetación**

Las áreas provistas de vegetación natural en su condición actual mantendrán el potencial de albergar algunas especies o servir como área de descanso y/o alimentación, y posibilitarán el desplazamiento de especies entre áreas vecinas mejor conservadas.

La duración de los efectos para el caso de la cobertura vegetal, la eficacia de las medidas de mitigación a instrumentarse puede reducir el impacto. Dentro de dichas medidas cabe resaltar el caso de la compensación a que hacen referencia los artículos 144 y 152 del Reglamento de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, así como las medidas en el manejo de la vegetación que se plantea realizar dentro predio en estudio.

Para el caso de las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, dentro de la totalidad del área de la tercera etapa de la obra no se encontraron especies de flora en alguna categoría de la norma antes señalada.

## **El paisaje**

El paisaje resultante tendrá un mayor grado de fragmentación, disminuirá su calidad visual y aumentará su fragilidad. La principal diferencia será la disminución en la vegetación, que es el elemento dominante.

## **Suelo**

Para el caso de los impactos al suelo, se tiene planeado instrumentar un programa rescate del material orgánico para su posterior utilización para la restauración del predio, el cual se almacenara a un costado del yacimiento, además se hará manejo de residuos y de verificación vehicular, lo cual permitirá disminuir el posible impacto y clasificar el impacto como de significancia.

## **Economía**

El municipio tendrá un beneficio económico por concepto del pago de impuestos pero será poco significativo respecto a la recaudación actual, así como la generación de una nueva fuente de empleo, la cual dejará una importante derrama económica en la zona. En cuanto a los impactos sobre los aspectos socioeconómicos estos serán generalmente positivos, dado que con la ejecución del proyecto se incrementará de manera temporal la economía local y en menor grado la regional, por el empleo que se genere durante la extracción y aprovechamiento

del yacimiento de yeso del proyecto y la demanda de bienes y servicios locales en las comunidades cercanas al proyecto.

### **Ambiente**

El ambiente afectado por este proyecto mostrará una escasa capacidad de recuperación de las características originales. La escasa importancia de los mayores impactos indica que no habrá cambios significativos en el estado actual del sistema ambiental, por tanto dichos impactos no representan obstáculo para la realización del proyecto.

### **Atención a emergencias.**

El promovente implementará un Plan de Emergencias, el cual incluye los procedimientos de actuación en caso de accidentes, organización y capacitación de trabajadores en el combate de incendios, primeros auxilios, etc., programa de capacitación con actualización para dichos trabajadores y calendario de simulacros.

### **Atmósfera.**

Se establecerá un programa de mantenimiento preventivo de los vehículos que utilizará el promovente, el cual contempla el calendario de afinaciones o en su defecto reparaciones de motor.

Los camiones de volteo que transporten el material a distintos puntos, lo harán con una lona que cubra el producto y respetando un límite de velocidad, que por ende ayude a la minimización de la propagación del polvo.

### **Agua**

Los impactos identificados se presentan básicamente en el patrón de drenaje, como consecuencia de aquellas actividades que requieren de la remoción de vegetación y el movimiento de tierras. Es importante mencionar que los impactos evaluados como significativos debido a que las citadas actividades de desmonte y movimiento de tierras se consideran de mediana a larga duración y a que se presume que la eficacia de las medidas de mitigación no mitigan el efecto hacia el patrón de drenaje.

Si bien es cierto que el predio de la obra NO cruza por arroyos intermitentes, éstos no serán afectados por el proyecto debido a que como parte de las políticas de la CEMOSA, se evita el desarrollar actividades en los lechos. Por lo anterior, aunado a que la precipitación en el área



de estudio es muy escasa, se estima que no se tendrá un efecto hacia la calidad del agua o aprovechamiento de dichos cuerpos de agua.

**Tabla VII.7.** Tendencia del comportamiento de los factores físicos, biológicos y socioeconómicos.

Factores ambientales		Escenarios del ambiente	
	A 10 años	De 10 a 15 años	De 15 años en adelante
<b>Físicos</b>			
Suelo	Con erosión	Con erosión baja	Sin erosión
Agua superficial	Con presencia de partículas suspendidas	Con presencia de partículas suspendidas en baja proporción	Sin contaminación
Agua subterránea	Con recarga	Con recarga	Con recarga (sin explotación)
Clima	Con variación	Con poca variación	Estable
<b>Biológicos</b>			
Flora	Recuperándose	Recuperación parcial	Recuperación total
Fauna	Recuperándose	Recuperación parcial	Recuperación total
<b>Factores culturales</b>			
Usos del cuerpo de agua	Aprovechamiento de materiales pétreos	Aprovechamiento de materiales pétreos	Área en recuperación
Paisaje	Modificado	Aceptable	Aceptable

En lo que respecta al resto de los factores, cabe mencionar lo siguiente:

**Topoformas:**

El impacto hacia la geomorfología como consecuencia del desarrollo del proyecto, se presenta debido a la excavación y extracción del material geológico. Los impactos se clasifican como significativos ya que en general se trata de una topografía poco accidentada, por lo que se considera que los efectos a las condiciones topográficas actuales son apreciables.

**Aire:**

Dentro de los impactos identificados sobre el factor aire, es debido al uso de maquinaria, equipo y vehículos durante las distintas etapas del proyecto, los cuales se someterán de manera periódica a un programa de mantenimiento a fin de disminuir las emisiones de contaminantes y de ruido, y, por ende, a la calidad del aire y el confort sonoro, lo cual ayudará a mantener los niveles de emisiones y de ruido dentro de los límites permisibles en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2006 y NOM-080-SEMARNAT-1994.

**Residuos en general:**

Durante las actividades de extracción y aprovechamiento del proyecto y cuando estas lleguen a su fin y la etapa de extracción y aprovechamiento dé inicio, todos los residuos que se hubiesen generados serán retirados y se dispondrán de acuerdo a la normatividad ambiental aplicable, quedando el predio en estudio libre de estos y que pudieran influir en otros componentes del sistema como suelo, hidrología, etc.

## VII.2. SEGUIMIENTO AMBIENTAL Y DEFINICIÓN DE INDICADORES Y UMBRALES

Para este proyecto en estudio, se considera necesario llevar a cabo un programa de seguimiento ambiental mediante el cual se asegure que las medidas de mitigación propuestas en el capítulo VI sean ejecutadas en tiempo y forma.

Los objetivos particulares de este programa son:

- ❖ Verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación.
- ❖ Minimizar las afectaciones al ambiente.
- ❖ Proporcionar información y aviso inmediato cuando un impacto determinado se acerca a un nivel crítico.

Como primer punto del programa de vigilancia, se especificará la estructura organizacional y las responsabilidades de cada uno de los participantes involucrados, tanto en la extracción y aprovechamiento del proyecto (licitante ganador), como en la supervisión del programa (asesor de campo).

Un punto importante para el funcionamiento adecuado del programa de vigilancia es tener mecanismos de control que permitan verificar el cumplimiento ambiental. En este sentido, el programa de vigilancia contempla la elaboración de una tabla de cumplimiento ambiental a partir de información de la MIA-P y de ser procedente ambientalmente el proyecto, de la resolución de la SEMARNAT. Dicha tabla se elaboró en función de las actividades que realizará la empresa encargada del proyecto, la etapa del proyecto en que se debe llevar a cabo la actividad, la frecuencia de realización de la actividad, la normatividad aplicable y la evidencia que se presenta (ver tablas VII.8 y VII.9). Cabe resaltar que a la citada tabla se deberán incorporarse las recomendaciones y condicionantes que contenga el resolutivo, de ser procedente, de la autoridad ambiental (SEMARNAT).

**Tabla VII.8.** Cumplimiento y control ambiental

No.	ACTIVIDAD	ETAPA	FRECUENCIA	EVIDENCIA	OBSERVACIONES
1	Protección de fauna	PS – C	Diaria	Fotografías, ejemplares lastimados, formato de reporte, etc.	Las que se encuentren en el momento se llenaran en el formato
2	Recuperación del sitio	Término de las obras	Una vez	Memoria fotográfica, inventario de especies a introducir en el sitio y formatos.	Las que se encuentren en el momento se llenaran en el formato
3	Evitar uso de productos químicos y fuego para el	PS – C	Diaria	Taller de capacitación a trabajadores,	Teórico-practico

No.	ACTIVIDAD	ETAPA	FRECUENCIA	EVIDENCIA	OBSERVACIONES
	desmante			constancia de participación.	
4	Excavar	PS	Una vez	Memoria fotográfica	Supervisión
5	Sanitario químico en el sitio del proyecto	PS – C	Deben colocarse de manera permanente en los frentes de trabajo	Memoria fotográfica	Supervisión
6	Colocar tambos para residuos sólidos	PS – C	Deben colocarse diario en los frentes de trabajo	Memoria fotográfica	Supervisión
7	Verificar vehículos	PS – C	Conforme al programa vehicular	Bitácora de control	Supervisión
8	Manejo de sustancias y residuos peligrosos de acuerdo a la LGPGIR y su Reglamento	PS – C	Durante toda la etapa de PS y C	Memoria fotográfica y Bitácora de control	Supervisión y entrega de manifiestos de la disposición final
9	Desmante escalonado en zonas de cambio de suelo de suelo en terreno forestal	PS	Una vez	Memoria fotográfica	Supervisión
10	Prohibir la colecta, caza, captura, consumo y comercialización de flora y fauna	PS- C	Durante toda la etapa de PS y C	Taller de capacitación, constancia de participación, sanciones ante la autoridad	Supervisión
11	Capacitar al personal que labore en la obra en materia de medio ambiente	PS	Una vez	Evaluación y Constancias de participación	Supervisión de asistencia y de evaluación
12	Protección de fauna durante las actividades de control de vegetación	O	Una vez	Memoria fotográfica e informes	Supervisión

**DONDE: PS=PREPARACIÓN SITIO**

**C=EXTRACCIÓN Y APROVECHAMIENTO**

**O=ABANDONO DEL SITIO Y RESTAURACIÓN**

**Tabla VII.9.** Cumplimiento y control ambiental

Concepto	Frecuencia de entrega
<b>RESIDUOS SANITARIOS</b>	
Contrato de renta de sanitarios	1 sola vez
Pago de disposición final de residuos sanitarios	Mensual
Determinar el número de sanitarios y su ubicación	1 sola vez
<b>RESIDUOS NO PELIGROSOS</b>	
Pago de disposición de basura	1 sola vez
Número de tambos de basura y ubicación	1 sola vez
<b>AGUA</b>	
Adquisición de agua para extracción y aprovechamiento	Mensual
<b>AIRE</b>	
Verificación de vehículos que usan gasolina	Semestral
Verificación de vehículos que usan diésel o mezclas de diésel	Semestral
Verificación de vehículos que usan gas u otros comb. Alternos	Semestral
Partículas suspendidas totales en obra (NOM-024-SSA-1993)	1 sola vez
Mantenimiento de maquinaria	Mensual
Certificado de mantenimiento de Grúas	Mensual
<b>RUIDO</b>	
Verificación de Ruido	1 sola vez
<b>OTROS</b>	
Cursos ambientales	cada vez que aumente el personal
Determinar número de extintores y ubicación	1 sola vez
<b>REPORTES IRREGULARES</b>	
Derrames de combustibles-volumen, ubicación, acción tomada	Irregular
Derrames de otras sustancias peligrosas -volumen, ubicación, acción tomada	Irregular
Presencia de especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Irregular

### VII.2.1. Seguimiento del programa (PSA)

El seguimiento del programa (PSA) se realizará mediante la coordinación entre el asesor de campo y la empresa o institución responsable del programa, quien se encargará de realizar visitas periódicas al sitio del proyecto para verificar el cumplimiento del Programa.

El asesor de campo realizará las siguientes funciones.

- Inspección diaria en las diferentes áreas de extracción y aprovechamiento, a efecto de vigilar el cumplimiento de compromisos en materia ambiental, en las diferentes actividades que se realicen en la preparación del sitio y extracción y aprovechamiento del proyecto.
- Revisar la documentación existente en materia ambiental que tenga relación con la extracción y aprovechamiento del proyecto.
- El asesor de campo debe tener amplio conocimiento de los documentos y permisos en materia de medio ambiente para la extracción y aprovechamiento del proyecto.
- Vigilar el cumplimiento de las medidas de mitigación emitidas en la MIA-P
- Programar reuniones de carácter ambiental con los jefes de brigada involucrados.
- Apoyar a los jefes de brigada en la capacitación de sus trabajadores en aspectos relacionados con la protección ambiental.
- Emisión de opiniones técnicas fundamentadas en la normatividad ambiental, leyes, reglamentos, que tengan relación con la extracción y aprovechamiento del proyecto.
- Elaboración de un informe mensual de las actividades en materia ambiental, apoyado con evidencias escritas y fotográficas.
- Estar en comunicación constante con el supervisor de la empresa responsable de la extracción y aprovechamiento del proyecto, e informar de cualquier situación que ponga en riesgo el equilibrio ecológico del lugar.

Uno de los puntos importantes para el funcionamiento adecuado del programa de manejo ambiental de la obra del proyecto en estudio, es contar con un mecanismo de control que permita la comunicación entre cada uno de los participantes, por lo que se pretende:

- Contar con mecanismos de captura, catalogación, almacenamiento, recuperación y manipulación de insumos documentales referentes a la MIA-P, Leyes ambientales, Normatividad, Políticas de CEMOSA, necesidades de calidad, entre otras.
- Administrar los elementos de información necesarios para la correcta ejecución de las medidas de mitigación y recomendaciones en los elementos ambientales correspondientes.
- Integrar herramientas para la planeación, seguimiento y evaluación de la vigilancia del conjunto de medidas de mitigación ambientales relativas al proyecto.



- Mantener actualizada la información relativa al proyecto explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole de la planta de cemento Apazapan y Tepetzingo mediante la elaboración de reportes, informes, anexos fotográficos, formatos de vigilancia, oficios, etc. requeridos durante la vigilancia del proyecto.
- El programa deberá sistematizar las metas, objetivos, la integración de procesos, prácticas, procedimientos y líneas de responsabilidad para alcanzar los objetivos establecidos.

### ***Procedimiento.***

Para el cumplimiento de los objetivos del presente programa de manejo ambiental, se elaboraron fichas de los impactos ambientales negativos que resultaron como moderadamente significativos, significativos y aquellos que independientemente de su valor de significancia, se consideran relevantes de seguimiento. Es importante mencionar que dichas fichas en ocasiones conjuntan la descripción de más de un impacto.

### ***VII.2.2. Descripción del programa de manejo o seguimiento ambiental (PSA)***

#### ***a). Estrategias y acciones del Seguimiento Ambiental***

##### **Estrategia 1**

Agrupar por componente y aspecto ambiental todas las medidas ambientales que serán objeto para formular las acciones de seguimiento (supervisión), calendarización (cronograma) y control (registros).

Las medidas ambientales se agruparan de la siguiente manera:

#### **Aire, Suelo, Agua, Vegetación y Fauna**

##### **Estrategia 2**

Ordenar los grupos de medidas ambientales de acuerdo con el momento y número de veces que se aplicará durante la implantación del Proyecto.

*b). Seguimiento Ambiental y Definición de Indicadores y Umbrales*

Definir la forma en que se dará el seguimiento ambiental mediante el uso de indicadores y umbrales. El Seguimiento Ambiental se realizará físicamente mediante la supervisión, y se basará en indicadores y umbrales para evaluar la eficiencia del cumplimiento y aplicación de las medidas ambientales.

Los indicadores servirán para medir el grado de integración ambiental logrado por el proyecto y el alcance de los objetivos de cada uno de los instrumentos de aplicación de las medidas ambientales. Por el comportamiento de los indicadores se deducirá la necesidad o no de aplicar Medidas correctoras o complementarias de carácter complementario.

Indicadores que se usarán serán de realización y de efectos. Los primeros, medirán la aplicación efectiva de las medidas y los segundos, los resultados de tales medidas. En cuanto a los umbrales, se tendrán de Alerta e Inadmisibles: los de alerta señalan el punto en el que deben entrar en funcionamiento las Medidas correctoras o complementarias, y los inadmisibles, se refieren al punto en el que será difícil o ya no se puede aplicar la medida ambiental (Gómez Orea, 1999).

Los indicadores y umbrales serán usados en cada comprobación de aplicación de medidas, y el resultado se registrará en Términos de la Conformidad del Cumplimiento y la Aplicación<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> En Seguimiento Ambiental será por comprobación mediante la Supervisión

**Aire:** El seguimiento ambiental en el aspecto Aire se realizará a partir del registro contenido en el Programa y la Bitácora de mantenimiento de cada unidad de equipo, maquinaria y automotor, y la evaluación se basará en los indicadores señalados en la tabla VII.10:

**Tabla VII.10.** Medidas ambientales para la Calidad del Aire

<b>Duración</b>	Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento
<b>Factor</b>	Suelo
<b>Medida</b>	Troceo, mezclado y esparcimiento de residuos vegetales (productos del desmonte, poda y despunte) para mantener los suelos.
<b>Tipo de medida</b>	Preventiva
<b>Instrumento</b>	Programa de conservación de suelos y agua
<b>Indicador de Realización</b>	Porcentaje de la superficie total de los tramos programados del proyecto donde se realice la disposición de los residuos vegetales.
<b>Indicador de Efectos</b>	El resultado de la superficie de disposición real de los residuos vegetales y la superficie de disposición programada del proyecto sea igual al 100%.
<b>Umbral de Alerta</b>	Cuando el 10% de superficie de disposición, esparcimiento y mezclado de residuos vegetales no sea ejecutada frente a la programada sin justificación alguna.
<b>Umbral Inadmisible</b>	Cuando la superficie de disposición, esparcimiento y mezclado no realizada sea superior al 10 %.
<b>Cronograma de Comprobación</b>	Calendario de trabajo: 12 meses (esto se ejecutará por cada año de la vida útil del proyecto) Cada dos meses, a partir del primer mes de inicio de la obra.
<b>Puntos de Comprobación</b>	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada uno de los tramos donde se estén realizando labores a largo y ancho de la obra en proyecto. Se hará en presencia del personal que ejecute el Programa de conservación de suelos y agua. Éstos presentaran su Bitácora en la cual se encontrará la información documental.

<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un ingeniero ambiental o ingeniero con conocimiento afín, y en la relación ambiental con el proceso de extracción y aprovechamiento del proyecto.
<b>Registros de control de la supervisión ambiental</b>	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones bimensuales que se practicarán al ejecutor del Programa y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad. Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la no conformidad con el Programa.

## Suelo

El seguimiento ambiental del Suelo, se apegará a las medidas de protección y de Conservación de suelos y en los indicadores mostrados en la tabla VII.11; tabla VII.12; tabla VII.13, y tabla VII.14, figura VII.7.

**Tabla VII.11. Medidas del Suelo**

<b>Duración</b>	Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento
<b>Factor</b>	Suelo
<b>Medida</b>	Mantenimiento vehicular
<b>Tipo de medida</b>	Preventiva
<b>Instrumento</b>	Bitácora de residuos peligrosos
<b>Indicador de Realización</b>	Se verificará en campo que el combustible y aceites utilizados sean dispuestos en las trampas o tarimas con charolas recolectoras. El impacto se presentará en caso de que la disposición se realice fuera de las trampas y exista contacto entre el suelo y los combustibles.
<b>Indicador de Efectos</b>	Se verificará que el número de tambos reportados sea igual al número de tambos manejados en las trampas o sea igual a 1.
<b>Umbral de Alerta</b>	Cuando se tenga el 2 % de los tambos colocados fuera de la trampa y/o tarima con charolas recolectoras.
<b>Umbral Inadmisibile</b>	Cuando se supere el 2 % de los tambos colocados fuera de la trampa y/o tarima con charolas recolectoras.
<b>Cronograma de Comprobación</b>	Calendario de trabajo para la obra en estudio: 12 meses (esto se ejecutará por cada año de la vida útil del proyecto) Cada semana una vez iniciada la obra

<b>Puntos de Comprobación</b>	El mantenimiento es fuera del predio, se cuenta con las instalaciones de la planta, por lo que se comprobara directamente en base al programa de mantenimiento vehicular
<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un ingeniero ambiental o ingeniero con conocimiento afín y en relación ambiental con el proceso de extracción y aprovechamiento de la obra en estudio.
<b>Registros de control de la supervisión ambiental</b>	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad en las supervisiones semanales que se practicarán al encargado de Obra y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la conformidad con la bitácora.

**Tabla VII.12. Medidas del Suelo**

<b>Duración</b>	Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento
<b>Factor</b>	Suelo
<b>Medida</b>	Mantenimiento vehicular
<b>Tipo de medida</b>	Preventiva
<b>Instrumento</b>	Bitácora de residuos peligrosos
<b>Indicador de Realización</b>	Se verificará en campo que el combustible y aceites utilizados sean dispuestos en las trampas o tarimas con charolas recolectoras. El impacto se presentará en caso de que la disposición se realice fuera de las trampas y exista contacto entre el suelo y los combustibles.
<b>Indicador de Efectos</b>	Se verificará que el número de tambos reportados sea igual al número de tambos manejados en las trampas o sea igual a 1.
<b>Umbral de Alerta</b>	Cuando se tenga el 2 % de los tambos colocados fuera de la trampa y/o tarima con charolas recolectoras.
<b>Umbral Inadmisible</b>	Cuando se supere el 2 % de los tambos colocados fuera de la trampa y/o tarima con charolas recolectoras.
<b>Cronograma de Comprobación</b>	Calendario de trabajo para la obra en estudio: 12 meses (esto se ejecutará por cada año de la vida útil del proyecto) Cada semana una vez iniciada la obra
<b>Puntos de Comprobación</b>	El mantenimiento es fuera del predio, se cuenta con las instalaciones de la planta, por lo que se comprobara directamente en base al programa de mantenimiento vehicular

<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un ingeniero ambiental o ingeniero con conocimiento afín y en relación ambiental con el proceso de extracción y aprovechamiento de la obra en estudio.
<b>Registros de control de la supervisión ambiental</b>	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad en las supervisiones semanales que se practicarán al encargado de Obra y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la conformidad con la bitácora.

**Tabla VII.13. Medidas para Suelo y Agua**

<b>Duración</b>	Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento
<b>Factor</b>	Suelo y Agua
<b>Medida</b>	Los residuos sólidos municipales se depositarán en contenedores con tapas y en sitios temporales de acopio adecuadamente señalizados, y se dispondrán conforme a lo que establezca la normatividad aplicable.
<b>Tipo de medida</b>	Preventiva
<b>Instrumento</b>	Bitácora de manejo de Residuos Sólidos Municipales
<b>Indicador de Realización</b>	Se verificará en campo y bitácora que los residuos sólidos municipales generados sean manejados conforme a la normatividad aplicable (municipal, estatal o federal). El impacto se presentará en caso de una mala disposición de los residuos afectando el suelo.
<b>Indicador de Efectos</b>	Se comprobará en campo que no existan residuos regados o depositados sobre el suelo. En bitácora se verificarán los permisos correspondientes por parte de las autoridades.
<b>Umbral de Alerta</b>	Cuando el 10 % de los residuos no se dispongan conforme a la normatividad aplicable.
<b>Umbral Inadmisibile</b>	Cuando el 10% o más de los residuos producidos no sean manejados o no cumpla con las disposiciones de la normatividad aplicable.
<b>Cronograma de Comprobación</b>	Calendario de trabajo para la obra en estudio: 12 meses (esto se ejecutará por cada año de la vida útil del proyecto) La comprobación con supervisión se realizara cada semana en los 12 meses del Calendario de Trabajo.
<b>Puntos de Comprobación</b>	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida será en: Cada uno de los tramos donde se realicen labores en la obra en estudio y en las áreas donde se destinen para el depósito temporal de los residuos. Se comprobará en presencia del Encargado de Obra. Éste presentará la Bitácora de Manejo de Residuos Sólidos Municipales, en la cual se encontrará la información documental de los residuos generados por la obra y dispuestos en el depósito municipal.



<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un ingeniero ambiental o ingeniero con conocimiento afín y la relación ambiental con el Proceso de extracción y aprovechamiento de la obra en estudio.
<b>Registros de control de la supervisión ambiental</b>	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones semanales y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	<p>Resultado de la Supervisión. La no conformidad</p> <p>Una semana posterior a la supervisión: Compromiso obligatorio de regularizar la recolección y disposición de residuos sólidos municipales de inmediato y conservar las áreas limpias.</p> <p>Retiro de los residuos sólidos no peligrosos y disposición adecuada</p> <p>En su caso, restauración de áreas afectadas</p> <p>Se levantara no conformidad, la cual sólo podrá ser levantada hasta que se compruebe el adecuado manejo de los residuos y, en su caso, la restauración del sitio afectado; en el caso contrario se le aplicarán sanciones administrativas y tendrán que responder por las que eventualmente aplican las autoridades competentes.</p>



**Figura VII.7.** Recolección de residuos sólidos municipales

**Tabla VII.14.** Medidas para Suelo y Agua

<b>Duración</b>	Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento
<b>Factor</b>	Suelo y Agua
<b>Medida</b>	Recolección y disposición de Residuos Peligrosos generados en el proceso de extracción y aprovechamiento en cumplimiento de la Normativa.
<b>Tipo de medida</b>	Preventiva
<b>Instrumento</b>	Bitácora de Residuos Peligrosos
<b>Indicador de Realización</b>	Manejo y disposición de residuos peligrosos de acuerdo con el Reglamento y Normativa aplicables. El impacto se presentará en caso de que exista contacto entre el suelo y algún residuo.
<b>Indicador de Efectos</b>	Se verificará en campo que no existan suelos contaminados con residuos peligrosos. En bitácora, se verificará que el volumen de residuos peligrosos reportados (R/R) sea igual al volumen de residuos manejados (RM) (almacenados, o tratados, reciclados y/o dispuestos) conforme a la normatividad vigente $RR/RM = 1$
<b>Umbral de Alerta</b>	Cuando se localicen a lo largo de la obra en estudio manchas de residuos en el suelo y se presente que el 2 % del volumen de residuos manejados no cumplan con la normatividad aplicable.
<b>Umbral Inadmisibles</b>	Cuando el volumen de residuos manejados que no cumplan con la normatividad aplicable sea superior al 2 %.
<b>Cronograma de Comprobación</b>	Cronograma de comprobación 12 meses (esto se ejecutará por cada año de la vida útil del proyecto)
<b>Puntos de Comprobación</b>	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida será en: la Residencia de Obra y extracción y aprovechamiento de la obra en estudio. Se comprobará en presencia del Encargado de Obra. Éste presentará Bitácora de Residuos Peligrosos e información documental del Cumplimiento de la normatividad vigente aplicable, en la cual se encontrará la información documental referente a los residuos generados por la Obra.
<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un ingeniero ambiental o ingeniero con conocimiento afín y de la relación ambiental con el proceso de extracción y aprovechamiento de la obra en estudio.
<b>Registros de control de la supervisión ambiental</b>	Bitácora Ambiental. Se levantará la no Conformidad cuando se alcance el umbral de alerta y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Resultado de la Supervisión. Indicará la no conformidad En la siguiente supervisión: Compromiso obligatorio de regularizar la Recolección, Almacenamiento y Disposición de Residuos Peligrosos con la aplicación de la normatividad vigente aplicable. Se levantará una no conformidad, la cual sólo podrá ser levantada hasta que comprueben la restauración del sitio afectado y el adecuado manejo de los residuos; en el caso contrario se le aplicarán sanciones administrativas y tendrán que responder por las que eventualmente aplicaran las autoridades competentes.

## Agua

El seguimiento ambiental en el aspecto Agua, se basará en términos del permiso municipal y en la supervisión de la fuente de abastecimiento.

**Tabla VII.15.** Medidas del Aspecto Agua

<b>Duración</b>	Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento
<b>Factor</b>	Agua
<b>Medida</b>	Utilizar agua únicamente de los 2 pozos que cuenta CEMOSA
<b>Tipo de medida</b>	Preventiva
<b>Instrumento</b>	Permiso Municipal
<b>Indicador de Realización</b>	Se verificará en la bitácora de los comprobantes correspondientes de que el agua que será utilizada durante la preparación del sitio y extracción y aprovechamiento será suministrada de la toma municipal autorizada.
<b>Indicador de Efectos</b>	Se medirá la relación proporcional a los m <sup>3</sup> de agua que sean utilizados durante las actividades de la obra contra los m <sup>3</sup> que se abastezcan de la toma municipal. Los volúmenes utilizados deben coincidir con los volúmenes adquiridos.
<b>Umbral de Alerta</b>	Cuando al revisar la bitácora se encuentren diferencias entre el 1 y 5% entre los volúmenes utilizados y los adquiridos.
<b>Umbral Inadmisibles</b>	Cuando al revisar la bitácora se encuentren diferencias superiores al 5% entre los volúmenes utilizados y los adquiridos
<b>Cronograma de Comprobación</b>	Calendario de trabajo para la obra en estudio: 12 meses (esto se ejecutará por cada año de la vida útil del proyecto) Supervisión durante la Etapa de Extracción y aprovechamiento
<b>Puntos de Comprobación</b>	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en la Residencia de Obra. Se hará en presencia del Encargado de Obra el cual presentará su Bitácora en la cual se encontrará la información documental: Permiso Municipal y registro del Abastecimiento.
<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un ingeniero ambiental o ingeniero con conocimiento y la relación ambiental del uso del agua en el proceso de extracción y aprovechamiento de la obra en estudio.
<b>Registros de Control de la Supervisión Ambiental</b>	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones semanales que se practicarán al Encargado de Obra definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad Una semana posterior a la supervisión: Determinar las causas de las diferencias entre los volúmenes. Se pedirá que se compruebe que el suministrado provenga exclusivamente de la toma municipal autorizada; en caso contrario se le aplicarán sanciones administrativas y tendrán que responder por las que eventualmente aplicaran las autoridades competentes.

## Vegetación

El seguimiento ambiental de la vegetación se basará en la estructura del Programa de Rescate, Protección y Conservación de Flora Silvestre y del programa de rescate o manejo de flora, y en los indicadores mostrados en la tabla VII.16, tabla VII.17 y tabla VII.18.

**Tabla VII.16.** Medidas de la Vegetación

<b>Duración</b>	Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento
<b>Factor</b>	Vegetación
<b>Medida</b>	Toda la flora se mueve del predio del proyecto, la conservación es en la zona de amortiguamiento o en el vivero de la planta para su reubicación posterior en zonas operativas que se vayan concluyendo.
<b>Tipo de medida</b>	Preventiva
<b>Instrumento</b>	Programa de Rescate, Protección y Conservación de Flora Silvestre y programa de rescate o manejo de flora
<b>Indicador de Realización</b>	Porcentaje de individuos de especies con alguna categoría de riesgo conservados in situ sobre la obra en estudio.
<b>Indicador de Efectos</b>	Conservación el 100 % de ejemplares de especies conservadas in situ sobre la obra en estudio del proyecto en apego al Programa de Rescate, Protección y Conservación de Flora Silvestre.
<b>Umbral de Alerta</b>	Cuando se tenga el 5 % de desviación conforme a lo previsto en el Programa de Rescate, Protección y Conservación de Flora Silvestre y programa de rescate o manejo de flora.
<b>Umbral Inadmisibles</b>	Cuando la desviación sea superior al 5 % conforme a lo previsto en el Programa de Rescate, Protección y Conservación de Flora Silvestre.
<b>Cronograma de Comprobación</b>	Calendario de trabajo para la obra en estudio: 12 meses (esto se ejecutará por cada año de la vida útil del proyecto) La supervisión se realizara semanalmente en los 12 meses del Calendario de Trabajo.
<b>Puntos de Comprobación</b>	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada uno de los tramos donde se estén realizando labores a largo de la obra en estudio. Se hará en presencia del personal que ejecute el Programa de Rescate, Protección y Conservación de Flora Silvestre y programa de rescate o manejo de flora. Éstos presentarán su Bitácora en la cual se encontrará la información documental.

<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un ingeniero ambiental o ingeniero con conocimiento afín y en la relación ambiental con el Proceso de extracción y aprovechamiento de la obra en estudio.
<b>Registros de control de la supervisión ambiental</b>	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones semanales que se practicarán a los ejecutores de los programas y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la conformidad con lo especificado en el programa. Se pedirá se aclaren las causas de la desviación; se reforzarán las campañas de difusión y concientización, enfocándose al personal que no haya adquirido la conciencia de la protección de la flora silvestre.

**Tabla VII.17. Medidas de la Vegetación.**

<b>Duración</b>	Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento
<b>Factor</b>	Vegetación
<b>Medida</b>	Delimitación de las zonas de trabajo, para evitar afectar al máximo posible otras áreas que no sean las destinadas a la ejecución del proyecto.
<b>Tipo de medida</b>	Preventiva
<b>Instrumento</b>	Bitácora de Obra
<b>Indicador de Realización</b>	Verificar que las áreas de afectación estén correcta y claramente señalizadas desde el inicio de las actividades de desmonte y despalme.
<b>Indicador de Efectos</b>	El resultado del algoritmo (área de afectación real/área de afectación planeada) debe ser igual o menor a 1.
<b>Umbral de Alerta</b>	Cuando el resultado del algoritmo (área de afectación real / área de afectación planeada) sea mayor a 1 pero menor a 1.1.
<b>Umbral Inadmisibile</b>	Cuando el resultado del algoritmo (área de afectación real / área de afectación planeada) sea mayor a 1.1.
<b>Cronograma de Comprobación</b>	Calendario de trabajo para la obra en estudio: 12 meses (esto se ejecutará por cada año de la vida útil del proyecto) La supervisión se realizara semanalmente en los 12 meses del Calendario de Trabajo
<b>Puntos de Comprobación</b>	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada uno de los tramos donde se estén realizando labores a largo de la obra en estudio. Se hará en presencia del Encargado de Obra. Éstos presentarán su Bitácora en la cual se encontrará la información documental.

<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un ingeniero ambiental o ingeniero con conocimiento afín y de la relación ambiental con el proceso de extracción y aprovechamiento de la obra en estudio.
<b>Registros de control de la supervisión ambiental</b>	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones semanales que se practicarán al Encargado de Obra o a los ejecutores del derribo, y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la no conformidad con lo establecido en el programa. Restauración de zonas afectadas Reparación o restitución de la señalización No conformidades y sanciones administrativas.

**Tabla VII.18. Medidas de la Vegetación**

<b>Duración</b>	Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento
<b>Factor</b>	Vegetación
<b>Medida</b>	Se establecerá una franja de amortiguamiento de vegetación forestal contigua a la obra en estudio.
<b>Tipo de medida</b>	Preventiva
<b>Instrumento</b>	Bitácora de Obra
<b>Indicador de Realización</b>	Porcentaje de vegetación afectada por esta actividad en áreas contiguas a la obra en estudio de acuerdo al Programa de Rescate, Protección y Conservación de Flora Silvestre.
<b>Indicador de Efectos</b>	El porcentaje de la vegetación afectada por las obras en los 10 m exteriores y colindantes a la señalización.
<b>Umbral de Alerta</b>	Cuando 10% de superficie con algún tipo de afectación negativa por efecto de esta actividad.
<b>Umbral Inadmisibile</b>	Desviación superior al 10% de superficie con algún tipo de afectación negativa por efecto de esta actividad.
<b>Cronograma de Comprobación</b>	Calendario de trabajo para la obra en estudio: 12 meses (esto se ejecutará por cada año de la vida útil del proyecto) La supervisión se realizara semanalmente en los 12 meses del Calendario de Trabajo.
<b>Puntos de Comprobación</b>	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada uno de los Tramos donde se estén realizando labores a largo de la obra en estudio. Se hará en presencia del personal que ejecute el Programa de Rescate, Protección y Conservación de Flora Silvestre y programa de rescate o manejo de flora. Éstos presentarán su Bitácora en la cual se encontrará la información documental.



<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un ingeniero ambiental o ingeniero con conocimiento afín y de la relación ambiental con el proceso de extracción y aprovechamiento de la obra en estudio.
<b>Registros de control de la supervisión ambiental</b>	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones semanales que se practicarán a los ejecutores de los programas y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la no conformidad con el programa

## Fauna

El seguimiento ambiental de la Fauna se basará en la estructura de los Programa de rescate de fauna silvestre y en los indicadores mostrados en las tablas VII.19, VII.20, VII.21.

**Tabla VII.19.** Medidas de la Fauna Silvestre

<b>Duración</b>	Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento
<b>Factor</b>	Fauna
<b>Medida</b>	Especies con estatus
<b>Tipo de medida</b>	Protección de Fauna silvestre
<b>Instrumento</b>	Preventiva
<b>Indicador de Realización</b>	Programa de Protección y Conservación de Fauna Silvestre, programa de rescate de fauna.
<b>Indicador de Efectos</b>	Efectuar la protección de fauna silvestre durante la etapa de Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento. Se medirá por el número de especies sobrevivientes contra el número de especies rescatadas con especial atención a las incluidas con alguna categoría de riesgo en NOM-059-SEMARNAT-2010.
<b>Umbral de Alerta</b>	El número de individuos rescatados sea igual a número de sobrevivientes durante el rescate hasta su liberación.
<b>Umbral Inadmisibile</b>	Cuando se alcance un 5 % de mortandad de las especies rescatadas.
<b>Cronograma de Comprobación</b>	Cuando se supere el 5 % de mortandad de las especies rescatadas.
<b>Puntos de Comprobación</b>	Calendario de trabajo para la obra en estudio: 12 meses (esto se ejecutará por cada año de la vida útil del proyecto) La supervisión se realizara diariamente y la revisión de la bitácora ambiental será semanalmente en los 12 meses del Calendario de Trabajo.

<b>Personal</b>	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada uno de los tramos donde se estén realizando labores a largo de la obra en estudio. Se hará en presencia del personal que ejecute el programa de rescate de fauna silvestre. Éstos presentaran su Bitácora en la cual se encontrará la información documental.
<b>Registros de control de la supervisión ambiental</b>	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un ingeniero ambiental o ingeniero con conocimiento afín y de la relación ambiental con el proceso de Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento de la obra en estudio.
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad en las supervisiones semanales que se practicarán a los ejecutores de los programas y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
	Resultado de la Supervisión: Indicará el levantamiento de no conformidades al que proceda Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la no Conformidad con los Programas y la aplicación de las medidas arriba señaladas. Se pedirá se aclaren las causas de la desviación; se reforzarán las campañas de difusión y concientización, enfocándose al personal que no haya adquirido la conciencia de la protección de la fauna silvestre.

**Tabla VII.20.** Medidas de la Fauna Silvestre

<b>Duración</b>	Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento
<b>Factor</b>	Fauna
<b>Medida</b>	Concienciar al personal sobre la importancia de proteger la fauna silvestre
<b>Tipo de medida</b>	Preventiva
<b>Instrumento</b>	Programa de rescate de fauna silvestre.
<b>Indicador de Realización</b>	Se medirá la relación proporcional del número de personas a las que se impartió la capacitación, respecto del total de empleados que laboran en la etapa de Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento.
<b>Indicador de Efectos</b>	Cuando el resultado del algoritmo (número de empleados que laboran en la extracción y aprovechamiento / número de personas a las que se imparte el curso de capacitación/) es igual a 1.
<b>Umbral de Alerta</b>	Cuando el resultado del algoritmo (número de empleados que laboran en la etapa de Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento / número de personas a las que se imparte el curso de capacitación) sea mayor a 1 pero menor a 1.1.
<b>Umbral Inadmisibile</b>	Cuando el resultado del algoritmo (número de empleados que laboran en la etapa de Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento / número de personas a las que se imparte el curso de capacitación) sea mayor a 1.1
<b>Cronograma de Comprobación</b>	Calendario de trabajo para la obra en estudio: 12 meses (esto se ejecutará por cada año de la vida útil del proyecto) La supervisión se realizara semanalmente en los 12 meses del Calendario de Trabajo.

<b>Puntos de Comprobación</b>	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada uno de los tramos donde se estén realizando labores a largo de la obra en estudio. Se hará en presencia del personal que ejecute los Programa de rescate de fauna silvestre. Éstos presentaran su Bitácora en la cual se encontrará la información documental (Mediante las listas de asistencia de las pláticas de capacitación).
<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un ingeniero ambiental o ingeniero con conocimiento afín y en la relación ambiental con el Proceso de extracción y aprovechamiento de la obra en estudio.
<b>Registros de control de la supervisión ambiental</b>	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad en las supervisiones semanales que se practicarán a los ejecutores de los programas y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad y se intensificará la supervisión. Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la no Conformidad y la aplicación de las medidas arriba señaladas. Se pedirá se aclaren las causas de la desviación; se reforzarán las campañas de difusión y concientización, enfocándose al personal que no haya adquirido la conciencia de la protección de la fauna silvestre

**Tabla VII.21. Medidas de la Fauna Silvestre**

<b>Duración</b>	Extracción y aprovechamiento
<b>Factor</b>	Fauna
<b>Medida</b>	Disposición de garrocha y/o tarimas para cubrir las cepas abiertas.
<b>Tipo de medida</b>	Preventiva
<b>Instrumento</b>	Programa de rescate de fauna silvestre.
<b>Indicador de Realización</b>	Se colocaran garrochas en las cepas abiertas y/o tarimas para cubrir las cepas abiertas Se medirá la relación proporcional del Número de cepas abiertas en la obra en estudio contra número de cepas abiertas con disposición de garrocha y/o tarimas para cubrirlas
<b>Indicador de Efectos</b>	El número de cepas abiertas sea igual al número de cepas con disposición de garrocha y/o tarima para cubrirla.
<b>Umbral de Alerta</b>	Cuando se encuentre el 5 % de las cepas abiertas sin garrocha y/o tarimas para cubrirlas.
<b>Umbral Inadmisibile</b>	Una vez que se haya superado el umbral de alerta.
<b>Cronograma de Comprobación</b>	Calendario de trabajo para la obra en estudio: 12 meses (esto se ejecutará por cada año de la vida útil del proyecto) La supervisión se realizara diariamente en los 12 meses del Calendario de Trabajo.
<b>Puntos de Comprobación</b>	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada uno de los tramos donde se estén realizando labores a largo de la obra en estudio. Se hará en presencia del personal que ejecute los Programa de rescate de fauna silvestre. Éstos presentaran su Bitácora en la cual se encontrará la información documental.

<p><b>Personal</b></p>	<p>El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un ingeniero ambiental o ingeniero con conocimiento afín y en la relación ambiental con el proceso de Preparación de Sitio, extracción y aprovechamiento de la obra en estudio.</p>
<p><b>Registros de control de la supervisión ambiental</b></p>	<p>Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad en las supervisiones semanales que se practicarán a los ejecutores del programa y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.</p>
<p><b>Medidas correctoras o complementarias</b></p>	<p>Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la conformidad con los Programas y la aplicación de las medidas arriba señaladas.</p>

### VII.2.3. Definición del Control del Programa de Seguimiento Ambiental (PSA)

El Control del Seguimiento Ambiental del PSA se llevará a cabo como se indica en la tabla VII.22.

**Tabla VII.22.** Matriz del control del Seguimiento Ambiental

Componente o Aspecto Ambiental	Entidad Ejecutante	Instrumento de Aplicación	Responsable de la Ejecución	Responsable de la Comprobación o Supervisión	Documento a Inspeccionar	Documento o control de la Comprobación o Supervisión	Punto de Comprobación/ Supervisión	Medidas correctoras o complementarias	Control del Seguimiento Ambiental
Aire	Residencia de Obra	Programa de Mantenimiento de equipo, maquinaria y automotores	Encargado de Obra	Promovente Ingeniero Ambiental o con conocimiento afín	Bitácora de mantenimiento de equipo, maquinaria y automotores	Bitácora Ambiental	Residencia de Obra y sitio de Obra cuando se considere conveniente	Las Medidas correctoras o complementarias se definen en tiempo y forma a partir de la Comprobación o Supervisión. Se atenderán las No conformidades por la Entidad Ejecutante y el Responsable de la ejecución	Informe semestral y Final
Suelo	Residencia de Obra	Medidas de protección y Conservación de Suelos	Promovente	Promovente Ingeniero Ambiental o con conocimiento afín	Bitácora de la Ejecución del Programa	Bitácora Ambiental	En las áreas donde se estén realizando labores a largo y ancho de la obra		
Agua	Residencia de Obra	Permiso Municipal	Encargado de Obra	Promovente Ingeniero Ambiental o con conocimiento afín	Permiso Municipal y registro de abastecimiento	Bitácora Ambiental	Residencia de Obra y sitio de Obra cuando se considere conveniente		
Vegetación	Residencia de Obra	Programa de rescate de Flora Silvestre	Promovente	Promovente Ingeniero Ambiental o con conocimiento afín	Bitácora de la Ejecución del Programa	Bitácora Ambiental	En las áreas donde se estén realizando labores a largo y ancho de la obra		
Fauna	Residencia de Obra	Programa de rescate de Fauna Silvestre	Promovente	Promovente Ingeniero Ambiental o con conocimiento afín	Bitácora de la Ejecución del Programa	Bitácora Ambiental	En las áreas donde se estén realizando labores a largo y ancho de la obra		

### **VII.3. CONCLUSIÓN**

Considerando que:

- ❖ Con la extracción y aprovechamiento del yacimiento de yeso de este proyecto contribuirá a satisfacer el crecimiento de la demanda esperada para las plantas de cemento de Tepetzingo y Apazapan, e incrementar el empleo y derrama económica en la zona de Chietla, Puebla, y de manera adicional, a las actividades productivas de la región.
- ❖ Del análisis de los instrumentos normativos, el proyecto no se contrapone con alguna de sus políticas.
- ❖ De los estudios de campo y el análisis del medio físico, biológico, social y económico, se determinó que la gran mayoría de los impactos identificados y evaluados pueden ser evitados, minimizados o compensados a corto y mediano plazo.
- ❖ Con la extracción y aprovechamiento del yacimiento de yeso del proyecto se prevé impactar mayormente al suelo, vegetación, fauna (distribución) y al paisaje (calidad visual e intrínseca); sin embargo, con la aplicación de las medidas de mitigación descritas en el Capítulo VI, se estima minimizar y controlar en gran parte los impactos ambientales que resulten por la extracción y aprovechamiento del proyecto. Cabe resaltar los impactos residuales se manifiestan principalmente en el factor perceptual como consecuencia del desmonte y de excavaciones de extracción del material geológico. Para el caso del desmonte existen algunas medidas que se presume podrían minimizar el impacto.
- ❖ Los factores ambientales del área del proyecto manifiestan cualitativamente un bajo grado de conservación ya que se trata de un área con vegetación sucesional o en proceso de recuperación, sin embargo, para evitar promover su deterioro, en la realización del proyecto se implementarán una serie de medidas preventivas, de mitigación y compensación encaminadas a la protección y restauración de los recursos de las zonas.

Se concluye que con la instrumentación de las medidas de mitigación expuestas en el capítulo VI de la presente MIA-P, el proyecto es viable ambiental y socialmente.



# IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODÓLOGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES



## VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

Para la ubicación del área del proyecto, tanto a nivel macro como micro, así como del área de influencia de la ampliación del proyecto explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole, en el municipio de Chietla, Puebla, poblados cercanos, vías de acceso, hidrología superficial, usos del suelo, reconocimiento de unidades ambientales, etc., se consultó la cartografía publicada del INEGI, escalas 1:50 000 y 1:250 000.

Para los aspectos abióticos, bióticos y socioeconómicos se recurrió a la información de bibliotecas de institutos de investigación, recorridos de campo y visitas a estaciones climatológicas, así como consultas de páginas electrónicas de Internet, de instituciones como INEGI, SEMARNAT, CNA, CONAPO, CONABIO, Gobierno de Puebla, etc.

La información técnica y el diseño del proyecto, está basado en la normativa y especificaciones que CEMOSA ha desarrollado para su aplicación en diferentes partes del país y según el tipo de proyecto de que se trate. Los criterios, técnicas, procedimientos, resultados, materiales, equipo, etc., se explican brevemente en los siguientes puntos y algunos se anexan al documento de la MIA-P cuando es posible incluirlos.

### A. Planos de localización del área de proyecto (cartografía y tipografía)

Para la elaboración de la cartografía y análisis geoespacial del proyecto se utiliza ESRI®ArcMap 10.0, utilizando las extensiones *3D Analyst*, *Data Interoperability*, *Maplex* y *Spatial Analyst*.

Para la elaboración de la cartografía de la manifestación, se tomaron como base las cartas topográficas y de uso de suelo y vegetación editadas y publicadas por el INEGI.

Escala 1:50,000.

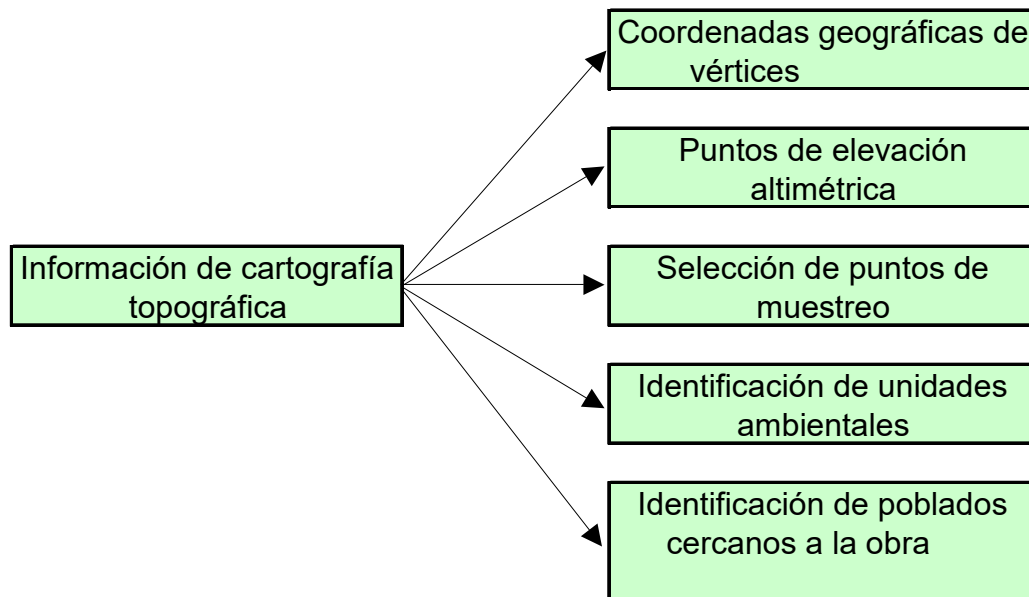
Para su interpretación fueron las Guías para la interpretación cartográfica. Para el trabajo de las cartas con la inserción del proyecto se utilizó los Programas AutoCad y ArcView.

## B. Determinación del área de estudio del proyecto

Para la delimitación del área de estudio se consideraron algunos aspectos que se establecen en la fase de caracterización del Manual de Proceso de Ordenamiento Ecológico del Territorio (SEMARNAT, 2006), el cual fue utilizado como metodología para la definición del sistema ambiental. Se integró la información topográfica a escala 1:50 000, esta cartografía sirvió para obtener los siguientes datos:

- Coordenadas geográficas de los puntos de inflexión y vértices del proyecto - Identificación de poblados cercanos al proyecto
- Puntos de elevación altimétrica por cada kilómetro
- Selección de puntos de muestreo de vegetación (paralelamente se utilizó la cartografía de uso de suelo y vegetación)
- Identificación de unidades ambientales

Utilizando el comando *Topo to Raster* se generó un modelo digital de elevación el cual no solo infiere las altitudes de acuerdo a las curvas de nivel, sino que también utiliza los escurrimientos para mejorarlo. Una vez obtenido el modelo digital de elevación, se procedió a derivar un ráster de dirección de flujos, de longitud de flujos de acumulación de flujos, los cuales fueron útiles para la delimitación de áreas de captación a nivel microcuenca. El diagrama que se presenta a continuación señala el proceso de obtención de información.



### **C. Fotografías**

Se tomaron evidencias fotográficas del estado que guarda el área de estudio relacionados con fauna y vegetación con el fin de soportar la información que se manifiesta en el documento. El software utilizado para la edición del anexo fueron Paint Brush, Microsoft PowerPoint y Microsoft Word versión 2005.

### **D. Diagramas y otros gráficos**

Los diagramas y esquemas que se incluyen en el texto de la manifestación se elaboraron mediante los programas de Microsoft Excel y Microsoft Power Point versión 2005. Cada uno con su título, número consecutivo y página correspondiente. En el índice general del documento se puede identificar las tablas y figuras que resultaron del análisis de los datos tratados. La nomenclatura y la simbología empleada para explicar su contenido de conocimiento universal.

### **E. Resultados de análisis y/o trabajos de campo**

#### ***Estudios técnicos***

Para el desarrollo del estudio técnico se utilizaron las cartas geológicas, escala 1:50 000, así como la síntesis geográfica del Estado de Puebla; lo anterior con el fin de interpretar los principales componentes litológicos y estructuras que caracterizan al sitio del proyecto. Algunos de los datos se corroboraron en las visitas de campo que se realizaron.

#### ***Análisis climático, topográfico, edafológico e hidrológico***

Para el desarrollo de los aspectos climatológicos, se tomaron en cuenta las estaciones meteorológicas más cercanas al proyecto. Asimismo se complementó la descripción con los datos reportados en el libro de E. García (1988), "Modificaciones al Sistema de Clasificación de Köppen".

Para el caso de la topografía, edafología, hidrología superficial y subterránea, se consideraron las cartas topográficas editadas y publicadas por INEGI, temática Geología, Hidrología Superficial e Hidrología Subterránea y en escala 1: 250 000. La información que se plasma en dichas cartas se corroboró con el recorrido de la

ampliación del proyecto explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole.

### ***Análisis de la vegetación***

Para la realización de este apartado se llevaron a cabo diversas actividades tanto de gabinete como de campo.

De la revisión y análisis de la cartografía temática y bibliográfica ambiental que se ha elaborado para el área del proyecto, se reconocieron y diferenciaron las unidades ambientales (tipos de vegetación) con el fin de diseñar el sistema de muestreo que se tendría que realizar, siendo este selectivo-aleatorio. Posteriormente se llevaron a cabo recorridos de reconocimiento, muestreo y de registro de material botánico en el área de estudio.

En la unidad se hizo un análisis de la composición florística y estructura de la vegetación y se recabaron los datos del medio físico. El material botánico registrado se identificó mediante obras botánicas especializadas.

En el capítulo IV, se presenta el listado florístico general de las especies citadas en la bibliografía y las registradas en el campo, usos generales y forma de vida. La lista se cotejó con la lista de especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010, para la 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, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2010, a fin de conocer aquellas especies que se registran con estatus de protección. Se determinó sólo una comunidad vegetal.

Para obtener la información florística se efectuó un muestreo y el registro intensivo a lo largo de la ampliación del proyecto explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole, de las especies vegetales presentes. La determinación (nombre científico) de las especies registradas fue realizada por personal técnico botánico de la consultoría ambiental.

Para caracterizar a la comunidad vegetal se efectuaron muestreos de dimensiones fijas (ver anexo cartográfico de localización de los puntos de muestreo). Para los elementos leñosos, se realizó un inventario de toda la vegetación presente dentro de los predios en estudio; para cada individuo leñoso se registró la altura, diámetro a la altura del pecho y dos radios perpendiculares de la proyección de la copa. El índice de importancia de las especies se determinó empleando el método de

Müller-Dombois y Elleberg (1974) para la obtención de los parámetros estructurales de la comunidad. Consistió en lo siguiente:

En esta visita de campo se realizó un reconocimiento del área, registro de los diferentes factores ambientales, condiciones ecológicas y aspectos socioeconómicos y posteriormente se realizó la medición o registro de los parámetros de los individuos vegetales y sus comunidades.

**La determinación de los índices de valor de importancia se realizó de la siguiente manera:**

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Numero de individuos}}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad por especies}}{\text{Total de densidad de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Dominancia} = \frac{\text{Total del área basal o cobertura de copa}}{\text{Área muestreada}} \times 100$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia por cada especie}}{\text{Total de dominancia de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{En cuantos muestreos ocurrió la especie}}{\text{Total de muestreos}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{En cuantos muestreos ocurrió la especie}}{\text{Total de muestreos}} \times 100$$

$$\text{Valor importancia} = \frac{\text{Densidad relativa} + \text{Dominancia relativa} + \text{Frecuencia relativa}}{3}$$

$$\text{Índice de Dominancia relativa} = \frac{\text{Densidad relativa} + \text{Dominancia relativa}}{2}$$

La determinación del índice de Diversidad se utilizó el de Shannon o de Shannon-Wiener:

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$



La determinación del índice de equidad de Pielou:  
 $J' = H'/H'max$

### **Análisis de la fauna**

Se consultaron las publicaciones existentes sobre de la fauna de vertebrados terrestres de la zona de estudio, así como la base de datos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), con la finalidad de integrar un listado preliminar. Posteriormente estas especies se clasificaron de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

*Segunda etapa:* Se realizó el trabajo de campo que consistió en muestreos fijos y varios avistamientos y observaciones de vertebrados terrestres en áreas representativas de los ambientes por donde se ubica la ampliación del proyecto explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole. Los sitios de muestreo se seleccionaron en función de las unidades de vegetación que ocurren en el área de estudio; se aplicó este criterio considerando que la distribución de la fauna es afectada por la vegetación.

Para ubicar los sitios de muestreo se realizó un recorrido a todas las zonas y áreas del proyecto, como a continuación se menciona para cada grupo faunístico:

#### **Avifauna.**

- Recorridos de observación
- Captura directa de individuos con redes de niebla

La abundancia relativa de este grupo se manejó de acuerdo con el número de ejemplares observados en cada punto de verificación, empleando el siguiente índice de abundancia (González-García, 1992):

- Rara = uno o dos individuos
- Común = tres a 15 individuos
- Abundante = 15 ó + individuos observados

#### **Mastofauna.**

- Captura con redes de niebla
- Captura con trampas Tomahawk

- Captura con trampas Shermann
- Captura de imágenes a través de Cámaras para vida silvestre.
- Búsqueda de huellas, excretas y rastros

La abundancia relativa de los mamíferos se estimó con base en el número de ejemplares registrados por cada transecto, empleando las siguientes categorías:

**Raro** = de uno a dos individuos; **común** = de tres a 10 individuos; y **abundante** = más de 10 individuos.

### **Herpetofauna.**

Los anfibios y reptiles se muestrearon a través de recorridos diurnos en los sitios de muestreo de vegetación, y en el recorrido completo en el área del proyecto, entre las 8:00 y las 22:00; durante estos períodos se caminó lentamente a través del área elegida revisando cada microhábitat potencial dónde localizar a la herpetofauna (sombra de vegetación, hoyos en suelo). También se realizaron muestreos nocturnos, recorriendo por veredas, brechas, apoyados por linternas de mano. Otra técnica utilizada, tanto de día como de noche fue recorrer las brechas y caminos a una velocidad no mayor a los 30 km/h, a fin de detectar a los ejemplares que los cruzaran en tales momentos. La captura de ejemplares durante estos muestreos se realizó manualmente o con la ayuda de lazos para lagartijas o ganchos herpetológicos.

El criterio utilizado fue: 1-2 individuos: **raro**, 3-10: **común** y más de 10: **abundante**. (Lazcano-Barrero et al. 1992).

### **F. Análisis socioeconómico**

Los datos que se presentan en el presente estudio fueron tomados de los Censos Generales de Población y Vivienda IX, X, XI y XII (2020) del estado de Puebla, editados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), además de información específica realizada por el gobierno de dicho estado, la cual fue consultada directamente en la página oficial en Internet ([www.puebla.gob.mx](http://www.puebla.gob.mx)).

## **G. Identificación y evaluación de impactos ambientales**

Para el área de estudio se hace la predicción de los impactos pronosticando el comportamiento de cada impacto a través del tiempo y el espacio en cada etapa del proyecto de extracción del yeso, así como los factores socioeconómicos involucrados para cada una.

Existen diversas clasificaciones de impactos ambientales de acuerdo a sus atributos y por sus interrelaciones de acciones y/o efectos. La más utilizada es la propuesta por Dickert *et al*, donde considera tres funciones analíticas asociadas con la evaluación de impacto ambiental: *identificación, predicción y evaluación*, como se muestra:

**A) Métodos de identificación.** Estos ayudan en la especificación del rango de impactos que pueden ocurrir, incluyendo sus dimensiones espaciales y el periodo de tiempo. Generalmente estos métodos responden a las preguntas concernientes a las acciones del proyecto y a los elementos del ambiente que son afectados por estas acciones. Dickert señala dos tipos de identificación como las listas de chequeo y las matrices / redes.

La *lista de chequeo* contiene factores ambientales que necesitan ser incluidos en la evaluación de los impactos de las diferentes alternativas. Una matriz es una lista de chequeo bidimensional que identifica varios tipos de acciones de un proyecto y su impacto potencial sobre los elementos del ambiente. Las redes causa-efecto enfatizan las interrelaciones de los componentes afectados.

**B) Método de predicción.** Pueden ser empleadas en la evaluación de los impactos ambientales, en la evaluación de los impactos de la calidad del aire, de la calidad del agua y del ruido en el ambiente, a partir del diseño de simulación para casos específicos.

Los métodos predictivos cuantitativos para los ambientes biológico, cultural y socioeconómico actualmente no han sido desarrollados por lo que no existen modelos para predecir los impactos ambientales, en esos componentes.

**C) Métodos de evaluación.** Estos están asociados con la evaluación, incluyen al Sistema de Evaluación Ambiental (SEA) desarrollado por Dee *et al* y la Matriz desarrollada por la Universidad de Georgia (Odum, 1971). El principal resultado de estos métodos es la conformación de un conjunto de indicadores de impacto ambiental para cada una de las alternativas, las cuales pueden ser

comparadas sobre una base común.

El método de SEA (Sistema de Evaluación Ambiental) es uno de los métodos más sistemáticos que hasta ahora existen para evaluar los impactos ambientales, sin embargo la principal limitante de este método es el costo de su implementación.

La información a detalle de cada una de las etapas se describe en el *Capítulo V*.

*Identificación y evaluación de impactos.*

Finalmente, la edición final de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular, correspondiente a la ampliación del proyecto explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole, se utilizaron los programas de Microsoft Word, Excel y PowerPoint y para edición de fotografías y cartografía se utilizó Paint Brush.

#### ***H. Para la elaboración de las medidas de Prevención, mitigación y compensación.***

Las medidas de mitigación que se propusieron se sustentan en el análisis ambiental realizado en el capítulo IV y en la evaluación de impactos realizada en el capítulo V. El diagnóstico ambiental del sitio analizado se hizo a partir de las características técnicas del proyecto y sus impactos significativos negativos y positivos, una serie de acciones y actividades como los más adecuados para disminuir aquellos impactos significativos negativos. Tomando como criterios específicos para ello, beneficio esperado, etapas en que se requiere, forma de mitigación del impacto, especificaciones para ejecutar la medida, tipo de medida a emplear, clasificación, impacto a mitigar, componente ambiental afectada y el tipo de vegetación.

- **Programa específico de protección y conservación de flora y fauna silvestre**

La gran diversidad de las actividades de desarrollo deben ser compatibles con el manejo de la protección y conservación de la biodiversidad biológica regional para que no se pueda alterar el equilibrio ecológico, atendiendo esta correlación, se deben de implementar una serie de medidas de mitigación de los impactos

adversos que pudieran presentarse en las especies de flora y fauna silvestres para evitar la extinción de estas.

El principal objetivo es mitigar los posibles impactos adversos ocasionados a la flora y fauna silvestre en la zona de estudio, derivados de las diferentes actividades que implica, la extracción y aprovechamiento del proyecto.

Teniendo como objetivos específicos:

- ◆ Coadyuvar y amortizar de manera equilibrada la relación, conservación y protección de la biodiversidad contra el desarrollo y progreso de la sociedad.
- ◆ Describir de manera particular, las características específicas de cada una de las especies de flora y fauna encontradas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- ◆ Cumplir con los requerimientos establecidos en el reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de evaluación de Impacto Ambiental y Guías para la Elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular.

#### I. Para los pronósticos ambientales:

Para el escenario sin proyecto se tomó como base en una primera instancia el Método Sistémico (sinfonía). El sistema o método comprende una serie de etapas de análisis y de planificación que se articulan para proporcionar una mejor comprensión de la relación sistemática de factores y para el desarrollo de estrategias de actuación dentro de sistemas complejos.

Para el escenario con proyecto y para el escenario aplicando las medidas de mitigación se realizó mediante el **Diagrama Causal (de flujo)**, es característico de la Dinámica de Sistemas y el cual recoge los elementos clave del Sistema y las relaciones entre ellos.

Una vez que se tiene la información de los modelos, se realiza el análisis del escenario modificado por el proyecto. A continuación se presentan los anexos que forman parte de este apartado.

## **VIII.1. FORMATOS DE PRESENTACIÓN**

### **VIII.1.1. ANEXO CARTOGRAFICO**

1. Clima
2. Hidrología superficial
3. Hidrología subterránea
4. Edafológica
5. Geología
6. Trayectoria y Uso de Suelo
7. Espaciomapa
8. Topográfico

### **VIII.2. ANEXO FOTOGRÁFICO**

### **VIII.3. OTROS ANEXOS;**

VIII.3.A. Resultado de análisis y/o trabajos de campo “estimaciones de volumen de la madera a derribarse”.

VIII.3.B. Programa de conservación de suelo y agua

VIII.3.C. Datos de campo registrados durante el inventario forestal del área de estudio.

VIII.3.D. Programa específico de las acciones de protección y conservación de flora y fauna silvestre de la región

VIII.3.E. Programa de rescate de flora silvestre

VIII.3.F. Programa de rescate de fauna silvestre

VIII.3.G. Programa de educación ambiental

VIII.3.H. Programa de manejo integral de residuos

VIII.3.I. Reglamento interno ambiental

### **VIII.4. GLOSARIO DE TÉRMINOS.**





## **IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODÓLOGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES**



## VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

Para la ubicación del área del proyecto, tanto a nivel macro como micro, así como del área de influencia de la ampliación del proyecto explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole, en el municipio de Chietla, Puebla, poblados cercanos, vías de acceso, hidrología superficial, usos del suelo, reconocimiento de unidades ambientales, etc., se consultó la cartografía publicada del INEGI, escalas 1:50 000 y 1:250 000.

Para los aspectos abióticos, bióticos y socioeconómicos se recurrió a la información de bibliotecas de institutos de investigación, recorridos de campo y visitas a estaciones climatológicas, así como consultas de páginas electrónicas de Internet, de instituciones como INEGI, SEMARNAT, CNA, CONAPO, CONABIO, Gobierno de Puebla, etc.

La información técnica y el diseño del proyecto, está basado en la normativa y especificaciones que CEMOSA ha desarrollado para su aplicación en diferentes partes del país y según el tipo de proyecto de que se trate. Los criterios, técnicas, procedimientos, resultados, materiales, equipo, etc., se explican brevemente en los siguientes puntos y algunos se anexan al documento de la MIA-P cuando es posible incluirlos.

### A. Planos de localización del área de proyecto (cartografía y tipografía)

Para la elaboración de la cartografía y análisis geoespacial del proyecto se utiliza ESRI®ArcMap 10.0, utilizando las extensiones *3D Analyst*, *Data Interoperability*, *Maplex* y *Spatial Analyst*.

Para la elaboración de la cartografía de la manifestación, se tomaron como base las cartas topográficas y de uso de suelo y vegetación editadas y publicadas por el INEGI.

Escala 1:50,000.

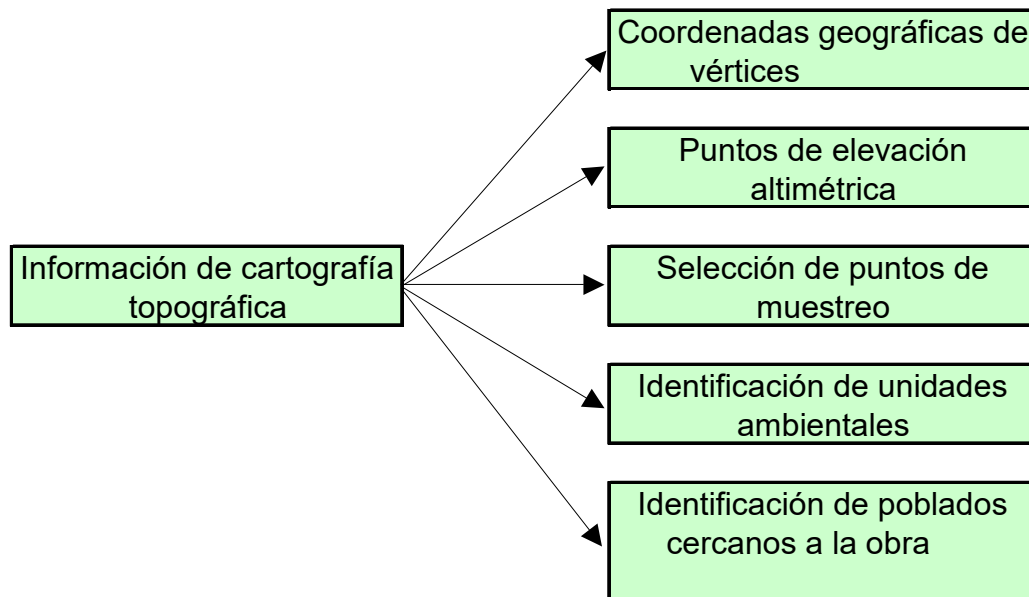
Para su interpretación fueron las Guías para la interpretación cartográfica. Para el trabajo de las cartas con la inserción del proyecto se utilizó los Programas AutoCad y ArcView.

## B. Determinación del área de estudio del proyecto

Para la delimitación del área de estudio se consideraron algunos aspectos que se establecen en la fase de caracterización del Manual de Proceso de Ordenamiento Ecológico del Territorio (SEMARNAT, 2006), el cual fue utilizado como metodología para la definición del sistema ambiental. Se integró la información topográfica a escala 1:50 000, esta cartografía sirvió para obtener los siguientes datos:

- Coordenadas geográficas de los puntos de inflexión y vértices del proyecto - Identificación de poblados cercanos al proyecto
- Puntos de elevación altimétrica por cada kilómetro
- Selección de puntos de muestreo de vegetación (paralelamente se utilizó la cartografía de uso de suelo y vegetación)
- Identificación de unidades ambientales

Utilizando el comando *Topo to Raster* se generó un modelo digital de elevación el cual no solo infiere las altitudes de acuerdo a las curvas de nivel, sino que también utiliza los escurrimientos para mejorarlo. Una vez obtenido el modelo digital de elevación, se procedió a derivar un ráster de dirección de flujos, de longitud de flujos de acumulación de flujos, los cuales fueron útiles para la delimitación de áreas de captación a nivel microcuenca. El diagrama que se presenta a continuación señala el proceso de obtención de información.



### **C. Fotografías**

Se tomaron evidencias fotográficas del estado que guarda el área de estudio relacionados con fauna y vegetación con el fin de soportar la información que se manifiesta en el documento. El software utilizado para la edición del anexo fueron Paint Brush, Microsoft PowerPoint y Microsoft Word versión 2005.

### **D. Diagramas y otros gráficos**

Los diagramas y esquemas que se incluyen en el texto de la manifestación se elaboraron mediante los programas de Microsoft Excel y Microsoft Power Point versión 2005. Cada uno con su título, número consecutivo y página correspondiente. En el índice general del documento se puede identificar las tablas y figuras que resultaron del análisis de los datos tratados. La nomenclatura y la simbología empleada para explicar su contenido de conocimiento universal.

### **E. Resultados de análisis y/o trabajos de campo**

#### ***Estudios técnicos***

Para el desarrollo del estudio técnico se utilizaron las cartas geológicas, escala 1:50 000, así como la síntesis geográfica del Estado de Puebla; lo anterior con el fin de interpretar los principales componentes litológicos y estructuras que caracterizan al sitio del proyecto. Algunos de los datos se corroboraron en las visitas de campo que se realizaron.

#### ***Análisis climático, topográfico, edafológico e hidrológico***

Para el desarrollo de los aspectos climatológicos, se tomaron en cuenta las estaciones meteorológicas más cercanas al proyecto. Asimismo se complementó la descripción con los datos reportados en el libro de E. García (1988), "Modificaciones al Sistema de Clasificación de Köppen".

Para el caso de la topografía, edafología, hidrología superficial y subterránea, se consideraron las cartas topográficas editadas y publicadas por INEGI, temática Geología, Hidrología Superficial e Hidrología Subterránea y en escala 1: 250 000. La información que se plasma en dichas cartas se corroboró con el recorrido de la

ampliación del proyecto explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole.

### ***Análisis de la vegetación***

Para la realización de este apartado se llevaron a cabo diversas actividades tanto de gabinete como de campo.

De la revisión y análisis de la cartografía temática y bibliográfica ambiental que se ha elaborado para el área del proyecto, se reconocieron y diferenciaron las unidades ambientales (tipos de vegetación) con el fin de diseñar el sistema de muestreo que se tendría que realizar, siendo este selectivo-aleatorio. Posteriormente se llevaron a cabo recorridos de reconocimiento, muestreo y de registro de material botánico en el área de estudio.

En la unidad se hizo un análisis de la composición florística y estructura de la vegetación y se recabaron los datos del medio físico. El material botánico registrado se identificó mediante obras botánicas especializadas.

En el capítulo IV, se presenta el listado florístico general de las especies citadas en la bibliografía y las registradas en el campo, usos generales y forma de vida. La lista se cotejó con la lista de especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010, para la 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, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2010, a fin de conocer aquellas especies que se registran con estatus de protección. Se determinó sólo una comunidad vegetal.

Para obtener la información florística se efectuó un muestreo y el registro intensivo a lo largo de la ampliación del proyecto explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole, de las especies vegetales presentes. La determinación (nombre científico) de las especies registradas fue realizada por personal técnico botánico de la consultoría ambiental.

Para caracterizar a la comunidad vegetal se efectuaron muestreos de dimensiones fijas (ver anexo cartográfico de localización de los puntos de muestreo). Para los elementos leñosos, se realizó un inventario de toda la vegetación presente dentro de los predios en estudio; para cada individuo leñoso se registró la altura, diámetro a la altura del pecho y dos radios perpendiculares de la proyección de la copa. El índice de importancia de las especies se determinó empleando el método de

Müller-Dombois y Elleberg (1974) para la obtención de los parámetros estructurales de la comunidad. Consistió en lo siguiente:

En esta visita de campo se realizó un reconocimiento del área, registro de los diferentes factores ambientales, condiciones ecológicas y aspectos socioeconómicos y posteriormente se realizó la medición o registro de los parámetros de los individuos vegetales y sus comunidades.

**La determinación de los índices de valor de importancia se realizó de la siguiente manera:**

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Numero de individuos}}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad por especies}}{\text{Total de densidad de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Dominancia} = \frac{\text{Total del área basal o cobertura de copa}}{\text{Área muestreada}} \times 100$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia por cada especie}}{\text{Total de dominancia de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{En cuantos muestreos ocurrió la especie}}{\text{Total de muestreos}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{En cuantos muestreos ocurrió la especie}}{\text{Total de muestreos}} \times 100$$

$$\text{Valor importancia} = \frac{\text{Densidad relativa} + \text{Dominancia relativa} + \text{Frecuencia relativa}}{3}$$

$$\text{Índice de Dominancia relativa} = \frac{\text{Densidad relativa} + \text{Dominancia relativa}}{2}$$

La determinación del índice de Diversidad se utilizó el de Shannon o de Shannon-Wiener:

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$



La determinación del índice de equidad de Pielou:  
 $J' = H'/H'max$

### **Análisis de la fauna**

Se consultaron las publicaciones existentes sobre de la fauna de vertebrados terrestres de la zona de estudio, así como la base de datos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), con la finalidad de integrar un listado preliminar. Posteriormente estas especies se clasificaron de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

*Segunda etapa:* Se realizó el trabajo de campo que consistió en muestreos fijos y varios avistamientos y observaciones de vertebrados terrestres en áreas representativas de los ambientes por donde se ubica la ampliación del proyecto explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole. Los sitios de muestreo se seleccionaron en función de las unidades de vegetación que ocurren en el área de estudio; se aplicó este criterio considerando que la distribución de la fauna es afectada por la vegetación.

Para ubicar los sitios de muestreo se realizó un recorrido a todas las zonas y áreas del proyecto, como a continuación se menciona para cada grupo faunístico:

#### **Avifauna.**

- Recorridos de observación
- Captura directa de individuos con redes de niebla

La abundancia relativa de este grupo se manejó de acuerdo con el número de ejemplares observados en cada punto de verificación, empleando el siguiente índice de abundancia (González-García, 1992):

- Rara = uno o dos individuos
- Común = tres a 15 individuos
- Abundante = 15 ó + individuos observados

#### **Mastofauna.**

- Captura con redes de niebla
- Captura con trampas Tomahawk

- Captura con trampas Shermann
- Captura de imágenes a través de Cámaras para vida silvestre.
- Búsqueda de huellas, excretas y rastros

La abundancia relativa de los mamíferos se estimó con base en el número de ejemplares registrados por cada transecto, empleando las siguientes categorías:

**Raro** = de uno a dos individuos; **común** = de tres a 10 individuos; y **abundante** = más de 10 individuos.

### **Herpetofauna.**

Los anfibios y reptiles se muestrearon a través de recorridos diurnos en los sitios de muestreo de vegetación, y en el recorrido completo en el área del proyecto, entre las 8:00 y las 22:00; durante estos períodos se caminó lentamente a través del área elegida revisando cada microhábitat potencial dónde localizar a la herpetofauna (sombra de vegetación, hoyos en suelo). También se realizaron muestreos nocturnos, recorriendo por veredas, brechas, apoyados por linternas de mano. Otra técnica utilizada, tanto de día como de noche fue recorrer las brechas y caminos a una velocidad no mayor a los 30 km/h, a fin de detectar a los ejemplares que los cruzaran en tales momentos. La captura de ejemplares durante estos muestreos se realizó manualmente o con la ayuda de lazos para lagartijas o ganchos herpetológicos.

El criterio utilizado fue: 1-2 individuos: **raro**, 3-10: **común** y más de 10: **abundante**. (Lazcano-Barrero et al. 1992).

### **F. Análisis socioeconómico**

Los datos que se presentan en el presente estudio fueron tomados de los Censos Generales de Población y Vivienda IX, X, XI y XII (2020) del estado de Puebla, editados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), además de información específica realizada por el gobierno de dicho estado, la cual fue consultada directamente en la página oficial en Internet ([www.puebla.gob.mx](http://www.puebla.gob.mx)).

## **G. Identificación y evaluación de impactos ambientales**

Para el área de estudio se hace la predicción de los impactos pronosticando el comportamiento de cada impacto a través del tiempo y el espacio en cada etapa del proyecto de extracción del yeso, así como los factores socioeconómicos involucrados para cada una.

Existen diversas clasificaciones de impactos ambientales de acuerdo a sus atributos y por sus interrelaciones de acciones y/o efectos. La más utilizada es la propuesta por Dickert *et al*, donde considera tres funciones analíticas asociadas con la evaluación de impacto ambiental: *identificación, predicción y evaluación*, como se muestra:

**A) Métodos de identificación.** Estos ayudan en la especificación del rango de impactos que pueden ocurrir, incluyendo sus dimensiones espaciales y el periodo de tiempo. Generalmente estos métodos responden a las preguntas concernientes a las acciones del proyecto y a los elementos del ambiente que son afectados por estas acciones. Dickert señala dos tipos de identificación como las listas de chequeo y las matrices / redes.

La *lista de chequeo* contiene factores ambientales que necesitan ser incluidos en la evaluación de los impactos de las diferentes alternativas. Una matriz es una lista de chequeo bidimensional que identifica varios tipos de acciones de un proyecto y su impacto potencial sobre los elementos del ambiente. Las redes causa-efecto enfatizan las interrelaciones de los componentes afectados.

**B) Método de predicción.** Pueden ser empleadas en la evaluación de los impactos ambientales, en la evaluación de los impactos de la calidad del aire, de la calidad del agua y del ruido en el ambiente, a partir del diseño de simulación para casos específicos.

Los métodos predictivos cuantitativos para los ambientes biológico, cultural y socioeconómico actualmente no han sido desarrollados por lo que no existen modelos para predecir los impactos ambientales, en esos componentes.

**C) Métodos de evaluación.** Estos están asociados con la evaluación, incluyen al Sistema de Evaluación Ambiental (SEA) desarrollado por Dee *et al* y la Matriz desarrollada por la Universidad de Georgia (Odum, 1971). El principal resultado de estos métodos es la conformación de un conjunto de indicadores de impacto ambiental para cada una de las alternativas, las cuales pueden ser

comparadas sobre una base común.

El método de SEA (Sistema de Evaluación Ambiental) es uno de los métodos más sistemáticos que hasta ahora existen para evaluar los impactos ambientales, sin embargo la principal limitante de este método es el costo de su implementación.

La información a detalle de cada una de las etapas se describe en el *Capítulo V*.

*Identificación y evaluación de impactos.*

Finalmente, la edición final de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular, correspondiente a la ampliación del proyecto explotación, extracción y aprovechamiento de un yacimiento de yeso en el predio denominado La Mole, se utilizaron los programas de Microsoft Word, Excel y PowerPoint y para edición de fotografías y cartografía se utilizó Paint Brush.

#### ***H. Para la elaboración de las medidas de Prevención, mitigación y compensación.***

Las medidas de mitigación que se propusieron se sustentan en el análisis ambiental realizado en el capítulo IV y en la evaluación de impactos realizada en el capítulo V. El diagnóstico ambiental del sitio analizado se hizo a partir de las características técnicas del proyecto y sus impactos significativos negativos y positivos, una serie de acciones y actividades como los más adecuados para disminuir aquellos impactos significativos negativos. Tomando como criterios específicos para ello, beneficio esperado, etapas en que se requiere, forma de mitigación del impacto, especificaciones para ejecutar la medida, tipo de medida a emplear, clasificación, impacto a mitigar, componente ambiental afectada y el tipo de vegetación.

- **Programa específico de protección y conservación de flora y fauna silvestre**

La gran diversidad de las actividades de desarrollo deben ser compatibles con el manejo de la protección y conservación de la biodiversidad biológica regional para que no se pueda alterar el equilibrio ecológico, atendiendo esta correlación, se deben de implementar una serie de medidas de mitigación de los impactos

adversos que pudieran presentarse en las especies de flora y fauna silvestres para evitar la extinción de estas.

El principal objetivo es mitigar los posibles impactos adversos ocasionados a la flora y fauna silvestre en la zona de estudio, derivados de las diferentes actividades que implica, la extracción y aprovechamiento del proyecto.

Teniendo como objetivos específicos:

- ◆ Coadyuvar y amortizar de manera equilibrada la relación, conservación y protección de la biodiversidad contra el desarrollo y progreso de la sociedad.
- ◆ Describir de manera particular, las características específicas de cada una de las especies de flora y fauna encontradas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- ◆ Cumplir con los requerimientos establecidos en el reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de evaluación de Impacto Ambiental y Guías para la Elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular.

#### I. Para los pronósticos ambientales:

Para el escenario sin proyecto se tomó como base en una primera instancia el Método Sistémico (sinfonía). El sistema o método comprende una serie de etapas de análisis y de planificación que se articulan para proporcionar una mejor comprensión de la relación sistemática de factores y para el desarrollo de estrategias de actuación dentro de sistemas complejos.

Para el escenario con proyecto y para el escenario aplicando las medidas de mitigación se realizó mediante el **Diagrama Causal (de flujo)**, es característico de la Dinámica de Sistemas y el cual recoge los elementos clave del Sistema y las relaciones entre ellos.

Una vez que se tiene la información de los modelos, se realiza el análisis del escenario modificado por el proyecto. A continuación se presentan los anexos que forman parte de este apartado.

## **VIII.1. FORMATOS DE PRESENTACIÓN**

### **VIII.1.1. ANEXO CARTOGRAFICO**

1. Clima
2. Hidrología superficial
3. Hidrología subterránea
4. Edafológica
5. Geología
6. Trayectoria y Uso de Suelo
7. Espaciomapa
8. Topográfico

### **VIII.2. ANEXO FOTOGRÁFICO**

### **VIII.3. OTROS ANEXOS;**

VIII.3.A. Resultado de análisis y/o trabajos de campo “estimaciones de volumen de la madera a derribarse”.

VIII.3.B. Programa de conservación de suelo y agua

VIII.3.C. Datos de campo registrados durante el inventario forestal del área de estudio.

VIII.3.D. Programa específico de las acciones de protección y conservación de flora y fauna silvestre de la región

VIII.3.E. Programa de rescate de flora silvestre

VIII.3.F. Programa de rescate de fauna silvestre

VIII.3.G. Programa de educación ambiental

VIII.3.H. Programa de manejo integral de residuos

VIII.3.I. Reglamento interno ambiental

### **VIII.4. GLOSARIO DE TÉRMINOS.**