

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular del Banco de extracción de material pétreo, paraje El Tejón, ubicado en la Comunidad de Santa María Petapa, Oaxaca



Distrito: Juchitán

Estado: Oaxaca

Fecha: Marzo de 2022



I. Índice general

Índice general	ii
Índice de cuadros	vii
Índice de figuras	xi
I. DATOS DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	15
I.1. Datos generales del proyecto.....	15
I.1.1. Nombre del proyecto.....	15
I.1.2. Ubicación del proyecto.....	15
I.1.3. Duración del proyecto	16
I.2. Datos generales del promovente	16
I.2.1 Nombre o razón social.....	16
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente	16
I.2.3. Nombre y cargo del representante legal	16
I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones	16
I.2.5. Nombre del responsable técnico del estudio	17
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	18
II.1. Información general del proyecto	18
II.1.1. Naturaleza del proyecto	18
II.1.2. Ubicación y dimensiones del proyecto	19
II.1.3. Inversión requerida	22
II.1.4. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos	22
II.2. Características particulares del proyecto	23
II.2.1. Programa de trabajo	24



II.2.2. Representación gráfica local	27
II.2.3. Etapa de preparación del sitio y construcción.....	27
II.2.4. Etapa de operación y mantenimiento	30
II.2.5. Etapa de abandono del sitio	32
II.2.6. Utilización de explosivos	32
II.2.7. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera	32
II.2.8. Generación de gases de efecto invernadero	33
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO	34
III.1. Programas de ordenamiento ecológico del territorio.....	34
II.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)	34
III.1.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO).....	38
III.2. Área Natural Protegida	40
III.3. Planes y programas de desarrollo urbano municipales.....	42
III.3.1 Plan Nacional de Desarrollo	42
III.3.2 Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022	43
III.3.3 Plan Municipal de Desarrollo Sostenible del H. Ayuntamiento Municipal de Santa María Petapa, Juchitán, Oaxaca.....	43
III.4. Normas Oficiales Mexicanas.....	44
III.5. Otros instrumentos a considerar	46
III.5.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.....	46
III.5.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) ..	46



III.5.3. Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental relacionados con el proyecto	48
III.5.4. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	49
III.5.5. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	50
III.5.6. Ley General de Vida Silvestre.....	51
III.5.7. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos	52
III.5.8. Ley General de Cambio Climático	52
III.5.9. Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021-2024	54
III.5.10. Estrategia Nacional de Cambio Climático.....	55
III.5.11. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024	58
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	61
IV.1. Delimitación del área de influencia.....	61
IV.2. Delimitación del sistema ambiental	66
IV.3. Caracterización y análisis del sistema ambiental	70
IV.3.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA	70
IV.3.1.1. Medio abiótico.....	70
IV.3.1.2. Medio biótico	102
IV.3.1.3. Medio socioeconómico.....	139
IV.3.1.4. Paisaje.....	148
IV.4. Diagnóstico ambiental.....	155
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	157
V.1. Identificación de los impactos	157

V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales	157
V.2. Caracterización de los impactos.....	164
V.2.1. Indicadores de impacto.....	167
V.3. Valoración de los impactos.....	169
V.4. Conclusiones.....	178
VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	180
VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental.....	183
VI.1.1. Programa de rescate y reubicación de flora.....	191
VI.1.2. Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre	198
VI.1.3. Programa de reforestación.....	205
VI.2. Programa de vigilancia ambiental	213
VI.3. Seguimiento y control (monitoreo)	223
VI.4. Información necesaria para la fijación de montos par fianza	225
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	226
VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.....	226
VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto.....	230
VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación	233
VII.4. Pronóstico ambiental.....	236
VII.5. Evaluación de alternativas	237
VII.6. Conclusiones	237
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	239



**COOPERATIVA
LA CRUZ AZUL, S.C.L.**

“Banco de extracción de material pétreo, paraje El Tejón, ubicado en la Comunidad de Santa María Petapa, Oaxaca”

VIII.1. Cartografía	239
VIII.3. Otros anexos	239
LITERATURA CITADA.....	246

II. Índice de cuadros

Cuadro I-1. Ubicación del proyecto y tenencia de la tierra	16
Cuadro II-1. Información general del proyecto	19
Cuadro II-2. Vértices del polígono total del banco El Tejón.....	20
Cuadro II-3. Vértices del polígono del área sujeta a cambio de uso de suelo.	20
Cuadro II-4. Áreas requeridas para la operación del PROYECTO.....	21
Cuadro II-5. Cronograma general de actividades.....	26
Cuadro II-6. Estimación de RSU posible a generarse.	33
Cuadro III-1. Características de la UAB 141 Sierras del Sureste de Oaxaca.	35
Cuadro III-2. Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto.....	44
Cuadro III-3. Líneas de acción de las estrategias de cambio climático aplicables para el proyecto.	56
Cuadro III-4. Vinculación con los objetivos, estrategias prioritarias y acciones puntuales del PROMARNAT 2020-2024.....	59
Cuadro IV-1. Valores de K de las unidades de suelo en el predio.	88
Cuadro IV-2. Valores del factor K de acuerdo con el tipo de clasificación desarrollada por la WRB.....	88
Cuadro IV-3. Valores para el factor C.....	92
Cuadro IV-4. Valores del factor P.....	93
Cuadro IV-5. Valores del factor C.....	94
Cuadro IV-6. Niveles de erosión estimados para los diferentes escenarios.	96
Cuadro IV-7. Estimación del nivel de infiltración en el proyecto para cada uno de los escenarios.	100
Cuadro IV-8. Especies florísticas reportadas en Enciclovida para el municipio de Santa María Petapa.....	108
Cuadro IV-9. Área basal por hectárea de los sitios de muestreo del estrato arbustivo.	115
Cuadro IV-10. Información utilizada para la estimación del tamaño y error de muestreo.	115
Cuadro IV-11. Expresiones utilizadas para la estimación de cada uno de los estadísticos.	116
Cuadro IV-12. Número de especies por estrato.....	117
Cuadro IV-13. Especies registradas en el muestreo florístico en el SA del proyecto.	118

Cuadro IV-14. Lista de especies registradas en el área del proyecto.	120
Cuadro IV-15. Fórmulas para el cálculo del índice de valor de importancia.	122
Cuadro IV-16. Valores del índice de valor de importancia de cada una de las especies del estrato arbóreo del sistema ambiental.	123
Cuadro IV-17. Valores del índice de valor de importancia para el estrato arbustivo del sistema ambiental.	124
Cuadro IV-18. Índice de Valor de Importancia de las especies muestreadas en el estrato arbóreo del predio.	125
Cuadro IV-19. Índice de Valor de Importancia de las especies del estrato arbustivo del predio.	126
Cuadro IV-20. Índices de diversidad estimados por grupo y por estratos florísticos en el sistema ambiental y en predio.	129
Cuadro IV-21. Especies de fauna silvestre reportadas para el municipio de Santa María Petapa.	129
Cuadro IV-22. Listado de especies de aves registrados en predio y en el sistema ambiental.	133
Cuadro IV-23. Especies de anfibios y reptiles registrados en predio y en el sistema ambiental.	135
Cuadro IV-24. Especies de insectos con registro en predio y en sistema ambiental.	135
Cuadro IV-25. Índices de diversidad de los grupos faunísticos.	138
Cuadro IV-26. Número de viviendas que cuentan con servicios en Santa María Petapa.	143
Cuadro IV-27. Criterios de evaluación para la calidad visual.	150
Cuadro IV-28. Evaluación de la calidad paisajística del SA y del área del proyecto.	152
Cuadro IV-29. Criterios utilizados para la evaluación de la fragilidad del paisaje.	153
Cuadro IV-30. Evaluación de la fragilidad del paisaje del SA.	154
Cuadro V-1. Lista de chequeo para identificación de los impactos ambientales en la etapa de preparación del sitio y construcción.	158
Cuadro V-2. Lista de chequeo para identificación de los impactos ambientales en la etapa de operación y mantenimiento.	161
Cuadro V-3. Lista de chequeo para identificación de los impactos ambientales en la etapa de abandono del sitio.	163

Cuadro V-4. Criterios para caracterización de los impactos ambientales según Conesa (2010).	165
Cuadro V-5. Valores de importancia para caracterización de los impactos.	167
Cuadro V-6. Matriz de Leopold para la etapa de preparación de sitio y construcción.	170
Cuadro V-7. Matriz de Leopold para la etapa de preparación de operación y mantenimiento.	173
Cuadro V-8. Matriz de Leopold para la etapa de abandono del sitio.	176
Cuadro VI-1. Medidas y/o acciones generales que el promovente deberá realizar para evitar la generación de impactos indirectos.....	183
Cuadro VI-2. Medidas propuestas para prevenir, mitigar o compensar los impactos identificados a generarse en la etapa de preparación del sitio y construcción.	185
Cuadro VI-3. Medidas propuestas para prevenir, mitigar o compensar los impactos identificados a generarse en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.....	188
Cuadro VI-4. Especies propuestas a rescatar y reubicar.	193
Cuadro VI-5. Cronograma de actividades del programa de rescate y reubicación de flora. ...	197
Cuadro VI-6. Cronograma general de actividades.	205
Cuadro VI-7. Especificaciones del programa de reforestación.	207
Cuadro VI-8. Cronograma de actividades para la reforestación.	213
Cuadro VI-9. Acciones y medidas a implementar en las acciones de supervisión de la ejecución de las medidas generales.....	215
Cuadro VI-10. Indicadores para la evaluación de las medidas de prevención propuestas a desarrollarse previo y durante la etapa de preparación de sitio y construcción.	219
Cuadro VI-11. Indicadores para la evaluación de las medidas de compensación propuestas para los impactos a generar en la etapa de preparación de sitio y construcción.	220
Cuadro VI-12. Indicadores para la evaluación de las medidas de prevención propuestas a desarrollarse durante la etapa de operación y mantenimiento.....	221
Cuadro VI-13. Indicadores para la evaluación de las medidas de mitigación propuestas a desarrollarse durante la etapa de operación y mantenimiento.	222
Cuadro VI-14. Indicadores para la evaluación de las medidas de compensación propuestas para los impactos a generar en la etapa de operación y mantenimiento.....	223

Cuadro VI-15. Cuadro de ejemplo para la valoración del nivel de éxito esperado de cada una de las medidas de prevención que se propone desarrollar antes y durante la etapa de preparación del sitio y construcción.224

III. Índice de figuras

Figura 0-1. Croquis de ubicación del proyecto.....	15
Figura II-1. Plano de conjunto del proyecto.	22
Figura II-2. Representación gráfica local del PROYECTO.	27
Figura II-3. Vereda de acceso al banco El Tejón.	28
Figura III-1. Ubicación del proyecto y el UAB en la que se encuentra inmerso.....	35
Figura III-2. Ubicación del proyecto dentro de la UGA 027.....	40
Figura III-3. Ubicación del proyecto con el ANP federal.	41
Figura III-4. Ubicación del proyecto con el ANP estatal.	42
Figura IV-1. Área de desplazamiento de la fauna silvestre.....	63
Figura IV-2. Zona de posible arrastre de sedimentos.	64
Figura IV-3. Zona de ralentización del tráfico vehicular.	65
Figura IV-4. Área de influencia directa e indirecta del proyecto.	66
Figura IV-5. Área de drenaje de una corriente hidrológica.....	67
Figura IV-6. Obtención de las áreas de drenaje de la plataforma SIATL.	68
Figura IV-7. Sistema Ambiental Delimitado.....	69
Figura IV-8. Mapa climático del área de estudio.	71
Figura IV-9. Tendencia de la evaporación promedio mensual del periodo 1961 al 2009.....	72
Figura IV-10. Climograma del periodo 1949 al 2015 elaborado con datos de la estación No. 20134.	73
Figura IV-11. Tipos de rocas reportadas para la zona de estudio.....	74
Figura IV-12. Ubicación del proyecto con referencia a fallas y fracturas.....	75
Figura IV-13. Zonas sísmicas de la República Mexicana.	76
Figura IV-14. Ubicación del proyecto con referencia a las zonas sísmicas.	77
Figura IV-15. Mapa de Regiones Potenciales de Deslizamiento de Laderas.	78
Figura IV-16. Mapa de zonas con índices de peligro por inundaciones.....	79
Figura IV-17. Ubicación del volcán más cercano al Sistema Ambiental y al predio.....	80
Figura IV-18. Provincia fisiográfica en la que se encuentra inmerso el proyecto.....	81
Figura IV-19. Ubicación del proyecto con referencia a las subprovincias fisiográficas.....	82
Figura IV-20. Sistema de topofomas donde se ubica el predio y su SA.	83

Figura IV-21. Relieve del SA y predio.....	84
Figura IV-22. Mapa de pendiente del SA y predio.....	85
Figura IV-23. Mapa edafológico del predio y su sistema ambiental.....	86
Figura IV-24. Mapa de hidrología superficial de la zona de estudio.	97
Figura IV-25. Mapa de hidrología subterránea de la zona de estudio.....	98
Figura IV-26. Mapa de uso de suelo y vegetación de la zona de estudio.....	103
Figura IV-27. Cambios en la cobertura vegetal apreciados en el sistema ambiental en el periodo de 2004 al 2021.....	104
Figura IV-28. Imagen satelital del año 2004 del predio, obtenido de Google earth.	105
Figura IV-29. Imagen satelital del año 2010 del predio, obtenido de Google earth.	106
Figura IV-30. Imagen satelital del año 2011 del predio, obtenido de Google earth.	106
Figura IV-31. Imagen satelital del año 2014 del predio, obtenido de Google earth.	107
Figura IV-32. Imagen satelital del año 2017 del predio, obtenido de Google earth.	107
Figura IV-33. Imagen satelital del año 2021 del predio, obtenido de Google earth.	108
Figura IV-34. Diseño, distribución y tamaño de los sitios de muestreo utilizado para el muestreo florístico en el sistema ambiental.	112
Figura IV-35. Ubicación de los sitios de muestreo en el Sistema Ambiental.	113
Figura IV-36. Forma y tamaño de los sitios de muestreo de flora en el predio El Tejón.....	114
Figura IV-37. Ubicación de los sitios de muestreo en el predio El Tejón.....	114
Figura IV-38. Ubicación de las unidades de muestreo faunístico en el sistema ambiental.....	137
Figura IV-39. Ubicación de las unidades de muestreo de la fauna silvestre en el predio.	138
Figura IV-40. Población por sexo en Santa María Petapa.....	140
Figura IV-41. Población por sexo y edades en Santa María Petapa.....	141
Figura IV-42. Población por sexo y edades en Santa María Petapa.....	141
Figura IV-43. Número de habitantes con acceso a servicios de salud en Santa María Petapa.	143
Figura IV-44. Población económicamente activa en Santa María Petapa.....	144
Figura IV-45. Población por género en las actividades económica de Santa María Petapa....	145
Figura IV-46. Porcentaje ocupacional por género en Santa María Petapa.	146
Figura IV-47. Hablantes de lengua indígena por grupos quinquenales de edad en Santa María Petapa.....	147

Figura IV-48. Ubicación del proyecto respecto a las zonas arqueológicas.	148
Figura IV-49. Vegetación en las orillas de la Carretera Estatal 49 Lagunas-Santa María Petapa.	149
Figura VI-1. Ejemplo de ahuyentamiento de fauna silvestre.	200
Figura VI-2. Ejemplo de siluetas como técnica de ahuyentamiento.	201
Figura VI-3. Ejemplo de reflectores como técnica de ahuyentamiento.	202
Figura VI-4. Ilustración de cintas de papel metalizado como material de ahuyentamiento....	202
Figura VI-5. Ejemplo de materiales para rescate de especies faunísticas.	203
Figura VI-6. Mapa de ubicación del predio a reforestar.....	208
Figura VI-7. Ejemplo del diseño de reforestación propuesto.	211
Figura VI-8. Ejemplos de técnicas de reforestación en cepa común y terraza individual.....	212

La presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular se presenta con fundamento en el artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) que a la letra dice “La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría”.

El presente proyecto, por su naturaleza y ubicación, se vincula con la siguiente fracción del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA):

VII. Cambio de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.

En el artículo 30 de la misma Ley, se indica que para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría 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 los 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.

El estudio también responde a lo establecido en el artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de impacto ambiental, y su contenido se estructuró conforme se establece en el artículo 12 del mismo reglamento.

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

I.1. Datos generales del proyecto

I.1.1. Nombre del proyecto

El proyecto por el que se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular, llevará por título lo siguiente: “Banco de extracción de material pétreo, paraje El Tejón, ubicado en la Comunidad de Santa María Petapa, Oaxaca”, que en lo sucesivo se le denominará como PROYECTO.

3.1.2. Ubicación del proyecto

El PROYECTO tiene como coordenadas centrales en UTM X= 280318 y Y= 1859953, que pertenecen a la zona 15, de la banda Q del Datum WGS84, se encuentra ubicado en la Comunidad de Santa María Petapa, en la región del Istmo de Tehuantepec, del estado de Oaxaca.

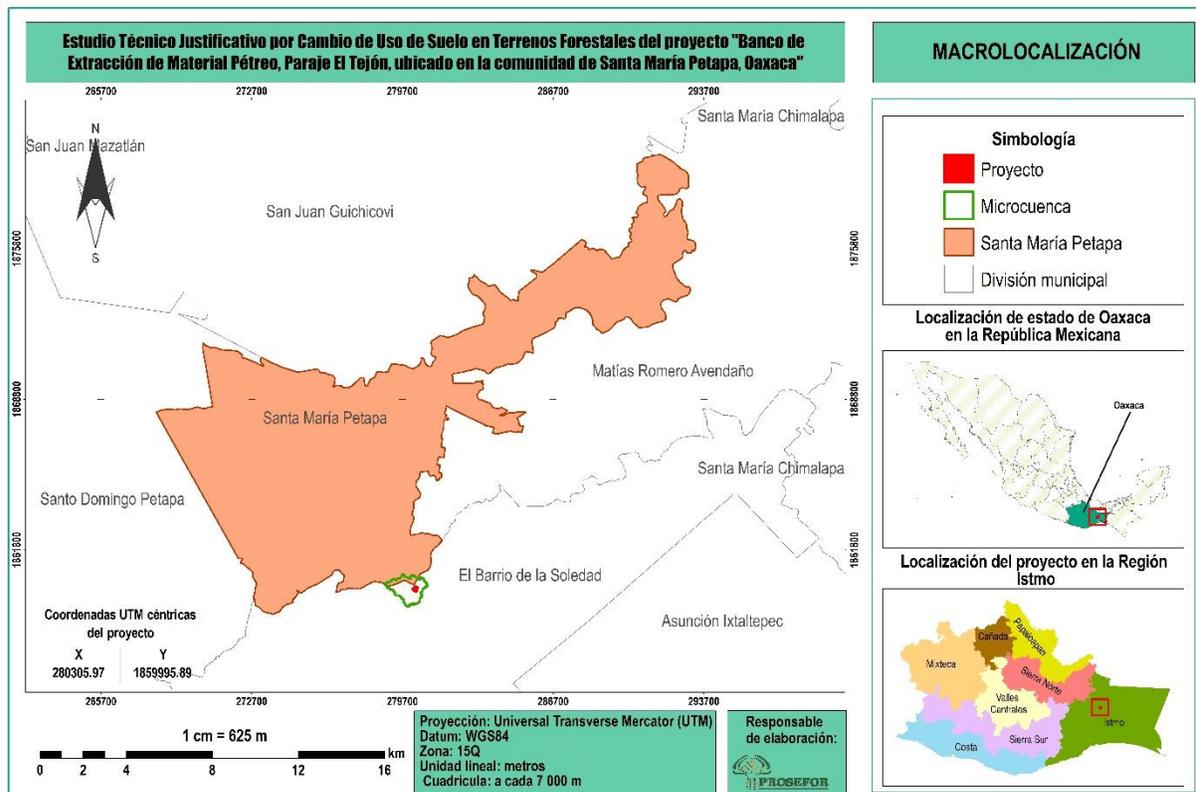


Figura 0-1. Croquis de ubicación del proyecto.

Cuadro 0-1. Ubicación del proyecto y tenencia de la tierra

Región	Núcleo agrario	Tenencia de la tierra
Istmo	Santa María Petapa	Bienes Comunes

I.1.3. Duración del proyecto

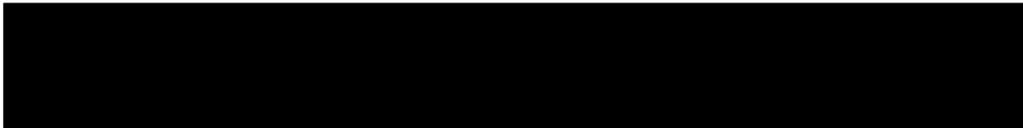
Se estima que la ejecución del proyecto se realizará durante **cuatro años**. Esto sin considerar el tiempo requerido para la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental del estudio.

Para el cambio de uso de suelo, se tiene programado realizarlo en **doce meses** y el despalme en veintinueve meses.

I.2. Datos generales del promovente

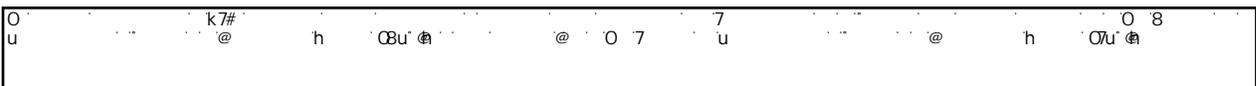
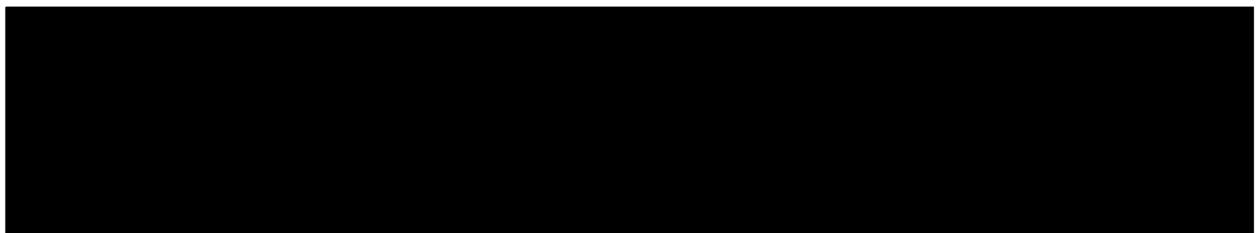
I.2.1 Nombre o razón social

Quien promueve el proyecto es La Cooperativa Cruz Azul, S.C.L., como persona moral. Se anexa copia del Acta Constitutiva.



I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

El representante legal del promovente es el Lic. Sergio Guillermo Lorenzo Anota, apoderado legal de la Planta Cementera de La Cooperativa Cruz Azul S.C.L. Se anexa copia del poder correspondiente.





**COOPERATIVA
LA CRUZ AZUL, S.C.L.**

“Banco de extracción de material pétreo, paraje El Tejón, ubicado en la Comunidad de Santa María Petapa, Oaxaca”

I.2.5. Nombre del responsable técnico del estudio

El responsable técnico de la elaboración del estudio es el Ingeniero forestal César Ruiz Díaz, [REDACTED] número de cédula profesional que lo acredita como ingeniero forestal: 7855291.

h...k7#...@...0 7...u...@...h...0 8...u...@



II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Información general del proyecto

El proyecto consiste en la extracción de material pétreo tipo pizarra, de acuerdo con los estudios geológicos realizados en el predio denominado “El Tejón” se estimó que tiene un potencial de 260, 456.27 m³ de pizarra, mismo que estará sujeto a aprovechamiento. Todo el material aprovechado será incorporado al proceso de elaboración del cemento en las instalaciones de la Cooperativa La Cruz Azul, por lo cual, no será necesario contar con un punto para depositar el material remanente.

El aprovechamiento del material se pretende realizarlo en el paraje conocido como El Tejón, mismo que se ubica en la Comunidad de Santa María Petapa, en el estado de Oaxaca.

Es necesario desarrollar ciertas actividades previo al aprovechamiento de la pizarra, como el cambio de uso de suelo, entre otros, mismos que se describirán en los siguientes apartados del presente estudio.

II.1.1. Naturaleza del proyecto

El proyecto tiene como objetivo principal del proyecto es el aprovechamiento de material tipo pizarra (materia prima) para cubrir la demanda que tiene La Cooperativa Cruz Azul S.C.L para la elaboración de cemento.

La pizarra es una materia prima ampliamente utilizado en la elaboración del cemento, esto se debe a las características que posee este recurso. Se constituye principalmente por óxidos de silicio de 45 a 65 %, óxidos de aluminio de 10 a 15 %, óxidos de fierro de 6 a 12 % y cantidades variables de óxidos de calcio de 4 a 10 %. Su aportación principal está constituida por óxido de silicio y óxido de aluminio que son la principal fuente alcalina, representando un 7 % (Mercado, 2010).

Para poder aprovechar la pizarra, será necesario remover la cubierta vegetal que, de acuerdo con el Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación, escala 1:250 00, serie VII (INEGI, 2017) lo reporta como Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino Encino, sin embargo, con los estudios biológicos realizados en el predio, por las especies florísticas que se

encontraron, se determinó que el tipo de vegetación que presenta es Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia. Por otra parte, seguido de esta actividad se realizará el despalme del suelo en las áreas que así lo requieran previo al aprovechamiento de la pizarra, cabe mencionar que hay áreas que no requerirán del despalme debido a que el material sujeto a aprovechamiento corresponde a la primera capa que conforma el suelo.

De forma general, la ejecución del proyecto involucra el aprovechamiento de los siguientes elementos o componentes medioambientales: la vegetación, material pétreo (pizarra), el aprovechamiento de este último material es el principal objetivo del proyecto.

II.1.2. Ubicación y dimensiones del proyecto

El PROYECTO tiene como coordenadas centrales en UTM X= 280318 y Y= 1859953, que pertenecen a la zona 15, de la banda Q, datum WGS84, que está en jurisdicciones de la Comunidad de Santa María Petapa, en la región del Istmo de Tehuantepec, del estado de Oaxaca, como se aprecia en la siguiente figura. En el cuadro siguiente se enlistan los vértices que delimitan el banco de extracción, polígono que tiene una superficie de 2.8445 hectáreas. De este predio se aprovechará 1.6570 ha de superficie debido a que se dejará un buffer con un ancho de 20 m como una barrera de protección o área de amortiguamiento y evitar afectaciones a predios aledaños, esto en atención a lo que se establece en la Norma Ambiental Estatal NAE-IEEO-001/2004.

La superficie de cambio de uso de suelo será de 1.6715 hectáreas.

Cuadro II-1. Información general del proyecto

Características	Información
Nombre del propietario	Bienes comunales de Santa María Petapa
Superficie total del predio	2.8445 ha
Superficie sujeta a cambio de uso de suelo (predio)	1.6715 ha
Régimen de propiedad	Bienes comunales
Tipo de documentación legal	Carpeta básica
Municipio	Santa María Petapa
Tipo de vegetación	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia
Afectación temporal o permanente/ con o sin sellamiento de suelo	Afectación temporal sin sellamiento del suelo

Cuadro II-2. Vértices del polígono total del banco El Tejón.

Vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	280263.14	1860061.31
2	280265.76	1860063.36
3	280302.96	1860100.77
4	280319.28	1860088.83
5	280334.79	1860076.38
6	280363.28	1860065.37
7	280387.32	1860060.75
8	280387.80	1860045.88
9	280391.97	1860029.84
10	280389.11	1860009.29
11	280349.79	1859871.53
12	280262.43	1859901.90
13	280220.71	1859950.33
14	280204.18	1859969.43
15	280179.04	1859988.54
16	280195.44	1860006.62
17	280226.03	1860029.73
18	280239.03	1860039.32
19	280237.71	1860041.96

Cuadro II-3. Vértices del polígono del área sujeta a cambio de uso de suelo.

Vértice	Coordenadas UTM		Vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
1	280368.23	1860041.72	37	280259.80	1860051.28
2	280368.44	1860040.85	38	280257.99	1860057.39
3	280371.61	1860028.65	39	280263.65	1860061.71
4	280369.49	1860013.44	40	280265.91	1860054.44
5	280360.75	1859982.81	41	280269.97	1860041.37
6	280351.80	1859951.46	42	280274.86	1860045.09
7	280336.36	1859897.37	43	280275.25	1860045.39
8	280274.08	1859919.03	44	280275.45	1860045.55
9	280257.83	1859937.89	45	280275.84	1860045.85
10	280241.50	1859956.85	46	280278.08	1860047.60
11	280235.86	1859963.38	47	280278.46	1860047.90
12	280219.31	1859982.52	48	280279.22	1860048.56
13	280218.81	1859983.07	49	280279.95	1860049.26
14	280218.29	1859983.61	50	280287.80	1860057.15
15	280217.76	1859984.12	51	280305.03	1860074.47
16	280217.20	1859984.62	52	280307.11	1860072.95



Vértice	Coordenadas UTM		Vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
17	280216.29	1859985.36	53	280322.27	1860060.78
18	280208.52	1859991.26	54	280322.83	1860060.35
19	280208.99	1859991.79	55	280323.41	1860059.93
20	280235.68	1860011.95	56	280324.00	1860059.54
21	280237.99	1860013.70	57	280324.61	1860059.16
22	280250.91	1860023.22	58	280325.33	1860058.76
23	280251.73	1860023.86	59	280326.06	1860058.38
24	280252.39	1860024.43	60	280326.81	1860058.04
25	280253.03	1860025.03	61	280327.58	1860057.72
26	280253.64	1860025.65	62	280356.07	1860046.71
27	280254.22	1860026.30	63	280356.24	1860046.64
28	280254.78	1860026.98	64	280357.04	1860046.36
29	280255.30	1860027.67	65	280357.86	1860046.12
30	280255.79	1860028.39	66	280358.68	1860045.90
31	280256.25	1860029.14	67	280359.51	1860045.73
32	280256.68	1860029.90	68	280367.88	1860044.12
33	280257.07	1860030.68	69	280367.89	1860043.92
34	280257.43	1860031.47	70	280367.97	1860043.26
35	280257.64	1860031.99	71	280368.06	1860042.61
36	280264.067	1860036.882			

Como se ha descrito, el tipo de vegetación que sufrirá Cambio de Uso de Suelo corresponde a Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia.

A continuación, se enlistan las áreas requeridas para la operación del PROYECTO.

Cuadro II-4. Áreas requeridas para la operación del PROYECTO.

Área	Superficie (ha)
Superficie total	2.8445
Área de amortiguamiento	1.1730
Área de cambio de uso de suelo	1.6715
Área de extracción	1.6570
Brecha de acceso	0.0145
Sanitarios	0.0006
Contenedores de RSU	0.0006
Caseta de vigilancia	0.0030

Área	Superficie (ha)
Patio de almacenamiento del material vegetativo	0.1005
Patio de maniobras	0.0711

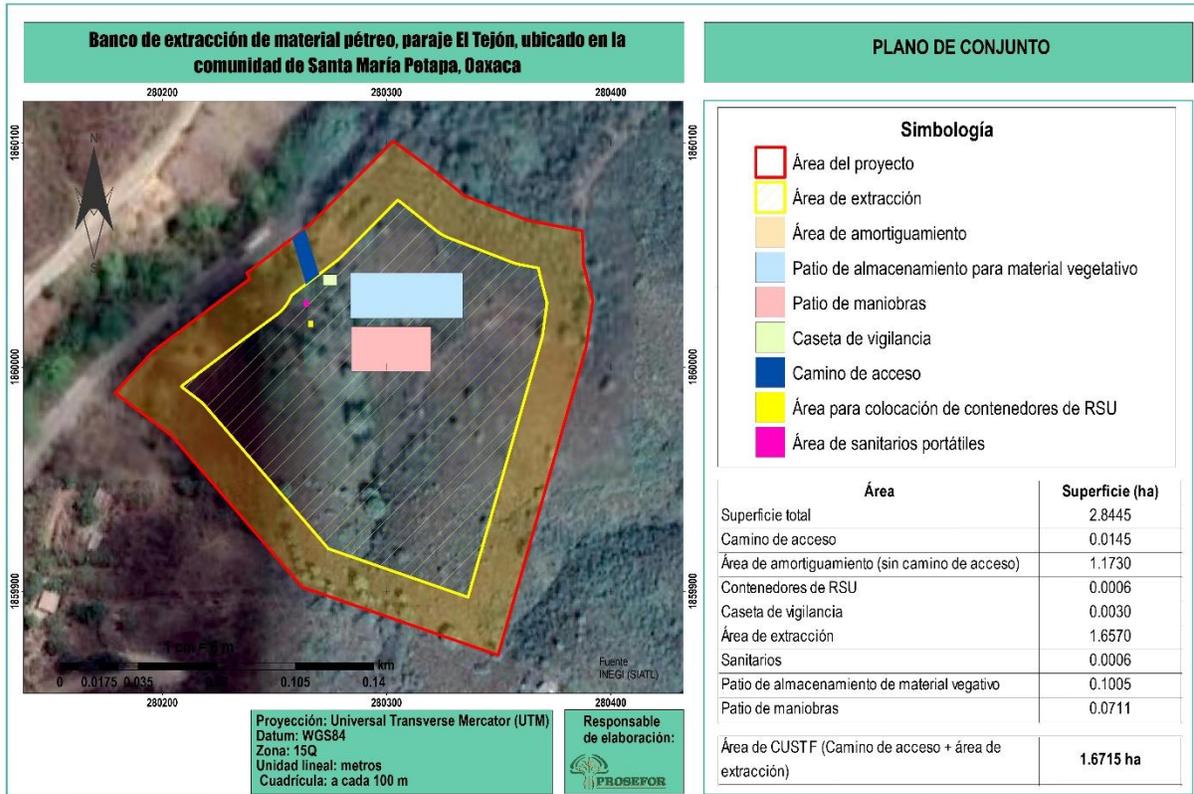


Figura II-1. Plano de conjunto del proyecto.

II.1.3. Inversión requerida

De acuerdo con los cálculos realizados, se estima que la inversión para el proyecto será de \$21,639,634.36, considerando las actividades de remoción de la vegetación y limpieza del sitio, aprovechamiento y acarreo del material, sin considerar la ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación.

II.1.4. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

Por la ubicación del PROYECTO, se tiene que no se requerirá de obras adicionales; éstas obras o áreas y su ubicación ya se enlistaron en el apartado II.1.2.



En lo que se refiere a servicios, puesto que se trabajará tanto para el cambio de uso de suelo como para la extracción de la pizarra en jornadas diurnas, además de que no se resguardará ningún tipo de material ni maquinaria en sitio, no se requerirá de los servicios como energía eléctrica o drenaje. Debido a que el material se transportará a las instalaciones de la Cooperativa Cruz Azul conforme se vaya extrayendo, se utilizará la Carretera Estatal 49 Lagunas-Santa María Petapa, vía de comunicación que se ubica a un costado de lo que será el banco. Otro de los servicios requeridos, por la medida de prevención que se propone aplicar en los capítulos posteriores, es la aplicación de riegos para evitar la dispersión de partículas de polvo hacia la atmósfera, lo que demanda el uso de agua tratada. Este último recurso se obtendrá de la planta de tratamiento de aguas residuales ubicado en la localidad de Lagunas, perteneciente al municipio de El Barrio de la Soledad, Oaxaca. El agua potable requerida para consumo humano, se proveerá por medio de distribuidores de la región en presentaciones con garrafones con capacidad de 20 litros, esto para disminuir al mínimo la generación de los RSU.

Referente al servicio de recolección de residuos sólidos urbanos (RSU), La Cooperativa Cruz Azul, cuenta con este servicio, para ello, se colocarán contenedores para el almacenamiento de RSU en el banco, mismo que serán transportados por el personal designado y disponerlos en el área que tiene destinado la Cooperativa para tal fin. En banco, se hará la clasificación de residuos en orgánicos e inorgánicos. Los contenedores estarán debidamente tapados y rotulados; por la cantidad de RSU que se estima generar, se hará el transporte al menos una vez por semana, aunque esto estará en función de la cantidad de residuos a generarse.

En lo que se refiere a las aguas residuales, se tiene previsto la instalación de un sanitario móvil y lavamanos, mismo que se arrendará con la empresa Estructuras y Construcciones LOO S.A de C.V. y será la encargada de brindar el mantenimiento correspondiente, así como la descarga de las aguas residuales.

II.2. Características particulares del proyecto

De forma general, el proyecto consiste en el aprovechamiento de material tipo pizarra en el paraje conocido como El Tejón, en la Comunidad de Santa María Petapa. Las actividades se agruparán en las siguientes etapas:



✚ **Preparación del sitio y construcción.** Es la etapa inicial del proyecto, donde se desarrollarán las siguientes actividades.

1. Habilitación del camino de acceso.
2. Habilitación de las áreas para la instalación del sanitario y de los contenedores.
3. Instalación de la infraestructura para la caseta de vigilancia.
4. Remoción de Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia.
5. Almacenamiento del material vegetativo.
6. Despalme.
7. Aplicación de medidas de prevención y mitigación.

✚ **Operación y mantenimiento.** En esta etapa se consideran las actividades involucradas directamente con el aprovechamiento de la pizarra.

1. Extracción de la pizarra.
2. Carga y transporte del material.
3. Aplicación de medidas de prevención y mitigación.

✚ **Abandono del sitio.** Consiste en dejar limpio el banco además de restaurarlo con obras de conservación de suelo y agua, acompañado de la reforestación con especies propias de la región.

1. Retiro de equipo y maquinaria.
2. Limpieza general del sitio.
3. Construcción de obras de conservación de suelo y agua.
4. Reforestación del predio.

II.2.1. Programa de trabajo

De acuerdo con el objetivo del proyecto y con las actividades enlistadas en el numeral anterior, se plantea el siguiente cronograma de actividades, limitándose al tiempo de vida útil del proyecto; incluyendo las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en cada una de las fases del proyecto, para que el proyecto sea amigable con el medio ambiente.



COOPERATIVA

LA CRUZ AZUL, S.C.L.

“Banco de extracción de material pétreo, paraje El Tejón, ubicado en la Comunidad de Santa María Petapa, Oaxaca”

Cabe mencionar que, aunque **el tiempo de vida útil del proyecto será de cuatro años**, para asegurar el éxito del Programa de Restauración se le dará seguimiento durante cinco años.

II.2.2. Representación gráfica local

Como se ha mencionado en apartados previos, la ubicación del banco es en el paraje conocido como El Tejón, esto se aprecia en la siguiente figura.

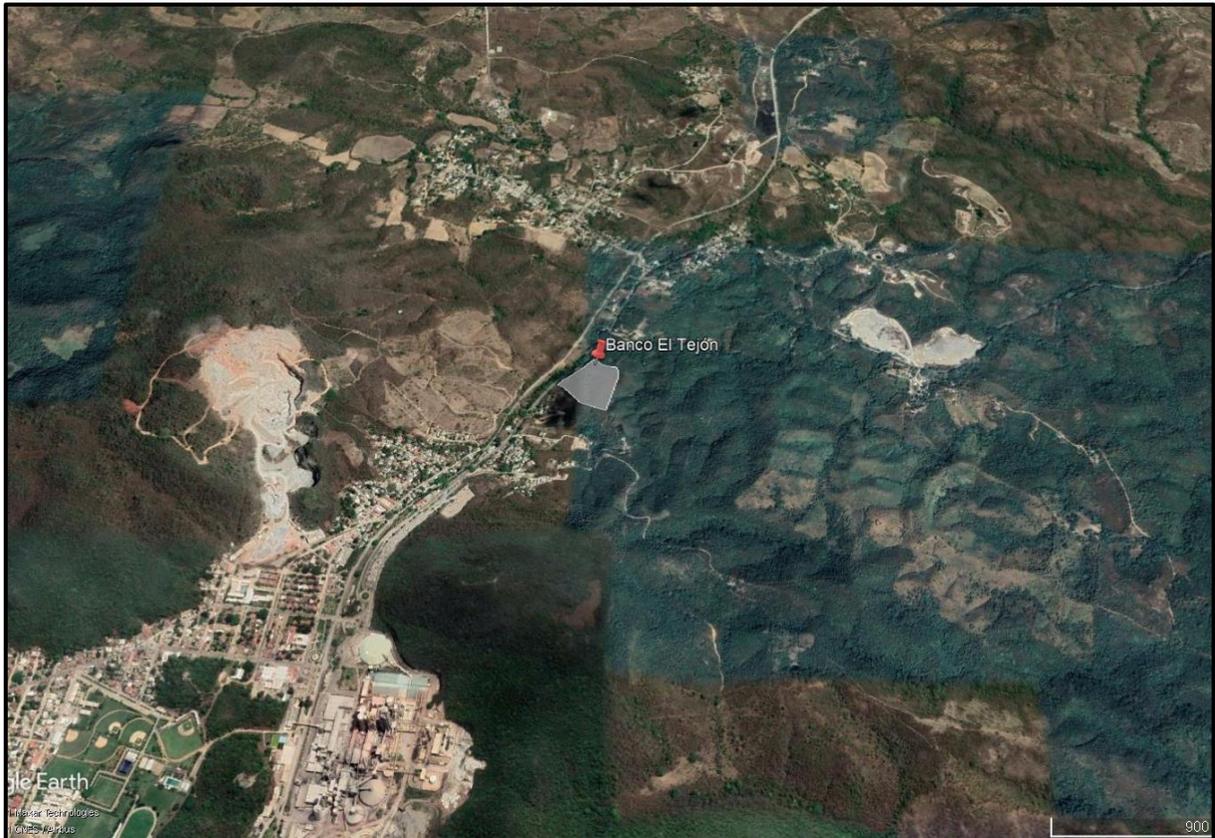


Figura II-2. Representación gráfica local del PROYECTO.

Como se aprecia en la Figura II-3, las localidades más cercanas al proyecto son Las Palmitas, Niza Conejo, Lagunas y Chivaniza. La carretera Estatal 49 Lagunas-Santa María Petapa pasa a un costado del banco, es una vía de comunicación importante para la actividad objetivo del presente proyecto.

II.2.3. Etapa de preparación del sitio y construcción

En esta etapa del proyecto se desarrollarán principalmente la habilitación de las áreas que se requieren para el desarrollo del proyecto, siendo los siguientes:

1. Habilitación del camino de acceso. Actualmente solo hay una vereda que el poseedor del predio usa para el acceso al predio (Figura siguiente), por lo que se habilitará un camino de acceso para poder extraer el material que se aprovechará en el banco. Es importante mencionar que se le dará mantenimiento durante el tiempo de vida útil del proyecto.



Figura II-3. Vereda de acceso al banco El Tejón.

2. Habilitación de las áreas para la instalación del sanitario y de los contenedores.

Como medidas de prevención, se contempla colocar contenedores para el almacenamiento de residuos sólidos urbanos desde el inicio de las actividades, así como un sanitario móvil, para evitar la defecación al aire libre. Estas medidas requerirán de 6 m² para la instalación del sanitario y 6 m² para la colocación de los contenedores. Por lo que, se habilitarán estas áreas para que puedan funcionar desde el inicio de las actividades y evitar generar contaminación a los componentes suelo, agua y aire, principalmente.

3. Habilitación de patio para el almacenamiento temporal del material vegetativo.



El patio de almacenamiento temporal del material vegetativo, es necesario para apilar todo el material producto del cambio de uso de suelo ya que posteriormente el material se acomodará en el predio de tal forma que el material vegetativo al descomponerse se pueda incorporar al suelo, cabe resaltar que, de ser el caso, si los habitantes solicitan el material leñoso se les donará para que puedan hacer uso del material.

Por otra parte, en esta etapa y por la naturaleza del proyecto, será necesario la **instalación una infraestructura para la caseta de vigilancia**, esto para llevar el control de la cantidad de viajes que se estará realizando por jornada, así como el control de volumen a extraer mediante el llenado de bitácoras debidamente foliadas, y el registro/control de las actividades a realizarse en las diferentes fases del proyecto.

Como actividades, en esta etapa se realizarán los siguientes:

1. Remoción de Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia y almacenamiento del material vegetativo.

Consiste en eliminar toda la cubierta vegetal arbustiva, arbórea y herbácea presente en el predio. Se realizará de forma manual con 6 macheteros y motosierristas, también de forma mecánica con el uso de maquinaria pesada; los macheteros, se encargarán de retirar el material vegetativo, apilarlo en el Patio de almacenamiento temporal de material vegetativo para después acomodarlo.

2. Despalme.

Una vez que se haya eliminado la cubierta vegetal se realizará el despalme del predio por medio de maquinaria pesada.

3. Aplicación de medidas de prevención y mitigación.

En esta etapa de proyecto, se planea implementar medidas de prevención y mitigación con el objetivo de disminuir y/o evitar afectaciones, principalmente a la flora y fauna silvestre. Las medidas propuestas a implementar en esta etapa son las siguientes:

- a) Pláticas de concientización ambiental a la fuerza de trabajo. Esta actividad es importante para evitar que el personal realice cacería, capture, colecciona, comercialice o trafique con

especies de flora o fauna silvestre, para ello, también se colocarán señalamientos y letreros enfocados al cuidado y protección de la flora y fauna, así como para evitar la contaminación del suelo.

- b) Capacitación sobre seguridad e higiene. Debido a que la Cooperativa Cruz Azul es consciente de que, para lograr los objetivos, una parte fundamental es mantener el bienestar de la fuerza de trabajo tanto físico como mental y social, esto es, si los trabajadores se sienten bien, serán eficaces en su trabajo. Por otra parte, es fundamental capacitar al personal para el uso correcto de los equipos de seguridad para evitar accidentes al momento de realizar las actividades.
- c) Rescatar y reubicar especies de flora. Es un programa que se propone realizarlo previo al desmonte, priorizando las especies con algún estatus en la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010, con mayor índice de valor de importancia ecológica. Otro de los criterios a utilizar es el tamaño de los individuos, esto para asegurar la sobrevivencia de los mismos en el sitio de reubicación.
- d) Ahuyentar, rescatar y reubicar las especies de fauna silvestre. Es otro programa propuesto para implementar como medida de prevención para no afectar a ningún grupo de las especies faunísticas. Los métodos y técnicas a utilizar se describirán.
- e) Puesta en operación del sanitario móvil y los contenedores para el almacenamiento y manejo de los RSU. Consiste en la instalación de un sanitario móvil para el servicio de los trabajadores en sitio, así como la colocación de los contenedores de residuos sólidos urbanos, mismos que estarán debidamente rotulados y tapados.

II.2.4. Etapa de operación y mantenimiento

En esta etapa, básicamente se realizará el aprovechamiento de la pizarra. Estas actividades se empezarán a realizar desde el primer bimestre del año 1, debido a que conforme se vaya eliminando la cubierta vegetal y se realice el despalme, se hará el aprovechamiento de la pizarra en las áreas ya desprovistas de vegetación.

1. Extracción de la pizarra. Consiste en el aprovechamiento de la pizarra con el apoyo de una retroexcavadora 336 marca Caterpillar y un tractor D8T, propiedad de la planta de la Cooperativa Cruz Azul.



La excavadora desgarrará el material con el cucharón o bien si el material tuviera mucha dureza, se procederá a utilizar el martillo de la excavadora para poder habilitar el material que será aprovechado. El tractor se encargará de ir generando las planicies (bermas) necesarias, en función de la topografía del terreno.

2. Carga y transporte del material. La carga del material se realizará con un trascabo con capacidad de cucharón de 3 m³. El acarreo se realizará con el apoyo de 3 Torton de 14 m³, 1 Rockero de 30 m³; se estima que se realizarán 10 viajes por turno.
3. Aplicación de medidas de prevención y mitigación. En esta etapa, también se propone implementar medidas de prevención y mitigación. Por el aprovechamiento del material, habrá modificación de la topografía del suelo lo que puede generar riesgos como inestabilidad del suelo, sin embargo, esto se puede estabilizar mediante la conformación de bermas con las especificaciones que se indica en la norma ambiental estatal NAE-IEEO-001/2004 “Que establece las condiciones que deben de reunir los sitios destinados a bancos de materiales pétreos en el estado de Oaxaca, así como sus parámetros de diseño, explotación y medidas de regeneración ambiental”.

Para evitar que el material residual del banco sea transportado a predios aguas abajo o a corrientes de agua, se construirán barreras mecánicas en caso de ser necesario.

Otra medida de prevención propuesta en esta etapa es la aplicación del riego en el banco, sobre todo en aquellas áreas donde el material sea tan fino, lo anterior para evitar la dispersión de partículas de polvo que pudieran afectar a otros componentes del medio ambiente.

Se recomienda también que las cajas de los torton y del rockero sea cubierto con lonas mientras transportan el material para evitar la dispersión de las partículas.

Se seguirá realizando el almacenamiento y manejo de los residuos sólidos urbanos y se vigilará que la empresa arrendadora del sanitario móvil realice el manejo y descarga de las aguas residuales conforme a las normas.

II.2.5. Etapa de abandono del sitio

Es la etapa final del proyecto, en donde se realizarán las siguientes actividades:

1. Retiro de equipo y maquinaria. Básicamente es retirar la retroexcavadora 336 marca Caterpillar y el tractor D8T, así como los torton o el rockero, siendo las maquinarias que se estarán utilizando para el aprovechamiento de la pizarra y su acarreo.
En esta fase también se dismantelará la infraestructura de la caseta de vigilancia.
2. Limpieza general del sitio. Se realizará la limpieza general del sitio para asegurarse de que el sitio esté libre de residuos sólidos.
3. Construcción de obras de conservación de suelo y agua. Al concluir con las actividades de extracción de la pizarra, se propone construir obras de conservación de suelo y agua como la zanja trinchera para captar el vital líquido que será necesario para el éxito de la reforestación que se propone realizarlo en el mismo predio.
4. Reforestación del predio. Se reforestará el banco con especies propias de la región, y se utilizarán plántulas provenientes de viveros de la región.

II.2.6. Utilización de explosivos

No se requerirá del uso de algún tipo de explosivos

II.2.7. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

De acuerdo con la cantidad de personal requerido para la ejecución del proyecto, se realizó una estimación de la cantidad de residuos sólidos urbanos. Cabe mencionar que, por la dinámica de trabajo programado para el aprovechamiento de la pizarra, se estima que no habrá generación de RSU, sin embargo, se presenta una estimación en caso de que ocurra.

La estimación de la generación de RSU, se realizó considerando la generación per-cápita reportado en el Resumen Ejecutivo del Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial en el Estado de Oaxaca, para la región del Istmo es 0.338 kg/hab/día.

Cuadro II-6. Estimación de RSU posible a generarse.

Actividades	No. de personas	Función	Generación per-cápita de RSU (kg/día)	Generación de RSU por día (kg)	Generación de RSU semanal (kg)	Generación de RSU mensual	Generación de RSU anual
Cambio de uso de suelo	6	Macheteros	0.338	2.028	10.14	40.56	486.72
	1	Operador de camión	0.338	0.338	1.69	6.76	81.12
	1	Checador	0.338	0.338	1.69	6.76	81.12
Capacitación	1	Capacitador ambiental	0.338	0.338	1.69	6.76	81.12
Capacitación	1	Capacitador en seguridad e higiene	0.338	0.338	1.69	6.76	81.12
Rescate y reubicación de flora	10	Técnicos y especialistas	0.338	3.38	16.9	67.6	811.2
Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	10	Técnicos y especialistas	0.338	3.38	16.9	67.6	811.2
Manejador de RSU	1	Auxiliar	0.338	0.338	1.69	6.76	81.12
Aprovechamiento de pizarra	1	Operador de retroexcavadora	0.338	0.338	1.69	6.76	81.12
	1	Operador de tractor	0.338	0.338	1.69	6.76	81.12
	3	Operadores de torton	0.338	1.014	5.07	20.28	243.36
	1	Operador de rockero	0.338	0.338	1.69	6.76	81.12
Total				12.506	62.53	250.12	3001.44

Los residuos sólidos urbanos que se lleguen a generar, serán trasladados al centro de acopio que la Cooperativa tiene destinado para tal fin.

Para evitar que la maquinaria pesada emita y rebase los niveles máximos permisibles de emisiones a la atmósfera, se realizará el mantenimiento preventivo y de forma periódica, además de ser esto necesario para la correcta operación de las unidades.

II.2.8. Generación de gases de efecto invernadero

Con las actividades de mantenimiento preventivo y periódico, se evitará que se rebasen los niveles máximos permisibles de gases de efecto invernadero.

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

En este capítulo se realizó un análisis de los planes de ordenamiento ecológico decretados a nivel regional, estatal y a nivel república mexicana; áreas de importancia para la conservación de aves; áreas naturales protegidas; normas oficiales mexicanas y estatal; las normatividades, sus reglamentos y leyes que regulan en materia ambiental aplicables a nivel federal, estatal y municipal. Para ello se consideraron las actividades listadas en el Diagrama de Gantt en las diferentes etapas de ejecución del proyecto.

III.1. Programas de ordenamiento ecológico del territorio

III.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

El POEGT es un programa que de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente establece que corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales formular, expedir y evaluar el Programa. Tiene por objeto determinar:

- I. La regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce soberanía y jurisdicción, a partir del diagnóstico de 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, y
- II. Los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como la localización de actividades productivas y de los asentamientos humanos.

Este programa regionalizó ecológicamente a la república mexicana mediante Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), por ello se consultó las estrategias propuestas para la UAB 141 Sierras del Sureste de Oaxaca que pertenece a la Región Ecológica 8.20, siendo la UAB donde se ubica el proyecto (Figura III-1). A continuación, se incluye un cuadro con las características y estrategias de esta UAB.

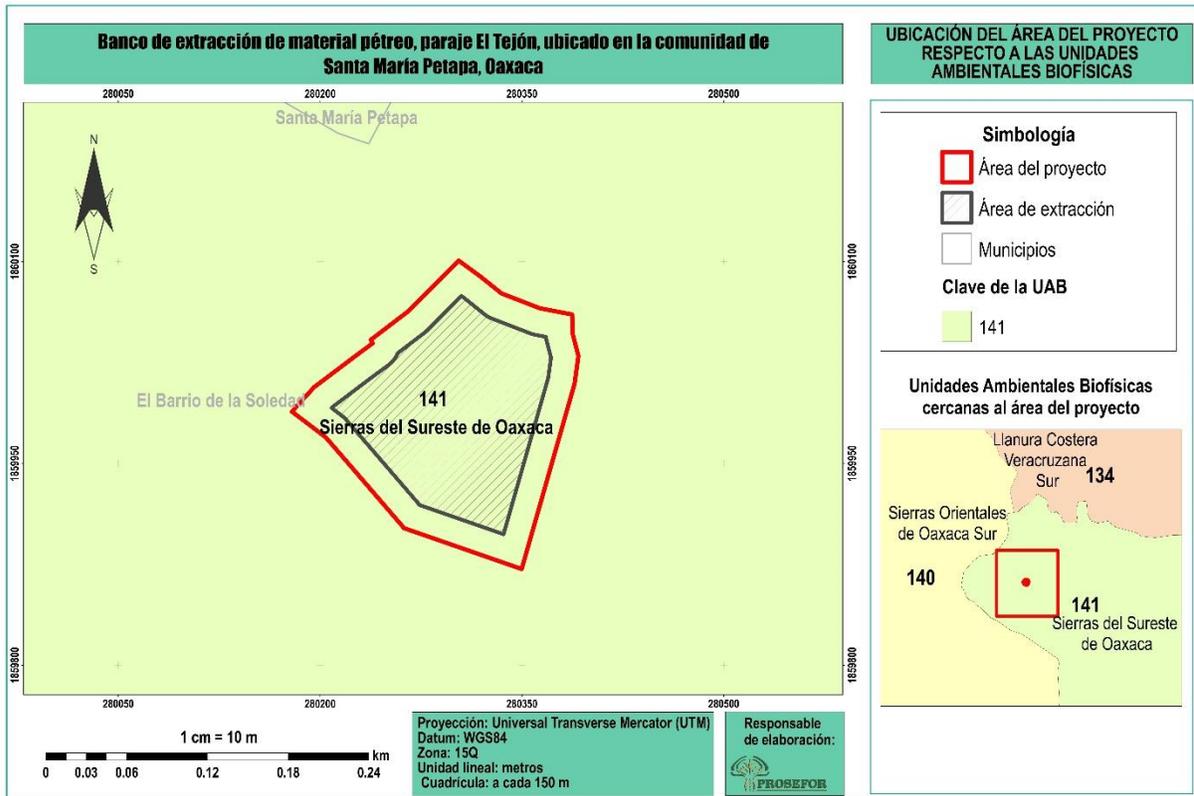


Figura III-1. Ubicación del proyecto y el UAB en la que se encuentra inmerso.

Cuadro III-1. Características de la UAB 141 Sierras del Sureste de Oaxaca.

Estado actual del medio ambiente 2008		Inestable. Conflicto sectorial nulo. No presenta superficies de ANP's. Media degradación de los suelos. Media degradación de la vegetación. Sin degradación por desertificación. La modificación antropogénica es muy baja. Longitud de carreteras (km): muy baja. Porcentaje de zonas urbanas: muy baja. Porcentaje de cuerpos de agua: muy baja. Densidad de población (hab/km ²): muy baja. El uso del suelo es forestal. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de zona funcional alta: 74.5. Muy alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Medio índice de salud. Muy alto 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. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.			
Escenario al 2033:		Inestable a crítico			
Política ambiental:		Protección, aprovechamiento sustentable y restauración			
Prioridad de atención:		Media			
UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales



141	Forestal, preservación de flora y fauna	Ganadería y poblacional	Agricultura	CFE, Minería, PEMEX y SCT	1 al 15, 15 BIS, 18 a 20, 24 a 27, 30, 33 a 38, 40 a 44
Estrategias UAB 141					
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio					
A) Preservación		<ol style="list-style-type: none"> 1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad. 			
B) Aprovechamiento sustentable		<ol style="list-style-type: none"> 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidrológica y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales. 			
C) Protección de los recursos naturales		<ol style="list-style-type: none"> 9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. 10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos. 11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA. 12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes. 			
D) Restauración		<ol style="list-style-type: none"> 14. Restauración de ecosistemas forestales y suelo agrícolas. 			
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios		<ol style="list-style-type: none"> 15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. 18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos. 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. 20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases de 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. 			
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana.					



A) Suelo urbano y vivienda	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.
B) Zonas de riesgo y prevención de contingencias	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil. 26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.
C) Agua y saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región.
E) Desarrollo social	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. 34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional. 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculados. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.	
A) Marco jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del ordenamiento territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.



En la UAB 141 no se encuentra ningún Área Natural Protegida, sin embargo, el uso del suelo es preferentemente forestal. En el año 2008, se tenía el registro de que los suelos presentaban una degradación media, misma situación con la degradación de la vegetación.

El escenario para la UAB 141 al año 2033 se estima que sea inestable a crítico y su política ambiental es de Protección, aprovechamiento sustentable y restauración con una prioridad de atención media. Se reporta como rectores de desarrollo: forestal, preservación de flora y fauna, para lograr estos rectores se plantean estrategias, en este sentido y para contribuir con las estrategias planteadas en el cuadro anterior, y debido a que el proyecto implicará cambio de uso de suelo, se buscará conservar el ecosistema y su biodiversidad mediante la implementación de programas de rescate y reubicación de flora y ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre.

Por otra parte, se plantea reforestar el banco posterior a su aprovechamiento, con esto se estaría recuperando la cobertura vegetal que en un inicio se vaya a remover. Esto resulta importante por los bienes y servicios ecosistémicos que brindan los bosques.

Otra de las estrategias planteadas para la UAB 141 es la restauración de suelos agrícolas, si bien es cierto que el predio donde se desarrollará el proyecto no corresponde a suelos agrícolas, también se plantea construir obras de conservación de suelo y agua en el banco, de igual forma, al concluir con el periodo de aprovechamiento.

III.1.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO)

El estado de Oaxaca cuenta con el Programa de Ordenamiento Ecológico y Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO), basado en el Programa de Ordenamiento Ecológico (POE) que busca un equilibrio entre las actividades productivas, antropogénicas y la protección de los recursos, esto es, el desarrollo sostenible de la entidad oaxaqueña, misma que se basa en los tres ejes: social, económico y medio ambiente. El POE está integrado por el **Modelo de Ordenamiento ecológico (MOE)** que se ocupa de la regionalización de la superficie estatal definiendo a las Unidades de Gestión Ambiental (UGAS), y la definición de lineamientos ecológicos; y **Estrategias Ecológicas**, esto es, la identificación de objetivos y acciones a realizar



en cada uno de los actores sectoriales (Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca).

El POERTEO se compone de 55 UGAS, siendo la unidad mínima del área de Ordenamiento Ecológico a la que se asignan lineamientos y estrategias ecológicas, mismas que se clasifican en los siguientes estatus:

- 26 UGAS de **Aprovechamiento Sustentable**, especialmente representan el 67.79 por ciento del total del territorio del estado.
- 14 UGAS de **Conservación con Aprovechamiento**, especialmente representan el 9.34 por ciento del total del territorio del estado.
- 13 UGAS con estatus de **Restauración con Aprovechamiento**, especialmente representan el 4.10 por ciento del total del territorio del estado.
- 2 UGAS está definidas con estatus de **Protección**, especialmente representan el 18.78 por ciento del total del territorio del estado.

El predio donde se va a realizar el aprovechamiento de la pizarra, se ubica dentro de la UGA 027 (Figura III-2) con política de Restauración con aprovechamiento y es recomendado para las actividades forestales, apícolas. A nivel UGA de reporta con biodiversidad alta, nivel de riesgo medio y nivel de presión alto.

De acuerdo con los lineamientos ecológicos planteados para esta UGA, en el año 2025 se espera recuperar al menos 3, 000 ha de bosque mesófilo y al menos 9, 000 de selvas caducifolias y subcaducifolias para evitar la pérdida de especies y ecosistemas además de garantizar la preservación de sus funciones, así como incentivar programas encaminados a la prevención de incendios forestales y restauración de áreas siniestradas, transitando de las 66, 695 ha productivas de actividades agropecuarias hacia actividades con aptitud y que contribuyan a la restauración del suelo. *Para contribuir con estos lineamientos y debido a que actualmente cuenta con cobertura vegetal, se va a restaurar el banco una vez que se concluya con el aprovechamiento del material; la restauración se realizará con la construcción de obras de conservación de suelo y agua y con reforestación de especies propias de la región.*

En el tema de la conservación de la biodiversidad, se rescatarán y reubicarán especies de flora listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las de mayor valor en índice de valor de importancia ecológica, y se realizará el ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna silvestre, previo al desmonte.

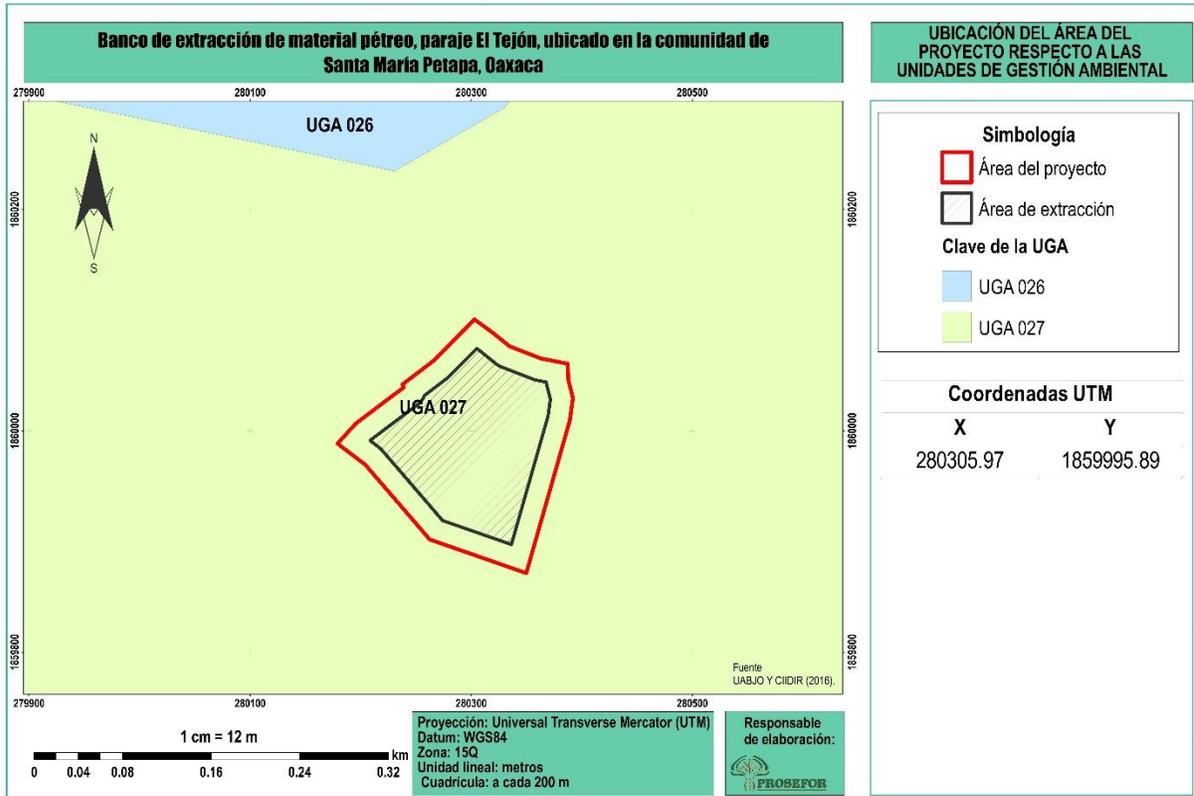


Figura III-2. Ubicación del proyecto dentro de la UGA 027.

III.2. Área Natural Protegida

El proyecto no se encuentra inmerso en ninguna área natural protegida, ni de competencia federal ni estatal, por lo que, no estará sujeta ni contravendrá con ninguno de los lineamientos establecidas en los programas de manejo de cada una de las ANP's.

A nivel federal, el ANP más cercano se ubica a una distancia aproximada en términos lineales de 110.38 km y corresponde a la Reserva de la Biosfera La Sepultura que se localiza en el estado de Chiapas.

A nivel estatal, el ANP más cercano está aproximadamente a 36.06 km en línea recta y se trata de El Parque Ecológico Regional del Istmo.

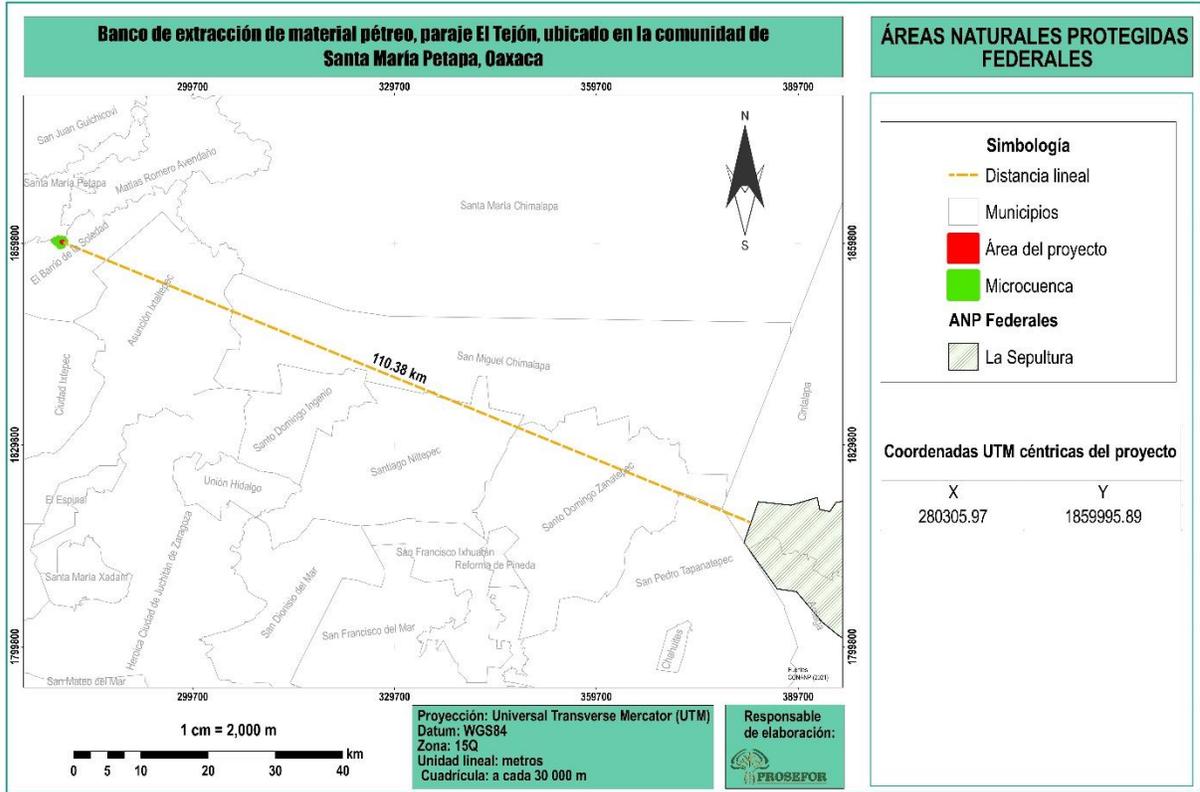


Figura III-3. Ubicación del proyecto con el ANP federal.

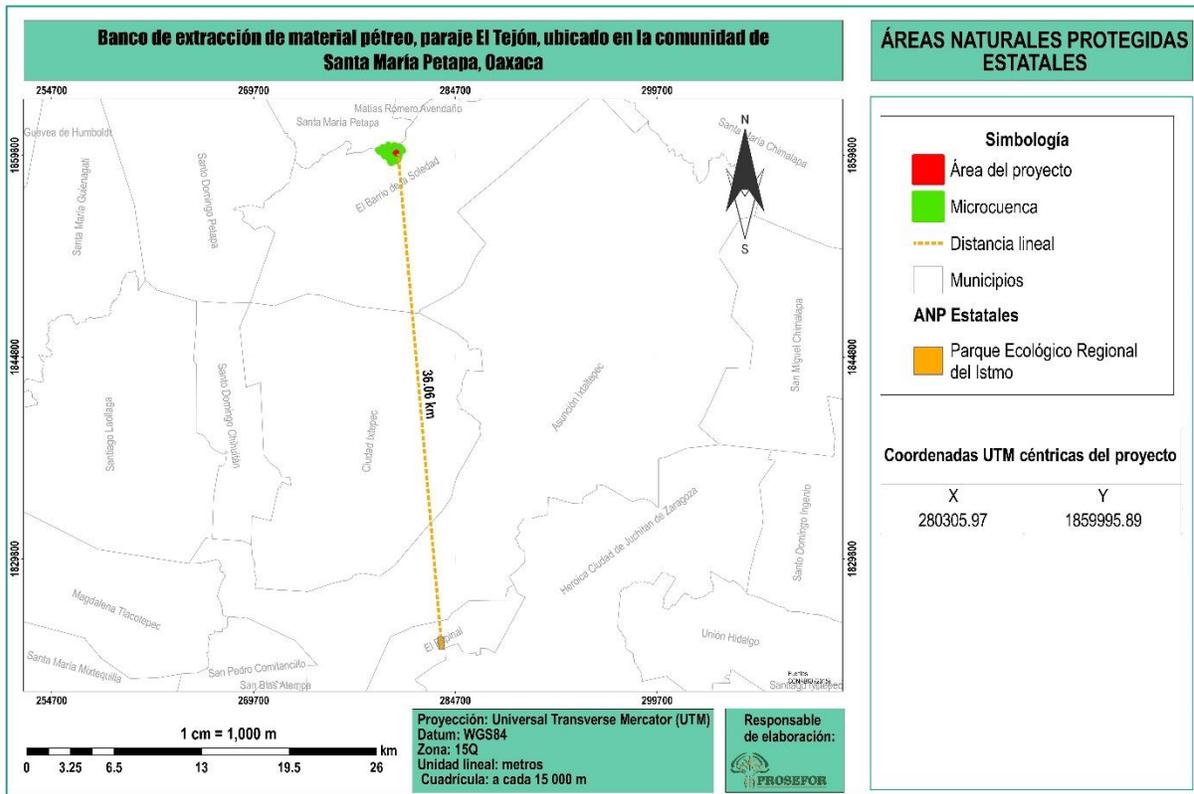


Figura III-4. Ubicación del proyecto con el ANP estatal.

III.3. Planes y programas de desarrollo urbano municipales

En este apartado se abordarán el Plan Nacional de Desarrollo, el Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 y el Plan Municipal de Desarrollo Sostenible del H. Ayuntamiento Municipal de Santa María Petapa, Juchitán, Oaxaca.

III.3.1 Plan Nacional de Desarrollo

En el Plan Nacional de Desarrollo, el gobierno de la cuarta transformación está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, definido 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 de ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico. *En este sentido y aunque el proyecto no forma parte de los proyectos del gobierno federal; La Cooperativa Cruz Azul está comprometido con el cuidado del medio ambiente, por ello ejecutará el proyecto aplicando las medidas de prevención,*



mitigación y compensación necesarias de tal forma que no se ponga en riesgo los recursos naturales.

III.3.2 Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022

Este plan estatal de desarrollo plantea en su eje V. Oaxaca Sustentable que tiene por objetivo aprovechar las riquezas naturales y culturales del territorio, de manera consciente, inteligente y sostenible, para mejorar la calidad de vida de las y los oaxaqueños de hoy y mañana.

Por la riqueza natural, ecológica y forestal del estado de Oaxaca, permite un crecimiento económico y social de la población mediante el manejo y aprovechamiento racional de dichos recursos naturales. *En este sentido, el proyecto al involucrar la remoción de la cubierta vegetal en 1.6715 ha, se plantea en primera instancia el rescate y la reubicación de las especies tanto faunísticas como florísticas y la restauración del sitio mediante la reforestación con especies propias de la región y la construcción de obras de conservación de suelo y agua.*

III.3.3 Plan Municipal de Desarrollo Sostenible del H. Ayuntamiento Municipal de Santa María Petapa, Juchitán, Oaxaca

El PMD de Santa María Petapa del trienio 2014-2016 se rige bajo los siguientes ejes:

-  Eje I. Estado de derecho, gobernabilidad y seguridad.
-  Eje II. Crecimiento económico, competitividad y empleo.
-  Eje III. Desarrollo social y humano.
-  Eje IV. Gobierno honesto y de resultados.

Por la naturaleza del proyecto, esta se vincula directamente con el segundo eje del PMD. En el PMD, se menciona que el municipio de Santa María Petapa durante años le ha invertido al sector de agricultura considerada como el sustento base de la familia, sin embargo, no se producen ingresos suficientes por las técnicas de producción que se emplean y que siguen siendo tradicionales.

La cementera Cruz Azul absorbe un 5% de la mano de obra del municipio, siendo una empresa que provee de fuentes de empleo para la región. En este sentido y por la naturaleza del proyecto, se contribuirá de forma positiva en el ámbito socioeconómico mediante la generación de

empleos por el desarrollo de la comunidad. Además de ser un proyecto amigable con el medio ambiente, puesto que se restaurará el predio al término de la vida útil del proyecto, esto se logrará con la reforestación y la construcción de obras de conservación de suelo contrario a lo que actualmente ocurre con el desarrollo de la tala clandestina que no garantiza la recuperación de la vegetación.

La generación de empleos, contribuirá con el tercer eje que es Desarrollo Social y Humano al mitigar la pobreza en la que viven las familias de este municipio como se expone en su PMD.

III.4. Normas Oficiales Mexicanas

De acuerdo con la Ley de Infraestructura de la Calidad, las Normas Oficiales Mexicanas se encargan de la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las Autoridades Normalizadoras competentes, cuyo fin esencial es el fomento de la calidad para el desarrollo económico y la protección de los objetivos legítimos de interés público. Estas NOM, establecen reglas, denominación, especificaciones o características aplicables a un bien, producto, proceso o servicio, así como aquellas relativas a terminología, marcado o etiquetado y de información.

El proyecto involucra distintas actividades que se encuentran reguladas por Normas Oficiales Mexicanas y la obra como tal está regulada por una Norma Ambiental Estatal, mismo que se abordará en este apartado; en el siguiente cuadro se especifican las NOM, los lineamientos que establecen y la forma en que se dará cumplimiento a las estipulaciones en cada una.

Cuadro III-2. Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto.

NOM	Lineamientos que establece	Forma de cumplimiento
NOM-045-SEMARNAT-2017	Protección ambiental - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	A fin de no rebasar los límites máximos permisibles de opacidad de humo en los vehículos establecidos en las Tablas 1 y 2 de la citada norma, la maquinaria que se utilizará para la extracción y la carga, así como los camiones de transporte del material recibirán mantenimiento vehicular periódico por parte de los arrendatarios. Este mantenimiento incluirá el remplazo de aceites, lubricantes y piezas para evitar que las emisiones rebasen los límites establecidos por esta NOM.

NOM	Lineamientos que establece	Forma de cumplimiento
NOM-080-ECOL-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.	El mantenimiento constante de la maquinaria y los camiones de transporte permitirán mantener el equipo en buenas condiciones y ajustar sus emisiones de ruido por debajo de los decibeles máximos permitidos por esta NOM, además, los turnos de trabajo solamente serán diurnos, para no interrumpir las actividades nocturnas de la fauna.
PROY-NOM-001-SEMARNAT-2017	Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.	El manejo de las aguas residuales que se generen en el proyecto estará a cargo de la empresa arrendadora de los sanitarios portátiles; el requisito para su contratación será que cuente con autorización de manejo y descarga de aguas residuales.
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.	El presente estudio propone medidas de prevención, mitigación y compensación para minimizar el impacto a las especies en estatus de riesgo; en este sentido se considera la implementación de programas de rescate y reubicación de flora y fauna con la finalidad de no afectar estos componentes bióticos, dando prioridad a las especies en algún estatus de riesgo de acuerdo con esta NOM.
NOM-017-STPS-2008	Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.	A cada integrante de la fuerza de trabajo se le proporcionará el equipo de protección personal de acuerdo a las actividades que desempeñen, el cual será de uso obligatorio en todo momento durante las actividades operativas.

Entre las normas estatales, la que está directamente relacionada con la implementación del proyecto es la Norma Ambiental Estatal NAE-IEEO-001/2004 Que establece las condiciones que deben de reunir los sitios destinados a bancos de materiales pétreos en el estado de Oaxaca, así como sus parámetros de diseño, explotación y medidas de regeneración ambiental.

Esta norma establece que cuando el objetivo del proyecto es la habilitación de un banco de préstamo de materiales pétreos, será necesario realizar un Estudio de Impacto Ambiental, además de que la actividad estará regulada por el estado, por ello, *se ha elaborado una Manifestación de Impacto Ambiental que será ingresado a la Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable (SEMAEDES) para su evaluación y resolución. Atendiendo*



a lo establecido por esta norma, también se dejará un área de amortiguamiento, considerando un buffer de 20 metros de ancho con referencia al polígono total que inicialmente se tenía destinado para el aprovechamiento de la pizarra, esto con el objetivo de no causar afectaciones a predios colindantes además de servir con un área para la reubicación de las especies de flora a rescatar puesto que se presume presenta condiciones climatológicas y biológicas similares a la del área que estará sujeto al aprovechamiento del material tipo pizarra.

III.5. Otros instrumentos a considerar

III.5.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Dado que la carta magna establece en el párrafo 5 del artículo 4° que, *toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley*, en el presente estudio de impacto ambiental se proponen medidas y programas que minimizarán los impactos adversos del proyecto, esto con la finalidad de proteger la flora y la fauna y con ello garantizar los beneficios que estos componentes del ecosistema proveen a las poblaciones humanas.

III.5.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

La LGEEPA establece las disposiciones en lo referente a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional. En su artículo 28 establece que, *la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente.*

De este artículo, la fracción que le aplica al presente proyecto es:

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

El proyecto queda sujeto a esta fracción dado que involucra la remoción de Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia en una superficie de 1.6715 ha, es por ello que en la presente Manifestación de Impacto Ambiental se exponen los detalles del proyecto, los posibles efectos adversos que causaría en los componentes ambientales y las medidas y programas que se proponen para prevenir, mitigar y compensarlos, de manera que sirva como base para la evaluación del impacto ambiental, dando cumplimiento así con lo establecido en el artículo 30 de esta Ley, que establece:

Artículo 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría 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 los 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.

Tal y como se especifica en el artículo anterior, la presente MIA propone, además de las medidas, la implementación de tres programas para reducir los efectos negativos del proyecto, de los cuales son:

- Programa de rescate y reubicación de flora: se propone con la finalidad de mitigar el impacto sobre las especies vegetales, a través del rescate y replante de individuos que presentan mayor importancia ecológica.
- Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna: se implementará para liberar el banco de extracción de todas las especies de fauna y evitar que sufran daños por las actividades contempladas.
- Programa de restauración ecológica: incluye la construcción de obras de conservación de suelos y aguas y una reforestación, con la intención de restaurar el banco de extracción al término de su vida útil.

III.5.3. Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental relacionados con el proyecto

El reglamento de la LGEEPA que se relaciona con el proyecto es el Reglamento en materia de evaluación de impacto ambiental, que en el capítulo II, artículo 5, inciso O, fracción I que establece lo siguiente:

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

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

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

El proyecto queda sujeto a esta normatividad debido a que involucra el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por lo que para su cumplimiento se presenta ante la Secretaría esta Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular en donde se presentan los impactos identificados que se generarán por el desarrollo del proyecto en cada una de sus etapas, así como las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, de manera que sirva como base para la evaluación y a través de ello se logre la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental.



III.5.4. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Esta ley tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos.

En el artículo 2, párrafo I, menciona que uno de sus objetivos es *conservar y restaurar el patrimonio natural y contribuir, al desarrollo social, económico y ambiental del país, mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales en las cuencas hidrográficas, con un enfoque ecosistémico en el marco de las disposiciones aplicables.*

En este contexto, se considera que el proyecto se ajusta a las disposiciones de la Ley, en el sentido de que contribuye en algún grado al desarrollo social y económico de la región, ya que de este se desprenderán empleos directos e indirectos.

En materia ambiental, la remoción de la vegetación, es una actividad absolutamente necesaria por la naturaleza del proyecto, sin embargo, se proponen las medidas y programas que contribuirán a la minimización de los impactos ambientales, ajustándose así al marco de la sustentabilidad. De manera específica, se propone la implementación de un programa de restauración ecológica, el cual incluye la reforestación del banco de extracción, en el que establecerán especies nativas, dando cumplimiento así a lo establecido en artículo 3°, párrafo VII, que a la letra dice:

Artículo 3. Son objetivos específicos de esta Ley

VII. Recuperar y desarrollar bosques en terrenos forestales degradados y terrenos preferentemente forestales, para que cumplan con la función de conservar suelos y aguas, además de dinamizar el desarrollo rural.

La principal vinculación que el proyecto guarda con las disposiciones de esta Ley es la regulación del cambio de uso de suelo, ya que la LGDFS especifica en la sección séptima:

Artículo 93. La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el

Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

Sujetándose a estos establecimientos, además de la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular, se elabora un Estudio Técnico Justificativo en el que se exponen las particularidades del cambio de uso de suelo requerido por el proyecto.

En este mismo artículo, el tercer párrafo menciona que *las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento.*

Para dar cumplimiento a esta disposición, se propone implementar el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, los cuales se planean ejecutar previo al inicio de las actividades de cambio de uso de suelo.

III.5.5. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Este ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento sustentables de los ecosistemas forestales del país y sus recursos.

Debido a la naturaleza del proyecto, el principal apartado de este reglamento con el que se vincula es la Sección de VI. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en el que se especifica, que cuando la implementación de un proyecto implica el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se deberá elaborar un Estudio Técnico Justificativo (ETJ), mismo que deberá contener las fracciones descritas en el artículo 141 del presente reglamento. En atención a lo anterior, se ha elaborado el ETJ mismo que se ingresará a la Secretaría para su evaluación y resolución.

En caso de obtener la autorización se procederá a realizar el pago económico por el concepto de compensación ambiental conforme lo establezca la Secretaría, esto de conformidad con el artículo 144.



III.5.6. Ley General de Vida Silvestre

La ley tiene por objeto establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

En el Título V, Capítulo I, artículo 18, la ley establece que *los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.*

En este caso, el proyecto no considera el aprovechamiento de especies de fauna, sin embargo, por el retiro de la vegetación probablemente se pierdan hábitat de animales; es por eso que se ejecutará un programa de reforestación al término de la vida útil de banco, con el objetivo de restaurar el funcionamiento ecológico y se recupere la cubierta vegetal en el predio.

Además, previo al inicio de las actividades, se implementará un programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de los ejemplares que se pudieran encontrar en el banco de extracción, el cual será ejecutado y supervisado por especialistas y personal capacitado en el tema, de manera que la captura, el traslado y la liberación del animal se realizarán poniendo como prioridad su bienestar, conforme se establece en la ley en los artículos 31 y 79.

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

Artículo 79. La liberación de ejemplares a su hábitat natural, se realizará de conformidad con lo establecido en el reglamento. La Secretaría procurará que la liberación se lleve a cabo a la brevedad posible, a menos que se requiera rehabilitación.

El artículo 106, establece que, *sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona física o moral que ocasione directa o indirectamente un daño a la vida silvestre o a su hábitat,*

está obligada a repararlo o compensarlo de conformidad a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

Como se ha mencionado, para dar cumplimiento a esta estipulación, se implementarán las medidas y los programas con el objetivo de minimizar los impactos ambientales y en un momento dado recuperar la dinámica faunística en el banco de extracción.

III.5.7. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos

Esta ley establece disposiciones referentes a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Establece que:

Artículo 10.- Los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final.

En este caso, el manejo y la disposición final de los residuos sólidos urbanos que pudieran generarse por el personal que labore en el proyecto, no serán gestionados por el municipio, si no por el promovente, el cual se encargará de establecer contenedores en el banco y trasladar los desechos al centro de acopio de la cooperativa.

Artículo 18. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

Para dar cumplimiento con esto, los contenedores de RSU que se colocarán en el banco de extracción estarán debidamente rotulados de acuerdo al tipo de residuos (orgánico e inorgánico) además de que contarán con tapas para evitar la dispersión de los desechos.

III.5.8. Ley General de Cambio Climático

Establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Se considera que el proyecto contribuye con uno los objetivos de la Ley, que a la letra dice:

Artículo 2o. Esta ley tiene por objeto

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 antropógenas 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.

Si bien, el proyecto no será un gran emisor de gases a la atmósfera, se han considerado el mantenimiento periódico de la maquinaria y los camiones de transporte de manera que las emisiones que de estos se desprendan se sitúen dentro de los límites permisibles por la NOM-045-SEMARNAT-2017. Además de la regulación de las emisiones, se implementarán una serie de medidas para prevenir, mitigar y compensar los demás impactos ambientales, ajustándose a la política nacional de cambio climático conforme al artículo 26, fracción VIII:

Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:

VIII. Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause;

Por otro lado, en la sección I, artículo 64, fracción VI se establece:

Artículo 64. La Estrategia Nacional deberá reflejar los objetivos de las políticas de mitigación y adaptación al cambio climático establecidas en la presente Ley y contendrá entre otros elementos, los siguientes:

VI. Oportunidades para la mitigación de emisiones en la generación y uso de energía, quema y venteo de gas natural, uso de suelo y cambio de uso de suelo, transporte, procesos industriales, gestión de residuos y demás sectores o actividades.

Como se ha mencionado, se han propuesto medidas y programas que ayudarán a prevenir, mitigar y compensar los efectos adversos que pudiera causar el proyecto. Algunas de las acciones que llevarán a cabo es la reducción de emisiones a la atmósfera por parte de la maquinaria, la compensación de la pérdida de la cobertura vegetal, gestión adecuada de residuos sólidos urbanos y aguas residuales, entre otros. En este sentido, se podría mencionar que el proyecto se ajustará a la Estrategia Nacional, de manera que se hará el aprovechamiento del recurso pizarra dentro del marco de la sustentabilidad.

III.5.9. Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021-2024

El Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021-2024 es un instrumento de planeación determinado en la Ley General de Asentamientos Humanos y Ordenamiento Territorial; con el fin de construir un territorio justo y sostenible para todos. El programa plantea seis objetivos prioritarios, los cuales son:

1. Impulsar un modelo de desarrollo territorial justo, equilibrado y sostenible, para el bienestar de la población y su entorno.
2. Promover un desarrollo integral en los Sistemas Urbano Rurales y en las Zonas Metropolitanas.
3. Transitar a un modelo de desarrollo urbano orientado a ciudades sostenibles, ordenadas, equitativas, justas y económicamente viables, que reduzcan las desigualdades socioespaciales en los asentamientos humanos.
4. Potencializar las capacidades organizativas, productivas y de desarrollo sostenible; del sector agrario, de las poblaciones rurales y, de los pueblos y comunidades indígenas y afro-mexicanas en el territorio, con pertinencia cultural.
5. Promover el hábitat integral de la población en la política de vivienda adecuada.
6. Fortalecer la sostenibilidad y las capacidades adaptativas en el territorio y sus habitantes.

De los seis objetivos que plantea el programa, se considera que el proyecto se vincula con los objetivos 1 y 6 de la siguiente manera:

Objetivo 1: por diversos factores el país se encuentra actualmente en una desigualdad de desarrollo en función al territorio en que se localice, esto amerita que el Estado plantee estrategias para gestionar la ocupación, uso y aprovechamiento del suelo, mediante instrumentos



de Ordenamiento Territorial y de Desarrollo Urbano y así, lograr la sostenibilidad social, económica y ambiental.

En este sentido, el proyecto considera el aprovechamiento del recurso pizarra (componente del suelo), lo que generará de manera directa e indirecta una derrama económica local; y dado que todas las actividades se sujetarán a las disposiciones medioambientales y se implementarán medidas y programas para minimizar los impactos, se puede mencionar que se ajusta al modelo del desarrollo sustentable.

Objetivo 6: el programa menciona que este objetivo busca atender la degradación ambiental, para propiciar la sostenibilidad del territorio, así como para fortalecer las capacidades adaptativas de la población, particularmente de aquella que se encuentra en condiciones de vulnerabilidad y de esta forma mejorar su calidad de vida.

El proyecto coadyuva con el logro de este objetivo, ya que considera un programa de restauración ecológica como medida de compensación por los efectos sobre la flora y fauna. Con este programa se tiene la finalidad de devolver el funcionamiento ecosistémico al banco de extracción a través de la implementación de obras de conservación de suelo y aguas y una reforestación.

De forma general, el proyecto contribuirá con la generación de empleos temporales en la región, esto permitirá o contribuirá en mejorar la calidad de vida y con respecto al medio ambiente, se realizará la remoción de la cubierta vegetal siendo el impacto más significativo, sin embargo, el suelo se mantendrá desnudo durante el tiempo de vida útil del proyecto, puesto que se reforestará el predio al concluir con el aprovechamiento de la pizarra.

III.5.10. Estrategia Nacional de Cambio Climático

Es el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazo para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono. Se integra por tres temas principales, los cuales integran un breve diagnóstico de la situación en el país.

→ **Pilares de política nacional de cambio climático (P):** integra un breve análisis de la política en el país en cambio climático.

- **Adaptación a los efectos del cambio climático (A):** incluye escenarios climáticos y una evaluación y diagnóstico de la vulnerabilidad y capacidad de adaptación en el país.
- **Desarrollo bajo en emisiones/Mitigación (M):** incorpora un panorama sobre las emisiones del país, las oportunidades de mitigación, el escenario y las emisiones de línea base y trayectoria objetivo de emisiones.

En los siguientes apartados se especifica cada uno de los pilares y las líneas acción de cada tema que se relacionan con el proyecto.

Cuadro III-3. Líneas de acción de las estrategias de cambio climático aplicables para el proyecto.

Temas	Ejes estratégicos	Líneas de acción
Pilares de política nacional de cambio climático (P)	P1. Contar con políticas y acciones climáticas transversales, articuladas, coordinadas e incluyentes.	P1.17 Promover la evaluación de impacto ambiental de programas y proyectos sectoriales.
	P4. Promover el desarrollo de una cultura climática.	P4.1 Educar, informar y sensibilizar mediante campañas masivas de comunicación y programas de capacitación para inducir cambios hacia patrones de producción y consumo sustentables.
	P5. Instrumentar mecanismos de medición, reporte, verificación y monitoreo y evaluación.	P5.1 Instrumentar mecanismos de medición, reporte y verificación, así como de monitoreo y evaluación en las medidas de mitigación y adaptación de cambio climático.
Adaptación a los efectos del cambio climático (A)	A3. Conservar y usar de forma sustentable los ecosistemas y mantener los servicios ambientales que proveen.	A3.2 Garantizar la restauración, conectividad, aprovechamiento sustentable y conservación de los ecosistemas como bosques, selvas, sistemas costeros, mares, ecosistemas riparios, humedales y de las comunidades bióticas que albergan y sus servicios ambientales.
		A3.5 Garantizar la conectividad eco hidrológica para la preservación de biodiversidad y servicios ambientales, la integralidad de los ecosistemas, la

Temas	Ejes estratégicos	Líneas de acción
		conservación de especies y el incremento de su resiliencia ante el cambio climático. A3.9 Aumentar la superficie bajo reforestación y restauración de ecosistemas con especies nativas, aptas para las condiciones climáticas regionales A3.11 Garantizar la protección ambiental de los ecosistemas ante proyectos de obra pública y servicios industriales y productivos (mineros, textiles, cementeros, energéticos, agropecuarios, turísticos, entre otros) mediante la incorporación de criterios de cambio climático en instrumentos de planeación, como el impacto ambiental y el ordenamiento ecológico del territorio.
Desarrollo bajo en emisiones/Mitigación (M)	M2. Reducir la intensidad energética mediante esquemas de eficiencia y consumo responsable	M2.7 Reducir las emisiones mediante la modernización de la flota vehicular, y del retiro y la disposición final de las unidades poco eficientes.

Se considera que las estrategias y líneas de acción que se indican en el cuadro anterior, se cumplen de manera satisfactoria en el desarrollo del proyecto. El primer tema (Pilares de política nacional de cambio climático (P)) tiene líneas de acción que se solventan con la propia elaboración de la presente Manifestación de impacto ambiental como instrumento de evaluación de los efectos adversos del proyecto, la determinación de los indicadores ambientales, así como con medidas como las pláticas de concientización como fomento del cuidado ambiental.

Las líneas de acción del segundo tema (Adaptación a los efectos del cambio climático (A)) se solventan con los programas de rescate y reubicación de flora; ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna y restauración ecológica que se proponen a implementar. Por último, a las líneas de acción del tercer tema (Desarrollo bajo en emisiones/Mitigación (M)) se le da cumplimiento con el mantenimiento periódico de la maquinaria y camiones de transporte para

mantener sus niveles de emisiones conforme a los límites permisibles especificados por las NOM correspondientes.

III.5.11. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024 (PROMARNAT) contribuirá a los objetivos establecidos por el gobierno en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) como parte del Segundo Eje de Política Social. Sus objetivos prioritarios, estrategias prioritarias y acciones puntuales están centrados en la búsqueda del bienestar de las personas, todo ello de la mano de la conservación y recuperación del equilibrio ecológico en las distintas regiones del país.

Este tiene como prioridad el logro de 5 objetivos:

1. Promover la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad con enfoque territorial y de derechos humanos, considerando las regiones bioculturales, a fin de mantener ecosistemas funcionales que son la base del bienestar de la población.
2. Fortalecer la acción climática a fin de transitar hacia una economía baja en carbono y una población, ecosistemas, sistemas productivos e infraestructura estratégica resilientes, con el apoyo de los conocimientos científicos, tradicionales y tecnológicos disponibles.
3. Promover al agua como pilar de bienestar, manejada por instituciones transparentes, confiables, eficientes y eficaces que velen por un medio ambiente sano y donde una sociedad participativa se involucre en su gestión.
4. Promover un entorno libre de contaminación del agua, el aire y el suelo que contribuya al ejercicio pleno del derecho a un medio ambiente sano.
5. Fortalecer la gobernanza ambiental a través de la participación ciudadana libre, efectiva, significativa y corresponsable en las decisiones de política pública, asegurando el acceso a la justicia ambiental con enfoque territorial y de derechos humanos y promoviendo la educación y cultura ambiental.

Cada uno de estos objetivos tienen estrategias prioritarias y acciones puntuales, de las cuales, en el siguiente cuadro se indican las que tienen alguna vinculación con el proyecto.

Cuadro III-4. Vinculación con los objetivos, estrategias prioritarias y acciones puntuales del PROMARNAT 2020-2024.

Estrategia prioritaria	Línea de acción	Vinculación con el proyecto
<p>1. Promover la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad con enfoque territorial y de derechos humanos, considerando las regiones bioculturales, a fin de mantener ecosistemas funcionales que son la base del bienestar de la población.</p>		
<p>1.3. Restaurar los ecosistemas, con énfasis en zonas críticas, y recuperar las especies prioritarias para la conservación con base en el mejor conocimiento científico y tradicional disponibles.</p>	<p>1.3.3. Restaurar los ecosistemas naturales terrestres, dulceacuícolas y marinos, con énfasis en zonas críticas, para recuperar los servicios ambientales que proveen mediante un enfoque interdisciplinario, integral, intersectorial, participativo y territorial de largo plazo.</p>	<p>Se ejecutará un programa de restauración ecológica que incluye obras de conservación de suelo y aguas y reforestación, con el objetivo de recuperar el funcionamiento ecosistémico del banco de extracción una vez terminado su tiempo de vida útil.</p>
<p>2. Fortalecer la acción climática a fin de transitar hacia una economía baja en carbono y una población, ecosistemas, sistemas productivos e infraestructura estratégica resilientes, con el apoyo de los conocimientos científicos, tradicionales y tecnológicos disponibles.</p>		
<p>2.2. Diseñar, establecer y coordinar políticas e instrumentos para reducir emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, así como promover y conservar sumideros de carbono, en concordancia con los compromisos nacionales e internacionales.</p>	<p>2.2.2. Reducir emisiones por deforestación y degradación del suelo, impulsando el modelo de manejo integrado del territorio, instrumentos de fomento al desarrollo rural bajo en carbono y resiliente, la conservación e incremento de acervos de carbono forestal y la distribución equitativa de beneficios.</p>	<p>La remoción de la vegetación por el cambio de uso de suelo será recuperada con el establecimiento de una reforestación con especies nativas en el banco de extracción.</p>
<p>2.5. Fomentar la educación, capacitación, investigación y comunicación en materia de cambio climático para motivar la corresponsabilidad de los distintos agentes en los esfuerzos</p>	<p>2.5.2. Impulsar una educación y cultura ambiental para coadyuvar a la mitigación y adaptación del cambio climático y promover modificaciones en los patrones de producción, consumo y ocupación del territorio.</p>	<p>Al personal que labore en todas las actividades del banco de extracción se le dará pláticas continuas de concientización ambiental, con la finalidad de que los trabajos se realicen en el</p>



Estrategia prioritaria	Línea de acción	Vinculación con el proyecto
de mitigación y adaptación, con enfoque biocultural.		marco de respeto y cuidado al medio ambiente.
3. Promover al agua como pilar de bienestar, manejada por instituciones transparentes, confiables, eficientes y eficaces que velen por un medio ambiente sano y donde una sociedad participativa se involucre en su gestión.		
3.1. Garantizar progresivamente los derechos humanos al agua y al saneamiento, especialmente en la población más vulnerable	3.1.1. Proteger la disponibilidad de agua en cuencas y acuíferos para la implementación del derecho humano al agua.	En el área del proyecto no se encuentra presente ningún cuerpo de agua, aun así, se implementarán las medidas necesarias para la protección a los cuerpos de agua, no habrá vertimientos de ningún tipo, en caso de ser necesario, de manera que se garantice el buen estado del sistema hidrológico del área.
4. Promover un entorno libre de contaminación del agua, el aire y el suelo que contribuya al ejercicio pleno del derecho a un medio ambiente sano.		
4.1. Gestionar de manera eficaz, eficiente, transparente y participativa medidas de prevención, inspección, remediación y reparación del daño para prevenir y controlar la contaminación y la degradación.	4.1.1. Impulsar una gestión integral del desempeño ambiental y de monitoreo y evaluación con información de calidad, suficiente, constante y transparente para prevenir la contaminación y evitar la degradación ambiental.	La presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular, se elabora con el objetivo de exponer los impactos negativos y positivos que pudiera generar el proyecto en el medio ambiental, social y económico; también se exponen las medidas correctoras a implementar, de tal modo que sirva a la Secretaría como instrumento de evaluación para emitir un dictamen respecto a la ejecución de las actividades.



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

IV.1. Delimitación del área de influencia

El área de influencia es aquella en la que se manifiestan los impactos ambientales significativos derivados del desarrollo del proyecto, obra o actividad, en cualquiera de sus fases, sobre los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico (MADS, 2018).

Cuando se ejecuta cualquier obra o actividad en el medio natural, se pueden identificar dos áreas de influencia, las cuales son:

Área de influencia directa: es aquella donde se manifiestan los impactos generados por las actividades de construcción y operación; está relacionada con el sitio del proyecto y su infraestructura asociada. Esta área puede variar según el tipo de impacto y el elemento del ambiente que se esté afectando; por tal razón, se debe delimitar las áreas de influencia de tipo abiótico, biótico y socioeconómico.

Área de influencia indirecta: es el área donde los impactos trascienden el espacio físico del proyecto y su infraestructura asociada, es decir, la zona externa al área de influencia directa y se extiende hasta donde se manifiestan los impactos.

Para la identificación de las áreas de influencia del proyecto se tomaron en cuenta los impactos que habrá sobre los factores físicos, biológicos y sociales en las diferentes etapas, identificando lo siguiente.

- **Área de influencia directa**

Pérdida de la cubierta vegetal: el proyecto requiere de la remoción de la vegetación, la cual solamente se realizará dentro del polígono sujeto a Cambio de Uso de Suelo, de manera que será un impacto puntual.

Pérdida de hábitats: este efecto se generará por la remoción de la vegetación, por lo que solamente se manifestará dentro del polígono de Cambio de Uso de Suelo.



Disminución de la infiltración: este impacto se dará por el retiro de la cubierta vegetal y por la compactación causada por la circulación de la maquinaria, de manera que únicamente se producirá en el área sujeta a Cambio de Uso de Suelo y en el camino de acceso.

Susceptibilidad del suelo a erosión: este efecto adverso está limitado al área de Cambio de Uso de Suelo debido a que será consecuencia de la remoción de la vegetación y del despalle del suelo.

Compactación del suelo: el suelo será compactado por la circulación de la maquinaria encargada de la extracción y por la circulación de los camiones en el banco, por lo que solo se manifestará en el área de Cambio de Uso de Suelo y en el camino de acceso.

Analizando los efectos adversos anteriores, se puede notar que las actividades que involucra el proyecto tendrán una influencia directa solamente sobre el polígono sujeto a cambio de uso de suelo y en el camino de acceso, por lo que estas zonas se pueden considerar como el área de influencia directa.

- **Área de influencia indirecta**

De algunas actividades que se llevarán a cabo se desprenderán efectos que pueden manifestarse más allá del área del proyecto. Las que se identificaron son: el desplazamiento de la fauna silvestre, el posible arrastre de sedimentos y la ralentización del tránsito vehicular causado por los camiones de transporte del material.

Desplazamiento de la fauna: dado que se ejecutará un programa que involucra el ahuyentamiento de las especies de fauna, se delimitó un área en la que se prevé que se dispersen los individuos. Es complejo saber con exactitud la zona a la que se pudieran dispersar los ejemplares faunísticos, es por ello que para esta delimitación se tomó en cuenta el tipo de vegetación y la cobertura que presenta el área del proyecto y se delimitó una zona con las mismas características, a la que se considera que las especies pudieran desplazarse. Se excluyeron las zonas utilizadas para agricultura, así como el área urbana, debido a que no hay probabilidad de que los animales se trasladen a estas áreas.

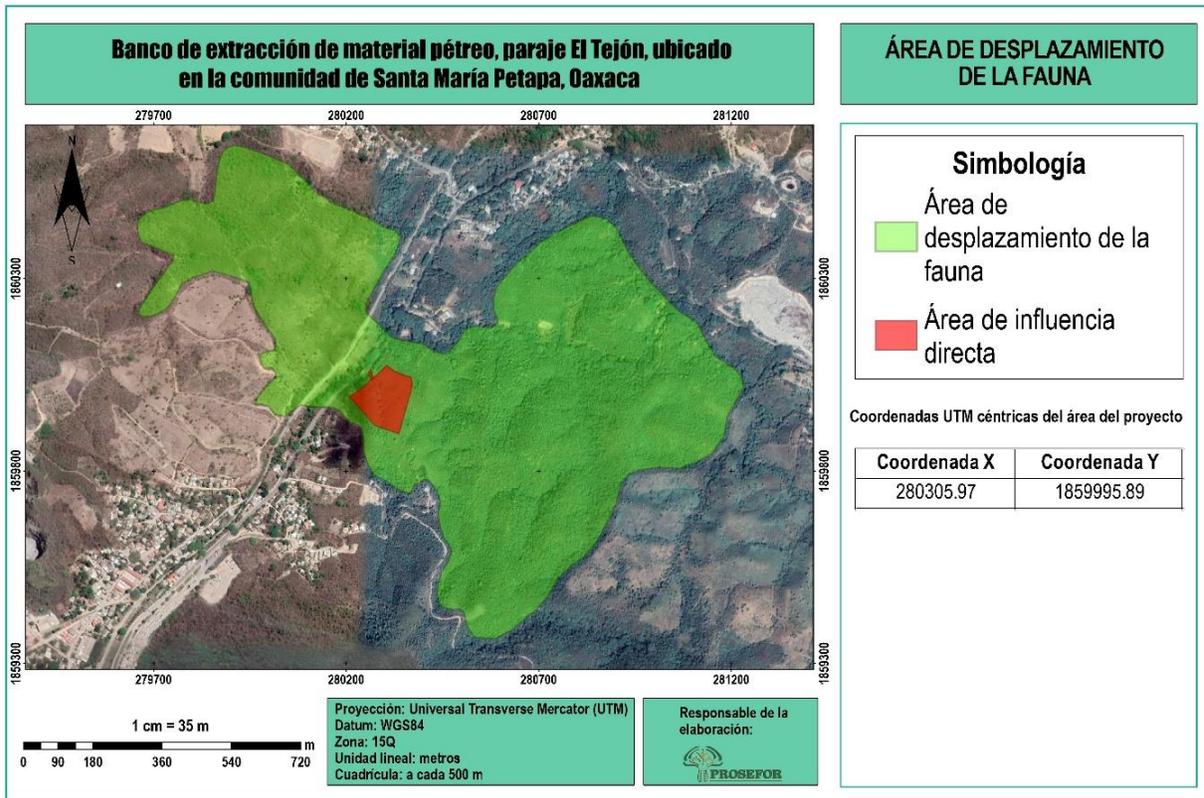


Figura IV-1. Área de desplazamiento de la fauna silvestre.

Posible arrastre de sedimentos: por el aprovechamiento del material pétreo, cabe la posibilidad de que en el banco quede material que pueda ser arrastrado por las lluvias, sin embargo, la franja de amortiguamiento servirá como barrera para evitar que estos sedimentos puedan ser desplazados más allá de los bordes del banco.

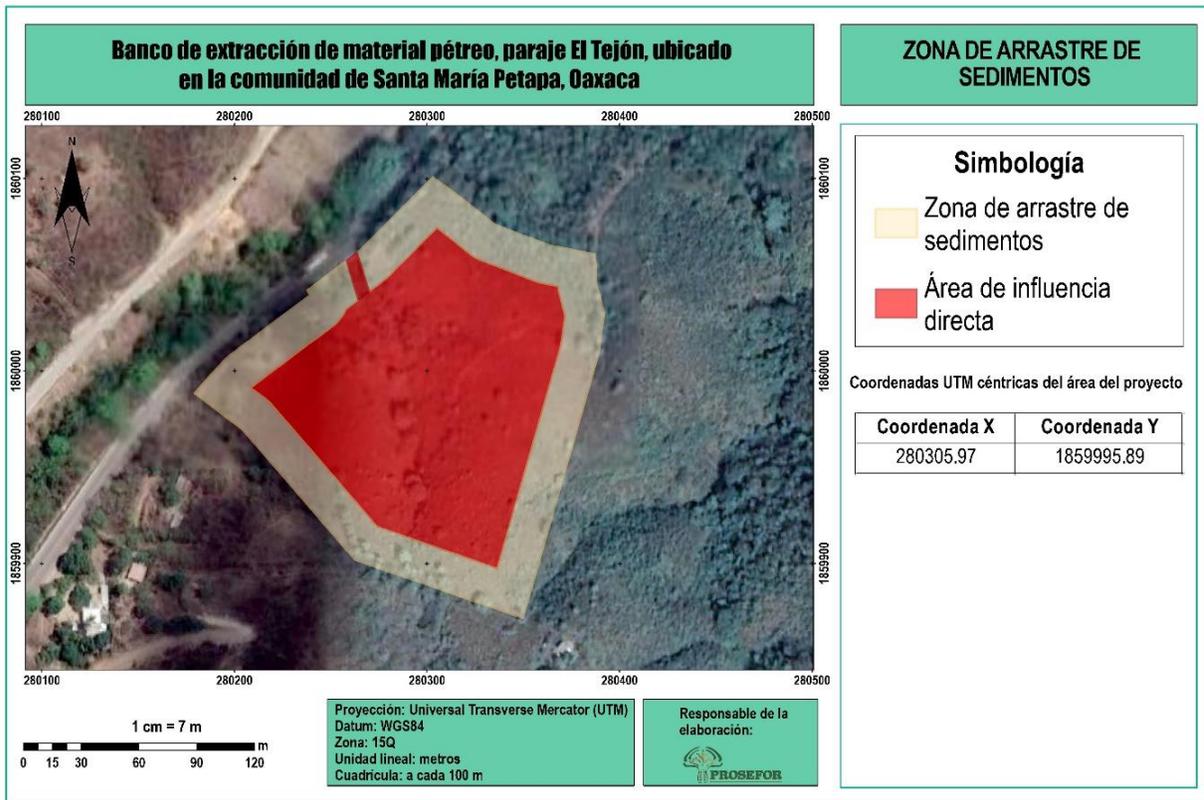


Figura IV-2. Zona de posible arrastre de sedimentos.

Ralentización de la circulación vehicular: para evitar la dispersión de polvo y como medida de seguridad, los camiones de transporte del material circularán a velocidades bajas por la carretera Estatal 49 Lagunas-Santa María Petapa, por lo que es posible que se pueda ralentizar la circulación de los vehículos que circulan por esa vialidad, de tal modo que esta zona se considera como área de influencia indirecta.

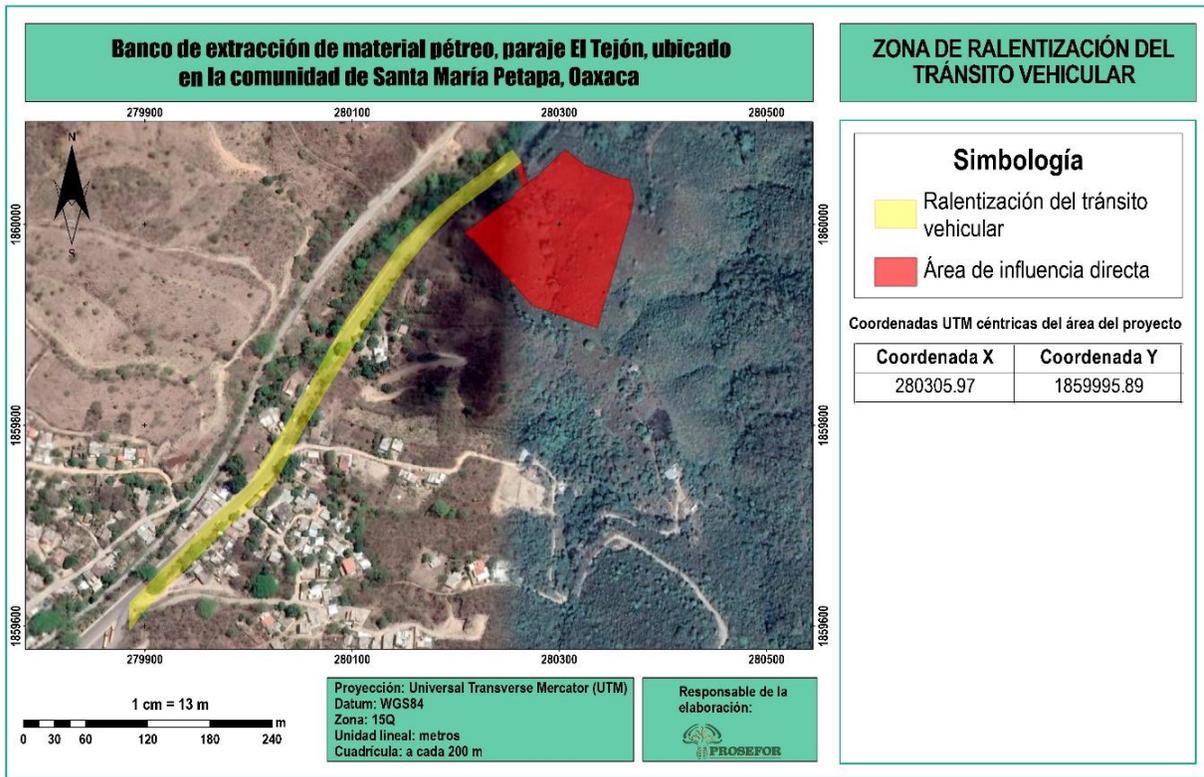


Figura IV-3. Zona de ralentización del tráfico vehicular.

En el siguiente plano se muestra el área de influencia directa e indirecta del proyecto.

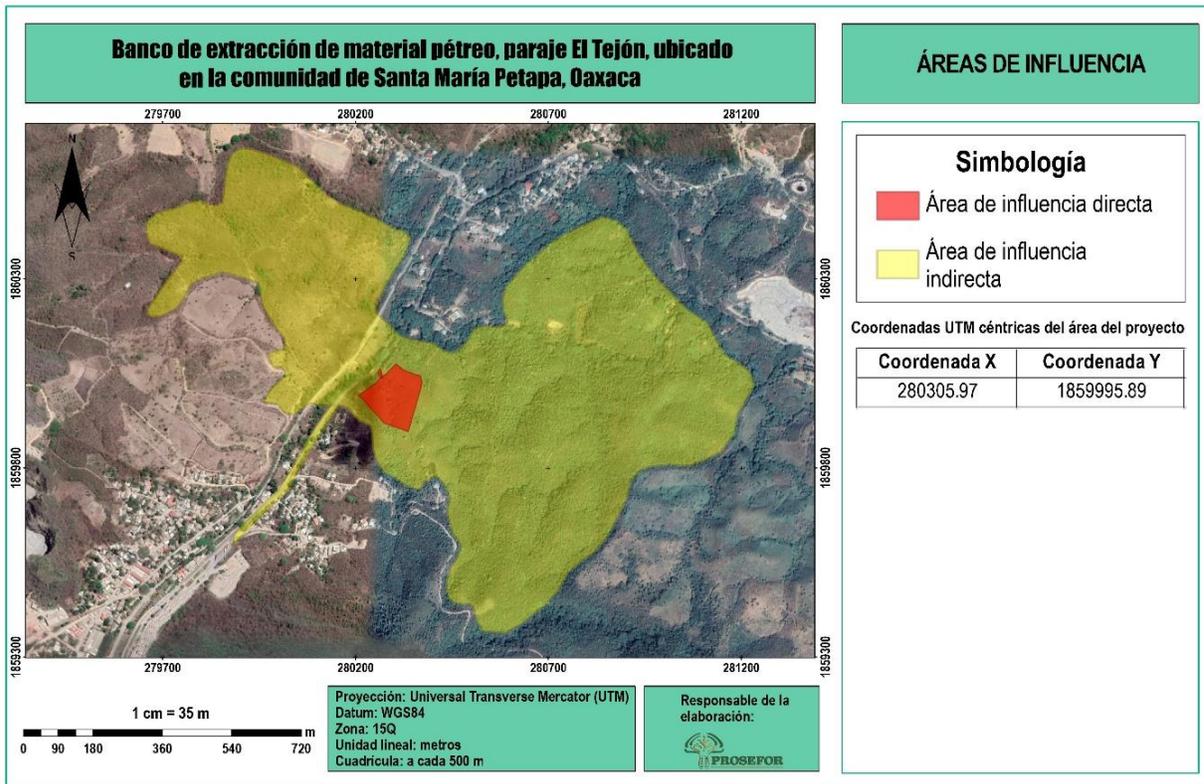


Figura IV-4. Área de influencia directa e indirecta del proyecto.

IV.2. Delimitación del sistema ambiental

Ritter *et al.* (2007) mencionan que, todas las partes de un sistema mantienen una interacción recíproca y cada una, por pequeña que sea, puede influir en el comportamiento del conjunto. Esto implica que la forma de actuar de un sistema no es predecible mediante el análisis de sus partes por separado, sino que la estructura del sistema es lo que determina los resultados.

Por su parte, SEMARNAT establece que el Sistema Ambiental es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

Para la delimitación del SA del proyecto se tomaron como criterio principal las características puntuales de la zona en la que se ubica. La razón por la que no se utilizaron las regionalizaciones hechas por los ordenamientos territoriales es porque estas delimitaciones presentan superficies muy grandes comparadas con la extensión del proyecto. Por ejemplo, el proyecto se ubica en la Unidad Ambiental Biofísica 141 (Sierras del Sureste de Oaxaca) del

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), esta UAB tiene un área de 769 473 ha, por lo que el área del proyecto solo representa el 0.00037 % de su extensión; por otro lado, el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO) indica que el proyecto se localiza en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 027, la cual tiene una extensión de 1 767.67 ha, de manera que el proyecto únicamente representa 0.16 % de esta superficie.

Respecto a Planes de Desarrollo Urbano, el municipio en el que se localiza no cuenta con este tipo de programas, por lo que no existe un uso específico para el territorio que ocupa.

Es por esto que la delimitación del SA se realizó empleando características más puntuales de la zona en la que se realizará el proyecto; específicamente se tomaron como criterios las áreas de drenaje de las corrientes hidrológicas y las curvas de nivel.

Áreas de drenaje de las corrientes hidrológicas: el área de drenaje de una corriente hidrológica es la porción del terreno que, por sus características geomorfológicas, dirige su escurrimiento pluvial hacia un determinado cauce. En la siguiente figura se muestra el área de drenaje de una corriente.

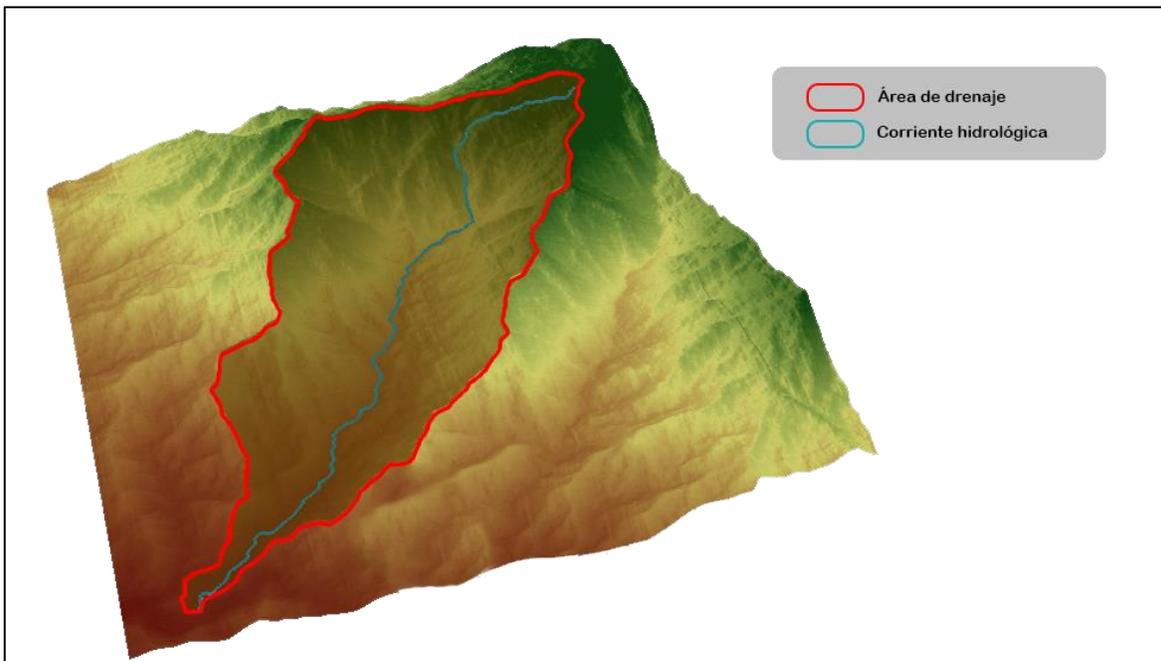


Figura IV-5. Área de drenaje de una corriente hidrológica.

Dentro del área el proyecto no se localiza ninguna corriente, sin embargo, para conocer el área de drenaje en la que se encuentra inmerso el proyecto se tomaron las corrientes más cercanas, y utilizando la plataforma Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL) de INEGI se obtuvo la delimitación, como se muestra en la siguiente figura.

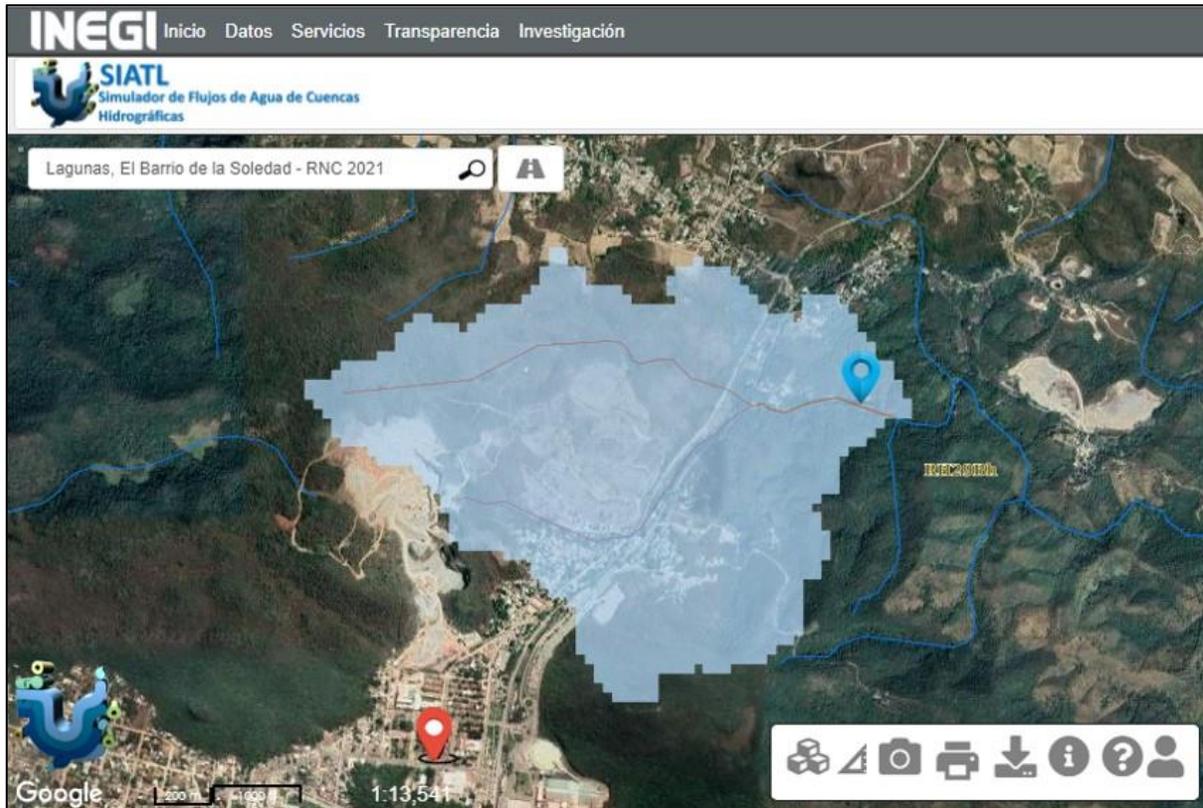


Figura IV-6. Obtención de las áreas de drenaje de la plataforma SIATL.

El área de drenaje obtenida en esta plataforma se usó como Sistema Ambiental del proyecto, debido a que los bordes de tal área se delimitan por la forma del terreno, obteniendo con ello un sistema natural hidrológico funcional y con ello, todos los procesos que se desprenden de este, tales como transporte de minerales, la productividad del suelo, el establecimiento de las diferentes formas de vida vegetal, hidratación de la fauna, recarga de los mantos acuíferos, etc.; a un nivel suficientemente representativo del ecosistema de tal modo que sirve como referencia para la evaluación del impacto ambiental.

Curvas de nivel: las áreas de drenaje de una corriente hidrológica se forman por las irregularidades que presenta el terreno, este fenómeno hace que las áreas drenadas se delimiten

por las partes más elevadas del relieve o el parteaguas. De esta manera, los bordes del SA también quedaron alineados a las curvas de nivel, ajustándose a las partes más altas de la zona.

En la siguiente figura se muestra el Sistema Ambiental delimitado.

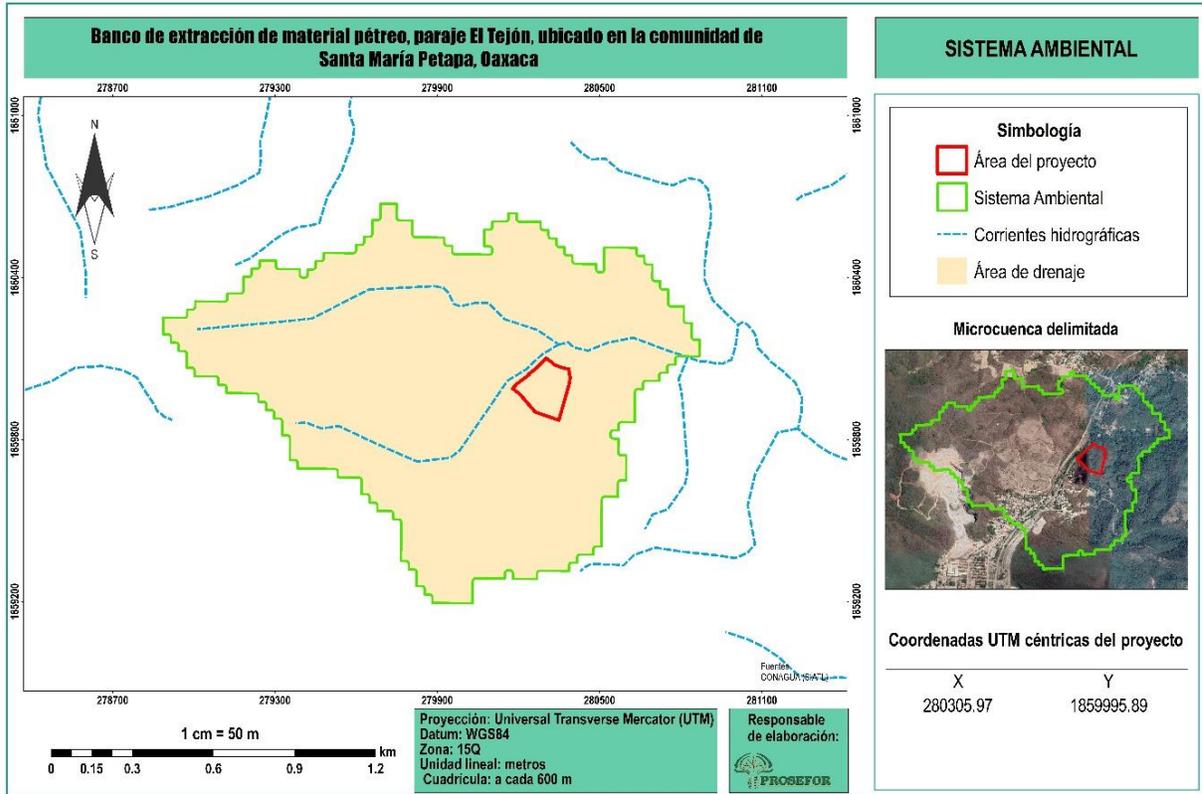


Figura IV-7. Sistema Ambiental Delimitado.

El Sistema Ambiental delimitado presenta una composición vegetal homogénea, ya que presenta solamente un tipo de vegetación (Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia), por lo que, es una unidad ecosistémica que sirve de referencia para evaluar la capacidad de asimilación del ecosistema ante los impactos ambientales. Para asegurar que los impactos adversos no excedan los límites del SA ambiental delimitado, se conservará intacta una franja de amortiguamiento de 20 m de ancho alrededor del área de aprovechamiento.

En cuanto a la fauna, se considera que dentro del SA se cumplen de manera completa los ciclos y procesos naturales de sobrevivencia de las especies, ya que este presenta todos los recursos y requerimientos que demandan los animales para su subsistencia. Esto también asegura que en

el momento en que se desplacen del área del proyecto podrán encontrar de manera inmediata un refugio dentro del SA.

La razón por la que no se emplearon los elementos artificiales (como la carretera Estatal 49 Lagunas-Santa María Petapa o la mancha urbana) en la delimitación del SA, se debe a que los procesos sociales o culturales también se consideran parte del funcionamiento del medio, por lo que también amerita evaluar el impacto del proyecto sobre el factor humano.

De manera general, tomando en cuenta que el SA ambiental se delimita por la topografía de la zona y además encierra procesos hidrológicos, florísticos y faunísticos completos, así como interacción antropogénica, se puede concluir que, es un ecosistema completamente funcional y una unidad de referencia para evaluación del impacto ambiental que pudiera causar el proyecto.

IV.3. Caracterización y análisis del sistema ambiental

La caracterización y análisis del sistema ambiental donde se encuentra inmerso el predio en donde se desarrollará el proyecto se ha realizado mediante el análisis integral de los diversos componentes del medio, tanto bióticos como abióticos y aspectos socioeconómicos. Información derivada de consultas bibliográficas en literatura especializada, así como de cartografía de instituciones, y de la recopilación de información biológica derivada de muestreos y recorridos realizado tanto en el predio como en el sistema ambiental que se ha delimitado para el proyecto. Con esta información fue posible conocer la relación proyecto-ambiente.

IV.3.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA

IV.3.1.1. Medio abiótico

IV.3.1.1.1. Clima y fenómenos meteorológicos

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen (1936) modificado por García (1964) reportan que el clima del predio y el sistema ambiental es Cálido subhúmedo (Aw1), que presenta temperatura media anual entre 18° y 22 °C, el porcentaje de lluvia invernal oscila entre 5 y 10.2 % y el grado de humedad con cociente P/T entre 43.2 y 55.3.

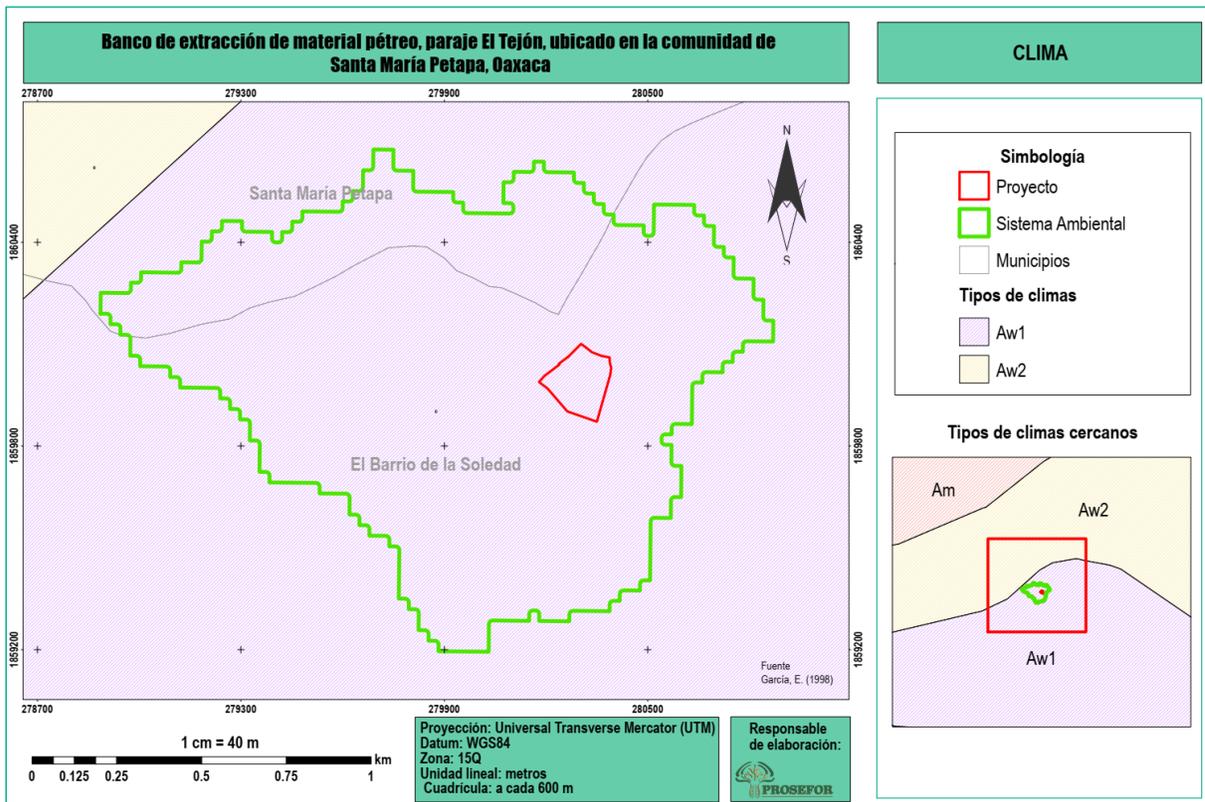


Figura IV-8. Mapa climático del área de estudio.

La información climatológica, se complementó con los datos obtenidos de la estación climatológica No. 20134 “Santiago Chivela”, ubicado a 12.37 km al sureste de donde se ubica el predio “El Tejón”.

a) Evaporación

De acuerdo con la estación meteorológica No. 20134, durante el periodo comprendido entre los años 1961 al 2009, la evaporación promedio mensual presenta la tendencia mostrada en la siguiente figura; en donde se puede apreciar que el mes donde el nivel de evaporación es mayor es en el mes de mayo con 217.6 mm. De forma general, se observa que desde el mes de marzo empieza a aumentar en nivel de evaporación, lo cual tiene una estrecha relación con los niveles de temperatura. Por otra parte, el mes con menor nivel de evaporación promedio es en diciembre para este mismo periodo.

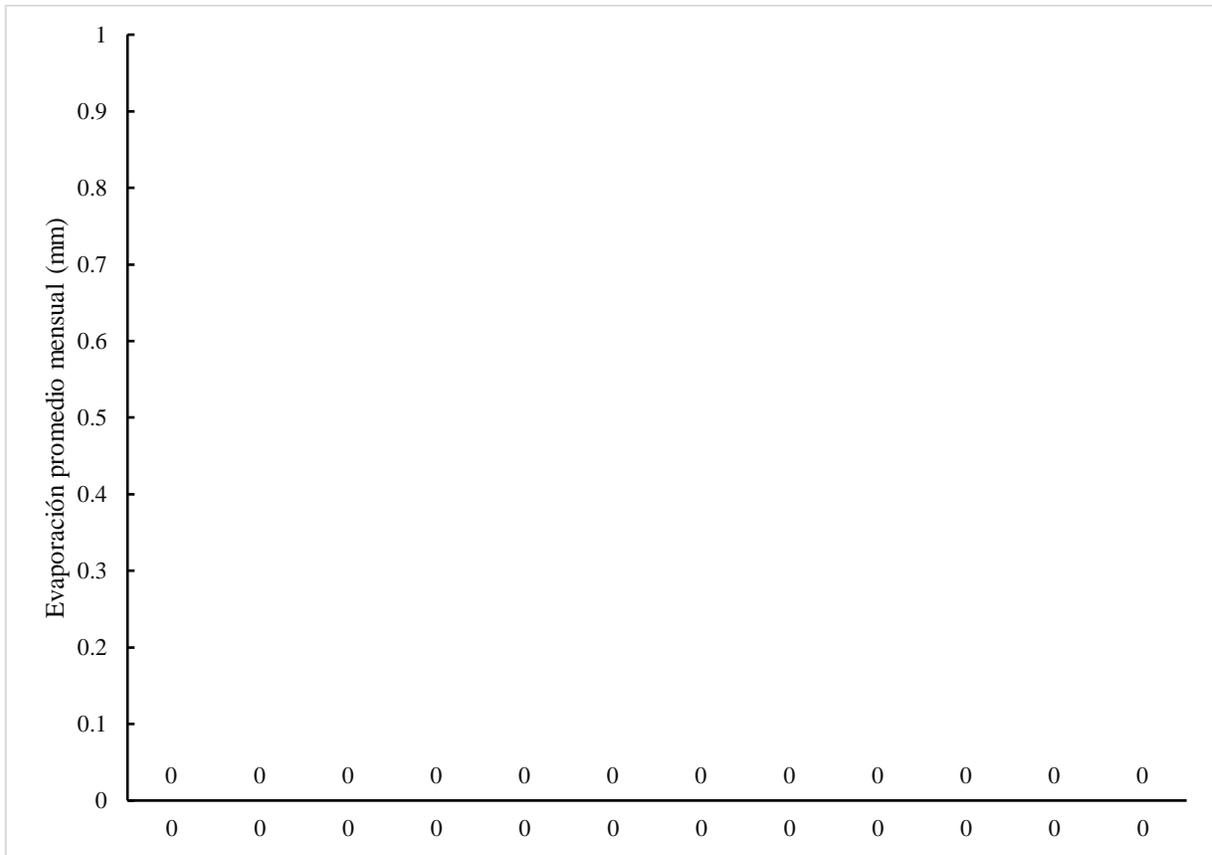


Figura IV-9. Tendencia de la evaporación promedio mensual del periodo 1961 al 2009.

b) Precipitación y temperatura

La precipitación promedio mensual del periodo 1949 al 2015 indican que el mes más lluvioso durante este periodo ha sido septiembre con una precipitación promedio mensual de 263.61 mm mientras que el mes con menor precipitación es abril con 9.49 mm. Sin embargo, se puede observar que el periodo de lluvias va de junio a octubre.

Con respecto a la temperatura para el mismo periodo, se tiene que el promedio máximo ocurre en el mes de mayo con 27.74°C, seguido por el mes de abril con 26.73°C y el mes más frío corresponde a enero con 21.66 ligeramente menor con el mes de diciembre al presentar una temperatura de 21.99°C. Estas tendencias se pueden apreciar en el siguiente climograma.

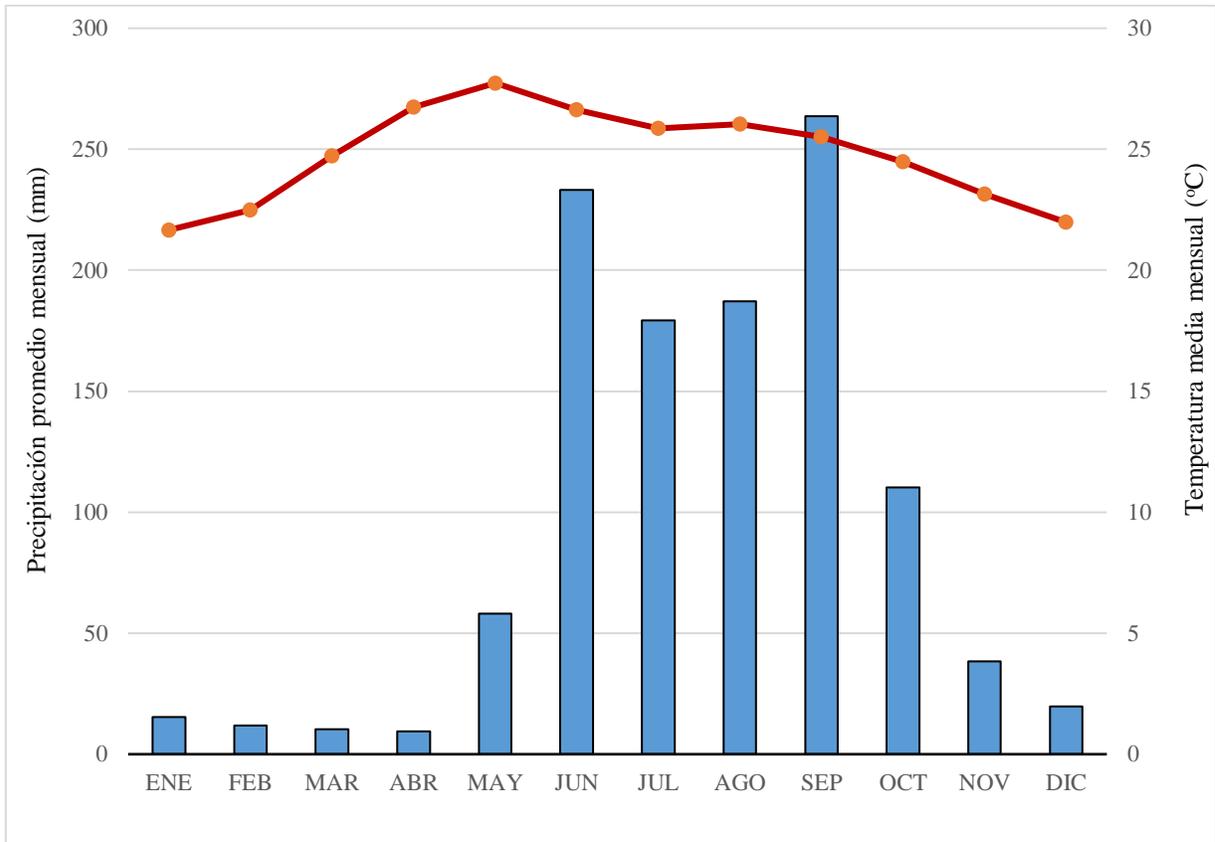


Figura IV-10. Climograma del periodo 1949 al 2015 elaborado con datos de la estación No. 20134.

Referente a eventos meteorológicos, se considera que la zona donde se desarrollará el proyecto tiene baja probabilidad de ocurrencia de ciclones tropicales, como lo presentan Rosengaus *et al.* (2002) en los mapas de trayectoria de ciclones tropicales del periodo 1951 a 2000 en donde muestran la baja incidencia de estos eventos en la zona de ubicación del predio “El Tejón”.

IV.3.1.1.2. Geología

a) Origen geomorfológico

INEGI (1989) en su Conjunto de Datos Vectoriales Geológicos, reporta que en el Sistema Ambiental y en el proyecto se localiza dos tipos de rocas: arenisca-conglomerada y caliza; las arenisca-conglomerado son de clase sedimentaria y su origen corresponde al periodo jurásico de la era mesozoica clásica de origen continental depositada como relleno de fosas tectónicas. Está constituida por capas masivas de color rojo, que en ocasiones presentan estratos con

espesores de 5 a 30 centímetros y las calizas son rocas calcáreas estratificada compuesta principalmente de mineral calcita, que por calcinación da la cal viva.

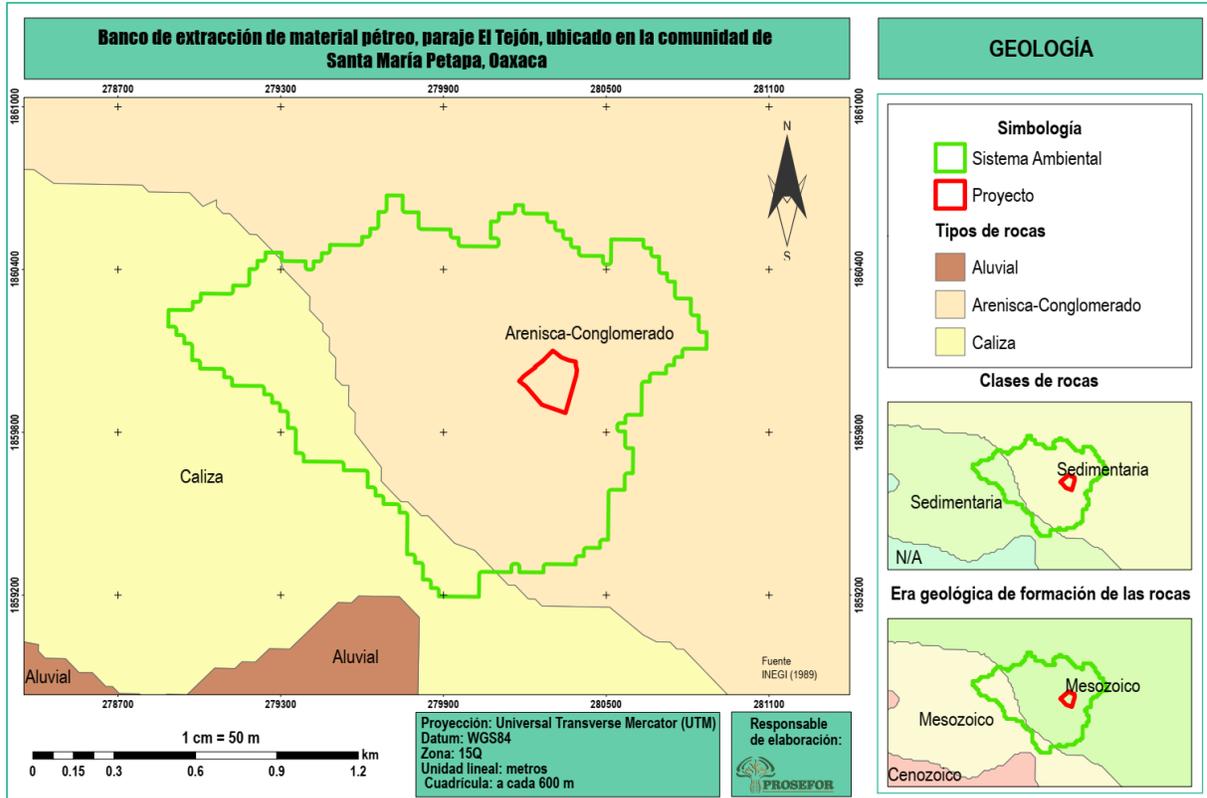


Figura IV-11. Tipos de rocas reportadas para la zona de estudio.

b) Fallas y fracturas

Dentro del predio donde se va a desarrollar el proyecto, así como en su Sistema Ambiental no pasa ninguna falla ni fractura, por lo que, se considera una zona sin movimientos que pudiera derivarse de estas fallas. La fractura más cercana al proyecto está a 824.91 km en línea recta y con respecto al Sistema Ambiental está a 314.23 km, como se aprecia en la siguiente figura.

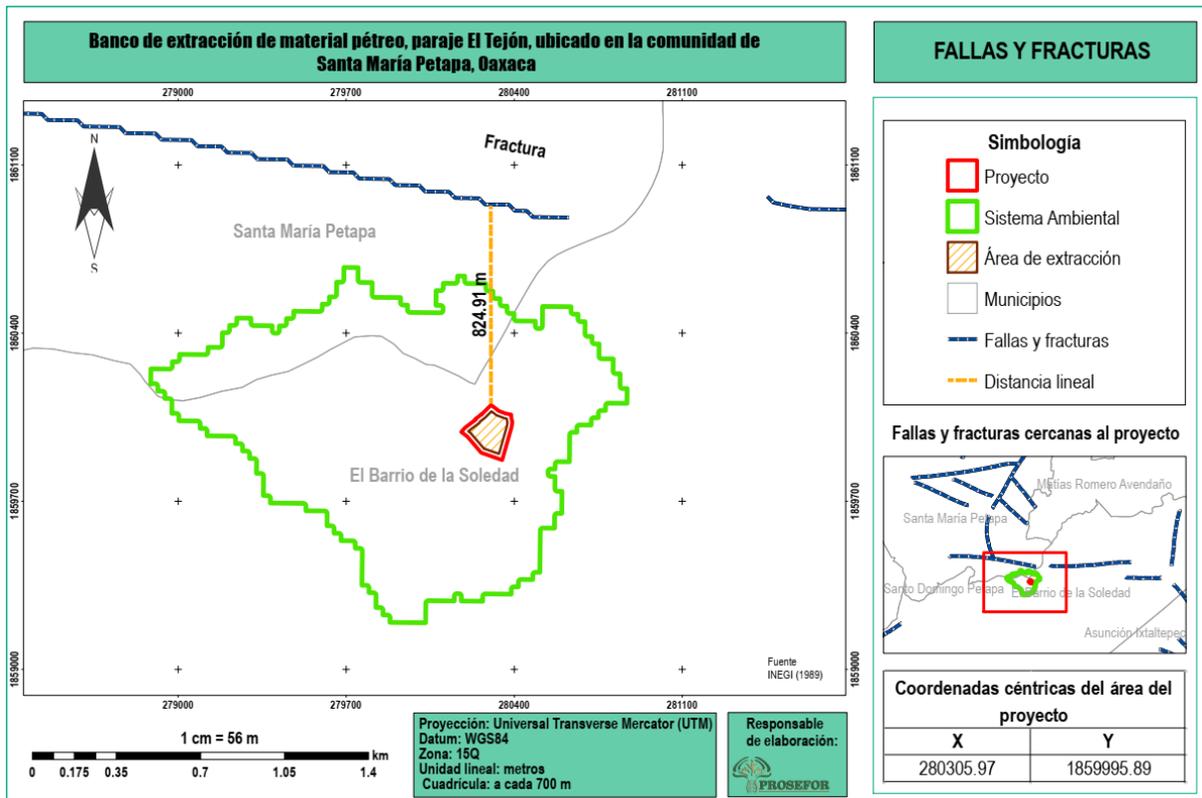


Figura IV-12. Ubicación del proyecto con referencia a fallas y fracturas.

c) Sismicidad

La República Mexicana está situada en una de las regiones sísmicamente más activas del mundo, enclavada dentro del área conocida como el Cinturón Circumpacífico donde se concentra la mayor actividad sísmica del planeta. La alta sismicidad en el país se debe a la interacción entre las Placas de Norteamérica, la de Cocos, la del Pacífico, la de Rivera y la del Caribe, así como fallas locales que corren a lo largo de varios estados, aunque estas últimas menos peligrosas. La Placa Norteamericana se separa de la del Pacífico, pero roza con la del Caribe y choca contra las de Rivera y Cocos, de aquí la incidencia de sismos (Servicio Geológico Mexicano, 2017).

La República Mexicana se dividió en cuatro zonas sísmicas, utilizándose los catálogos de sismos del país desde inicios del siglo:

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

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

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

De acuerdo con la regionalización sísmica y la ubicación del predio donde se desarrollará el proyecto se sabe que está ubicado en la zona D, donde la actividad sísmica es frecuente, por lo que, se implementarán acciones de capacitación al personal para que sepan qué hacer en caso de que ocurra algún evento de este tipo durante el tiempo de vida útil del proyecto.

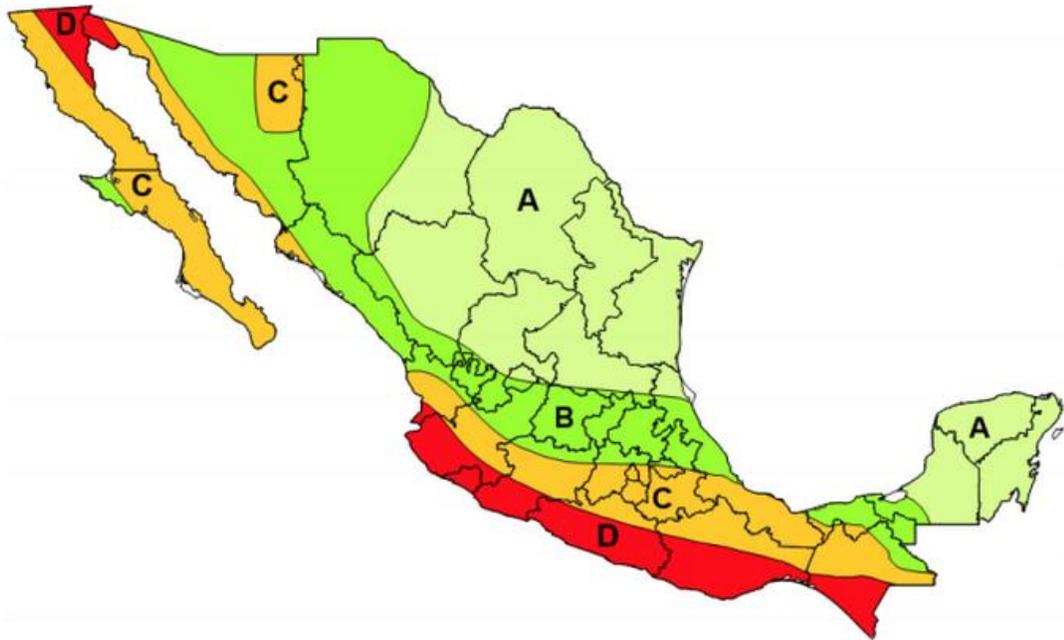


Figura IV-13. Zonas sísmicas de la República Mexicana.

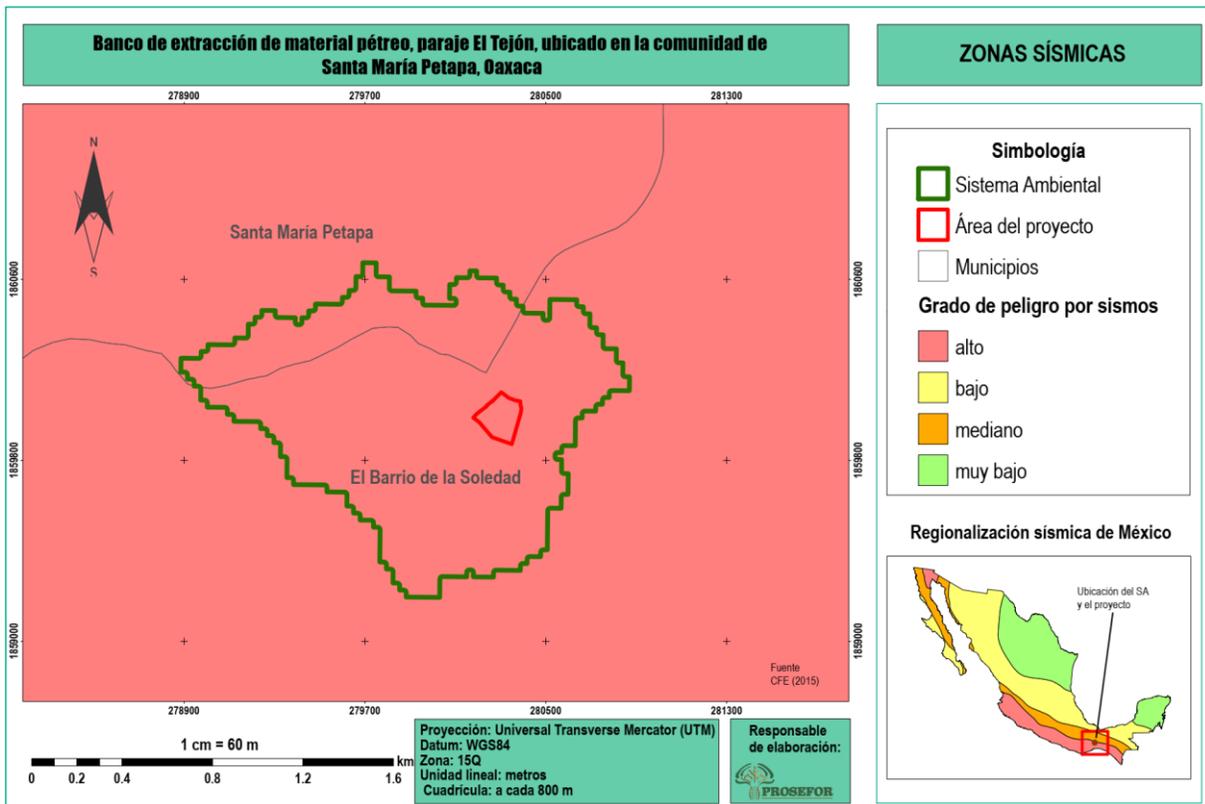


Figura IV-14. Ubicación del proyecto con referencia a las zonas sísmicas.

d) Zonas susceptibles a deslizamientos

El término deslizamiento de laderas se emplea para designar a los movimientos talud debajo de materiales térreos, que resultan de un desplazamiento hacia abajo y hacia afuera de suelos, rocas y vegetación, bajo la influencia de la gravedad. Estas inestabilidades se caracterizan porque los materiales que componen la masa fallada se pueden mover por derrumbe o caída, deslizamiento, flujo y desplazamiento lateral. Algunos deslizamientos son rápidos porque ocurren en segundos, mientras que otros pueden tomar horas, semanas, meses, o aun lapsos mayores para que se desarrolle. Los deslizamientos pueden ser desencadenados tanto por cambios en el ambiente natural, como por actividades humanas. De acuerdo con la Regionalización de zonas susceptibles a inestabilidad de laderas, el proyecto se ubica en la Región Pacífico Sur y el nivel de susceptibilidad es alto (Coordinación Nacional de Protección civil, 2016).

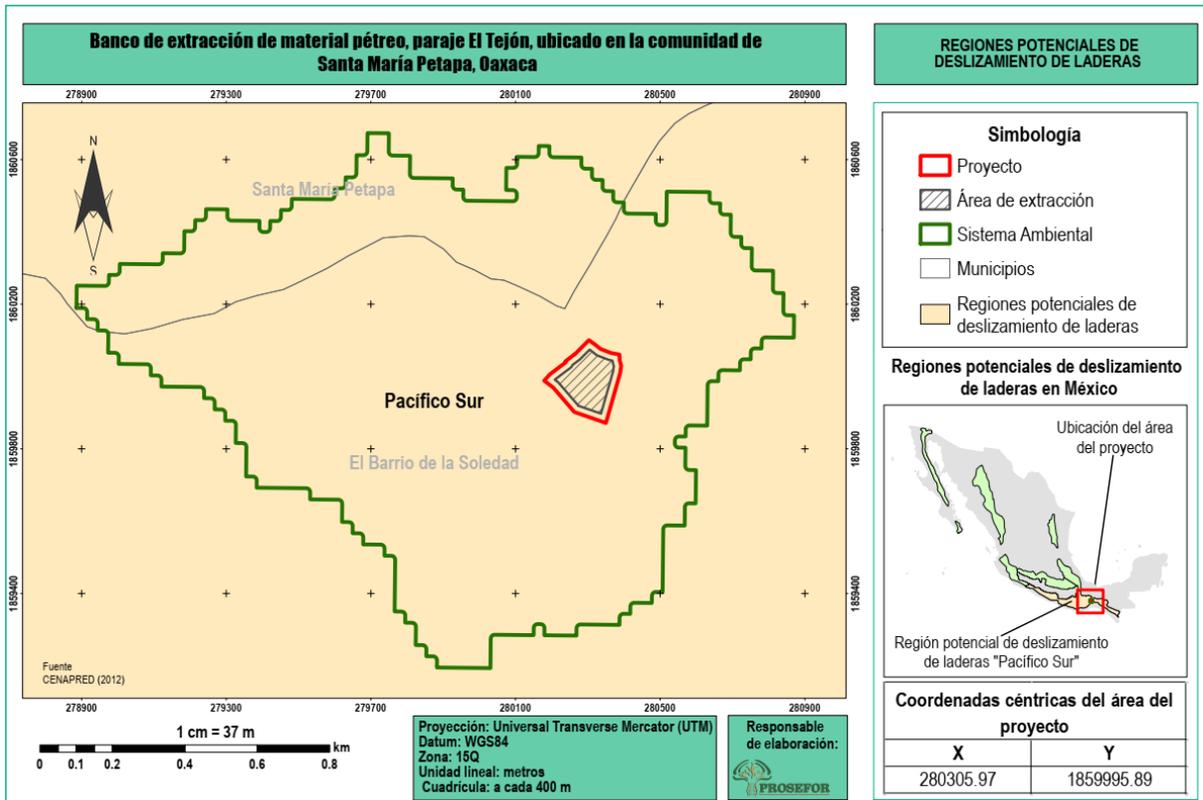


Figura IV-15. Mapa de Regiones Potenciales de Deslizamiento de Laderas.

e) Zonas con riesgo de inundaciones

El conjunto de datos vectoriales de peligro por inundaciones de CENAPRED (2015), reporta que la microcuenca a la que pertenece el predio donde se va a desarrollar el proyecto presenta Índices de Peligro por Inundaciones alto y bajo y de forma específica el predio su índice es bajo. Esto se puede apreciar en el plano siguiente.

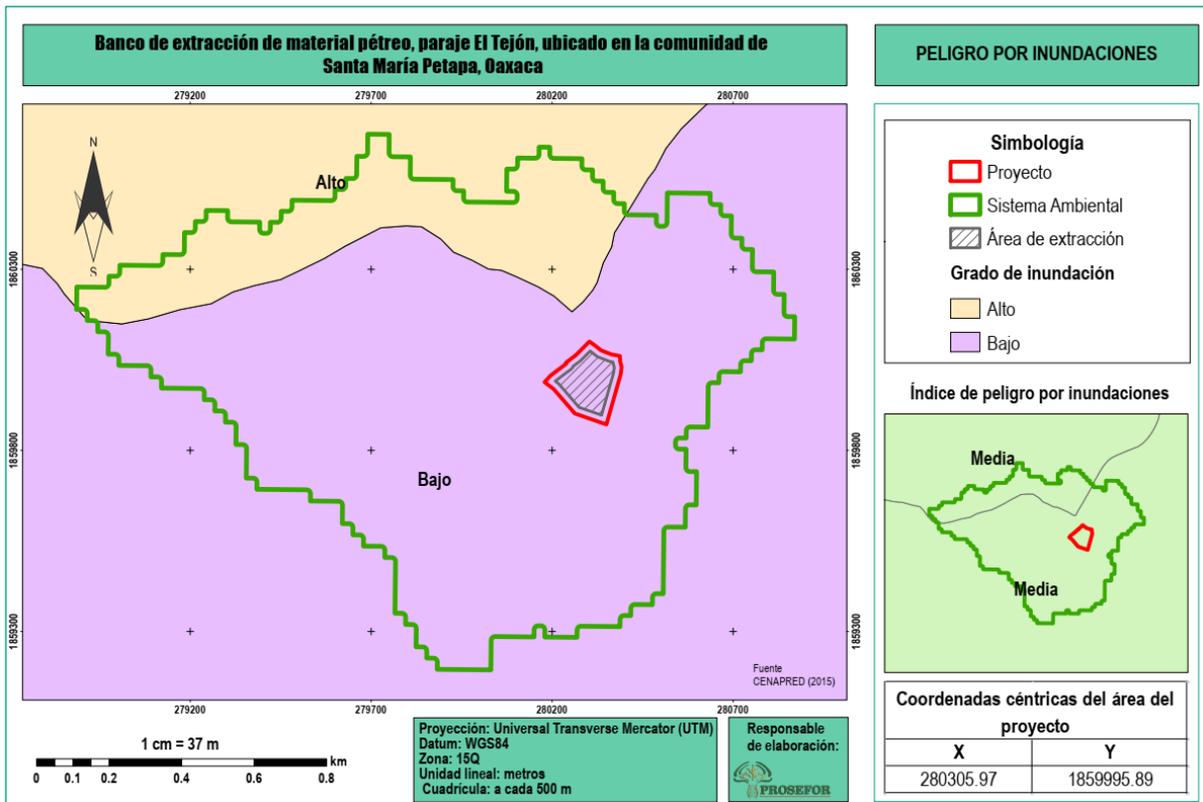


Figura IV-16. Mapa de zonas con índices de peligro por inundaciones.

f) Actividad volcánica

Dentro de la Sistema Ambiental no se ubican volcanes, el más cercano se ubica a 167.71 km y corresponde a San Martín Pajapan, el cual es un estratovolcán y se ubica en el estado de Veracruz.

Por la distancia a la que se encuentra este volcán, el Sistema Ambiental y el predio donde se va a desarrollar el proyecto, no tiene riesgo de sufrir afectaciones por lava, cenizas u otro efecto adverso derivado de las actividades volcánicas.

La siguiente figura muestra la ubicación del volcán San Martín Pajapan y su distancia respecto al Sistema Ambiental y al predio.

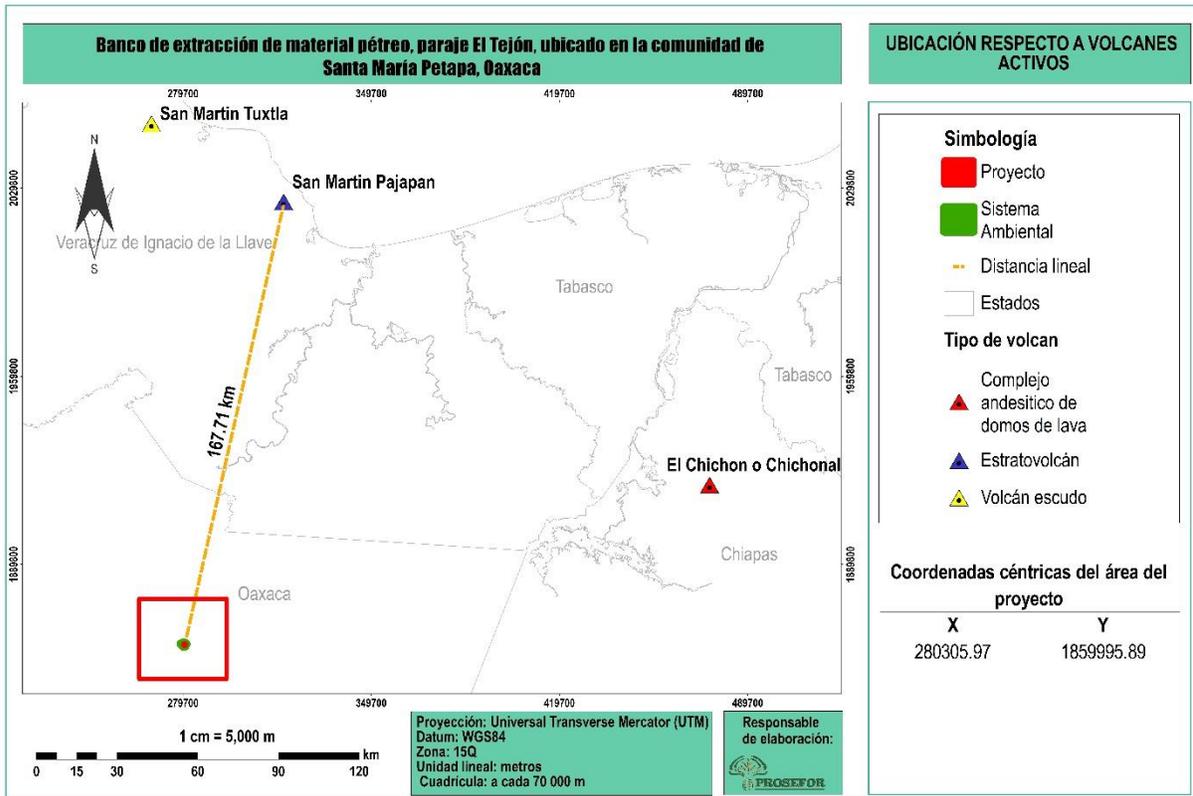


Figura IV-17. Ubicación del volcán más cercano al Sistema Ambiental y al predio.

IV.3.1.1.3. Geomorfología
 a) Provincias fisiográficas

El Sistema Ambiental (SA) y el predio donde se desarrollará el proyecto se localiza dentro de la provincia Cordillera Centroamericana, la cual, de acuerdo con INEGI (2004), es una cadena montañosa que inicia en el Istmo de Tehuantepec y se extiende en dirección sureste hasta la República de Nicaragua, atravesando los territorios de Guatemala, Honduras y El Salvador. En México ocupa parte de los estados de Chiapas, Veracruz y Oaxaca; en este último estado abarca 12 % de la superficie estatal, englobando partes de la subprovincia Sierras del Sur de Chiapas y de la discontinuidad Llanura del Istmo.

La porción superior de las rocas que se encuentran en esta provincia fisiográfica, tienen una gran variedad de edades, yendo desde cuarcitas del paleozoico medio, localizadas al sur de Tehuantepec, hasta calizas cretácicas que se ubican entre La Concordia y Cintalapa, Chiapas (INECC, 2007).

La siguiente figura muestra la ubicación del proyecto con referencia a la provincia fisiográfica.

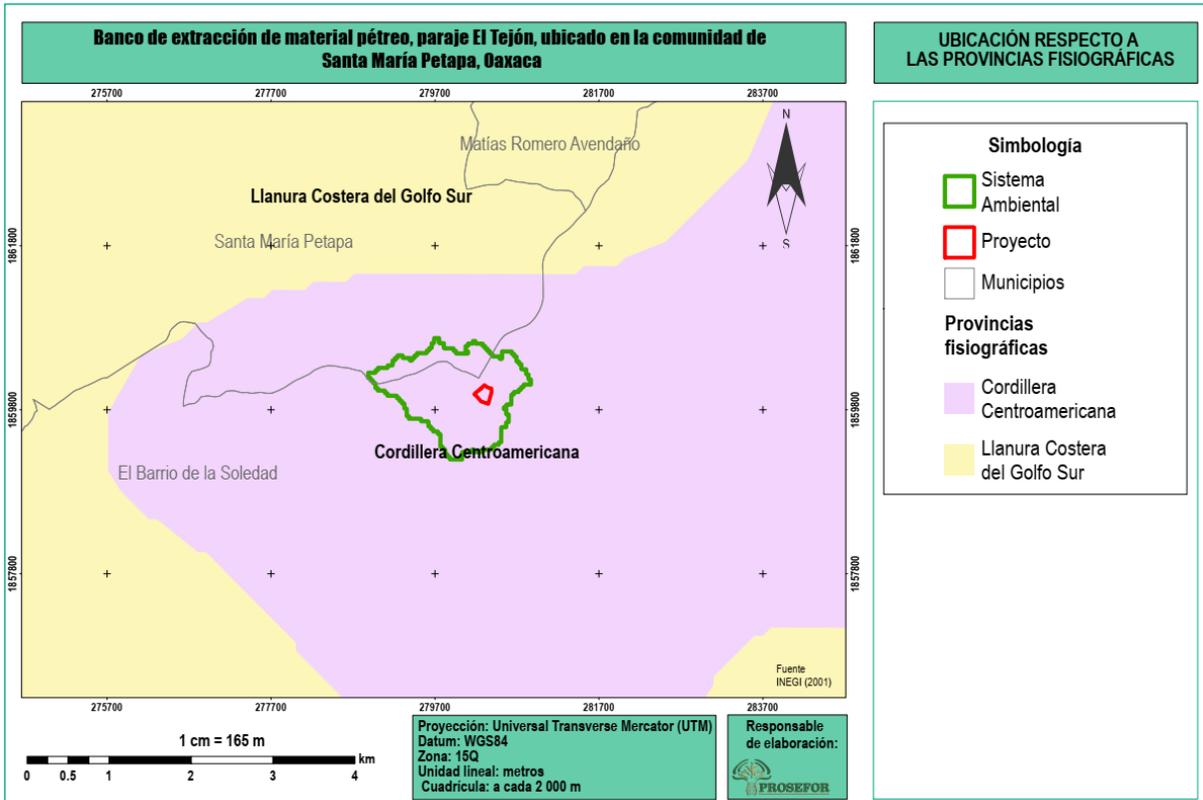


Figura IV-18. Provincia fisiográfica en la que se encuentra inmerso el proyecto.

b) Subprovincias fisiográficas

La subprovincia fisiográfica donde se encuentra el SA y por ende el predio es la número 83 y se denomina Sierras del Sur de Chiapas. De acuerdo con INEGI (2004), esta subprovincia forma parte de la zona conocida regionalmente como Sierra Atravesada, y en el estado de Oaxaca se sitúa en el distrito de Juchitán.

Al norte, noroeste y oeste colinda con la subprovincia Llanura Costera Veracruzana, al suroeste con la de Sierras Orientales, al sur con la discontinuidad Llanura del Istmo, al este se introduce en Chiapas y en el noreste colinda con la Sierras del Norte de Chiapas.

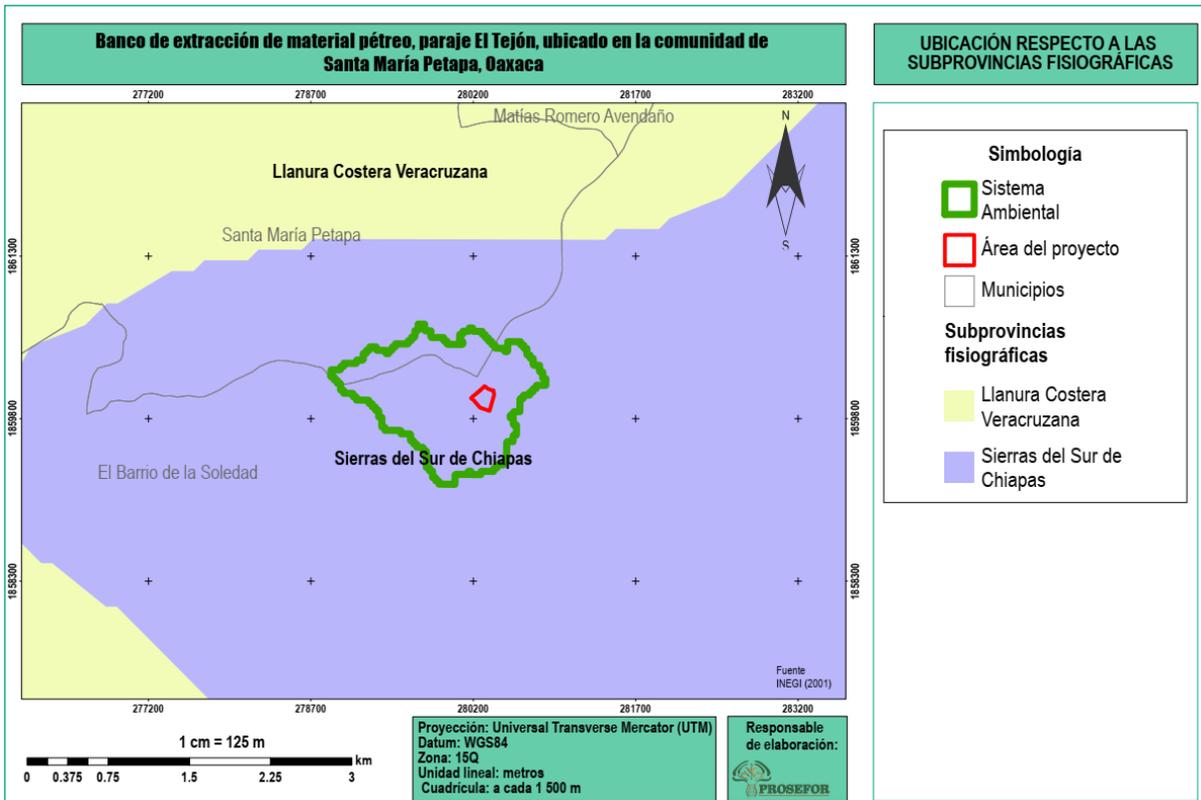


Figura IV-19. Ubicación del proyecto con referencia a las subprovincias fisiográficas.

c) Sistema de toposformas

INEGI (2001) reporta en su conjunto de datos vectoriales fisiográficos que, el Sistema Ambiental y el predio, se localizan en el sistema de toposformas de tipo Sierra bajo la denominación de Sierra Alta de Cumbres Escarpadas. De acuerdo con INEGI (2004), esta sierra presenta una altitud máxima de 2 250 m la cual se ubica en el centro-sur. En su lado oeste también se encuentran elevaciones importantes, como el Cerro Chichón y la del Cordón el Retén que tienen alturas de 1 950 m.

En este sistema de toposformas se origina la corriente hidrológica El Corte, la cual pasa por Santa María Chimalapa y vierte sus aguas al río Coatzacoalcos, otras corrientes importantes son las de Espíritu Santo, La Blanca y Ostuta.

En la siguiente figura se muestra la ubicación del SA y predio respecto a los sistemas de toposformas.

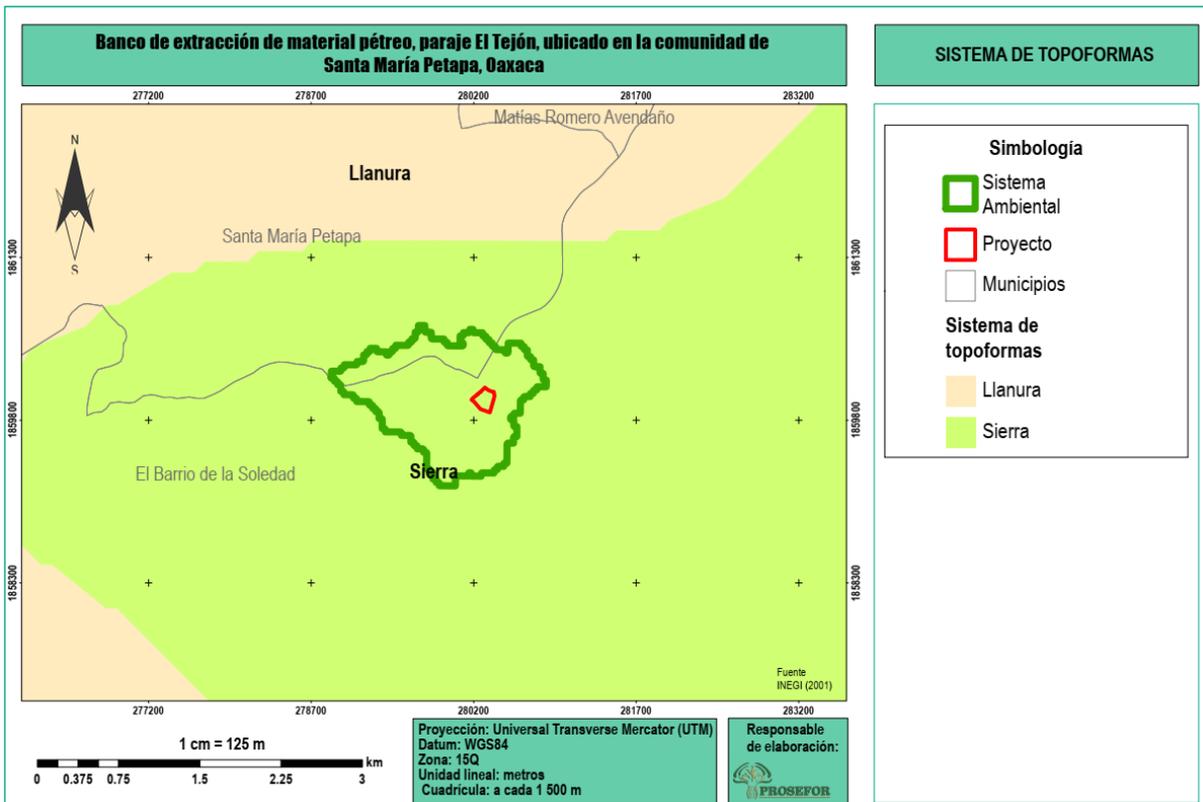


Figura IV-20. Sistema de toposformas donde se ubica el predio y su SA.

d) Relieve

El conjunto de datos vectoriales de la carta topográfica digital E15C53F de INEGI (2011), reporta que, en el SA y predio se presentan elevaciones que alcanzan una altura desde 200 a 480 m. El siguiente plano, fue generado a partir de las curvas de nivel de este conjunto de datos vectoriales, en él se muestra la modelación del relieve del SA.

En el SA se realizó un estudio de campo en el que se establecieron sitios de muestreo de flora y transectos de muestreo de fauna, además, en estas áreas muestreadas se registraron las características de los componentes físicos, entre ellas, los niveles de altitud del terreno. Se obtuvieron altitudes que van desde 234 hasta 289 m, siendo la diferencia de 55 m entre la zona más baja y la más alta muestreada, por lo que se puede caracterizar al SA como una zona con un relieve irregular, lo cual guarda lógica con el tipo de sistema de toposformas en el que se ubica (sierra).

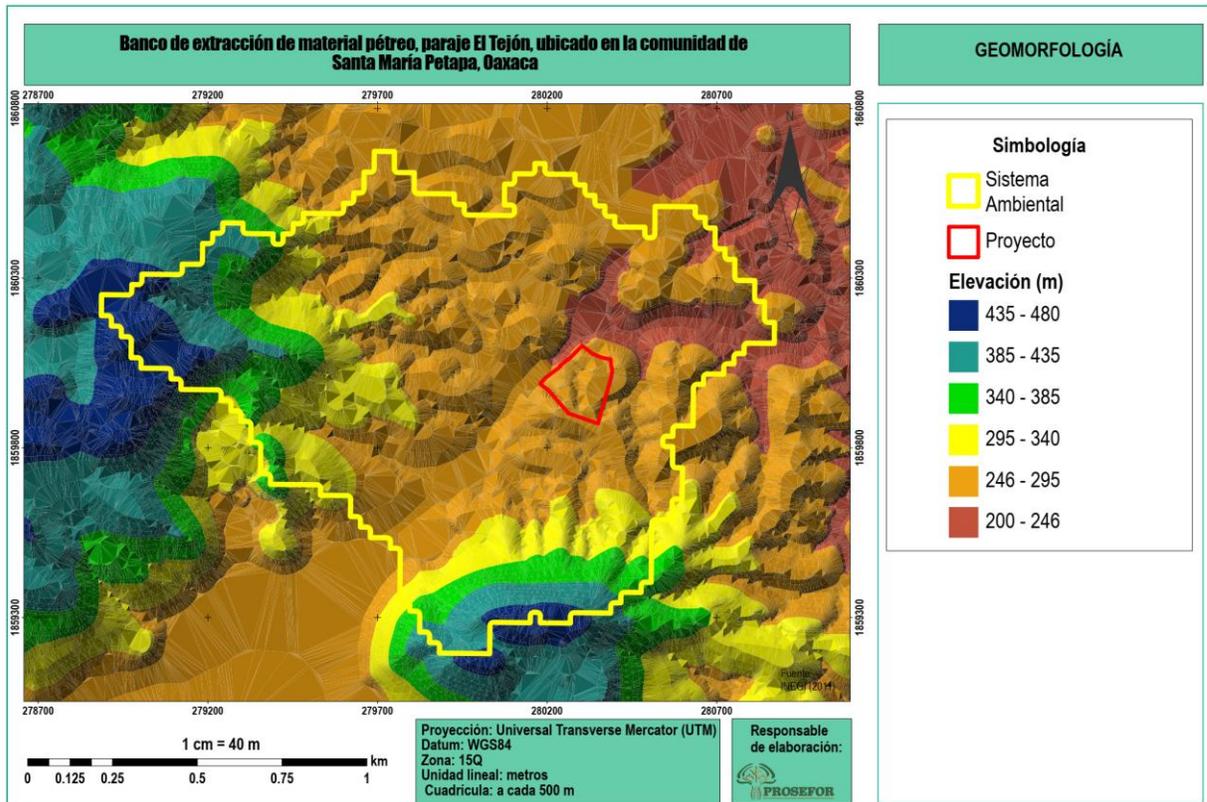


Figura IV-21. Relieve del SA y predio.

e) Pendiente

A partir de la información de alturas reportadas en las curvas de nivel de la carta topográfica digital E15C53F de INEGI (2011), se elaboró un plano de pendientes del SA y del predio; con ello se pudo identificar que el área presenta porcentajes de pendientes que van desde 0 hasta 176.53 %, como se muestra en la siguiente figura.

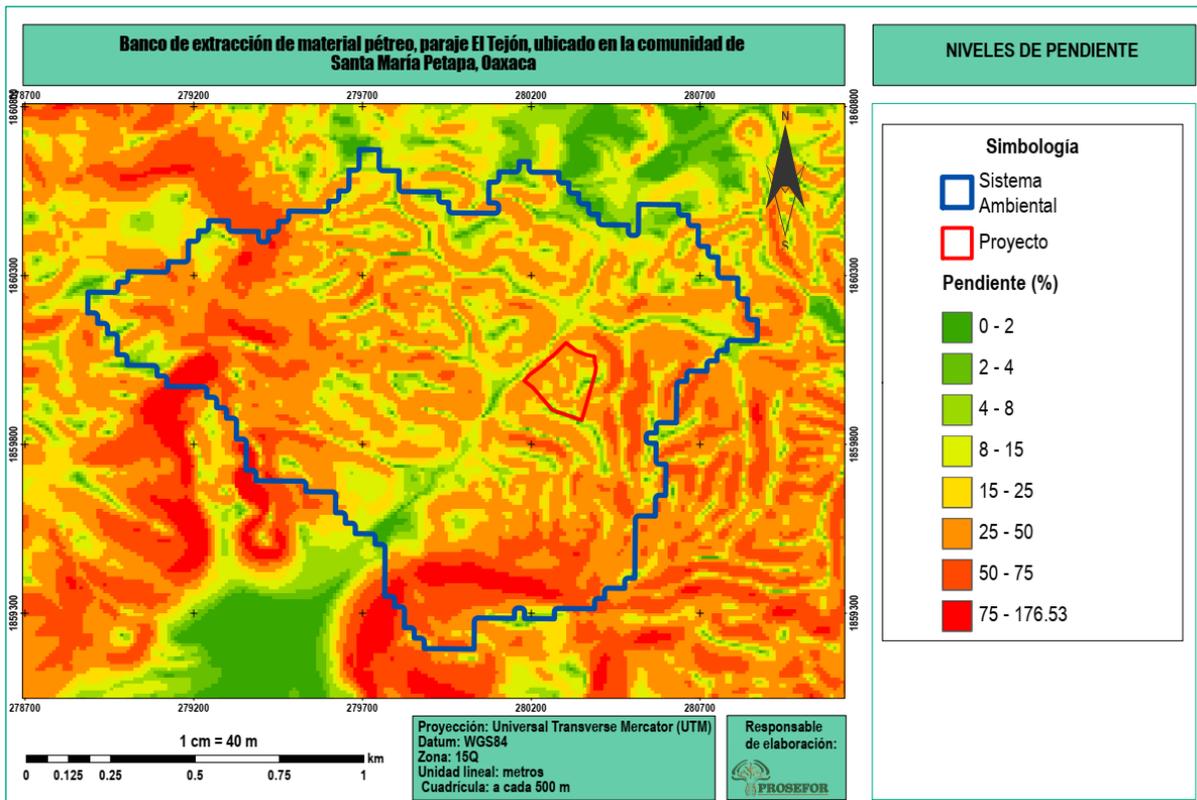


Figura IV-22. Mapa de pendiente del SA y predio.

Para corroborar esta información, durante el estudio florístico y faunístico realizado en campo, se midieron las pendientes del terreno en los sitios y transectos de muestreo, obteniendo para SA pendientes que van de 10 a 55 %.

Analizando estos valores de pendiente se puede mencionar que el SA presenta un terreno con gran variación de pendientes, respondiendo al tipo de relieve y al sistema de topofomas en el que se ubica.

IV.3.1.1.4. Suelos

La consulta de los tipos de suelo del SA y del predio se realizó en la carta edafológica E1510 Juchitán de INEGI (2007); en ella se reporta que a nivel sistema ambiental hay tres asociaciones de suelos, la primera su clave edafológica corresponde a LVcrlen+LPcamo+PHlv/3 (Luvisol crómico endoléptico + Leptosol calcárico mólico + Phaeozem lúvico) con textura fina; el segundo tipo de suelo que predomina corresponde a LVdylen+CMdyhu+FLdy/2 (Luvisol dístico endoléptico + Cambisol dístico húmico + Fluvisol dístico) endoléptico con textura

media y la última asociación tiene la siguiente clave CMcrhu+PHhu+RGcalen/2 (Cambisol crómico húmico + Phaeozem húmico + Regosol calcárico endoléptico) con textura media. Como se aprecia en el siguiente mapa el grupo de suelo predominante en el sistema ambiental corresponde a Luvisol.

Cabe destacar que en el predio donde se desarrollará el proyecto presenta dos tipos de suelos, predominando también el Luvisol crómico y en mínima proporción el suelo de tipo Luvisol dístico.

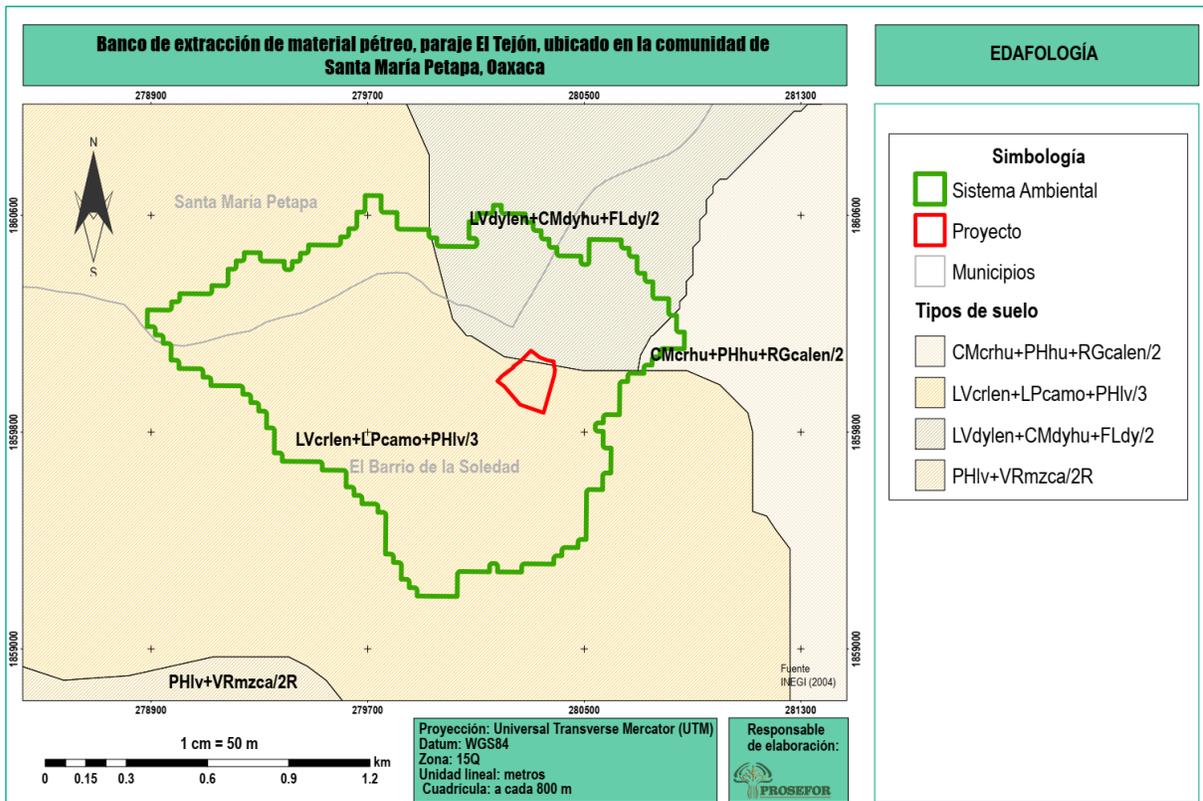


Figura IV-23. Mapa edafológico del predio y su sistema ambiental.

- **Cálculo de la pérdida de suelo**

Para detallar el estado de conservación del suelo, se procedió a estimar el nivel de erosión que ocurre en el predio por medio de la ecuación universal de pérdida de suelo, bajo tres diferentes escenarios:

1. Escenario actual (sin la ejecución del proyecto).

2. Con la ejecución del proyecto.
3. Con la implementación de obras de conservación de suelos.

Estimación de la tasa de erosión sin la ejecución del proyecto

Se presentará la estimación de cada uno de los factores que componen a la ecuación universal de pérdida de suelo, para finalmente calcular la tasa de erosión que ocurre en el predio bajo las condiciones actuales (tipo de suelo, vegetación, clima, entre otros).

Factor R

El factor R es de tipo climático que indica el potencial erosivo de las precipitaciones (Montes-León *et al.*, 2001). La estimación de este factor se realizó a partir de la precipitación media anual y se aplicó la ecuación de la región 12 por la ubicación del proyecto; estas regiones fueron determinadas por Cortés y consultado en Montes-León *et al* (2011).

Primero, para estimar la precipitación media anual, se consultó los datos de precipitación acumulada anual para el periodo 2001 a 2015, siendo los datos más recientes con las que cuenta la estación meteorológica activa más cercana al proyecto (estación No. 20134 denominado Santiago Chivela). De ella se obtuvo la precipitación media anual, siendo de 932.55 mm.

Con este dato de precipitación se aplicó la ecuación de la región 12, como a continuación se presenta:

$$R = 2.4619 \times P + 0.00606 \times P^2 \text{ Ecuación para la región 12.}$$

Donde:

P es la precipitación promedio anual.

Sustituyendo valores, queda como sigue:

$$R = 2.4619 \times (932.55) + 0.006067 \times (932.55)^2 = \mathbf{7,572.0084}$$

El valor del Factor de erosividad que en este caso es de 7,572.0084 MJ/mm/ha/h, será el mismo valor para los tres escenarios a estimar en el área del proyecto.

Factor K

El factor de erodabilidad del suelo indica el grado de susceptibilidad o resistencia de un horizonte específico del suelo a la erosión. Para determinar el valor de este factor se utilizó información edafológica de INEGI (2016), básicamente datos de tipo de suelo dominante y la textura del mismo, que se reporta para el predio donde se desarrollará el proyecto. Como se mencionó anteriormente, se sabe que en el predio predomina el suelo de tipo Luvisol y la textura que se reporta corresponde a fina y media.

Para el cálculo de este factor se utilizó el método propuesto por la FAO (1980), en el que se establece una serie de valores de K de acuerdo a la unidad de suelo, su clasificador y su textura. Debido a que en el predio se encuentran dos tipos de suelo, el valor final de K es una ponderación de los valores individuales, ya que Loredo (2007) especifica que, en aquellos suelos que están formados con dos o más unidades, se obtiene el valor de K de cada una y se procede a realizar una ponderación para obtener un solo valor de este factor.

La ponderación final del valor K se realizó multiplicando el peso de cada unidad de suelo de acuerdo a la superficie que ocupan en el predio y su valor de K, obteniendo con ello un valor de **0.0134**, como se indica en el siguiente cuadro.

Cuadro IV-1. Valores de K de las unidades de suelo en el predio.

Unidad de suelo	Textura	Superficie (ha)	Peso de superficie por tipo de suelo	Valores de K	Peso*K
Luvisol crómico	Fina	1.6492	0.987	0.013	0.0128
Luvisol dístrico	Media	0.0223	0.013	0.04	0.0005
Total		161.55		Valor final de K	0.0134

Conociendo el tipo de suelo y su textura, se utilizó la clasificación de suelos del World Reference Base for Soil Resources (WRB) para conocer el valor del factor K, y es como se indica en el siguiente cuadro.

Cuadro IV-2. Valores del factor K de acuerdo con el tipo de clasificación desarrollada por la WRB.

Tipo de suelo	Unidad	Textura		
		Gruesa	Media	Fina
Acrisol	A	0.026	0.04	0.013
Acrisol férrico	Af	0.013	0.02	0.007
Acrisol gléyico	Ag	0.026	0.04	0.013
Acrisol húmico	Ah	0.013	0.02	0.007
Acrisol órtico	Ao	0.026	0.04	0.013
Acrisol plántico	Ap	0.053	0.079	0.026
Cambisol	B	0.026	0.04	0.013
Cambisol crómico	Bc	0.026	0.04	0.013
Cambisol dístrico	Bd	0.026	0.04	0.013
Cambisol éutrico	Be	0.026	0.04	0.013
Cambisol férrico	Bf	0.013	0.02	0.007
Cambisol gléyico	Bg	0.026	0.04	0.013
Cambisol húmico	Bh	0.013	0.02	0.007
Cambisol cálcico	Bk	0.026	0.04	0.013
Cambisol vértico	Bv	0.053	0.079	0.026
Cambisol xérico	Bx	0.053	0.079	0.026
Chernozem (gléyico, háplico, cálcico y lúvico)	C(g, h, k, l)	0.013	0.02	0.007
Podzoluvisol (dístrico, éutrico y gléyico)	D (d, e, g)	0.053	0.079	0.026
Rendzina	E	0.013	0.02	0.007
Ferralsol (ácrico, húmico, ócrico, plántico, ródico y xántico)	F (a, h, o, p, r, x)	0.013	0.02	0.007
Gleysol	G	0.026	0.04	0.013
Gleysol calcárico	Gc	0.013	0.02	0.007
Gleysol dístrico	Gd	0.026	0.04	0.013
Gleysol éutrico	Ge	0.026	0.04	0.013
Gleysol húmico	Gh	0.013	0.02	0.007
Gleysol mólico	Gm	0.013	0.02	0.007
Gleysol plántico	Gp	0.053	0.079	0.026
Gleysol gélico	Gx	0.053	0.079	0.026
Gleysol vértico	Gv	0.053	0.079	0.026
Feozem (calcárico, gléyico, háplico y lúvico)	H (c, g, h, l)	0.013	0.02	0.007
Litosol	I	0.013	0.02	0.007
Fluvisol	J	0.026	0.04	0.013
Fluvisol calcárico	Jc	0.013	0.02	0.007
Fluvisol dístrico	Jd	0.026	0.04	0.013

Tipo de suelo	Unidad	Textura		
		Gruesa	Media	Fina
Fluvisol eútrico	Je	0.026	0.04	0.013
Fluvisol tiónico	Jt	0.053	0.079	0.026
Fluvisol plíntico	Jp	0.053	0.079	0.026
Kastañosem (húmico, cálcico y lúvico)	K (h, k, l)	0.026	0.04	0.013
Luvisol	L	0.026	0.04	0.013
Luvisol alábico	La	0.053	0.079	0.026
Luvisol crómico	Lc	0.026	0.04	0.013
Luvisol férrico	Lf	0.013	0.02	0.007
Luvisol gléyico	Lg	0.026	0.04	0.013
Luvisol cálcico	Lk	0.026	0.04	0.013
Luvisol órtico	Lo	0.026	0.04	0.013
Luvisol plíntico	Lp	0.053	0.079	0.026
Luvisol vértico	Lv	0.053	0.079	0.026
Greysen (átrico y gléyico)	M(a, g)	0.026	0.04	0.013
Nitosol (dístrico, étrico y húmico)	N (d, e, h)	0.013	0.02	0.007
Histosol (dístrico, étrico y gélico)	O (d, e, x)	0.013	0.02	0.007
Podzol	P	0.053	0.079	0.026
Podzol férrico	Pf	0.053	0.079	0.026
Podzol gléyico	Pg	0.053	0.079	0.026
Podzol húmico	Ph	0.026	0.04	0.013
Podzol léptico	Pi	0.026	0.04	0.013
Podzol órtico	Po	0.053	0.079	0.026
Podzol plácico	Pp	0.053	0.079	0.026
Arenosol (alábico, cámbico, ferrálico y lúvico)	Q (a,c, f, l)	0.013	0.02	0.007
Regosol	R	0.026	0.04	0.013
Regosol étrico	Re	0.026	0.04	0.013
Regosol calcárico	Rc	0.013	0.02	0.007
Regosol dístrico	Rd	0.026	0.04	0.013
Regosol gélico	Rx	0.053	0.079	0.026
Solonetz	S	0.053	0.079	0.026
Solonetz gléyico	Sg	0.053	0.079	0.026
Solonetz mólico	Sm	0.026	0.04	0.013
Solonetz órtico	So	0.053	0.079	0.026
Andosol	T	0.026	0.04	0.013
Andosol húmico	Th	0.013	0.02	0.007
Andosol mólico	Tm	0.013	0.02	0.007
Andosol ótrico	To	0.026	0.04	0.013
Andosol vétrico	Tv	0.026	0.04	0.013



Tipo de suelo	Unidad	Textura		
		Gruesa	Media	Fina
Ranker	U	0.013	0.02	0.007
Vertisol (crómico y pélico)	V (c, p)	0.053	0.079	0.026
Planosol	W	0.053	0.079	0.026
Planosol dístrico	Wd	0.053	0.079	0.026
Planosol éutrico	We	0.053	0.079	0.026
Planosol húmico	Wh	0.026	0.04	0.013
Planosol mólico	Wm	0.026	0.04	0.013
Planosol sódico	Ws	0.053	0.079	0.026
Planosol gélico	Wx	0.053	0.079	0.026
Xerosol (háptico, cálcico, lúvico)	X (h, k, l, y)	0.053	0.079	0.026
Yermosol (háptico, cálcico, lúvico, gípsico, takírico)	Y (h, k, l, y, t)	0.053	0.079	0.026
Solonchak	Z	0.026	0.04	0.013
Solonchak gléyico	Zg	0.026	0.04	0.013
Solonchak mólico	Zm	0.013	0.02	0.007
Solonchak órtico	Zo	0.026	0.04	0.013
Solonchak takírico	Zt	0.056	0.079	0.026

De acuerdo con la ponderación, el valor del factor K para el predio será de 0.0134.

Factor LS

El efecto de la topografía sobre la erosión está representado por los factores: longitud (L) y grado de pendiente (S). La longitud se define como la distancia desde el punto de origen de un escurrimiento hasta el punto donde decrece la pendiente, al grado de que ocurre una sedimentación o bien hasta el punto donde el escurrimiento, una vez concentrado, encuentra un canal de salida bien definido.

El factor grado de pendiente refleja la influencia del ángulo de la misma en la erosión.

La estimación de ambos factores tanto de la longitud como del grado de pendiente, fueron estimados usando la plataforma del Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL), versión 4.0 y considerando el área de drenaje de la corriente más cercana al proyecto.

La longitud se estimó en 84 m y la pendiente promedio es de 7.023 %, con estos valores se procedió a estimar el factor LS con la siguiente expresión:

$$LS = \left(\frac{\lambda}{22.3} \right)^m (0.065 + 0.045 \times p + 0.0065 \times p^2)$$

Donde:

LS factor longitud de la pendiente

λ es la longitud de la pendiente (m)

m coeficiente que depende del grado de la pendiente, varía de 0.2 a 0.5.

p es el grado de pendiente (%)

Sustituyendo valores, se tiene el siguiente resultado:

$$LS = \left(\frac{84}{22.3} \right)^{0.5} (0.065 + (0.045 \times 7.023) + (0.0065 \times 7.023^2)) = \mathbf{1.3670}$$

Factor C

Es el factor de la cubierta vegetal y es uno de los más importantes en el control de la erosión hídrica. La cubierta vegetal comprende la vegetación natural o cultivada y los residuos de cosecha.

Existen tabulaciones con los valores de este factor que están en función de la cobertura vegetal, para el caso de este proyecto se utilizó el valor de 0.003 para el caso de sin proyecto, debido a que actualmente el predio donde se desarrollará el proyecto el porcentaje de su cobertura vegetal entra en el grupo de 20 a 40 %, este valor se obtuvo del cuadro siguiente:

Cuadro IV-3. Valores para el factor C.

Factor C para terrenos forestales		
Porcentaje de cobertura de árboles y sotobosque	Factor C	
100-75	0.0001	0.001
75-45	0.002	0.004
40-20	0.003	0.009

Por lo que el valor del factor C, para el escenario sin proyecto, se consideró como 0.003.

Factor P

Se trata del factor de prácticas mecánicas o manejo del terreno consideradas como un factor atenuante del proceso erosivo. Para este factor, ya hay tabulaciones de los valores que puede tomar en función del tipo de prácticas mecánicas que se desarrolle. En el siguiente cuadro, se indican los valores de este factor.

Cuadro IV-4. Valores del factor P.

Práctica mecánica	Valor de P
Surcado al contorno	0.75
Surcos rectos	0.8
Franjas al contorno	0.6
Terrazas (2-7 % de pendiente)	0.5
Terrazas (7-13 % de pendiente)	0.6
Terrazas (mayor de 13 %)	0.8
Terrazas de banco	0.1
Surcado lister	0.5
Ripper	0.6
Terrazas de Zing	0.1

Para el escenario sin proyecto no se consideró ningún valor del factor P, debido a que actualmente no se desarrolla ningún tipo de prácticas mecánicas en el predio donde se implementará el proyecto.

Una vez estimadas cada uno de los factores, se obtuvo la tasa de erosión que ocurre en el predio sin la ejecución del proyecto con la siguiente expresión, teniendo como resultado que actualmente se pierde 0.2195 toneladas por hectárea por año.

$$A = R \times K \times LS \times C$$

Sustituyendo valores

$$A = 7572.0084 \times 0.0134 \times 1.3670 \times 0.003 = 0.4149 \frac{t}{ha/año}$$

Con el dato anterior, se estimó la tasa de erosión a nivel predio donde se removerá la vegetación, siendo éste de 1.6715 ha, por lo que, en todo el predio, la tasa de erosión será de **0.6934 toneladas por predio CUSTF por año.**

Estimación de la tasa de erosión con la ejecución del proyecto

Para estimar la tasa de erosión con el desarrollo del proyecto se realizó el mismo procedimiento, en donde los factores R, K y LS tomaron los mismos valores, el factor que cambió fue el C por la remoción de la cubierta vegetal. En este caso, para el factor C, se consideró el valor cobertura no apreciable además se considera el caso de cuando la cubierta superficial está compuesta de herbáceas con poca cobertura radicular o residuos no descompuestos, siendo la condición que más se asemejaría el predio con el desarrollo del proyecto. Este valor se tomó del cuadro siguiente.

Cuadro IV-5. Valores del factor C.

Factor C para praderas permanentes, terrenos baldíos y bosques pastoreados								
Cobertura aérea		Cubierta superficial en contacto con el terreno (% de suelo cubierto)						
Tipo y altura	%	Tipo	0	20	40	60	80	95+
No apreciable		G	0.45	0.2	0.1	0.042	0.012	0.003
		W	0.45	0.24	0.15	0.91	0.043	0.011
Herbáceas, pastos largos o matorral con altura media de caída de gotas menos de 0.90 metros	25	G	0.36	0.17	0.09	0.038	0.013	0.003
		W	0.36	0.2	0.13	0.083	0.041	0.011
	50	G	0.26	0.13	0.07	0.035	0.012	0.003
		W	0.26	0.16	0.11	0.076	0.039	0.0011
	75	G	0.17	0.1	0.06	0.032	0.011	0.003
		W	0.17	0.12	0.09	0.068	0.038	0.011
Arbustos o matorrales, con altura media de caída de gogas de 1.95 metros	25	G	0.4	0.18	0.09	0.04	0.013	0.003
		W	0.4	0.22	0.14	0.087	0.042	0.011
	50	G	0.34	0.16	0.08	0.038	0.012	0.003
		W	0.34	0.19	0.13	0.82	0.041	0.011
	75	G	0.28	0.14	0.08	0.036	0.012	0.003
		W	0.28	0.17	0.12	0.078	0.04	0.011
Árboles, pero sin apreciable cubierta arbustiva o de	25	G	0.42	0.19	0.1	0.041	0.013	0.003
		W	0.42	0.23	0.14	0.089	0.042	0.011
	50	G	0.39	0.18	0.09	0.04	0.013	0.003

Factor C para praderas permanentes, terrenos baldíos y bosques pastoreados								
matorral. Altura media de caída de gotas de 4 metros	75	W	0.39	0.21	0.14	0.087	0.042	0.011
		G	0.36	0.17	0.09	0.039	0.013	0.003
		W	0.36	0.2	0.13	0.084	0.042	0.011
G= Cubierta superficial está compuesta por pasto o material en descomposición								
W= La cubierta superficial está compuesta de herbáceas con poca cobertura radicular o residuos no descompuestos								

Como se observa en el cuadro anterior, el valor que tomó el factor C fue de 0.45, con esto se estimó la tasa de erosión para el segundo escenario (con proyecto), debido a que como ya se indicó, los otros factores tendrían el mismo valor que en el escenario anterior.

Aplicando la fórmula:

$$A = 7572.0084 \times 0.0134 \times 1.3670 \times 0.45 = 62.2293 \frac{t}{ha} / año$$

Erosión con proyecto en el área con superficie de 1.6715 ha.

$$A = 62.2293 t.ha. año \times 1.6715 ha = 104.0163 t. año$$

Por lo que, al año se estaría perdiendo 104.0163 toneladas en el predio de 1.6715 ha bajo el supuesto de que se habrá realizado la remoción de la cubierta vegetal.

Para conocer la cantidad de suelo que se perdería en los 12 meses que es el tiempo programado para realizar el cambio de uso de suelo se dividió **104.0163 t.año** entre 12, siendo el número de meses que cada año tiene y esto resultó ser **8.6680 toneladas por mes en el predio de CUSTF** y este resultado se multiplicó por 12 meses y es igual a **104.0163 toneladas** de suelo que se estaría perdiendo durante 12 meses en el predio de 1.6715 hectáreas.

Estimación de la tasa de erosión con la ejecución de obras de conservación

La estimación de la tasa de erosión se estimó con la ecuación universal de pérdida de suelo, pero ahora considerando el factor P que es la asociada a las prácticas mecánicas. Como se ha mencionado en el estudio, conforme se vaya realizando el aprovechamiento de la pizarra se irán conformando terrazas de banco además de que después de la etapa de abandono del proyecto se

realizará la reforestación y la construcción de obras de conservación de suelo (zanjas trincheras), por lo que, el valor del factor P tomó el valor de esta obra terrazas de banco siendo 0.1.

Con respecto al valor de los otros factores, fueron los mismos a excepción del factor C que se consideró con un porcentaje de cobertura entre 45 y 75 %, mismo que se logrará con las actividades de reforestación, entonces, para este escenario C= 0.002.

Conociendo los valores de todos los factores, se aplicó nuevamente la ecuación universal de pérdida de suelo, ahora con todos sus factores.

$$= 7572.0084 \times 0.013 \times 1.37 \times 0.002 \times 0.1 = \mathbf{0.0277} \frac{t}{ha/año}$$

Como se puede apreciar, con la implementación de obras de conservación de suelo y prácticas mecánicas, se estaría disminuyendo la tasa de erosión por hectárea por año, incluso es menor comparado con el escenario sin proyecto.

Cuadro IV-6. Niveles de erosión estimados para los diferentes escenarios.

Ecuación Universal de Pérdida de Suelo							Escenarios
A=R*K*LS*C*P							
A (t/predio CUSTF/año)	A (t/ha/año)	R	K	LS	C	P	
-	0.4149	7572.0084	0.0134	1.3670	0.003	-	Sin proyecto
104.0163	104.0163	7572.0084	0.0134	1.3670	0.45	-	Con proyecto
-	0.0277	7572.0084	0.013	1.3670	0.002	0.1	Con obras de conservación

IV.3.1.1.5. Hidrología

a) Hidrología superficial

Dentro del sistema ambiental se encuentran dos corrientes, ambos de tipo intermitentes, una de ellas se ubica a 20.40 metros de la periferia del predio El Tejón, por lo que, el proyecto no afectará el cauce de esta corriente, debido a que en ningún punto interseca con el predio donde se aprovechará la pizarra. Además, la franja de amortiguamiento que se dejará en el contorno del predio evitará a que el desarrollo del proyecto genere afectaciones a esta corriente hidrológica intermitente.

La ubicación de las corrientes dentro del sistema ambiental y con referencia a la ubicación del predio donde se desarrollará el proyecto se puede visualizar en el mapa siguiente.

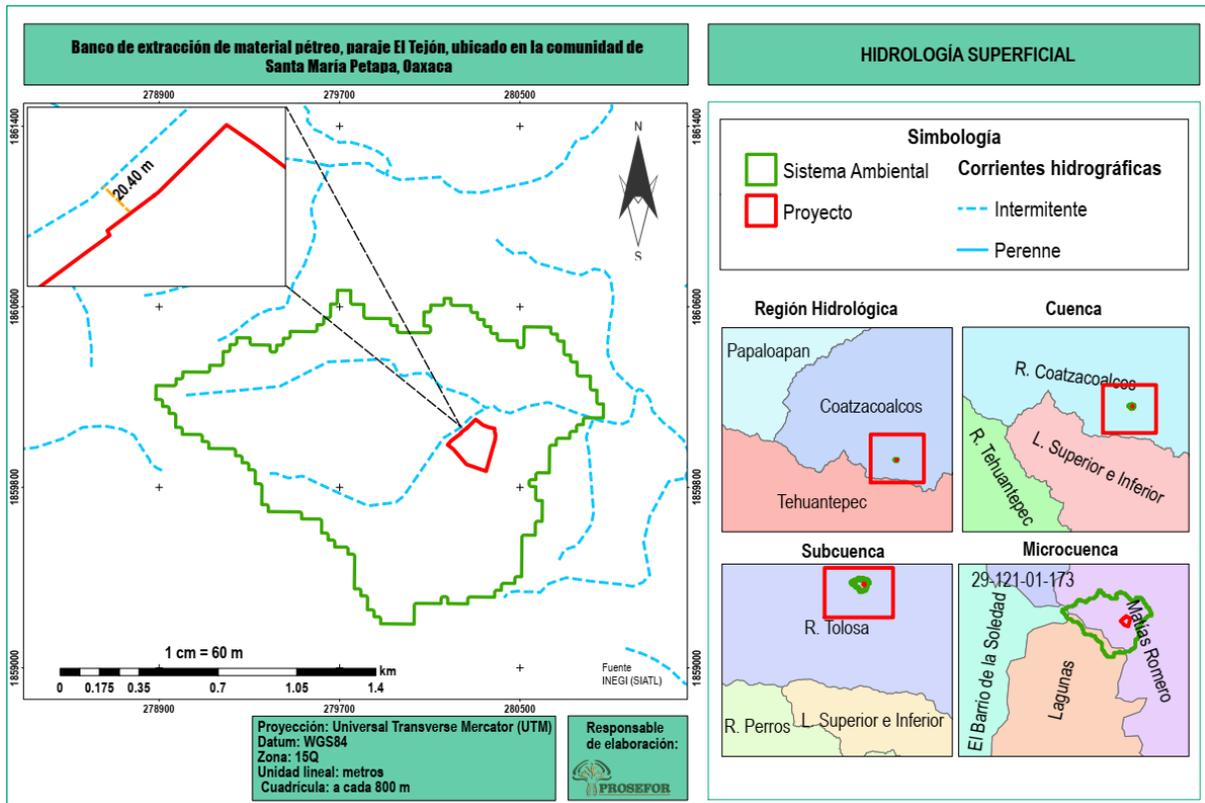


Figura IV-24. Mapa de hidrología superficial de la zona de estudio.

b) Hidrología subterránea

Tanto el sistema ambiental como el predio El Tejón se ubican en el acuífero de Coatzacoalcos que se localiza en la porción nororiental del estado de Oaxaca entre los paralelos 16° 54' y 17° 32' de latitud norte y los meridianos 93° 59' y 95° 44' de longitud oeste, cubriendo una superficie aproximada de 9,651 km². Limita al norte con los acuíferos Cuenca Río Papaloapan y Costera de Coatzacoalcos, pertenecientes al estado de Veracruz; al este con Cintalapa, perteneciente al estado de Chiapas; al sur con los acuíferos Ostuta y Tehuantepec; al oeste y noroeste con Tuxtepec, todos ellos pertenecientes al estado de Oaxaca, como se aprecia en el siguiente mapa.

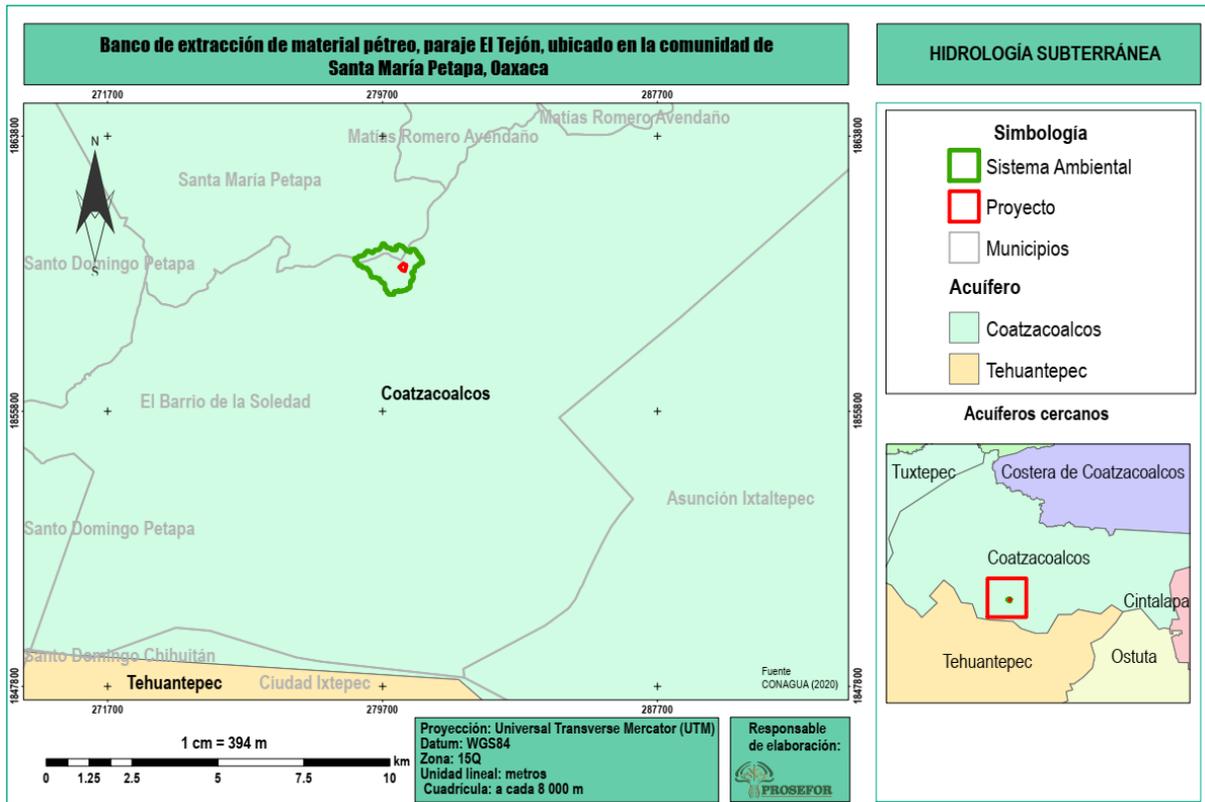


Figura IV-25. Mapa de hidrología subterránea de la zona de estudio.

Geopolíticamente comprende totalmente los municipios de: San Juan Mazatlán, San Juan Guichicovi, Matías Romero Avendaño, Santa María Petapa, Santo Domingo Tehuantepec, El Barrio de la Soledad y Santiago Ixcuintepec; parcialmente comprende a los municipios de: San Juan Cotzocón, San Lucas Camotlán, San Carlos Yautepec, Santiago Lachiguiri, Guevea de Humboldt, Santa María Guienegati, Santo Domingo Chihuitán, Asunción Ixtaltepec, San Miguel Chimalapa y Santa María Chimalapa.

- **Situación administrativa del acuífero**

El acuífero Coatzacoalcos pertenece al organismo de Cuenca “Golfo Centro”. En su territorio completo no rige ningún decreto de veda para la extracción de agua subterránea. El uso principal del agua es el doméstico. En el territorio que cubre el acuífero nos e localiza distrito o unidad de riego alguna, tampoco se había constituido hasta la fecha el Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS) (Comisión Nacional del Agua, 2015).

- **Cálculo de la infiltración**

Para conocer el comportamiento de las variables hidrológicas y realizar la evaluación del recurso hídrico, se realizó la estimación de la infiltración que ocurre en el área del proyecto bajo tres diferentes escenarios; el primero es bajo las condiciones actuales que guarda el predio considerando el tipo y uso de suelo y la cobertura vegetal, el segundo escenario se trata del nivel de infiltración que presentaría el suelo una vez que se ejecute el proyecto y el tercero es con la reforestación que se establecerá en el predio posterior a la etapa de abandono del sitio, así como la construcción de obras de conservación de suelo.

Estimación empírica del escurrimiento superficial

El balance hídrico directo es un método empírico que estima el balance de todo el sistema, utilizando el cálculo de la precipitación mensual y anual para el año hidrológico en análisis, y la estimación de la evapotranspiración potencial mensual y anual (Marini & Piccolo, 2000; Toro-Guerrero *et al.*, 2014). El método supone que el agua del suelo se va perdiendo conforme pasa el tiempo hasta agotar su reserva y así cubrir las necesidades hídricas del sistema. Como se trata de una estimación potencial de la recarga, se utilizaron datos de temperatura y precipitación de la estación climatológica más cercana al proyecto, siendo la No. 20134 “Santiago Chivela”.

Con la fórmula de Turc modificada por Cruz-Falcón (2007) se generó el modelo de evapotranspiración, así como, con la información del uso del suelo y vegetación, edafología y precipitación, de acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-011-CONAGUA-2015 se obtuvo el modelo de coeficiente de escurrimiento. Este modelo se integró con el modelo de precipitación para generar el modelo de escurrimiento (Cruz-Falcón *et al.*, 2011).

A partir de los modelos de precipitación, evapotranspiración y escurrimiento se obtuvo el modelo de infiltración, siendo la siguiente:

$$I = P - Et - Es$$

Donde:

I: Infiltración o recarga.

P: Precipitación.

Et: Evapotranspiración.

Es: Ecurrimiento superficial.

La precipitación se obtuvo de la base de datos de la estación meteorológica No. 20134 del periodo 2001 al 2015, siendo los datos más actuales que reporta la estación.

El **modelo de evapotranspiración** se obtuvo utilizando la fórmula empírica de Turc (Cruz-Falcón, 2007). Esta fórmula incluye los parámetros de precipitación (P) y temperatura (T).

$$Et = P/[1.5 + (P/L)^2]^{0.5}$$

Donde:

$$L = 300 + 25T + 0.05T^2 \text{ (condición válida para } P > 0.31 L; \text{ si } P < 0.31 L, \text{ entonces } Et = P)$$

Para construir el modelo de escurrimiento primero se obtuvo el modelo de coeficiente de escurrimiento (*Ce*), el cual se generó a partir del cálculo de coeficientes de escurrimiento en el que se utiliza el parámetro *K* como se indicó anteriormente con la estimación de los caudales máximos y mínimos. Los valores del parámetro *K* son los mismos que se presentaron en ese apartado, así como las expresiones para la estimación del coeficiente de escurrimiento. Con el producto del modelo de precipitación, con el modelo de coeficiente de escurrimiento, se generó el modelo de escurrimiento, obteniendo la siguiente expresión:

$$Es = Ce \times P$$

En este caso, el área que ocupa el proyecto presenta dos tipos de suelo de acuerdo INEGI (2016), siendo Luvisol crómico y Luvisol dístico.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de las estimaciones de la infiltración para cada uno de los escenarios.

Cuadro IV-7. Estimación del nivel de infiltración en el proyecto para cada uno de los escenarios.

Parámetros		Condición actual	Con proyecto	Con obras de conservación
I	Infiltración	173.327	154.528	192.377
T	Temperatura promedio mensual (°C)	24.1	24.1	24.1
P	Precipitación (mm)	932.55	932.55	932.55
$Et = P/[1.5 + (P/L)^2]^{0.5}$	Evapotranspiración	589.54077	589.5407719	589.5407719

Parámetros		Condición actual	Con proyecto	Con obras de conservación
$L=300+25T+0.05T^2$		931.5405	931.5405	931.5405
T	Temperatura en °C	24.1	24.1	24.1
$Es=Ce*P$	Escurrimiento superficial	169.6819	188.4810	150.6320
$Ce= K(P-250)/2000$	Coefficiente de escurrimiento anual			
$Ce= K(P-250)/2000+(K-0.15)/1.5$		0.182	0.202	.162
K		0.280	0.300	0.259

Como se aprecia en el cuadro anterior, el nivel de infiltración que ocurre en el predio donde se va a desarrollar el proyecto bajo las condiciones actuales es de $173.327 \text{ mm}^3/\text{año}$, esto se vería reducido a $154.528 \text{ mm}^3/\text{año}$ al implementarse el proyecto *y con la correcta aplicación de las medidas, tal es el caso de las actividades de reforestación y construcción de obras de conservación de suelo se recuperaría el nivel de infiltración al nivel actual, incluso puede ser mayor como se sugiere con las estimaciones llegando a ser $192.377 \text{ mm}^3/\text{año}$.*

Las actividades de reforestación, se propone realizarlo en el mismo predio donde se realizará el aprovechamiento de la pizarra. También se sugiere construir Zanjas Trincheras como una obra de conservación de suelo, debido a que tiene diversas funciones que van a contribuir con el establecimiento y desarrollo de la reforestación y que coadyuvarán en recuperar el nivel de infiltración del agua pluvial.

IV.3.1.1.6. Zona marina

El proyecto no se ubica en una zona marina.

IV.3.1.1.7. Aire

El proyecto no será generador de emisiones que puedan modificar la calidad del aire o impactar la atmósfera; la única fuente de la que se desprenderán gases será de los camiones de transporte y la maquinaria de extracción y carga, sin embargo, se implementarán medidas para asegurar que sus emisiones en todo momento se mantengan bajo los límites establecidos por la NOM correspondiente; la descripción detallada de estas medidas se aborda en el capítulo VI del presente estudio.



IV.3.1.2. Medio biótico

En ecología, se conoce como factor biótico o componente biótico a todos los organismos vivos que interactúan con otros organismos vivos, refiriéndonos a la flora y fauna de un lugar específico, así como a sus interacciones. Es inminente que el desarrollo de cualquier actividad, obra o acción en un lugar determinado tendrá efectos sobre estos componentes del ecosistema, por ello, es importante conocer las especies de flora y fauna silvestre que se distribuyen en el predio y en el sistema ambiental donde se desarrollará el presente proyecto.

Para conocer de las especies que se distribuyen en la zona de estudio se ha consultado bibliografía que presenta información sobre las especies reportadas para el municipio de Santa María Petapa. Además, se realizaron muestreos florísticos y faunísticos tanto en predio como en el sistema ambiental a fin de conocer y reportar las especies que se distribuyen, así como la posible interacción que tendrán con el desarrollo del proyecto.

IV.3.1.2.1. Flora

Antes de presentar información de flora reportada en literatura diversa y los registrados mediante las actividades de muestreo, se hace el análisis del Uso de Suelo y vegetación reportada para el predio y su Sistema Ambiental.

a) Uso de suelo y vegetación

En el Sistema ambiental, el INEGI (2018) reporta cuatro tipos de usos de suelo y vegetación, desde Asentamientos Humanos, Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia, Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia y Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino. Éste último tipo de vegetación es la que se reporta para el predio donde se desarrollará el proyecto, sin embargo, de acuerdo con la información recabada en campo y en función de las especies registrada en predio y en sistema ambiental se tiene que el tipo de vegetación es Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia.

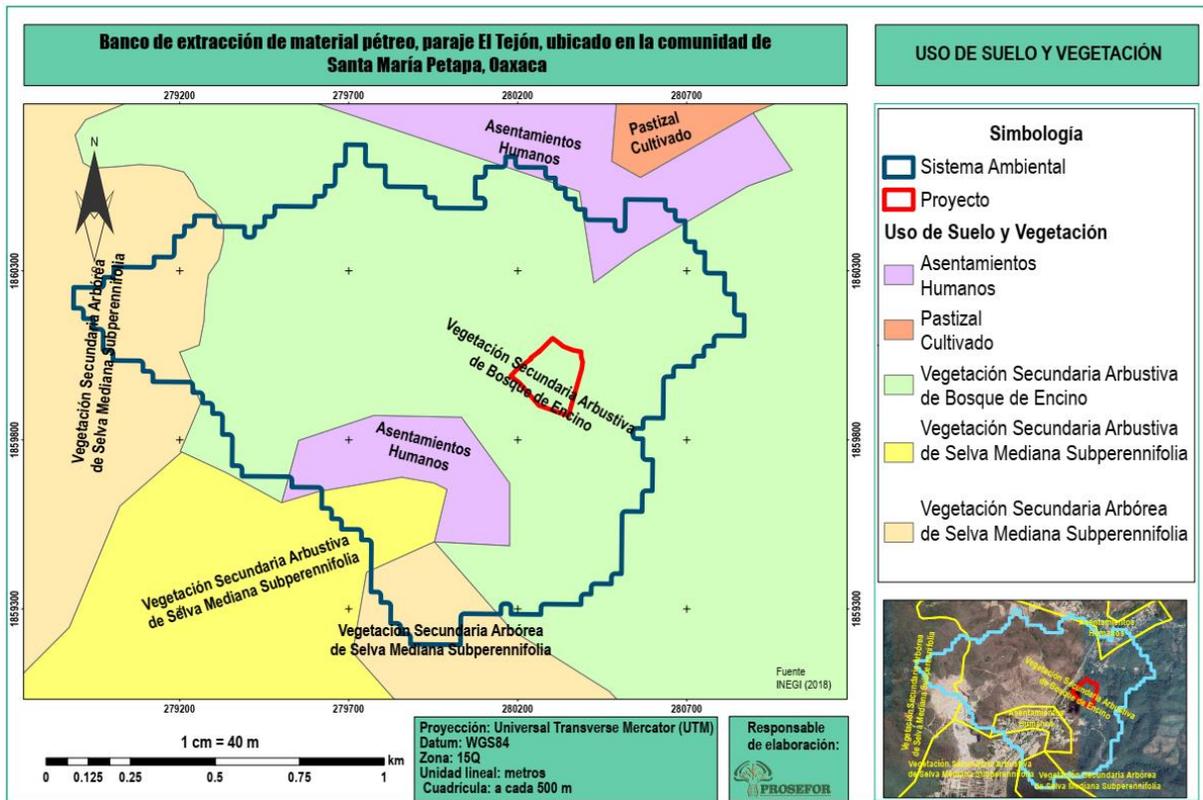


Figura IV-26. Mapa de uso de suelo y vegetación de la zona de estudio.

También se realizó un **análisis retrospectivo del uso de suelo y vegetación** del Sistema Ambiental y del área donde se propone desarrollar el proyecto se realizó con el uso de imágenes satelitales disponibles en el Sistema de Información Geográfica (Google Earth) que muestra el globo terráqueo virtual que permite visualizar múltiple cartografía, basado en imágenes satelitales. Con estas imágenes se pudo apreciar que en el sistema ambiental no hubo cambios significativos del año 2004 a 2010 e incluso hasta el 2017 se observan características similares, sin embargo, al año 2021 se observa que aumentó la superficie desprovista de vegetación posiblemente por actividades de agricultura. Estos cambios se pueden apreciar en la figura siguiente.



Figura IV-27. Cambios en la cobertura vegetal apreciados en el sistema ambiental en el periodo de 2004 al 2021.

Con respecto a la mancha urbana, del año 2004 al 2021 aparentemente no ha aumentado la superficie de terreno que se ocupa para dicho fin.

De forma específica, en el predio donde se va a desarrollar el proyecto, en el año 2004 de acuerdo con las imágenes satelitales, con respecto a la cobertura vegetal, se tiene que el predio solo presenta pequeñas manchas de vegetación arbórea-arbustiva y en la mayor proporción del predio solo se observan pastizales como se aprecia en la siguiente figura.

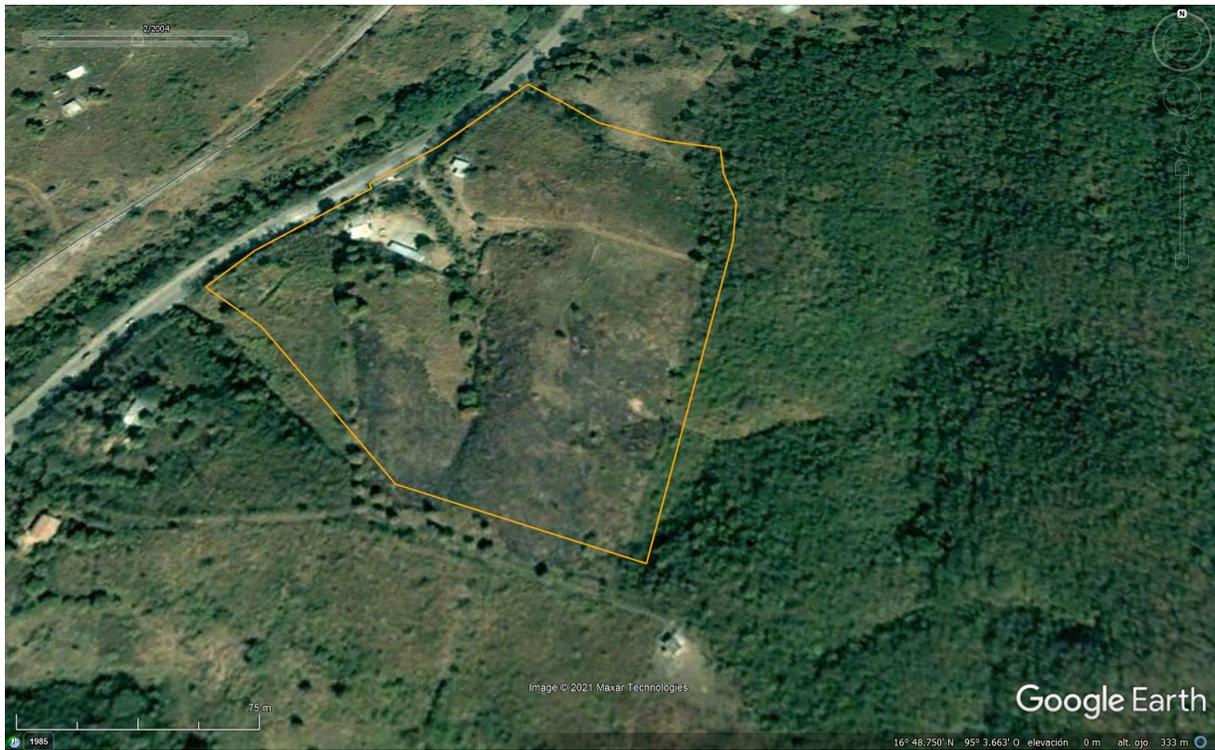


Figura IV-28. Imagen satelital del año 2004 del predio, obtenido de Google earth.

Al año 2010, la estructura con respecto a cobertura vegetal en el predio es similar con respecto a lo que se observaba en el año 2004, con diferencia de los extremos norte, noreste y noroeste donde se aprecia que no hay presencia ni de pastizal como sí ocurre en el año 2004, y da la apariencia de usarse como terreno de cultivo, esto se aprecia en la figura siguiente.



Figura IV-29. Imagen satelital del año 2010 del predio, obtenido de Google earth.

Al año 2011 aparentemente se recupera la estructura de la vegetación que se observó en el año 2004.

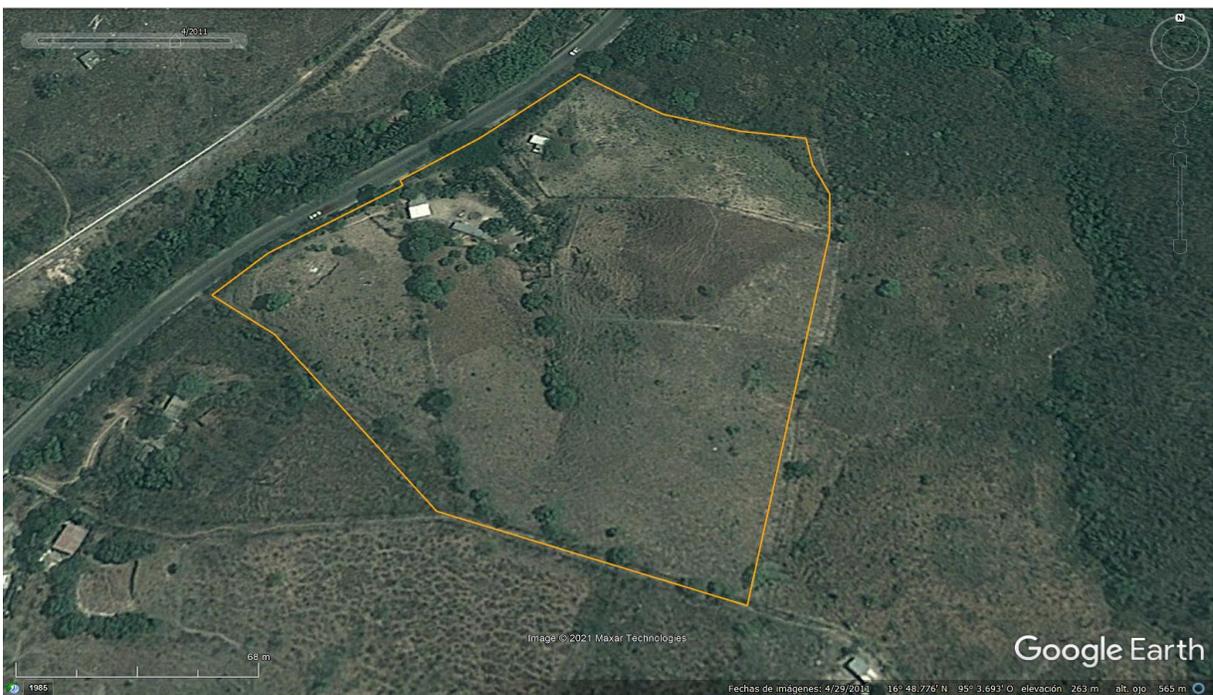


Figura IV-30. Imagen satelital del año 2011 del predio, obtenido de Google earth.

Del año 2014 al año 2021, en las imágenes satelitales se observa que la vegetación se ha ido recuperando con predominancia del pastizal, como se aprecia en las imágenes siguientes.



Figura IV-31. Imagen satelital del año 2014 del predio, obtenido de Google earth.



Figura IV-32. Imagen satelital del año 2017 del predio, obtenido de Google earth.

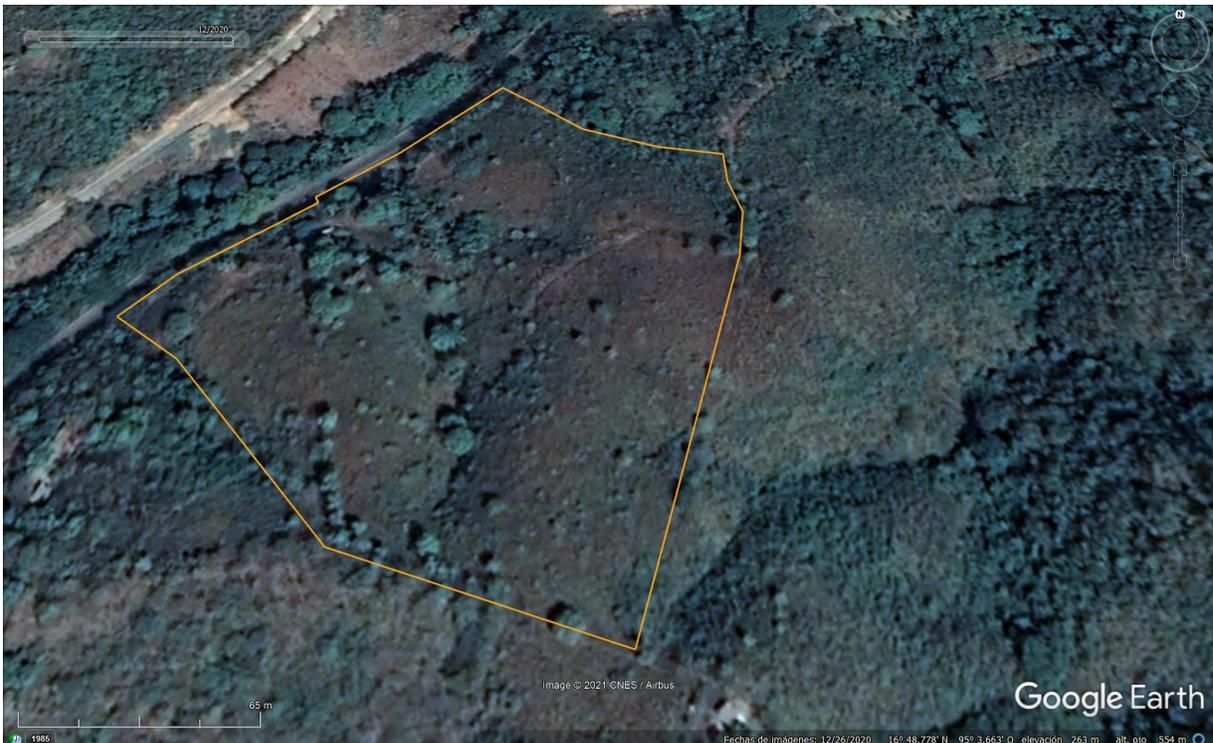


Figura IV-33. Imagen satelital del año 2021 del predio, obtenido de Google earth.

b) Flora reportada en literatura

Se investigó en la página de ENCICLOVIDA de la CONABIO para conocer las especies que se tienen como reportadas a nivel de municipio. En los cuadros siguientes, se enlistan las especies.

Cuadro IV-8. Especies florísticas reportadas en Enciclovida para el municipio de Santa María Petapa.

Grupo	Nombre científico	Nombre común	Estatus en NOM-059-SEMARNAT-2010
Musgos y parientes	<i>Amblystegium serpens</i>	Musgo	
	<i>Amblystegium varium</i>	Musgo	
	<i>Campylium chrysophyllum</i>	Musgo	
	<i>Campylium hispidulum</i>	Musgo	
	<i>Campylium stellatum</i>	Musgo	
	<i>Conardia compacta</i>	Musgo	



Grupo	Nombre científico	Nombre común	Estatus en NOM-059-SEMARNAT-2010
	<i>Cratoneuron filicinum</i>	Musgo	
	<i>Drepanocladus aduncus</i>	Musgo	
	<i>Drepanocladus exannulatus</i>	Musgo	
	<i>Drepanocladus uncinatus</i>	Musgo	
	<i>Hygroamblystegium tenax</i>	Musgo	
	<i>Hygrohypnum steerei</i>	Musgo	
	<i>Leptodictyum humile</i>	Musgo	
	<i>Leptodictyum riparium</i>	Musgo	
	<i>Andreaea rupestris</i>	Musgo	
	<i>Anomodon attenuatus</i>	Musgo	
	<i>Anomodon minor</i>	Musgo	
	<i>Anomodon rostratus</i>	Musgo	
	<i>Anomodon thraustus</i>	Musgo	
	<i>Haplohymenium triste</i>	Musgo	
	<i>Herpetineuron toccoae</i>	Musgo	
	<i>Archidium acauloides</i>	Musgo	
	<i>Archidium alternifolium</i>	Musgo	
	<i>Archidium hallii</i>	Musgo	
	<i>Archidium ohioense</i>	Musgo	
	<i>Hypnodontopsis mexicana</i>	Musgo	Sujeta a protección especial (Pr)
	<i>Bryoceuthospora mexicana</i>	Musgo	Sujeta a protección especial (Pr)
	<i>Schizomitrium mexicanum</i>	Musgo	Sujeta a protección especial (Pr)



Grupo	Nombre científico	Nombre común	Estatus en NOM-059-SEMARNAT-2010
Helechos y parientes	<i>Asplenium monanthes</i>	Helecho perejil de un soro	
	<i>Cheilanthes bonariensis</i>	Helecho	
	<i>Adiantum andicola</i>	Cuaaquiztle	
	<i>Lygodium venustum</i>	Helecho	
	<i>Campyloneurum angustifolium</i>	Helecho	
	<i>Cystopteris fragilis</i>	Helecho perejil	
	<i>Tectaria heracleifolia</i>	Lengua de ciervo	
	<i>Astrolepis sinuata</i>	Doradilla ondulada	
	<i>Adiantum capillus-veneris</i>	Helecho culandrillo	
	<i>Phlebodium areolatum</i>	Helecho	
	<i>Pteridium aquilinum</i>	Helecho águila	
	<i>Pleopeltis plebeia</i>	Helecho	
	<i>Adiantum concinnum</i>	Patitas negras	
	<i>Polypodium polypodioides</i>		
	<i>Myriopteris aurea</i>	Helecho dorado	
<i>Llavea cordifolia</i>	Helecho de llave		
Coníferas y parientes	<i>Pinus oocarpa</i>	Pino ocote	
	<i>Pinus pseudostrobus</i>	Pino lacio	
	<i>Pinus teocote</i>	Pino azteca	
Cícadas	<i>Ceratozamia euryphyllidia</i>	Palma de cícada de Chimalapas	En Peligro de extinción
	<i>Ceratozamia chimalapensis</i>	Palmita de Chimalapas	En Peligro de extinción
	<i>Ceratozamia norstogii</i>	Cícada	En Peligro de extinción
	<i>Zamia purpurea</i>	Cícada	En Peligro de extinción
	<i>Zamia spartea</i>	Palmilla	En Peligro de extinción
	<i>Ceratozamia mexicana</i>	Palma de todos santos	Amenazada
	<i>Sea mays</i>	Maíz	



Grupo	Nombre científico	Nombre común	Estatus en NOM-059-SEMARNAT-2010
Pastos, palmeras y parientes	<i>Sporobolus pyramidalis</i>	Pitilla	
	<i>Scleria melaleuca</i>	Cortadillo	
	<i>Eleocharis elegans</i>	Junco espiga	
	<i>Rhynchospora barbata</i>		
	<i>Andropogon selloanus</i>		
	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Pata de gallo	
	<i>Panicum pilosum</i>		
Magnolias, margaritas y parientes	<i>Verbesina olivacea</i>		
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	
	<i>Lonchocarpus cruentus</i>	Palo de sangre	
	<i>Bauhinia unguolata</i>	Pata de gallo	
	<i>Senna pallida</i>	Abejón	
	<i>Rinorea guatemalensis</i>	Botoncillo	
	<i>Asterohyptis stellulata</i>	Cordón de San Antonio	

Además de la revisión de literatura sobre el componente de flora, se realizaron muestreos bajo el diseño de muestreo simple al azar, tanto en predio como en el SA para conocer y registrar las especies de cada una de las áreas.

c) Método de muestreo y tamaño de los sitios

El predio y el SA al presentar un solo tipo de vegetación, se utilizaron el muestreo simple al azar tanto en predio como en Sistema Ambiental. Los sitios fueron circulares y se muestrearon por estratos y grupos; entre los estratos muestreados están el arbóreo, arbustivo y herbáceo, y los otros grupos muestreados están regeneración, otras formas de vida (cactáceas, lianas, bromelias y otros) y palmas que, aunque pertenecen al estrato herbáceo, por sus dimensiones y por el tamaño de los sitios de muestreo para este estrato se optó por agruparlo en otro grupo en donde se registraron todas las palmas.

En el estrato arbóreo se muestrearon todos los individuos que tuvieron diámetros normales mayores o iguales a 7.5 cm mientras que para el estrato arbustivo se incluyeron los individuos que tuvieron diámetros normales de 2.5 a 7.49 cm. Se utilizó el mismo criterio a nivel de predio como a nivel de sistema ambiental, con la diferencia en el tamaño de los sitios de muestreo.

- **Dimensiones de los sitios en el sistema ambiental**

El tamaño de los sitios de muestreo para el estrato arbóreo y arbustivo, así como de los grupos de palma y otras formas de vida fue de 500 m², para el herbáceo fue de 1 m² de tipo cuadrangular. La regeneración se muestreo en sitios cuadrangulares de 9 m². La distribución y ubicación de los sitios de muestreo a nivel sistema ambiental es como se muestra en las siguientes figuras.

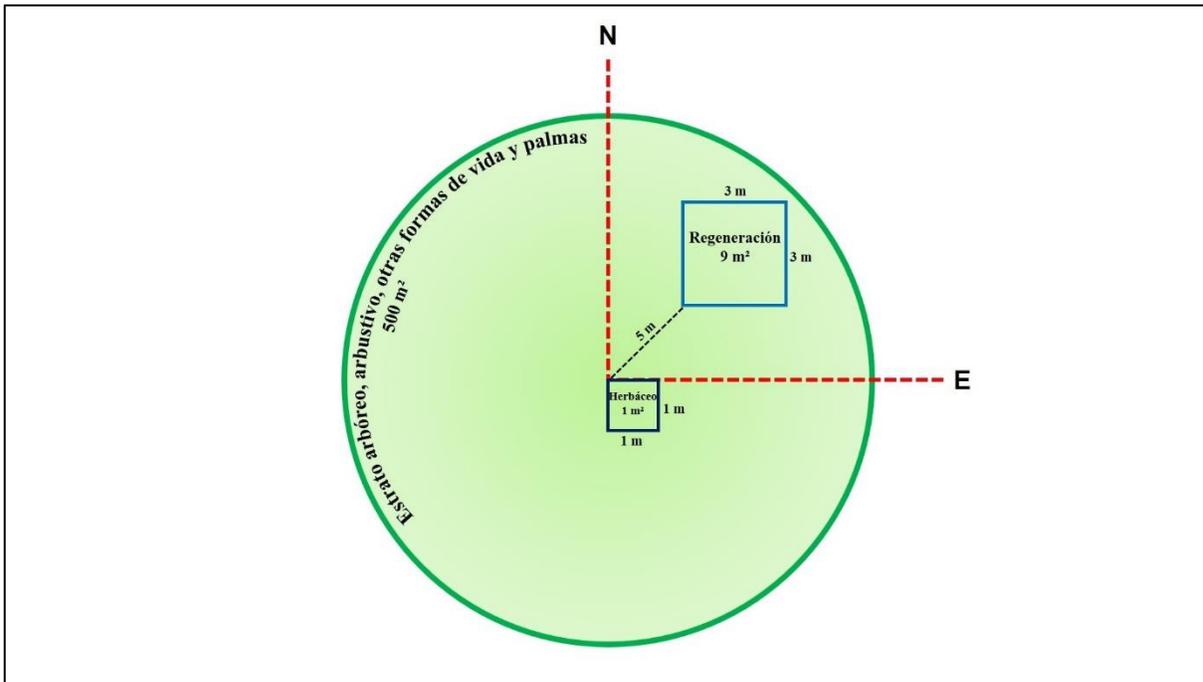


Figura IV-34. Diseño, distribución y tamaño de los sitios de muestreo utilizado para el muestreo florístico en el sistema ambiental.

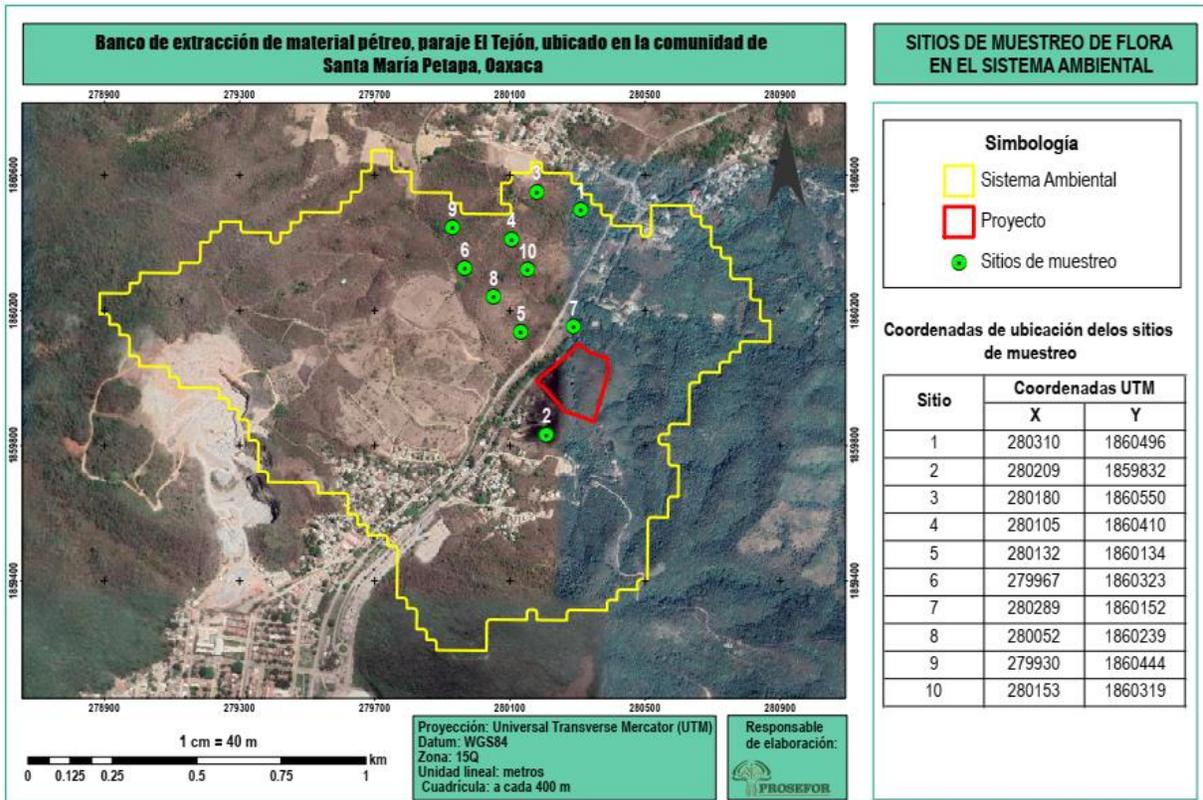


Figura IV-35. Ubicación de los sitios de muestreo en el Sistema Ambiental.

La intensidad de muestreo aplicada en el sistema ambiental fue de 0.62 %, por lo que se establecieron un total de 10 sitios circulares con dimensiones de 500 m² en el que fueron muestreados los estratos arbóreo, arbustivo y los grupos de otras formas de vida y palmas; por su parte, el estrato herbáceo y el grupo de regeneración se registraron en sitios cuadrangulares de 1 m² y 9 m², respectivamente.

- **Dimensiones de los sitios en el predio**

El tamaño de los sitios de muestreo para el estrato arbóreo y arbustivo, así como de los grupos de palma y otras formas de vida fue de 200 m², para el herbáceo fue de 1 m² de tipo cuadrangular. La regeneración se muestreo en sitios cuadrangulares de 9 m². La distribución y ubicación de los sitios de muestreo a nivel predio es como se muestra en las siguientes figuras.

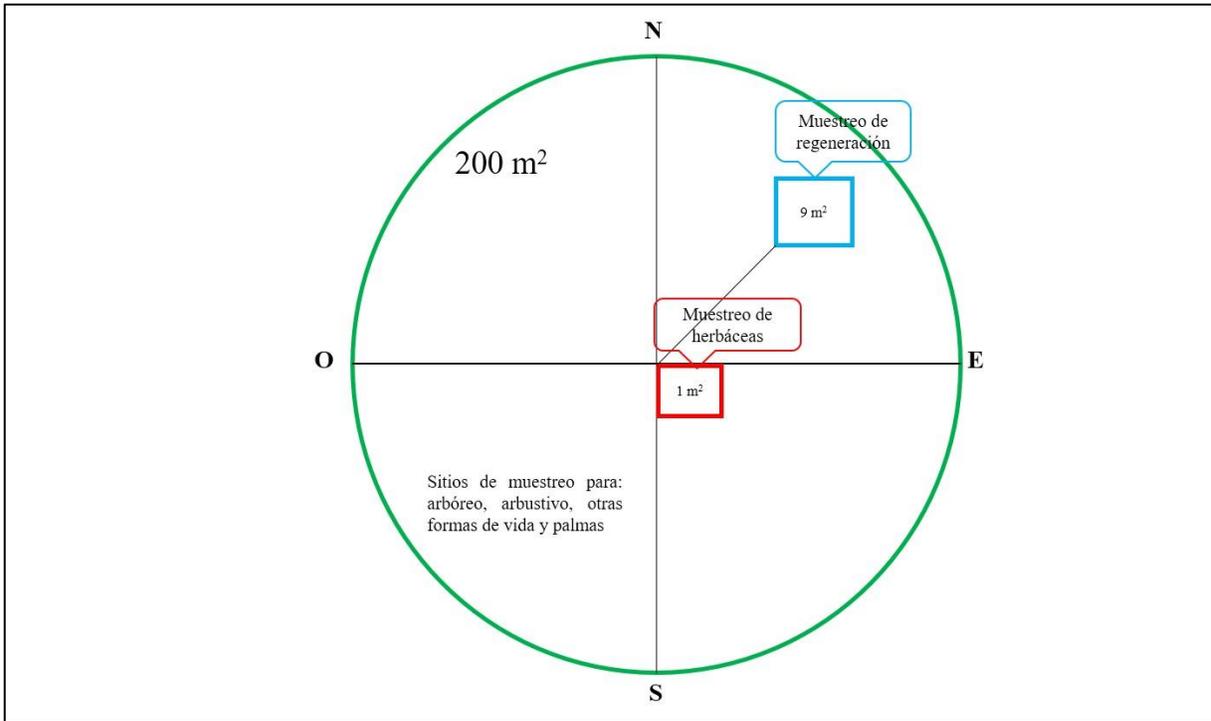


Figura IV-36. Forma y tamaño de los sitios de muestreo de flora en el predio El Tejón.

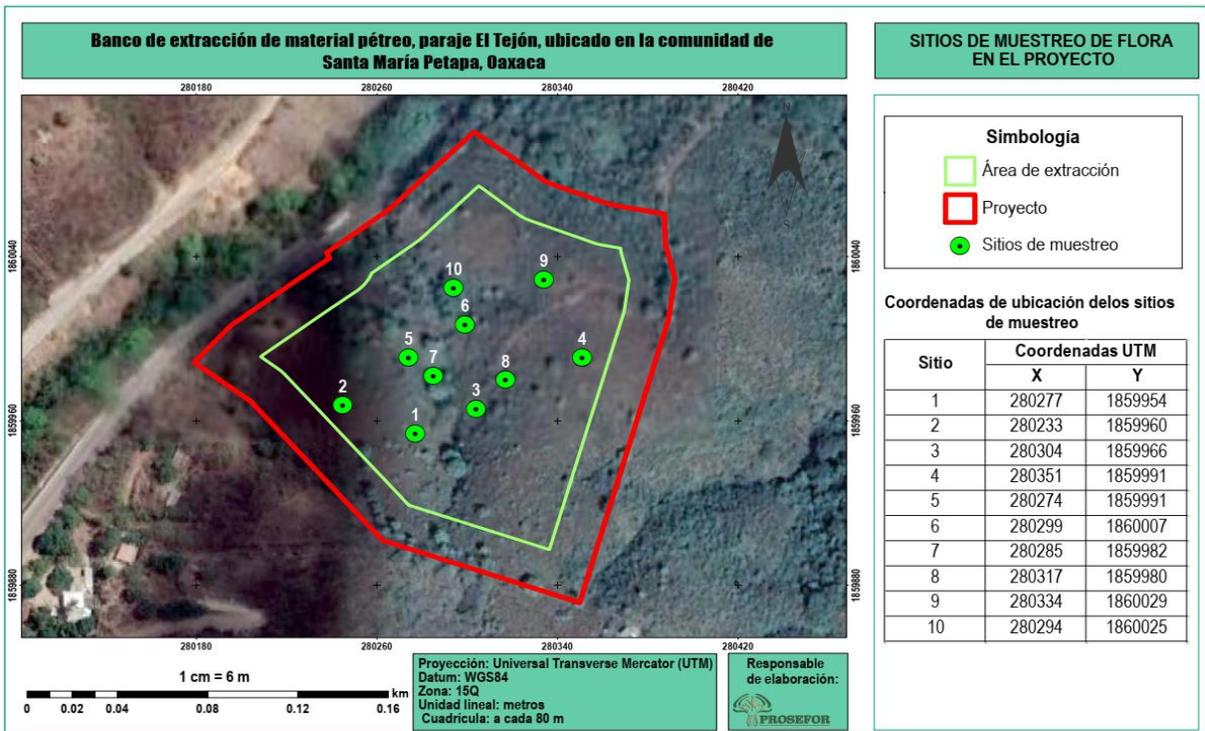


Figura IV-37. Ubicación de los sitios de muestreo en el predio El Tejón.

La intensidad de muestreo en el predio El Tejón fue del 11.9646 %; el error de muestreo fue del 8.3253 % con un nivel de confiabilidad del 95 %. En total se establecieron 10 sitios circulares de 200 m². A continuación, se describe el procedimiento utilizado para el análisis estadístico, así como los resultados obtenidos de cada uno de los estadísticos.

- **Análisis estadístico**

El análisis estadístico se realizó utilizando la variable área basal por hectárea (m²) del estrato arbustivo. El primer paso fue estimar el área basal por sitio, este dato se extrapoló a la hectárea, en función del tamaño de los sitios de muestreo, siendo éste de 200 m². En el siguiente cuadro se indica el área basal por hectárea obtenida para cada uno de los sitios de muestreo, así como la desviación individual, datos que fueron utilizados para el análisis estadístico.

Cuadro IV-9. Área basal por hectárea de los sitios de muestreo del estrato arbustivo.

No. sitio	AB/ha (m ²)	Desviación individual (AB/ha- \bar{X})	(AB/ha- \bar{X}) ²
1	0.6464	0.1073	0.0115
2	0.5407	0.0017	0.0000
3	0.6124	0.0734	0.0054
4	0.4773	-0.0618	0.0038
5	0.4721	-0.0669	0.0045
6	0.5322	-0.0069	0.0000
7	0.5419	0.0029	0.0000
8	0.6188	0.0797	0.0064
9	0.4632	-0.0759	0.0058
10	0.4855	-0.0535	0.0029
Suma	5.3906		0.0402
Promedio	0.5391		

Además del área basal por hectárea, se utilizaron otras variables y/o datos para el análisis estadístico, siendo los que se indican en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-10. Información utilizada para la estimación del tamaño y error de muestreo.

Variable	Valor
N	83.58
n	10

T de Student (n-1 y 95 % de confianza)	2.2622
Error de muestreo máximo permisible	10 %

Una vez que se tienen los valores de las variables requeridas para el análisis estadístico, se aplicaron las fórmulas para la estimación de cada uno de los estadísticos, como se resume en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-11. Expresiones utilizadas para la estimación de cada uno de los estadísticos.

Estadístico	Fórmula	Variabes	Cálculo
Media muestral	$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$	\bar{X} = Media muestral X_i = Datos de área basal por hectárea (m ²) n = Número de sitios muestreados	$\frac{5.3906}{10} = 0.5391$
Varianza	$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$	S^2 = Varianza X_i = Datos de área basal por hectárea (m ²) \bar{X} = Media muestral n = Número de sitios muestreados	$\frac{0.0402}{10 - 1} = 0.0045$
Desviación estándar	$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$	S = Desviación estándar S^2 = Varianza X_i = Datos de área basal por hectárea (m ²) \bar{X} = Media aritmética n = Número de sitios muestreados	$\sqrt{0.0045} = 0.0669$
Coefficiente de variación	$cv = \frac{S}{\bar{x}} * 100$	cv = Coeficiente de variación S = Desviación estándar \bar{X} = Media muestral	$\frac{0.0669}{0.5391} * 100 = 12.4034$
Error estándar	$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{S^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)}$	$S_{\bar{x}}$ = Error estándar S^2 = Varianza n = Número de sitios muestreados N = Número de sitios en la población	$\sqrt{\frac{0.0045}{10} \left(1 - \frac{10}{83.58}\right)} = 0.0198$
Error de muestreo	$E = \pm S_{\bar{x}} * t$	E = Error de muestreo $S_{\bar{x}}$ = Error estándar t = Valor de t de Student	$0.0198 * 2.2622 = 0.0448$
Error de muestreo (en porcentaje)	$E\% = \frac{S_{\bar{x}} * t}{\bar{x}} * 100$	$E\%$ = Error de muestreo en porcentaje $S_{\bar{x}}$ = Error estándar t = Valor de t de Student \bar{X} = Media muestral	$\frac{0.0198 * 2.2622}{0.5391} * 100 = 8.3253$
Límite de confianza superior	$LS = \bar{x} + (t * S_{\bar{x}})$	LS = Límite de confianza superior \bar{X} = Media muestral t = Valor de t de Student $S_{\bar{x}}$ = Error estándar	$0.5391 + (2.2622 * 0.0198) = 0.5839$

Estadístico	Fórmula	Variabes	Cálculo
Límite de confianza inferior	$LI = \bar{x} - (t * S_{\bar{x}})$	LI= Límite de confianza inferior \bar{x} = Media muestral t= Valor de t de Student $S_{\bar{x}}$ = Error estándar	$0.5391 - (2.2622 * 0.0198) = 0.4942$
Intensidad de muestreo	$IM = \frac{n}{N} * 100$	IM= Intensidad de muestreo n= Número de sitios muestreados N= Número de sitios en la población	$\frac{10}{83.58} * 100 = 11.9646$
Tamaño de muestra	$n = \frac{t^2 cv^2}{E\%^2 + \frac{t^2 cv^2}{N}}$	n=Tamaño de muestra t= Valor de t de Student cv=Coficiente de variación E%=Error máximo permisible en porcentaje N= Número de sitios en la población	$n = \frac{(2.2622)^2(12.4034)^2}{(10)^2 + \frac{(2.2622)^2(12.4034)^2}{83.58}}$ = 7.1953

d) Especies registradas

En general, a nivel sistema ambiental se registró mayor diversidad de especies en la mayoría de grupos y/o estratos, a excepción de herbáceo, regeneración y palmas, en el cuadro siguiente se muestran las cifras con las que se puede comparar el número de especies registrado por grupo en el sistema ambiental como en el predio. Con estos datos se puede incidir que la diversidad de especies es mayor en el sistema ambiental que en el predio.

Cuadro IV-12. Número de especies por estrato.

Estrato y/o grupo	Número de especies	
	Microcuencia	Predio
Arbóreo	26	6
Arbustivo	34	16
Herbáceo	5	6
Otras formas de vida	18	1
Regeneración	5	9
Palmas	1	2

De las especies registradas a nivel sistema ambiental, dos de ellas se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y se trata de *Astronium graveolens* catalogado como amenazada y *Zamia spartea* en peligro de extinción. La primera especie se registró tanto en el estrato arbóreo como en el arbustivo. Cabe destacar que estas especies al encontrarse en el Sistema Ambiental, el desarrollo del proyecto no aumentará el nivel de riesgo actual de las especies en

mención. A continuación, se enlistan cada una de las especies que se muestrearon en el SA por estrato y/o grupo.

Cuadro IV-13. Especies registradas en el muestreo florístico en el SA del proyecto.

Estrato	No.	Especie	Nombre común	NAHA	Estatus en NOM-059-SEMARNAT-2010
Arbóreo	1	<i>Adenaria floribunda</i>	Pimientilla	6	
	2	<i>Astronium graveolens</i>	Amargoso	2	Amenazada
	3	<i>Bauhinia unguolata</i>	Pata de gallo	4	
	4	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	24	
	5	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Carnero costeño	6	
	6	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Rosa amarilla	2	
	7	<i>Cordia alliodora</i>	Arguarentillo	34	
	8	<i>Delonix regia</i>	Framboyan	2	
	9	<i>Diphysa carthagenensis</i>	Guachipilin	2	
	10	<i>Genipa americana</i>	Jagua	2	
	11	<i>Gliricidia sepium</i>	Cacahuananche	14	
	12	<i>Guarea glabra</i>	Bejuco blanco	4	
	13	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	96	
	14	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Cicuito	52	
	15	<i>Lonchocarpus isthmensis M</i>	Chaperna	44	
	16	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Mata Buey	2	
	17	<i>Luehea speciosa</i>	Cahulote blanco	6	
	18	<i>Mangifera indica</i>	Mango	26	
	19	<i>Muntingia calabura</i>	Capulín	2	
	20	<i>Persea americana</i>	Aguacate	4	
	21	<i>Spathodea campanulata</i>	Tulipán Africano	2	
	22	<i>Spondias mombin</i>	Jobo	6	
	23	<i>Tabebuia rosea</i>	Apamate rosa	2	
	24	<i>Tabernaemontana donnell-smithii</i>	Huevo de burro	4	
	25	<i>Xylosma panamensis</i>	Brujo	4	
	26	<i>Zanthoxylum kellermanii</i>	Rabo de lagarto	2	
Suma				354	
Arbustivo	1	<i>Acacia cornigera</i>	Cornezuelo	32	
	2	<i>Adenaria floribunda</i>	Pimientilla	380	
	3	<i>Annona squamosa</i>	Capulín	12	
	4	<i>Astronium graveolens</i>	Amargoso	8	Amenazada
	5	<i>Bauhinia unguolata</i>	Pata de gallo	94	
	6	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	2	
	7	<i>Calliandra caeciliae</i>	Tamarindillo	22	



Estrato	No.	Especie	Nombre común	NAHA	Estatus en NOM-059-SEMARNAT-2010	
	8	<i>Calliandra houstoniana</i>	Cabeza de Angel	14		
	9	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Carnero costeño	36		
	10	<i>Cordia alliodora</i>	Arguardentillo	62		
	11	<i>Diospyros salicifolia</i>	Chocoyito	40		
	12	<i>Diphysa carthagenensis</i>	Guachipilin	16		
	13	<i>Ficus pertusa</i>	Amatillo	4		
	14	<i>Genipa americana</i>	Jagua	12		
	15	<i>Gliricidia sepium</i>	Cacahuananche	42		
	16	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	282		
	17	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Cicuito	26		
	18	<i>Hyperbaena mexicana</i>	Manguito	2		
	19	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	8		
	20	<i>Lonchocarpus isthmensis M</i>	Chaperna	430		
	21	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Mata Buey	48		
	22	<i>Mimosa albida</i>	Dormilona grande	58		
	23	<i>Myrcia neopallens</i>	Guayabillo	52		
	24	<i>Piparea dentata</i>	Cafecillo	14		
	25	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	2		
	26	<i>Randia armata</i>	Cruceta	54		
	27	<i>Sapindus saponaria</i>	Jaboncillo	6		
	28	<i>Solanum umbellatum</i>	Barba de chivo	2		
	29	<i>Spondias mombin</i>	Jobo	4		
	30	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruela de huesito	8		
	31	<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	4		
	32	<i>Tabernaemontana donnell-smithii</i>	Huevo de burro	90		
	33	<i>Xylosma panamensis</i>	Brujo	26		
	34	<i>Zanthoxylum kellermanii</i>	Rabo de lagarto	4		
	Suma				1896	
	Herbáceo	1	<i>Corchorus orinocensis</i>	Espadilla	7000	
		2	<i>Hyparrhenia rufa</i>	Bermejo africano	1000	
		3	<i>Olyra latifolia</i>	Carricillo	1000	
		4	<i>Setaria parviflora</i>	Zacate sedoso	15000	
		5	<i>Sida acuta</i>	Escoba	2000	
		Suma				26000
Otras formas de vida	1	<i>Adenocalymma inundatum</i>	Bejuco blanco	238		
	2	<i>Dioscorea bulbifera</i>	Papa cimarrona	36		
	3	<i>Dracaena trifasciata</i>	Cola de gato	148		
	4	<i>Gouania polygama</i>	Bejuco de jote	12		
	5	<i>Lygodium venustum</i>	Hierba de culebra	206		

Estrato	No.	Especie	Nombre común	NAHA	Estatus en NOM-059-SEMARNAT-2010	
	6	<i>Mucuna sloanei</i>	Horseeye Bean	202		
	7	<i>Opuntia stricta</i>	Nopal de caballo	90		
	8	<i>Pachyrhizus erosus</i>	Jícama	30		
	9	<i>Paullinia cururu</i>	Chéen aak'	16		
	10	<i>Petrea volubilis</i>	Bejuco de ajo	56		
	11	<i>Semialarium mexicanum</i>	Cancerina	126		
	12	<i>Serjania cardiospermoides</i>	Bejuco tres lomos	14		
	13	<i>Smilax spinosa</i>	Cocolineca	84		
	14	<i>Syngonium angustatum</i>	Lengua de vaca	24		
	15	<i>Syngonium podophyllum</i>	Chapiso	44		
	16	<i>Tillandsia comitanensis</i>	Bromelia	2		
	17	<i>Vitis tiliifolia</i>	Bejuco blanco	88		
	18	<i>Zamia spartea</i>	Palmilla	18	En Peligro de Extinción	
	Suma				1434	
	Regeneración	1	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Carnero costeño	111	
		2	<i>Dodonaea viscosa</i>	Chapulixtle	1222	
		3	<i>Lonchocarpus isthmensis M</i>	Chaperna	778	
		4	<i>Mangifera indica</i>	Mango	444	
5		<i>Tabebuia rosea</i>	Apamate rosa	111		
Suma				2667		
Palmas	1	<i>Sabal mexicana</i>	Palma de México	26		
	Suma				26	
Total				32377		

Donde NAHA es el número de árboles por hectárea.

A nivel predio, ninguna de las especies registradas se encuentra listado en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en el cuadro siguiente se enlistan las especies registradas en cada uno de los estratos o grupos.

Cuadro IV-14. Lista de especies registradas en el área del proyecto.

Estrato	Número	Especie	Nombre común	Abundancia	Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010
Arbóreo	1	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	6	-
	2	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Mata Buey	5	-
	3	<i>Mangifera indica</i>	Mango	6	-
	4	<i>Persea americana</i>	Aguacate	4	-
	5	<i>Spondias mombin</i>	Jobo	3	-

Estrato	Número	Especie	Nombre común	Abundancia	Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010
	6	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruela de huesito	1	-
Total				25	
Arbustivo	1	<i>Acacia cornigera</i>	Cornezuelo	1	-
	2	<i>Adenaria floribunda</i>	Pimientilla	5	-
	3	<i>Bauhinia unguolata</i>	Pata de gallo	1	-
	4	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	1	-
	5	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	23	-
	6	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Carnero costeño	6	-
	7	<i>Curatella americana</i>	Hojamán	31	-
	8	<i>Gliricidia sepium</i>	Cacahuananche	2	-
	9	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	1	-
	10	<i>Lonchocarpus isthmensis M</i>	Chaperna	10	-
	11	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Mata Buey	23	-
	12	<i>Mimosa albida</i>	Dormilona grande	22	-
	13	<i>Muntingia calabura</i>	Capulín	3	-
	14	<i>Myrcia neopallens</i>	Guayabillo	1	-
	15	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruela de huesito	5	-
	16	<i>Wigandia urens</i>	Chichicastle manso	5	-
Total				140	
Otras formas de vida	1	<i>Lygodium venustum</i>	Hierba de culebra	1	-
Total				1	
Herbáceo	1	<i>Desmodium incanum</i>	Amor seco	1	-
	2	<i>Hyparrhenia rufa</i>	Bermejo africano	40	-
	3	<i>Leptochloa virgata</i>	Tripa de pollo	5	-
	4	<i>Megathyrsus maximus</i>	Camalote	7	-
	5	<i>Setaria parviflora</i>	Zacate sedoso	1	-
	6	<i>Sida acuta</i>	Escoba	3	-
Total				57	
Regeneración	1	<i>Adenaria floribunda</i>	Pimientilla	1	-
	2	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	7	-
	3	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Carnero costeño	1	-
	4	<i>Genipa americana</i>	Jagua	4	-
	5	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Mata Buey	10	-
	6	<i>Mangifera indica</i>	Mango	2	-
	7	<i>Mimosa albida</i>	Dormilona grande	3	-

Estrato	Número	Especie	Nombre común	Abundancia	Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010
	8	<i>Myrcia neopallens</i>	Guayabillo	4	-
	9	<i>Psidium guajava L.</i>	Guayaba	6	-
Total				38	
Palmas	1	<i>Cocos nucifera</i>	Cocotero	2	-
	2	<i>Sabal mexicana</i>	Palma de México	2	-
Total				4	

e) Análisis de diversidad de las especies muestreadas

A fin de poder comparar y/o analizar las especies registradas en ambos polígonos (SA y predio), se estimó el Índice de Valor de Importancia (IVI), de las especies registradas en los estratos arbóreo y arbustivo. El IVI contribuye en el carácter y estructura de un ecosistema (Cottam y Curtis, 1956). Este valor se obtiene mediante la sumatoria de la frecuencia relativa, la densidad relativa la dominancia relativa como se muestra en la siguiente fórmula.

$$IVI = \frac{Derel + Dorel + Frrel}{3}$$

Donde:

Derel= Densidad relativa

Dorel= Dominancia relativa

Frrel= Frecuencia relativa

Previo a la estimación del IVI, se calcularon otras variables, mismos que se indican en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-15. Fórmulas para el cálculo del índice de valor de importancia.

Valor	Fórmula	Variables
Densidad relativa	$Derel = \left(\frac{De}{\sum_{j=1} De} \right) 100$	<i>Derel</i> = densidad relativa por especie <i>De</i> = densidad absoluta

Valor	Fórmula	Variables
Densidad absoluta	$De = \frac{Ni}{S}$	Ni = es el número de individuos de la especie i S = superficie total muestreada
Dominancia relativa	$Dorel = \left(\frac{Do}{\sum_{j=1} Do} \right) 100$	$Dorel$ = Dominancia relativa de la especie i respecto a la dominancia total Do = Dominancia absoluta
Dominancia absoluta	$Do = \frac{Gi}{S}$	Gi = Área basal de la especie i S = Área muestreada
Frecuencia relativa	$Frrel = \left(\frac{Fr}{\sum_{j=1} Fr} \right) 100$	$Frrel$ = Frecuencia relativa de la especie i respecto a la frecuencia total Fr = Frecuencia absoluta
Frecuencia absoluta	$Fr = \frac{Pi}{NS}$	Pi = Número de sitios en los que está presente la especie i NS = Numero total de sitios de muestreo

En los cuadros siguientes se presentan los valores del Índice de Valor de Importancia de cada una de las especies indicados por estrato.

Cuadro IV-16. Valores del índice de valor de importancia de cada una de las especies del estrato arbóreo del sistema ambiental.

No.	Especie	Densidad absoluta	Densidad relativa	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI
1	<i>Adenaria floribunda</i>	6	1.69	0.03	0.38	0.1	1.96	1.34
2	<i>Astronium graveolens</i>	2	0.56	0.13	1.56	0.1	1.96	1.36
3	<i>Bauhinia unguolata</i>	4	1.13	0.39	4.65	0.2	3.92	3.23
4	<i>Bursera simaruba</i>	24	6.78	0.35	4.12	0.2	3.92	4.94
5	<i>Coccoloba barbadensis</i>	6	1.69	0.16	1.94	0.1	1.96	1.86
6	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	2	0.56	0.01	0.15	0.1	1.96	0.89
7	<i>Cordia alliodora</i>	34	9.60	0.87	10.29	0.4	7.84	9.25
8	<i>Delonix regia</i>	2	0.56	0.02	0.19	0.1	1.96	0.90
9	<i>Diphysa carthagenensis</i>	2	0.56	0.01	0.15	0.1	1.96	0.89
10	<i>Genipa americana</i>	2	0.56	0.03	0.36	0.1	1.96	0.96
11	<i>Gliricidia sepium</i>	14	3.95	0.23	2.76	0.4	7.84	4.85
12	<i>Guarea glabra</i>	4	1.13	0.09	1.10	0.2	3.92	2.05
13	<i>Guazuma ulmifolia</i>	96	27.12	2.78	32.79	0.9	17.65	25.85
14	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	52	14.69	1.65	19.41	0.4	7.84	13.98

No.	Especie	Densidad absoluta	Densidad relativa	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI
15	<i>Lonchocarpus isthmensis M</i>	44	12.43	0.53	6.25	0.2	3.92	7.53
16	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	2	0.56	0.35	4.09	0.1	1.96	2.21
17	<i>Luehea speciosa</i>	6	1.69	0.04	0.50	0.2	3.92	2.04
18	<i>Mangifera indica</i>	26	7.34	0.53	6.26	0.3	5.88	6.49
19	<i>Muntingia calabura</i>	2	0.56	0.02	0.20	0.1	1.96	0.91
20	<i>Persea americana</i>	4	1.13	0.03	0.31	0.1	1.96	1.13
21	<i>Spathodea campanulata</i>	2	0.56	0.02	0.22	0.1	1.96	0.92
22	<i>Spondias mombin</i>	6	1.69	0.04	0.47	0.2	3.92	2.03
23	<i>Tabebuia rosea</i>	2	0.56	0.03	0.36	0.1	1.96	0.96
24	<i>Tabernaemontana donnell-smithii</i>	4	1.13	0.09	1.05	0.1	1.96	1.38
25	<i>Xylosma panamensis</i>	4	1.13	0.02	0.27	0.1	1.96	1.12
26	<i>Zanthoxylum kellermanii</i>	2	0.56	0.02	0.19	0.1	1.96	0.90

Las especies con mayor IVI en el estrato arbóreo no tendrán impactos negativos por la implementación del proyecto, ya que el CUSTF del área del proyecto no afectará al componente florístico del sistema ambiental.

Por otra parte, para el estrato arbustivo, las especies con mayor Índice de Valor de Importancia son *Lonchocarpus isthmensis M.* y *Adenaria floribunda*, ya que fueron las que mayor cantidad de registros presentaron en este estrato.

Los valores del IVI para el estrato arbustivo se indican en el siguiente cuadro.

Cuadro IV-17. Valores del índice de valor de importancia para el estrato arbustivo del sistema ambiental.

No.	Especie	Densidad absoluta	Densidad relativa	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI
1	<i>Acacia cornigera</i>	32	1.69	0.02	0.88	0.1	1	1.19
2	<i>Adenaria floribunda</i>	380	20.04	0.27	14.45	0.7	7	13.83
3	<i>Annona squamosa</i>	12	0.63	0.01	0.37	0.1	1	0.67
4	<i>Astronium graveolens</i>	8	0.42	0.00	0.23	0.1	1	0.55
5	<i>Bauhinia unguolata</i>	94	4.96	0.07	3.77	0.7	7	5.24
6	<i>Bursera simaruba</i>	2	0.11	0.01	0.36	0.1	1	0.49
7	<i>Calliandra caeciliae</i>	22	1.16	0.01	0.59	0.1	1	0.92
8	<i>Calliandra houstoniana</i>	14	0.74	0.02	0.98	0.1	1	0.90
9	<i>Coccoloba barbadensis</i>	36	1.90	0.05	2.84	0.7	7	3.91
10	<i>Cordia alliodora</i>	62	3.27	0.07	3.69	0.5	5	3.99



No.	Especie	Densidad absoluta	Densidad relativa	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI
11	<i>Diospyros salicifolia</i>	40	2.11	0.04	2.22	0.3	3	2.44
12	<i>Diphysa carthagenensis</i>	16	0.84	0.02	1.01	0.2	2	1.29
13	<i>Ficus pertusa</i>	4	0.21	0.00	0.23	0.1	1	0.48
14	<i>Genipa americana</i>	12	0.63	0.01	0.38	0.2	2	1.00
15	<i>Gliricidia sepium</i>	42	2.22	0.04	2.25	0.2	2	2.16
16	<i>Guazuma ulmifolia</i>	282	14.87	0.33	18.01	0.8	8	13.63
17	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	26	1.37	0.04	2.08	0.5	5	2.82
18	<i>Hyperbaena mexicana</i>	2	0.11	0.00	0.02	0.1	1	0.37
19	<i>Leucaena leucocephala</i>	8	0.42	0.01	0.73	0.1	1	0.72
20	<i>Lonchocarpus isthmensis M</i>	430	22.68	0.45	24.38	0.6	6	17.68
21	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	48	2.53	0.04	2.44	0.2	2	2.32
22	<i>Mimosa albida</i>	58	3.06	0.06	3.45	0.7	7	4.50
23	<i>Myrcia neopallens</i>	52	2.74	0.08	4.47	0.2	2	3.07
24	<i>Piparea dentata</i>	14	0.74	0.01	0.66	0.5	5	2.13
25	<i>Pithecellobium dulce</i>	2	0.11	0.00	0.02	0.1	1	0.37
26	<i>Randia armata</i>	54	2.85	0.03	1.68	0.6	6	3.51
27	<i>Sapindus saponaria</i>	6	0.32	0.01	0.60	0.1	1	0.64
28	<i>Solanum umbellatum</i>	2	0.11	0.00	0.02	0.1	1	0.37
29	<i>Spondias mombin</i>	4	0.21	0.01	0.43	0.1	1	0.55
30	<i>Spondias purpurea</i>	8	0.42	0.02	0.91	0.2	2	1.11
31	<i>Swietenia macrophylla</i>	4	0.21	0.00	0.04	0.1	1	0.42
32	<i>Tabernaemontana donnell-smithii</i>	90	4.75	0.08	4.09	0.2	2	3.61
33	<i>Xylosma panamensis</i>	26	1.37	0.03	1.66	0.5	5	2.68
34	<i>Zanthoxylum kellermanii</i>	4	0.21	0.00	0.10	0.1	1	0.44

IVI: índice de valor de importancia.

El proyecto no representa riesgo de comprometer a las especies con mayor IVI del estrato arbustivo, ya que el CUSTF no tendrá repercusiones sobre la flora del sistema ambiental, en general no incidirá en ninguna de las especies e individuos que se encuentren fuera del área que estará sujeta a cambio de uso de suelo.

A nivel predio, en el estrato arbóreo se tiene que las especies con mayor Índice de Valor de Importancia (IVI) corresponden a *Mangifera indica* y *Persea americana* con 29.23 y 21.54 de IVI, respectivamente. Los valores de IVI de las especies restantes se indican en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-18. Índice de Valor de Importancia de las especies muestreadas en el estrato arbóreo del predio.

No.	Especie	Nombre común	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	Índice de Valor de Importancia
1	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	24.00	11.68	25.00	20.23
2	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Mata Buey	20.00	3.83	12.50	12.11
3	<i>Mangifera indica</i>	Mango	24.00	38.70	25.00	29.23
4	<i>Persea americana</i>	Aguacate	16.00	36.13	12.50	21.54
5	<i>Spondias mombin</i>	Jobo	12.00	8.87	12.50	11.12
6	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruela de huesito	4.00	0.79	12.50	5.76

En el estrato arbustivo, las especies más representativas fueron *Curatella americana* con 19.68 de IVI, seguido por *Byrsonima crassifolia* con 14.53 de IVI y en tercer lugar se encuentra *Lonchocarpus rugosus* con 14.01 de IVI, como se aprecia en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-19. Índice de Valor de Importancia de las especies del estrato arbustivo del predio.

No.	Especie	Nombre común	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	Índice de Valor de Importancia
1	<i>Acacia cornigera</i>	Cornezuelo	0.71	1.61	3.33	1.89
2	<i>Adenaria floribunda</i>	Pimientilla	3.57	1.99	10.00	5.19
3	<i>Bauhinia unguolata</i>	Pata de gallo	0.71	0.57	3.33	1.54
4	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	0.71	3.08	3.33	2.38
5	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	16.43	13.84	13.33	14.53
6	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Carnero costeño	4.29	2.90	10.00	5.73
7	<i>Curatella americana</i>	Hojamán	22.14	23.56	13.33	19.68
8	<i>Gliricidia sepium</i>	Cacahuananche	1.43	0.84	3.33	1.87
9	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	0.71	0.46	3.33	1.50
10	<i>Lonchocarpus isthmensis M</i>	Chaperna	7.14	7.72	3.33	6.07
11	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Mata Buey	16.43	19.22	6.67	14.10
12	<i>Mimosa albida</i>	Dormilona grande	15.71	7.74	13.33	12.26
13	<i>Muntingia calabura</i>	Capulín	2.14	2.53	3.33	2.67
14	<i>Myrcia neopallens</i>	Guayabillo	0.71	0.84	3.33	1.63
15	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruela de huesito	3.57	4.89	3.33	3.93
16	<i>Wigandia urens</i>	Chichicastle manso	3.57	8.23	3.33	5.05

Las especies de mayor Índice de Valor de Importancia que se registraron en el predio que estará sujeto a cambio de uso de suelo, son las que se priorizará su rescate y reubicación para no modificar de forma negativa la estructura del ecosistema, sobre todo cobra relevancia debido a

que la reubicación se realizará en la franja de amortiguamiento que se dejará al contorno del área donde será aprovechado la pizarra.

f) Estimación de los índices de diversidad

Los índices utilizados para el análisis de diversidad y riqueza de especies fueron los índices de Shannon-Wiener, Margalef y Simpson.

- **Índice de Simpson**

Es un índice de dominancia que indica la relación existente entre riqueza o número de especies y la abundancia número de individuos por especie (Campo y Duval, 2014). Se expresa con la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de Simpson} = \sum Pi^2$$

Donde:

Pi= el número de individuos de la especie i entre el número total de individuos de la muestra.

Los valores de este índice varían de 0 y 1, cercanos a 0 representa equidad y cercanos a 1 dominancia de la especie.

- **Índice de Shannon-Wiener**

Considera la diversidad de especies y su abundancia; relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presente en la muestra. Además, mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies. Su expresión es como sigue:

$$\text{Índice de Shannon – Wiener} = - \sum Pi \times \ln (Pi)$$

El índice de Shannon-Wiener toma valores de cero cuando hay una sola especie. De forma general sus valores varían entre 0.5 y 5, normalmente entre 2 y 3. Valores menores a 2 significan diversidad baja y valores mayores a 3 diversidad alta.

- **Índice de Margalef**



Proporciona datos de riqueza de especies de la vegetación. Mide el número de especies por número de individuos especificados o la cantidad de especies por área en una muestra, es decir, supone una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos. Valores menores a 2 indica riqueza baja, valores mayores o cercanos a 5 riqueza alta (Moreno, 2001; Campo y Duval, 2014). La fórmula utilizada para estimar este índice fue:

$$\text{Índice de Margalef} = \frac{S - 1}{\ln(N)}$$

Donde:

S= Número de especies registradas

N= Número total de individuos muestreados

- **Resultados de los índices de diversidad**

Después de haber estimado los índices de Simpson, Shannon-Wiener y Margalef para cada uno de los estratos y grupos en predio y en sistema ambiental, se concluye lo siguiente:

- El índice de Simpson, indica que, en todos los estratos y grupos a excepción de palmas, en sistema ambiental y de otras formas de vida en predio que por el número de especies que se registró resulta ser la dominante.
- El índice de Shannon-Wiener, indica la diversidad biológica de los sitios, en general en todos los grupos y estratos resulta que en el sistema ambiental la diversidad biológica es mayor que en predio, aunque la diversidad reportada es media para los grupos arbóreo, arbustivo y otras formas de vida en el sistema ambiental y el resto resultaron ser de diversidad baja y en predio la diversidad es de nivel medio en arbustivo y en los grupos restantes son de diversidad baja.
- El índice de Margalef, sugiere que la riqueza específica es alta en el estrato arbóreo y arbustivo sistema ambiental, bajo en arbóreo de predio y media en arbustiva de predio. El grupo de otras formas de vida la riqueza es de nivel medio en el sistema ambiental y el resto de los grupos resultaron con riqueza baja, de igual forma en predio, herbáceo y palmas reportan riqueza baja y el grupo de otras formas de vida no se pudo estimar su

riqueza específica en predio debido a que sólo se registró una especie. De forma general tanto la riqueza como la diversidad es mayor en el sistema ambiental que en predio, lo que garantiza que el cambio de uso de suelo no afectará a la diversidad de especies de la región.

En el cuadro siguiente se indican los resultados obtenidos de cada uno de los índices para cada grupo de especie muestreada del sistema ambiental como a nivel de predio.

Cuadro IV-20. Índices de diversidad estimados por grupo y por estratos florísticos en el sistema ambiental y en predio.

Grupo o estrato	Índice de Simpson		Índice de Shannon-Wiener		Índice de Margalef	
	Microcuenca	Predio	Microcuenca	Predio	Microcuenca	Predio
Arbóreo	0.13	0.20	2.44	1.68	4.83	1.55
Arbustivo	0.13	1.14	2.57	2.22	4.81	3.04
Herbáceo	0.41	0.52	1.12	1.02	1.23	1.24
Otras formas de vida	0.10	1.00	2.49	0.00	2.59	-
Regeneración	0.33	0.16	1.28	1.98	1.26	2.20
Palmas	1	0.50	0	0.69	0	0.72

IV.3.1.2.2. Fauna

a) Fauna reportada en literatura para la zona de estudio

En este apartado se incluirá un listado de especies de Fauna Silvestre reportadas para el Municipio de Santa María Petapa, siendo los municipios más cercanos a la ubicación del proyecto y que parte de su superficie integran al sistema ambiental delimitado para el presente proyecto.

Al no existir otras fuentes o estudios que se haya publicado sobre las especies de fauna silvestre para la zona de estudio, se consultó la plataforma Enciclovida de CONABIO para conocer las especies de fauna reportadas para el municipio. Estas especies se enlistaron en el siguiente cuadro.

Cuadro IV-21. Especies de fauna silvestre reportadas para el municipio de Santa María Petapa.

Grupo	Nombre científico	Nombre común	Estatus en NOM-059-SEMARNAT-2010
	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélagu lengüetón	



Grupo	Nombre científico	Nombre común	Estatus en NOM-059-SEMARNAT-2010
Mamíferos	<i>Trachops cirrhosus</i>	Murciélago labio verrugoso	Amenazada
	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla vientre rojo	
	<i>Peromyscus mexicanus</i>	Ratón mexicano	
	<i>Pteronotus parnellii</i>	Murciélago-bigotudo de Parnell	
	<i>Potos flavus</i>	Mico de noche	Sujeta a protección especial
	<i>Alouatta Palliata</i>	Saraguato de manto	En peligro de extinción
	<i>Philander opossum</i>	Tlacuache cuatrojos gris	
	<i>Dasyprocta mexicana</i>	Guaqueque mexicano	
	<i>Nasua narica</i>	Coatí	
	<i>Tlacuatzin canescens</i>	Tlacuache ratón gris	
Aves	<i>Passerina rositae</i>	Colorín azulrosa	Amenazada
	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana norteña	
	<i>Thraupis abbas</i>	Tangara alas amarillas	
	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos	
	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	
	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira puerquito	
	<i>Saltador atriceps</i>	Saltador cabeza negra	
	<i>Cotinga amabilis</i>	Continga azuleja	Amenazada
	<i>Cyanerpes cyaneus</i>	Mielero patas rojas	
	<i>Aimophila rufescens</i>	Zacatonero canelo	
	<i>Eupsitula nana</i>	Perico pecho sucio	Sujeta a protección especial
	<i>Thryophilus pleurostictus</i>	Saltapared barrado	
	<i>Icterus graduacauda</i>	Calandria capucha negra	
	<i>Habia fuscicauda</i>	Piranga hormiguera garganta roja	
	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical	
	<i>Megaceryle torquata</i>	Martín pescador de collar	
	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	
	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Saltapared moteado	
	<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo verdeamarillo	
	<i>Cyaclarhis guhanensis</i>	Vireón cejas canela	
	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe gorra canela	
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	
	<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	Trepatroncos corona rayada	
<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garaganta negra		
<i>Colinus virginianus</i>	Codorniz cotuí		
<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo canelo		

Grupo	Nombre científico	Nombre común	Estatus en NOM-059-SEMARNAT-2010
	<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto corona canela	
	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	
	<i>Cassiculus melanicterus</i>	Cacique mexicano	
	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Corcomán neotropical	
	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajo	
	<i>Amazona oratrix</i>	Loro cabeza amarilla	En peligro de extinción
	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero bellotero	
	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	
	<i>Empidonax minimus</i>	Papamoscas chico	
	<i>Campylorhynchus zonatus</i>	Matraca tropical	
	<i>Lanio aurantius</i>	Tangara capucha negra	Sujeta a protección especial
	<i>Setophaga graciae</i>	Chipe cejas amarillas	
	<i>Icterus spurius</i>	Calandria castaña	
	<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria dorso rayado	
	<i>Icterus mesomelas</i>	Calandria cola amarilla	
	<i>Saltador maximus</i>	Saltador garganta ocre	
	<i>Chlorophonia occipitalis</i>	Clorofonia corona azul	
	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	
	<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión chapulín	
	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	
	<i>Piranga flava</i>	Piranga encinera	
	<i>Falco ruficularis</i>	Halcón murciélaguero	
	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	
	<i>Chloceryle amazona</i>	Martín pescador amazónico	
	<i>Patagioenas speciosa</i>	Paloma escamosa	Sujeta a protección especial
Reptiles	<i>Sceloporus siniferus</i>	Lagartija espinosa de cola larga	
	<i>Aspidoscelis deppi</i>	Huico de siete líneas	
	<i>Agkistrodon bilineatus</i>	Cantil enjaquinado	Sujeta a protección especial
	<i>Thamnophis proximus</i>	Culebra acuática centroamericana	Amenazada
	<i>Stenorrhina freminvillei</i>	Culebra alacranera de sangre	
	<i>Leptodeira septentrionalis</i>	Escombrera manchada	
	<i>Sceloporus teapensis</i>	Lagartija espinosa de Tabasco	
	<i>Tropidodipsas sartorii</i>	Culebra caracolera de oriente	
	<i>Anolis sericeus</i>	Abaniquillo sedoso	



Grupo	Nombre científico	Nombre común	Estatus en NOM-059-SEMARNAT-2010
	<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija espinosa vientre rosado	
	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	
Anfibios	<i>Sarcophyla sabrina</i>	Rana de árbol de Sierra de Juárez	Amenazada
	<i>Craugastor pygmaeus</i>	Rana ladradora pigmea	
	<i>Rhinella horribilis</i>	Sapo gigante	
	<i>Thachycephalus typhonius</i>	Rana arborícola lechosa	
	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	
	<i>Craugastor rugulosus</i>	Rana ladradora centroamericana	
	<i>Leptodaectylus melanonotus</i>	Ranita hojarasca	
	<i>Ptychohyla leonhardschultzei</i>	Ranita de arroyo	Sujeta a protección especial
Insectos	<i>Magbeuptychia libye</i>	Mariposa sátira gris	
	<i>Chlosyne lacinia</i>	Mariposa de parche bordeado	
	<i>Calycopis isobea</i>	Mariposa seosa de lunas naranjas	
	<i>Chlosyne theona</i>	Mariposa parche naranja	
	<i>Mariposa chasqueadora</i>	Hamadryas feronia	
	<i>Palpita quadristigmalis</i>	Polilla de cuatro puntos	
	<i>Smyrna blomfieldia</i>	Tronquera	
	<i>Pyrisitia nise</i>	Mariposa amarilla mimosa de borde grueso	
	<i>Pareuptychia ocirrhoe</i>	Sátira de dos bandas blancas	
	<i>Itaballia demophile</i>	Mariposa blanca de bandas negras	
	<i>Danaus gilippus</i>	Mariposa reina	
	<i>Colobura dirce</i>	Mariposa laberinto	
	<i>Urbanus dorantes</i>	Saltarina de cola larga común	
	<i>Cogia calchas</i>	Saltarina de las mimosas	
	<i>Urania fulgens</i>		
	<i>Nepheloleuca politia</i>		
	<i>Psilopleura vittata</i>		
	<i>Diognites neoternatus</i>	Hanging Thief	
	<i>Largus longulus</i>		
	<i>Palpita flegia</i>		
	<i>Stagmomantis nahua</i>		
	<i>Chalepus bellulus</i>		
	<i>Anthanassa tulcis</i>	Mariposa lunita pálida	
<i>Maruca vitrata</i>	Mung Bean Moth		
<i>Horama panthalon</i>	Texas wasp moth		



Grupo	Nombre científico	Nombre común	Estatus en NOM-059-SEMARNAT-2010
	<i>Horama plumipes</i>	Polilla con botas	
	<i>Aclytia heber</i>		
	<i>Ascalapha odorata</i>	Polilla bruja	
	<i>Paratettix aztecus</i>	Saltamontes pigmeo	
	<i>Diabrotica balteata</i>	Escarabajo de la calabaza	
	<i>Pseudoleon superbus</i>	Rayadora de filigrana	
	<i>Cissia pompilia</i>	Mariposa sátira de llano	
	<i>Ziegleria hesperitis</i>	Common groundstreak	
	<i>Ischnura ramburii</i>	Caballito pigmeo de rambur	
	<i>Erythrodiplax basifusca</i>	Rayadora bicolor	
	<i>Ericydeus cupreolus</i>		
	<i>Siderone galanthis</i>	Mariposa hojarasca escarlata	
	<i>Rhetus arcus</i>	Mariposa azul de cola larga	
	<i>Parachartergus apicalis</i>	Avispa de alas blancas	

b) Fauna registrada con el muestreo realizado en predio y sistema ambiental

- **Mamíferos**

A nivel sistema ambiental, se registró sólo una especie de mamífero con una observación y se trata de *Sciurus aureogaster* (ardilla vientre rojo), siendo la misma situación que se reporta en el predio debido a que también se registró la misma especie y con una observación. Con estos resultados se puede concluir que son las mismas especies de este grupo que se distribuyen tanto en predio como a nivel sistema ambiental.

- **Aves**

A nivel sistema ambiental se reportó un total de 20 especies, mientras que en el predio se registraron 19 especies del grupo de aves. De las especies registradas en el sistema ambiental una es endémica de México (*Momotus mexicanus*) y el resto son nativas, así como las especies observadas en el predio todas son nativas.

Cuadro IV-22. Listado de especies de aves registrados en predio y en el sistema ambiental.

No.	Sistema Ambiental		Predio	
	Especies	Frecuencia	Especies	Frecuencia
1	<i>Amazilia candida</i>	4	<i>Ardea alba</i>	13



No.	Sistema Ambiental		Predio	
	Especies	Frecuencia	Especies	Frecuencia
2	<i>Ardea alba</i>	1	<i>Icterus gularis</i>	3
3	<i>Icterus gularis</i>	13	<i>Buteo plagiatus</i>	1
4	<i>Buteo plagiatus</i>	1	<i>Calocitta formosa</i>	7
5	<i>Calocitta formosa</i>	18	<i>Cassiculus melanicterus</i>	5
6	<i>Cassiculus melanicterus</i>	4	<i>Cathartes aura</i>	21
7	<i>Cathartes aura</i>	4	<i>Coccyzus americanus</i>	1
8	<i>Columbina inca</i>	2	<i>Coragyps atratus</i>	34
9	<i>Coragyps atratus</i>	48	<i>Eupsittula nana</i>	39
10	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	6	<i>Geothlypis poliocephala</i>	1
11	<i>Empidonax minimus</i>	1	<i>Melanerpes aurifrons</i>	4
12	<i>Euphonia affinis</i>	6	<i>Molothrus aeneus</i>	98
13	<i>Melanerpes aurifrons</i>	14	<i>Morococcyx erythropus</i>	1
14	<i>Momotus mexicanus</i>	3	<i>Ortalis vetula</i>	4
15	<i>Ortalis vetula</i>	5	<i>Peucaea ruficauda</i>	2
16	<i>Peucaea ruficauda</i>	13	<i>Pitangus sulphuratus</i>	13
17	<i>Pitangus sulphuratus</i>	18	<i>Polioptila caerulea</i>	1
18	<i>Polioptila caerulea</i>	8	<i>Progne chalybea</i>	1
19	<i>Quiscalus mexicanus</i>	11	<i>Quiscalus mexicanus</i>	61
20	<i>Zenaida asiatica</i>	4		
	Total	184		310

- **Anfibios y reptiles**

Este grupo de especies, presenta baja diversidad comparado con el grupo de aves, por ejemplo; a nivel sistema ambiental se ha reportado un total de 4 especies con 13 observaciones en total y en predio se registró 3 especies con 3 observaciones, uno de cada uno. Con estos datos, se deduce que la diversidad es relativamente mayor en sistema ambiental que en predio. Esta situación es benéfica para el desarrollo del proyecto, puesto que no se afectaría a este grupo de especies, sin embargo, se tiene propuesto la implementación de un programa de rescate y reubicación para las especies que pudieran tener presencia en el predio previo al desarrollo del cambio de uso de suelo.



Cuadro IV-23. Especies de anfibios y reptiles registrados en predio y en el sistema ambiental.

No.	Sistema ambiental		Predio	
	Especies	Frecuencia	Especies	Frecuencia
1	<i>Incilius marmoreus</i>	3	<i>Incilius marmoreus</i>	1
2	<i>Anolis unilobatus</i>	1	<i>Hemidactylus frenatus</i>	1
3	<i>Aspidoscelis deppii</i>	1	<i>Sceloporus melanorhinus</i>	1
4	<i>Sceloporus siniferus</i>	8		
	Total	13		3

- **Insectos**

Es el grupo de especies de fauna silvestre con mayor diversidad de especies reportadas tanto para sistema ambiental como para el predio. En este caso, se enlistan a 28 especies para cada caso. En cuando a la abundancia de especies, en sistema ambiental se avistaron 318 individuos, mientras que en predio fueron 235, como se enlista en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-24. Especies de insectos con registro en predio y en sistema ambiental.

No.	Sistema Ambiental		Predio	
	Especies	Frecuencia	Especies	Frecuencia
1	<i>Abracris flavolineata</i>	1	<i>Ancistrocercus circumdatus</i>	1
2	<i>Apis mellifera</i>	65	<i>Argiope argentata</i>	1
3	<i>Argia translata</i>	1	<i>Argiope aurantia</i>	2
4	<i>Calopteron reticulatum</i>	1	<i>Calycopis isobea</i>	1
5	<i>Cissia similis</i>	2	<i>Camptonotus carolinensis</i>	1
6	<i>Dichromorpha viridis</i>	1	<i>Chilocorus cacti</i>	1
7	<i>Dryas iulia</i>	2	<i>Cissia themis</i>	1
8	<i>Dynamine postverta</i>	1	<i>Dichromorpha viridis</i>	1
9	<i>Erythrodiplax umbrata</i>	1	<i>Dryas iulia</i>	1
10	<i>Eudesmia menea</i>	2	<i>Eriophora edax</i>	1
11	<i>Gasteracantha cancriformis</i>	1	<i>Gasteracantha cancriformis</i>	4
12	<i>Hamadryas februa</i>	10	<i>Heliconius charithonia</i>	2
13	<i>Hamadryas feronia</i>	1	<i>Microcentrum californicum</i>	1
14	<i>Hamadryas glauconome</i>	4	<i>Myscelia ethusa</i>	1
15	<i>Heliconius charithonia</i>	11	<i>Nemobius sylvestris</i>	1
16	<i>Micrathena duodecimspinosa</i>	1	<i>Orthoporus texicolens</i>	1
17	<i>Polistes instabilis</i>	1	<i>Parepalpus flavidus</i>	1
18	<i>Polistes pacificus</i>	50	<i>Polistes instabilis</i>	20

No.	Sistema Ambiental		Predio	
	Especies	Frecuencia	Especies	Frecuencia
19	<i>Polybia occidentalis</i>	150	<i>Polybia occidentalis</i>	180
20	<i>Pseudosermyle strigata</i>	1	<i>Prosapia simulans</i>	1
21	<i>Pyrisitia dina</i>	2	<i>Ptichodis vinculum</i>	1
22	<i>Rhinandrus foveolatus</i>	1	<i>Pyrisitia dina</i>	1
23	<i>Rocconota tuberculigera</i>	1	<i>Rhinandrus foveolatus</i>	1
24	<i>Siproeta epaphus</i>	3	<i>Sphenarium purpurascens</i>	1
25	<i>Thesprotia graminis</i>	1	<i>Stagmomantis limbata</i>	1
26	<i>Tmolus echion</i>	1	<i>Taricanus truquii</i>	1
27	<i>Trichonephila clavipes</i>	1	<i>Trichonephila clavipes</i>	5
28	<i>Verrucosa arenata</i>	1	<i>Yersinia mexicana</i>	1
	Total	318		235

c) Método de muestreo y tamaño de las unidades de muestreo

Se utilizó el muestreo simple al azar para la ubicación de las unidades de muestreo en el predio y en su sistema ambiental y estas fueron transectos rectangulares de 20 m de ancho por 50 m de largo. En estas unidades se muestrearon los diferentes grupos de fauna silvestre (mamíferos, aves, anfibios y reptiles e insectos), además se complementó con recorridos estratégicos y colocación de cámaras trampa.

En las siguientes figuras se indica la ubicación de los transectos en predio y en sistema ambiental.

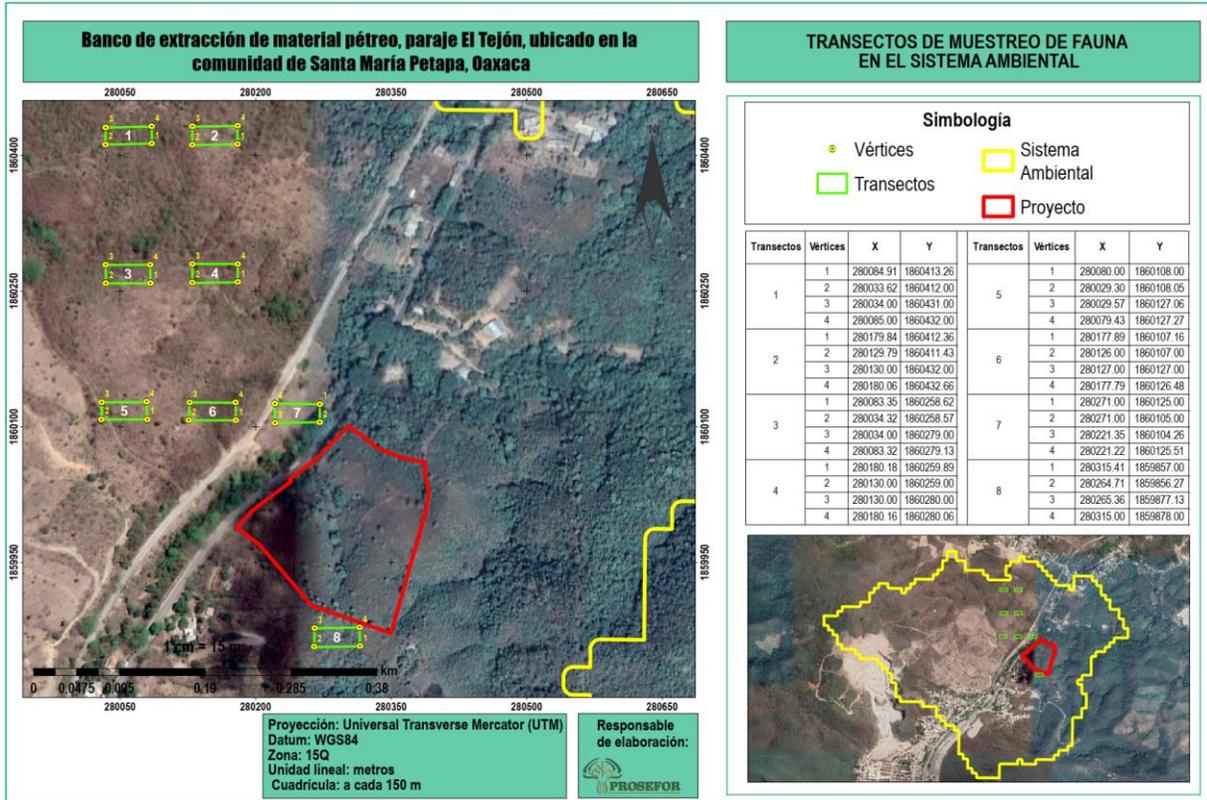


Figura IV-38. Ubicación de las unidades de muestreo faunístico en el sistema ambiental.

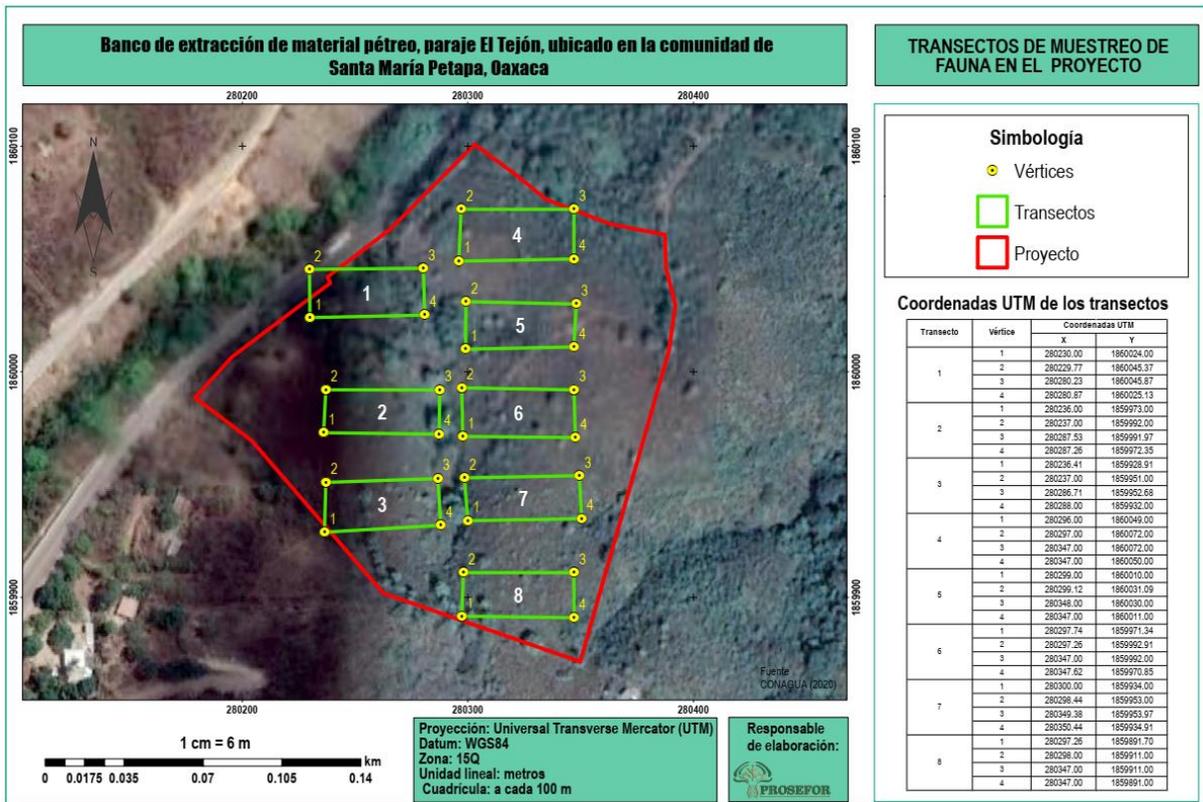


Figura IV-39. Ubicación de las unidades de muestreo de la fauna silvestre en el predio.

Tanto en predio como en el sistema ambiental se muestreo en 8 unidades de muestreo los diferentes grupos faunísticos. Con la información recabada en cada uno de ellos, fue posible realizar el análisis de diversidad de las especies, así como analizar el nivel de impacto que pudiera ocasionar el proyecto al ejecutarse en un predio con la diversidad que existe.

d) Análisis de diversidad de las especies de fauna silvestre

Los índices de diversidad que se estimaron para el componente de fauna silvestre fueron los mismos índices que se estimaron para el componente de flora, siendo índice de Shannon-Wiener, Margalef y Simpson. En el siguiente cuadro se muestran los valores estimados de cada uno de los índices de diversidad y para cada uno de los grupos faunísticos.

Cuadro IV-25. Índices de diversidad de los grupos faunísticos.

Grupo	Índice de Simpson		Índice de Shannon-Wiener		Índice de Margalef	
	Sistema ambiental	Predio	Sistema ambiental	Predio	Sistema ambiental	Predio
Mamíferos	1	1	0	0	0	0

Grupo	Índice de Simpson		Índice de Shannon-Wiener		Índice de Margalef	
	Sistema ambiental	Predio	Sistema ambiental	Predio	Sistema ambiental	Predio
Aves	0.11	0.18	2.54	2.09	3.64	3.14
Anfibios y reptiles	0.44	0.33	1.3	1.10	1.17	1.82
Insectos	0.29	0.60	1.73	1.16	4.69	4.95

De acuerdo con los valores obtenidos del índice de Simpson para cada uno de los grupos de especies a nivel sistema ambiental y predio, se tiene que no existe dominancia de especies a excepción del grupo de mamíferos, aunque este resultado responde al hecho de que sólo se registró una especie.

El índice de Shannon-Wiener indica una diversidad de nivel medio para el grupo de aves tanto en predio como en sistema ambiental y de nivel bajo para los grupos anfibios y reptiles e insectos en ambos casos.

El índice de Margalef indica que la riqueza específica es alta en insectos tanto en predio como en sistema ambiental, seguida del grupo de aves con 3.64 y 3.14 en sistema ambiental y predio, respectivamente. La riqueza específica es baja para el grupo de anfibios y reptiles también para ambos, predio y sistema ambiental.

Con estos resultados en los índices de diversidad, se concluye que de forma general el cambio de uso de suelo no pondrá en riesgo a la diversidad de especies, debido a que la mayoría de las especies registradas en predio se encontraron en el sistema ambiental. Como una medida de prevención se propone implementar el programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de las especies, previo al inicio de las actividades de remoción de la cubierta vegetal, este programa busca garantizar que ninguna especie sufra ningún tipo de daño como consecuencia de las actividades a desarrollarse por el proyecto.

IV.3.1.3. Medio socioeconómico

La identificación de las condiciones sociales del área en donde se realiza un proyecto es de gran relevancia, debido a que el factor humano juega un papel importante dentro de los ecosistemas, por lo que se debe de identificar el grado de impacto negativo o positivo que el proyecto podría causar sobre estos y del mismo modo la influencia que las poblaciones humanas pudieran tener en el proceso de desarrollo de las actividades.

IV.3.1.3.1. Demografía

Para el municipio de Santa María Petapa, INEGI (2020) reporta 16 706 habitantes, de los cuales 8 626 son mujeres y 8 080 hombres (51.63 % y 48.37 % respectivamente).

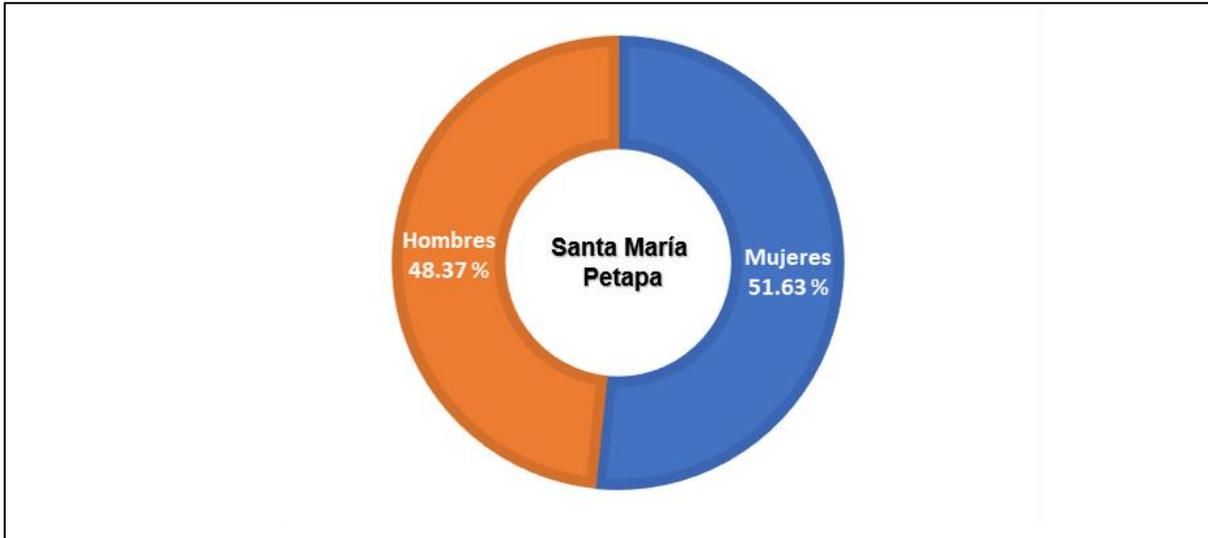
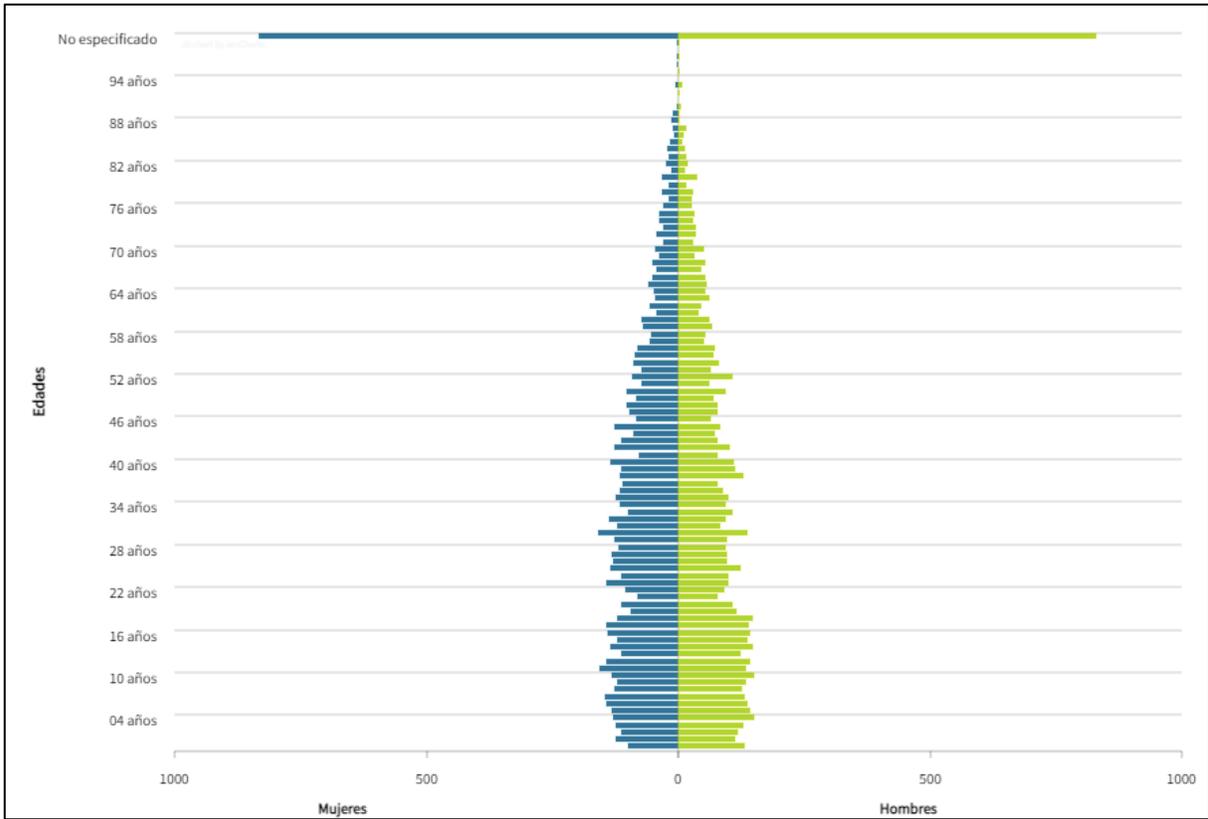


Figura IV-40. Población por sexo en Santa María Petapa.

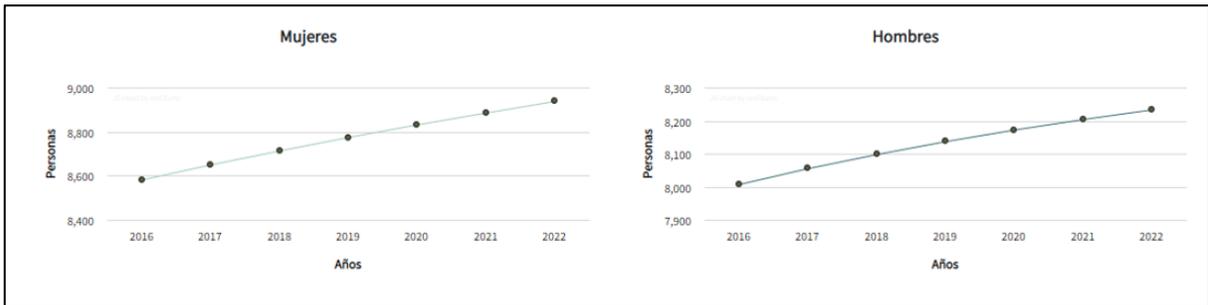
La mayoría de la población femenina se encuentra en las edades de 11, 12, 23 y 30 años; en lo que respecta a la población masculina, las edades que presentan mayor concentración de población son 4, 10, 14 y 18 años; cabe señalar que, para este municipio, hubo población de cuya edad no fue especificada en el Censo de Población y Vivienda 2020 de INEGI.



Fuente: Atlas de género Oaxaca, elaborado con datos de INEGI (2020).

Figura IV-41. Población por sexo y edades en Santa María Petapa.

En este municipio, el número de habitantes de ambos sexos muestra un incremento en la proyección; como se muestra en la siguiente figura.



Fuente: Atlas de género Oaxaca, elaborado con datos de INEGI (2020).

Figura IV-42. Población por sexo y edades en Santa María Petapa.

IV.3.1.3.2. Desarrollo social

De acuerdo con el Consejo Nacional de Población (2015), el índice de marginación de este municipio es de 0.72762, lo cual es clasificado como un nivel Alto.

a) Educación

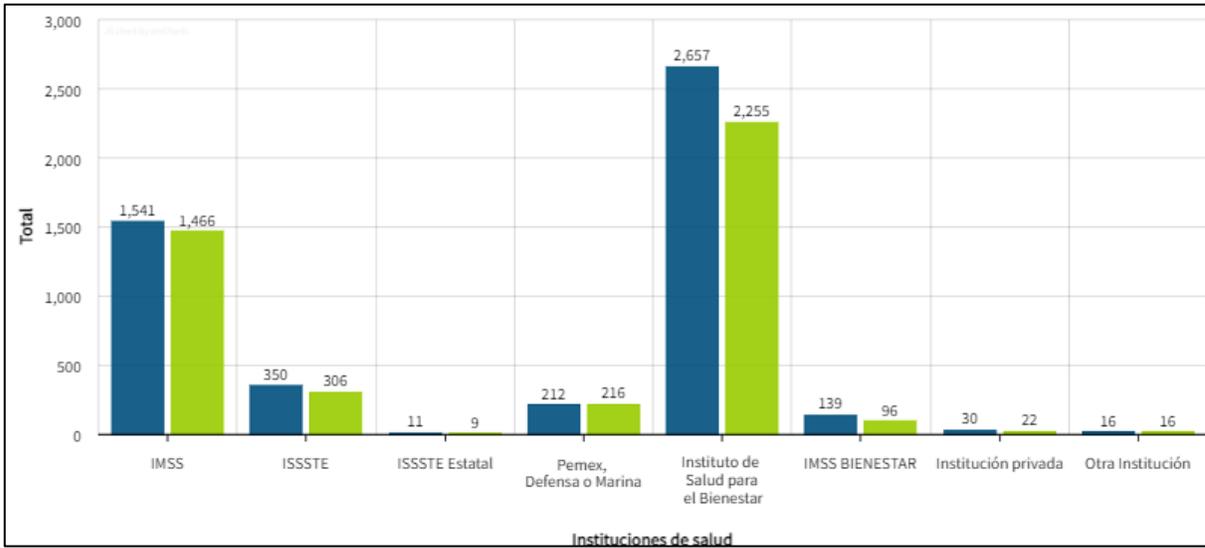
Santa María Petapa tiene 20 escuelas de educación preescolar, de las cuales 8 generales, 10 indígenas y 2 de CONAFE; cuenta con 20 escuelas de nivel primaria, las cuales se reparten en 8 generales, 9 indígenas y 3 de CONAFE (2 rurales y 1 urbana); en el nivel secundaria tienes 7 escuelas rurales.

El nivel promedio de escolaridad de los habitantes es de 7.47 años para las mujeres y 8.16 años para los hombres. En total existen 1 475 habitantes sin escolaridad (953 mujeres y 552 hombres), 9 352 con escolaridad básica (4 767 mujeres y 4 585 hombres), 8 con estudios técnicos o comerciales con primaria terminada (6 mujeres y 2 hombres), 2 440 con media superior (1 216 mujeres y 1 224 hombres) y 1 026 con una carrera universitaria (529 mujeres y 497 hombres). En el municipio hay 840 mujeres y 403 hombres en condiciones de analfabetismo.

b) Salud

En Santa María Petapa existen en total 9 220 personas a filiadas a algún servicio de salud, mientras que 5 798 no cuentan con afiliación a estos servicios. El mayor número de afiliados se encuentra en los grupos de edad de 5 a 9 y de 10 a 14 años, con 840 y 867 individuos respectivamente.

Los servicios de salud que mayor cantidad de derechohabientes tienen son el Instituto de Salud para el Bienestar y el Instituto Mexicano del Seguro Social, como se muestra n la siguiente figura.



Fuente: Atlas de género Oaxaca, elaborado con datos de INEGI (2020).

Figura IV-43. Número de habitantes con acceso a servicios de salud en Santa María Petapa.

c) Vivienda

En el municipio de Santa María Petapa existen un total de 6 121 viviendas, de las cuales 4 942 se encuentran habitadas. El promedio por habitantes por vivienda es 3.38 personas, mientras que el promedio de ocupantes por cuarto es de 1.11 personas.

Existen en total 724 viviendas con un solo cuarto, 940 con dos y 2 771 con 3 o más cuartos. De las viviendas, 221 cuentan con piso de tierra, mientras que 4 213 tienen piso de un material diferente a la tierra.

En el siguiente cuadro se indican el número de viviendas y los servicios con los que cuentan en el municipio de Santa María Petapa.

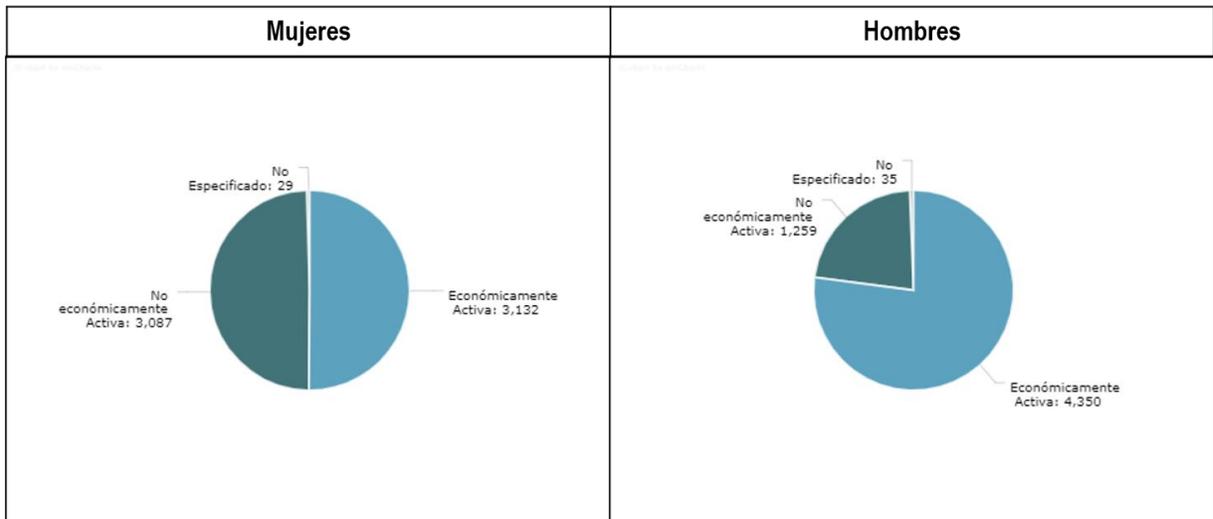
Cuadro IV-26. Número de viviendas que cuentan con servicios en Santa María Petapa.

Servicio	Número de viviendas
Energía eléctrica	4 375
Agua entubada	3 917
Drenaje	4 294
Teléfono fijo	491

Servicio	Número de viviendas
Internet	1004
Sin ningún bien	164

IV.3.1.3.3. Actividades económicas

De acuerdo con INEGI (2020), de la población de 12 años y más del municipio de Santa María Petapa, 3 132 mujeres y 4 350 hombres son económicamente activos.



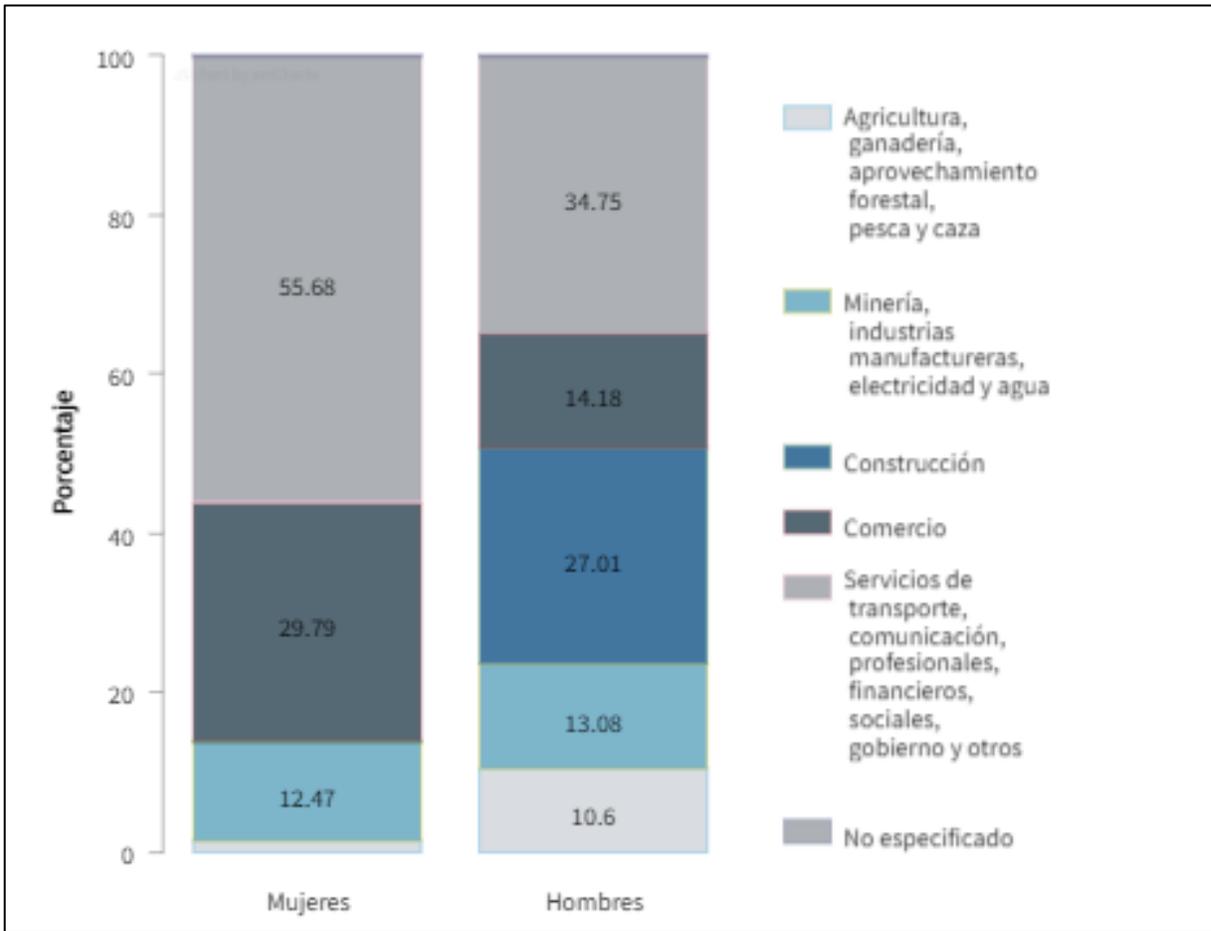
Fuente: Atlas de género Oaxaca, elaborado con datos de INEGI (2020).

Figura IV-44. Población económicamente activa en Santa María Petapa.

La actividad económica en la que se concentra la mayor cantidad de población del municipio (55.68 % de las mujeres y 34.75 % de los hombres) corresponde a servicios de transporte, comunicación, profesionales, financieros, gobierno y otros. Para el caso de las mujeres, el segundo lugar lo ocupa el sector del comercio (29.79 %) y para los hombres la construcción (27.01)

La actividad económica en la que se concentra la mayor cantidad de población del municipio (55.68 % de las mujeres y 34.75 % de los hombres) corresponde a servicios de transporte, comunicación, profesionales, financieros, gobierno y otros. Para el caso de las mujeres, el

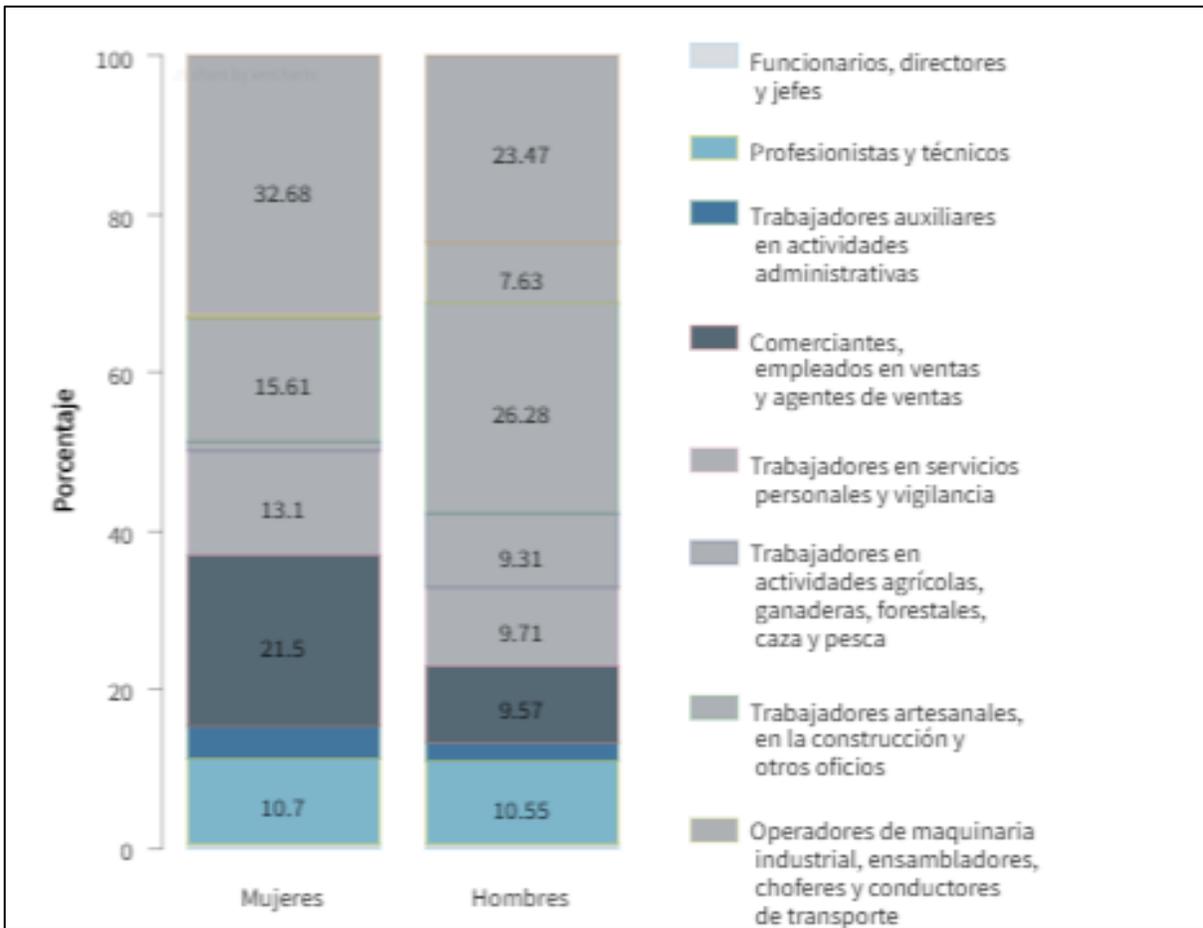
segundo lugar lo ocupa el sector del comercio (29.79 %) y para los hombres la construcción (27.01)



Fuente: Atlas de género Oaxaca, elaborado con datos de INEGI (2020).

Figura IV-45. Población por género en las actividades económica de Santa María Petapa.

La actividad en la que se encuentra el mayor número de mujeres es como trabajadoras en actividades elementales y de apoyo (32.68 %), seguido por comerciantes, empleados en ventas y agentes de ventas (21.5 %). Por otro lado, la mayor cantidad de población masculina se ocupa como trabajadores artesanales, en la construcción y otros oficios (26.28 %); a lo que le siguen los que laboran en actividades elementales y de apoyo (23.47 %).



Fuente: Atlas de género Oaxaca, elaborado con datos de INEGI (2020).

Figura IV-46. Porcentaje ocupacional por género en Santa María Petapa.

IV.3.1.3.4. Población indígena

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo de Santa María Petapa 2014-2016, el municipio es indígena y hablante de una variante de la lengua zapoteca. INEGI (2020), reporta que, de la población de 3 años y más, 3 451 son hablantes de alguna lengua indígena, de los cuales 1 802 son mujeres y 1 649 son hombres.

En el siguiente gráfico se muestra el número de hablantes por grupos quinquenales de edad.

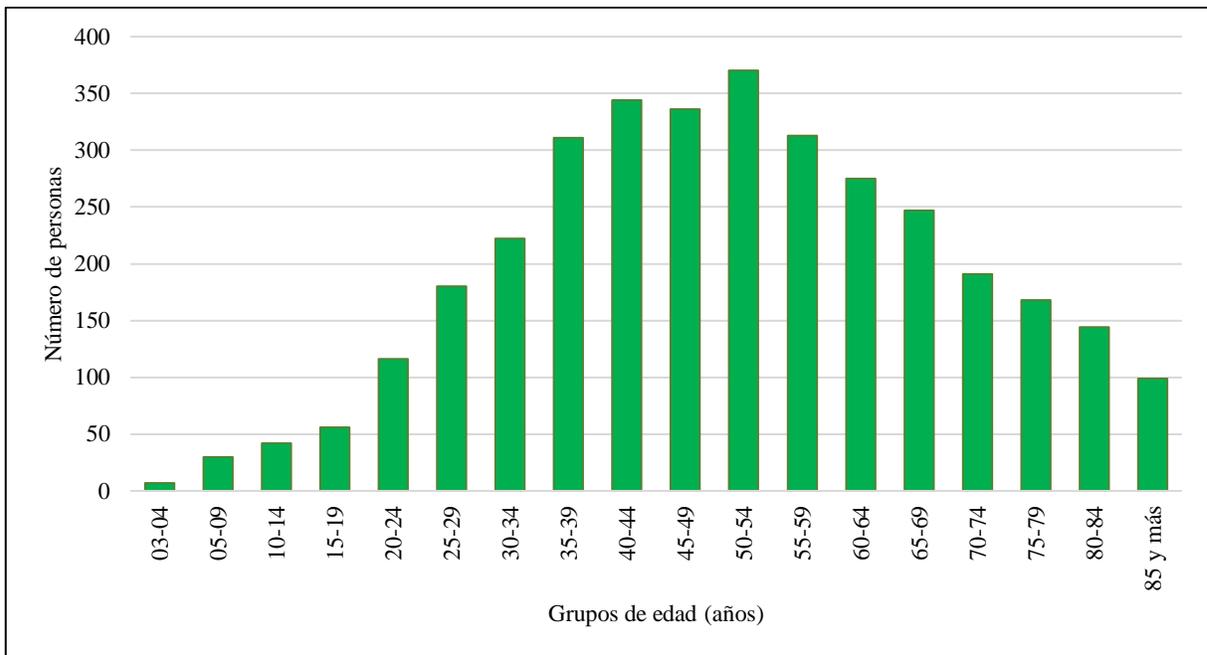


Figura IV-47. Hablantes de lengua indígena por grupos quinquenales de edad en Santa María Petapa.

IV.3.1.3.5. Zonas arqueológicas

En el Municipio de Santa María Petapa no se localizan zonas arqueológicas. La más cercana al proyecto es Guiengola, la cual se encuentra a una distancia de 54.78 km y se encuentra en el municipio de Santo Domingo Tehuantepec, como se observa en la siguiente figura.

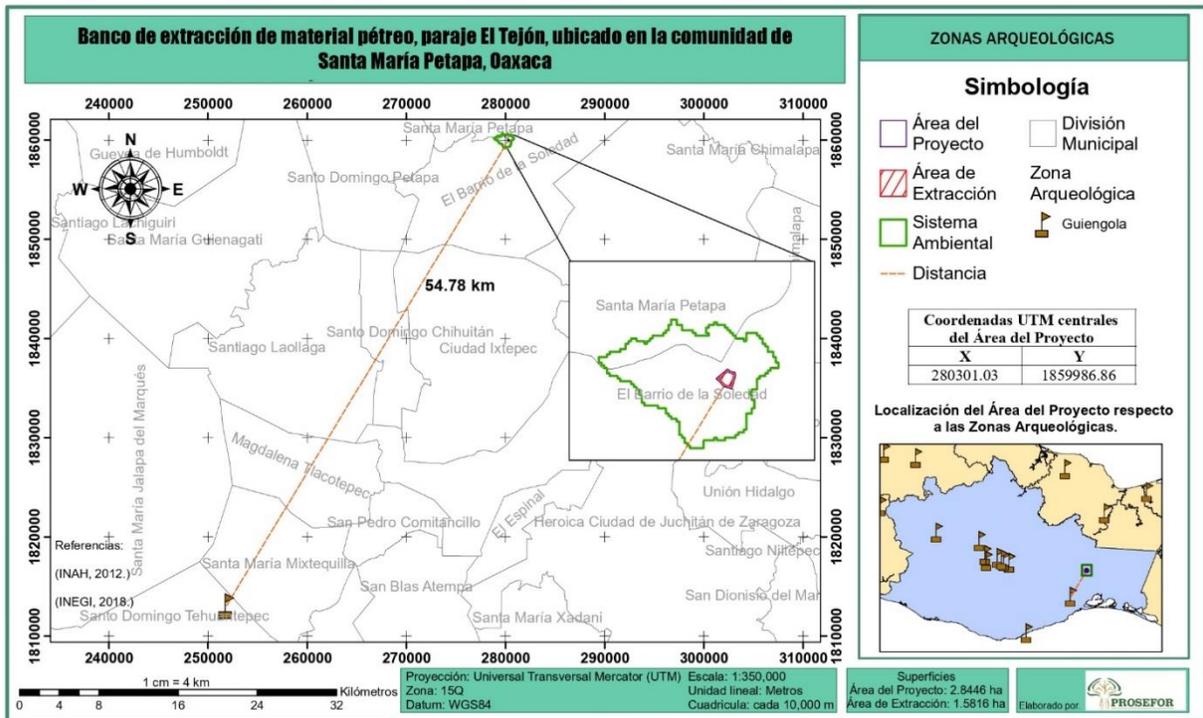


Figura IV-48. Ubicación del proyecto respecto a las zonas arqueológicas.

IV.3.1.4. Paisaje

El paisaje es un elemento del medio natural que a través de la percepción visual tiene una influencia importante en el bienestar emocional de los seres humanos. Si bien, el valor perceptual que se le adjudica al paisaje depende de cada individuo, existen métodos para valorar de forma objetiva los atributos paisajísticos de una zona, y con ello identificar aquellos en los que un determinado proyecto pueda tener repercusiones negativas o positivas.

A continuación, se describe el método para la valoración de la importancia paisajística del Sistema Ambiental y del área en la que se desarrollará el proyecto.

IV.3.1.4.1. Visibilidad

El estudio realizado en campo, reveló que el SA y sitio del proyecto presentan Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia, por lo que uno de los elementos que destaca en las áreas son las machas de vegetación, generando un panorama de tonalidad verde en los sitios en los que se concentran, sin embargo, también resaltan las áreas desprovistas de vegetación, en las cuales, el color se torna a un tono café (color del suelo).

El área que encierra el SA resulta ser visible dependiendo de la zona en que se sitúe el observador, y dado que esta encierra parte de una zona urbana, así como áreas destinadas a la agricultura, estos son los puntos en los que se concentran mayor cantidad de personas que son los receptores visuales del paisaje, sin embargo, se espera que esa precepción del SA no cambie, ya que el proyecto no generará ninguna alteración visual fuera del sitio de aprovechamiento.

Para el caso específico del área del proyecto, en sus predios colindantes del lado norte, este y sur del sitio, no se encuentran asentamientos humanos o áreas en las que haya presencia humana, por lo que en estos lados se descarta la presencia de observadores. El punto con interacción humana más cercano al banco es la Carretera Estatal 49 Laguna-Santa María Petapa, sin embargo, la topografía del terreno dificulta la visibilidad del banco de extracción desde esta vía, además de que la vegetación de la franja de amortiguamiento con una anchura de 20 m alrededor de la zona de extracción, coadyuvará a que no se noten las obras en el banco. En la siguiente figura se muestra la visibilidad que se tiene desde esta carretera.



Figura IV-49. Vegetación en las orillas de la Carretera Estatal 49 Lagunas-Santa María Petapa. Como se puede observar, la vegetación que se encuentra en el borde de la vialidad presenta una altura y cobertura suficiente para impedir la visibilidad, por lo que los observadores que circulen por esta carretera no percibirán visualmente la presencia del banco de extracción.

IV.3.1.4.2. Calidad paisajística

Para la determinación de la calidad paisajística de un sitio, se toman en cuenta tres características como parámetros de valoración, las cuales son:

- **Características intrínsecas:** en el SA las características que más resaltan son, las manchas verdes de vegetación, zonas utilizadas para la agricultura, edificaciones en los asentamientos humanos, áreas de extracción de material y las vialidades. Por su parte los atributos que resaltan del área propuesta para banco de extracción es la vegetación que presenta; como se ha mencionado, esta corresponde a Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia, por lo cual, en la superficie del predio se distribuyen especies vegetales que corresponden a este tipo de asociación vegetal, sin embargo, la distribución no es homogénea, también se notan zonas desprovistas de cobertura vegetal en donde se visualiza el suelo.

Otra característica que destaca del área es la topografía; la diferencia de altitudes entre el punto más alto y el más bajo registrado en campo fue de 37 m, por lo que las irregularidades del terreno dificultan la visibilidad en muchos puntos.

- **Calidad visual:** como se mencionó el SA se compone tanto de elementos naturales como artificiales, por lo cual, se considera que la calidad visual no tiene importancia paisajística, por su parte el panorama visual general que muestra el predio del proyecto se compone de vegetación y zonas desprovistas de ella; no tiene relevancia como área recreativa o potencial como zona turística, ya que no cuenta con atributos paisajísticos que puedan considerarse particulares, por el contrario, tiene la misma calidad visual que el resto de sus zonas colindantes.

Se ha tomado en cuenta que la valoración de la calidad visual puede tener cierto grado de subjetividad y verse influida por la percepción personal de observador, por ello, para la evaluación objetiva de este atributo se utilizó como metodología la adaptación de los métodos aplicados por USDA Forest Service (1974) y Bureau of land Management de Estados Unidos (1980) la cual toma como base los criterios que se indican en el siguiente cuadro.

Cuadro IV-27. Criterios de evaluación para la calidad visual.



Elemento valorado	Calidad visual		
	Alta	Media	Baja
Morfología y topografía	Pendientes de más de un 30 %, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos.	Pendientes entre 15 y 30 %, estructuras morfológicas con modelados suaves u ondulados.	Pendientes entre 0 a 15 %, dominancia del plano horizontal de visualización, ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual.
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y reproducción y alimentación.	Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos (ganado).	No hay evidencia de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos.
Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.	Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual.	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo el 50 %. Presencia de áreas con erosión sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje.	Presencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual.	Ausencia de cuerpos de agua.
Acción antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	La calidad escénica esta modificada en menor grado por obras, no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones visuales de alta significancia visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada.
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas. Contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua.	Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante	Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos o continuos.
Singularidad o rareza	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	Característico, pero similar a otros de la región.	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.

Considerando estos criterios, la calidad visual del área del proyecto se valoró de la siguiente forma.

Cuadro IV-28. Evaluación de la calidad paisajística del SA y del área del proyecto.

Factor	Descripción	Valoración
Morfología y topografía	El SA (incluida el área del proyecto) se ubica en un sistema de toposformas de sierra, en el área del proyecto hay una diferencia de altura entre la parte más baja y la más alta de 49 m. Tiene un nivel de pendiente de 0 a 176.53 % de acuerdo con la consulta cartográfica y de 5 a 80 % de acuerdo con los registros en campo.	Alta
Fauna	Los grupos más abundantes son los insectos y aves y la mayoría de los registros indican que son especies residentes, sin embargo, no se considera como una zona de alta importancia para al nidificación o reproducción.	Media
Vegetación	En el estudio de campo se pudo identificar que en el SA existe Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia, con una cobertura baja, ya que se identificó que solo se encuentran en manchones, debido a que muchas áreas han sido utilizadas como terrenos de agricultura.	Media
Formas de agua	En el SA se identificaron dos corrientes de tipo intermitente, los cuales no destacan visualmente ya que solo presentan flujo de agua en épocas de lluvias. Por otro lado, en el área del proyecto no hay presencia de cauces hidrológicos.	Media
Acción antrópica	Se nota modificado por la presencia de actividades antropogénicas, estas son, edificaciones, terrenos de agricultura, vialidades y zonas de extracción, por lo que gran parte del medio natural se ve alterado.	Baja
Fondo escénico	El paisaje circundante presenta las mismas condiciones que el SA, es decir, tiene las mismas características en cuanto a vegetación y a elementos artificiales, por lo que no tiene ninguna relevancia que realice el valor paisajístico del SA.	Baja
Variabilidad cromática	El SA presenta variabilidad de colores, pero esto se debe a la presencia de elementos urbanos y no por los elementos naturales. Los colores del medio natural que destacan son el color verde de la vegetación y el tono marrón del suelo, por lo que, de manera natural la gama cromática es reducida.	Baja
Singularidad o rareza	El SA no tiene características particulares de paisaje, los alrededores presentan las mismas condiciones que este.	Baja

Analizando la evaluación, se puede concluir que la calidad visual del SA y el área del proyecto es de nivel baja a media, ya que, por sus características, la mayoría de los factores se clasifican en estos niveles.

- **Calidad del fondo escénico:** como se mencionó, las condiciones del paisaje que rodea al SA y el banco de extracción tiene las mismas características que estos, no contribuye de manera relevante al realce visual del área del proyecto, por lo que el fondo escénico no tiene importancia paisajística.

IV.3.1.4.3. Fragilidad del paisaje

La fragilidad del paisaje se refiere a la capacidad de asimilación del sitio ante los impactos a los que es sometido que pudieran causar una modificación en su aspecto visual. Es por ello, que se considera que la franja de amortiguamiento que se dejará en la periferia del área de extracción se asegura que las modificaciones causadas por el proyecto en el paisaje, sean menos visibles, ya que la vegetación de la zona de amortiguamiento actuará como barrera que impedirá a los observadores visualizar los cambios en el sitio del proyecto.

Para evaluar la fragilidad del paisaje se empleó la adaptación del modelo general de fragilidad visual de Escribano *et al.* (1987). Esta metodología utiliza los criterios que se indican en el siguiente cuadro.

Cuadro IV-29. Criterios utilizados para la evaluación de la fragilidad del paisaje.

Factores	Elementos de influencia	Fragilidad visual		
		Alta	Media	Baja
Biofísicos	Pendiente y geomorfología	Pendientes de más de un 30%, terrenos con un dominio del plano vertical de visualización.	Pendientes entre 15 y 30%, terrenos con modelados suaves u ondulados.	Pendientes entre 0 a 15%, terrenos con plano horizontal de dominancia visual.
	Vegetación (altura-densidad)	Grandes espacios sin vegetación. Agrupaciones aisladas. Dominancia estrato herbácea Vegetación arbustiva o herbácea, no sobrepasa los 2 m. de altura.	Cubierta vegetal discontinuo. Dominancia de estrato arbustiva o arbórea aislada No hay gran altura de las masas (-10 m.) baja diversidad de estratos.	Grandes masas boscosas. 100% de ocupación de suelo. Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 10 m.
Visualización	Forma y tamaño de la cuenca visual	Visión de carácter cercana o próxima (0 a 1000 m). Dominio de los primeros planos. Cuencas alargadas, generalmente unidireccionales en el flujo visual.	Visión media (1000 a 4000 m). Dominio de los planos medios de visualización. Cuencas irregulares, mezcla de ambas categorías.	Visión de carácter lejano o a zonas distantes > a 4000 m. Cuencas regulares extensas, generalmente redondeadas.
	Capacidad	Vistas panorámicas, abiertas. El paisaje no presenta	El paisaje presenta zonas de menor	Vistas cerradas u obstaculizada. Presencia constante

Factores	Elementos de influencia	Fragilidad visual		
		Alta	Media	Baja
		elementos que obstruyan los rayos visuales.	incidencia visual, pero en un bajo porcentaje	de zonas de sombra o menor incidencia visual
Singularidad	Unidad de paisaje	Paisajes singulares, notables con riqueza de elementos únicos y distintivos.	Paisajes de importancia visual pero habitual, sin presencia de elementos singulares.	Paisajes comunes, sin riqueza visual o muy alterados

Tomando en cuenta estos criterios, se realizó la evaluación de la fragilidad paisajística del Sistema Ambiental y del área del proyecto.

Cuadro IV-30. Evaluación de la fragilidad del paisaje del SA.

Factores	Elementos de influencia	Descripción	Valoración
Biofísicos	Pendiente y geomorfología	Se ubica en un sistema de topeformas de tipo sierra, con pendientes que van de 0 a 176.53 %. La diferencia entre el punto de mayor elevación y el de menor es de 49 m.	Alta
	Vegetación (altura-densidad)	El estudio de campo dio a conocer que tanto el SA como el área del proyecto tienen Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia; los registros indicaron que las alturas alcanzan hasta los 15 m con una densidad de 125 árboles/ha y 700 arbustos/ha. Es importante señalar que también se identificaron áreas sin presencia de vegetación.	Media
Visualización	Forma y tamaño de la cuenca visual	La cuenca tiene forma irregular, y su topografía y la vegetación hacen que la visibilidad de los elementos no alcance puntos distantes.	Media
	Capacidad	El SA presenta elementos que bloquean la visibilidad panorámica, y sea por la presencia de vegetación densa, edificaciones o por la propia topografía del terreno, la cual, al ser irregular no permite visualizar zonas distantes del sitio donde se ubique el observador.	Baja
Singularidad	Unidad de paisaje	La composición visual del SA presenta características similares al de resto de las áreas circundantes, no tiene atributos únicos que destaquen, de modo que no tiene relevancia paisajística.	Baja



La evaluación dio a conocer que el paisaje tiene un nivel de fragilidad de nivel bajo a medio, por lo que se concluye que tendrá la capacidad para absorber los cambios visuales que podría provocar el proyecto.

IV.4. Diagnóstico ambiental

Con la información recabada y analizada de cada uno de los componentes bióticos y abióticos que integran el Sistema Ambiental donde se encuentra inmerso el predio “El Tejón”, se tiene que la diversidad de especies tanto de flora como de fauna silvestre es de diversidad baja, esto de acuerdo con el índice de Shannon-Wiener, este efecto puede responder a las condiciones como la mancha urbana y la fragmentación de hábitat por los cambios de uso de suelo. Sin embargo, cabe destacar que el desarrollo del proyecto no incidirá de forma negativa en la composición florística del sistema ambiental, puesto que las especies registradas en predio se han registrado en el sistema ambiental, además de que se propone implementar acciones que permitirán la conservación de la diversidad de las especies.

Con respecto al componente de fauna silvestre también se encontró mayor diversidad de especies en el sistema ambiental comparado con el predio, esto se puede deber a que la densidad arbórea en predio es menor comparado con lo observado en el sistema ambiental y por la dinámica de las especies de fauna silvestre, en su mayoría se distribuyen en zonas con mayor cobertura. Sin embargo, para evitar que el proyecto influya de forma negativa en este componente se implementarán acciones de prevención.

Respecto a las condiciones físicas, la orografía en el sistema ambiental es de Sierra, como se indicó en el apartado de sistemas de topoformas, esta condición podrá verse afectada por el desarrollo del proyecto al tratarse del aprovechamiento de pizarra que involucra la remoción de capas de suelo. Actualmente, aunque la presencia de los estratos arbóreo y arbustivo es escasa y predomina el pastizal se mantiene la orografía original del mismo.

Los elementos climatológicos como la temperatura, precipitación, evaporación, humedad, entre otros, mantendrán las mismas condiciones antes y después de la implementación del proyecto, ya que este no tiene la magnitud suficiente para modificar estos factores, por lo que no hay riesgo de que el proyecto contribuya al cambio climático.



El análisis de las condiciones socioeconómicas reveló que, de manera general, que el municipio de Santa María Petapa presenta carencias, por lo que se espera que el proyecto contribuya en algún grado en el mejoramiento de las condiciones económicas de las personas que laboren en las actividades que involucra.

Por otro lado, los métodos de evaluación del paisaje dieron a conocer que el proyecto no pone en riesgo la belleza escénica del sitio, ya que tiene la capacidad natural para absorber los cambios, lo cual será coadyuvado con las medidas de prevención que se implementarán. Se detectó también que la zona no tiene baja importancia paisajística, por lo que no hay probabilidad de incidir negativamente en la percepción visual de los observadores.

De forma general, dentro del sistema ambiental no se detectaron ecosistemas frágiles o que presenten alta biodiversidad, por lo que se concluye que el proyecto tiene viabilidad ambiental.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En los siguientes apartados se describen las metodologías usadas para identificar, describir y evaluar los impactos ambientales en cada una de las etapas que considera el proyecto.

V.1. Identificación de los impactos

V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

El impacto ambiental es la alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en algunos de sus componentes. Establece que el impacto ambiental es la diferencia entre el estado futuro del medio natural como consecuencia de la modificación y su estado futuro tal y como habría evolucionado si no se interviniera en él, por lo que estos impactos pueden ser negativos o positivos Conesa (2010).

- Impactos negativos: es aquel cuyo efecto se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión y demás riesgos ambientales en discordia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y la personalidad de una zona determinada o la incidencia social no deseada de la población del entorno.
- Impactos positivos: aquél admitido por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis completo de los costos y beneficios genéricos y de las externalidades de la actuación contemplada.

Espinoza (2001), menciona que se deben identificar los impactos ambientales significativos para el medio ambiente, ya sean positivos o negativos, a través de metodologías debidamente justificadas. Para ello, existen diversas metodologías para la identificación de los impactos ambientales que genera un proyecto. Esta identificación debe enfocarse en:

- Analizar la situación ambiental previa (antecedentes o línea de base) en comparación con las transformaciones esperadas del ambiente.
- Prever los impactos directos, indirectos, acumulativos, y los riesgos inducidos que se podrían generar sobre los componentes ambientales.

Para el presente proyecto, para identificar los impactos ambientales que pudiera causar, se utilizó la lista de chequeo. Conesa (2010), lo define como es un método de identificación simple, por lo que se usa para evaluaciones preliminares. Su principal ventaja es que puede ser modificada fácilmente para hacerlas más apropiadas a las particularidades de un proyecto, convirtiéndose así en una herramienta estructurada para establecer los componentes y factores ambientales a considerar en la evaluación de impacto ambiental.

Las listas de chequeo pueden ser simples, descriptivas y con escala simple o ponderada; para el presente proyecto, los impactos ambientales del proyecto se identificaron utilizando la lista de chequeo de tipo descriptiva.

A continuación, se muestran las listas de chequeo con los impactos ambientales identificados en cada una de las etapas del proyecto.

Etapas de preparación del sitio y construcción

La etapa de preparación del sitio y construcción será en la que se lleve a cabo la remoción de la vegetación de 1.6715 ha, por lo que, es en esta fase en la que mayor cantidad de impactos se generarán, debido a que también se afecta de manera indirecta a todos los factores que guardan relación con la vegetación.

En el siguiente cuadro se muestra la lista de chequeo de tipo descriptiva para la etapa de preparación del sitio y construcción, en la que se identifican los impactos para cada componente ambiental.

Cuadro V-1. Lista de chequeo para identificación de los impactos ambientales en la etapa de preparación del sitio y construcción.

Componente ambiental	Acción	Impacto	Indicador ambiental
Flora	Remoción de 1.6715 ha de Vegetación Secundaria Arbustiva	Pérdida de la cobertura vegetal.	Superficie con vegetación antes y después del proyecto.
		Disminución de los servicios ambientales	



Componente ambiental	Acción	Impacto	Indicador ambiental
	de Selva Baja Caducifolia.	derivados de la flora removida.	
		Riesgo de perder diversidad de especies florísticas.	Número de especies antes y después de la ejecución del proyecto
Fauna		Pérdida de hábitats faunísticos.	Presencia o ausencia de ejemplares faunísticos.
		Disminución de la presencia de animales en la zona.	
Agua		Incremento del escurrimiento superficial y disminución de la infiltración.	Volumen de escurrimiento antes y después del proyecto.
Suelo	Despalme	Suelo susceptible a sufrir erosión hídrica y eólica en caso de no implementarse las medidas correspondientes.	Volumen de pérdida de suelo por erosión antes y después del proyecto.
		Generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) por el personal operativo.	Volumen de RSU generados semanalmente.
		Generación de aguas residuales por la fuerza de trabajo.	Volumen de aguas residuales generadas semanalmente.

Componente ambiental	Acción	Impacto	Indicador ambiental
Aire	Habilitación del camino de acceso, áreas adicionales y acarreo del material vegetativo al patio de almacenamiento.	Emisión de gases a la atmósfera por la maquinaria encargada de la habilitación de las áreas.	Niveles de partículas en el aire.
		Emisión de ruidos por la maquinaria encargada de la habilitación de las áreas adicionales.	Decibeles de ruido antes y durante la operación de la maquinaria.
		Generación de polvo por la maquinaria encargada de la habilitación de las áreas y por el acarreo del material vegetativo.	Niveles de polvo en el ambiente antes y durante la ejecución de las actividades.
Socioeconómico	Generación de empleo	Requerimiento de mano de obra para ejecución de las actividades.	Número de personas empleadas.

El método de lista de chequeo permitió conocer que en la etapa de preparación del sitio y construcción es en la que mayor número de impactos y en mayor cantidad de componentes ambientales se provocaría, puesto que, como se había mencionado, la remoción de la vegetación trae consigo una serie de repercusiones indirectas en los componentes, fauna, suelo, agua y atmósfera.

Se identificó que el sector socioeconómico se impacta de manera positiva, ya que las actividades a ejecutar en esta etapa requieren de mano de obra, lo cual representará una fuente de empleo para los pobladores locales.

Etapa de operación y mantenimiento

En la etapa de operación y mantenimiento del proyecto se han programado como actividades la extracción de la pizarra, el transporte del material y el mantenimiento que se les dará a la maquinaria para su correcto funcionamiento, cabe señalar que esta última actividad no se realizará dentro del banco, sino en sitios autorizados, por lo cual se espera que de ella no se deriven impactos adversos. La lista de chequeo para identificar los impactos que pudieran causar las dos primeras actividades se muestra a continuación.

Cuadro V-2. Lista de chequeo para identificación de los impactos ambientales en la etapa de operación y mantenimiento.

Componente ambiental	Acción	Impacto	Indicador ambiental
Suelo	Aprovechamiento de pizarra	El suelo quedará propenso a ser erosionado por la lluvia o el viento.	Volumen de pérdida de suelo por erosión antes y después del proyecto
		Compactación por la circulación de la maquinaria encargada de la extracción y la maniobra de los camiones de transporte.	Nivel de compactación antes y después del proyecto.
		Generación de RSU por el personal operativo.	Volumen de RSU generados semanalmente.
		Generación de aguas residuales por el personal operativo.	Volumen de aguas residuales generadas semanalmente.
Paisaje		Modificación del paisaje.	Evaluación de la calidad paisajística

Componente ambiental	Acción	Impacto	Indicador ambiental
			antes y después de la extracción.
Agua		Disminución de la infiltración por la compactación del suelo.	Nivel de compactación antes y después del aprovechamiento.
Aire	Carga y transporte de material	Emisión de partículas de polvo desprendidos de los camiones de transporte.	Cantidad de partículas en el ambiente.
		Emisión de ruido de los camiones de transporte.	Decibeles de ruido causados por los camiones.
		Emisión de gases por la maquinaria y los camiones.	Niveles de partículas en el aire.
Socioeconómico	Generación de empleo	Empleo de personal que laborarán como operarios de la maquinaria o camiones de transporte.	Número de personas empleadas.

Dada la naturaleza del proyecto la mayoría de los impactos identificados en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto se manifestarán en el recurso suelo. Otro factor que se ve repercutido por las actividades de esta etapa es el aire, sin embargo, los impactos que se tendrán en este componente no se consideran significativos. Para evitar, mitigar o compensar muchos de estos componentes se han propuesto diversas medidas, las cuales se describen en el siguiente capítulo.

En esta etapa también se contratarán personas para ejecutar las actividades, por lo que el sector socioeconómico también se verá favorecido al representar el proyecto una fuente de empleo.

Etapa de abandono del sitio

En lo que respecta a la etapa de abandono del sitio, en esta fase se tiene estimado realizar actividades que solo generarán impactos positivos en los componentes del medio natural, como se indica en la siguiente lista de chequeo.

Cuadro V-3. Lista de chequeo para identificación de los impactos ambientales en la etapa de abandono del sitio.

Componente ambiental	Acción	Impacto	Indicador ambiental
Suelo	Retiro de equipo y maquinaria	El banco quedará libre de la maquinaria utilizada en las fases anteriores.	Presencia o ausencia de maquinaria.
	Desmantelamiento de la caseta de vigilancia	El sitio donde se había construido la caseta quedará libre.	Presencia o ausencia de la caseta de vigilancia.
	Limpieza general del banco	El suelo quedará liberado de estragos de las actividades de las etapas anteriores.	Presencia o ausencia de residuos.
	Construcción de obras de conservación de suelo y aguas.	Propiciar la infiltración al suelo para favorecer el desarrollo de reforestación.	Volumen de agua infiltrada al suelo.
Flora	Reforestación del banco de extracción.	Recuperación de la cubierta vegetal del sitio y con ello todos los servicios ambientales que se le derivan.	Nivel de cobertura vegetal.

Componente ambiental	Acción	Impacto	Indicador ambiental
Fauna	Recuperación de la dinámica faunística	La vegetación a establecer propiciará que los animales retomen su dinámica de vida en el área del proyecto.	Presencia o ausencia de animales.
Paisaje	Modificación de la percepción visual	La cobertura vegetal hará que la percepción visual mejore, cubriendo la zona de extracción con estratos vegetales con la misma apariencia visual que la vegetación circundante.	Panorama visual del área del proyecto.
Socioeconómico	Generación de empleos	Se emplearán personas para la ejecución de las actividades de limpieza, reforestación y construcción de obras de conservación de suelo ya aguas.	Número de personas empleadas.

Al analizar la lista de chequeo, se puede conocer que en la etapa de abandono del sitio se producirán impactos positivos sobre los componentes ambientales suelo, flora, fauna, paisaje y el componente socioeconómico.

V.2. Caracterización de los impactos

Una vez que se identificaron los impactos ambientales con las listas de chequeo para cada una de las etapas del proyecto, se caracterizaron empleando los criterios que propuestos por Conesa (2010), quien asigna valores numéricos a cada uno en función al tipo de impacto. A continuación, se describen cada uno de los criterios, así como su valoración cuantitativa.

Cuadro V-4. Criterios para caracterización de los impactos ambientales según Conesa (2010).

Criterio	Descripción	Atributo	Valor
Intensidad (IN)	Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico que actúa.	Mínima	1
		Media	2
		Alta	4
		Muy alta	8
		Destrucción total	12
Extensión (EX)	Se refiere, al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto en que se sitúa el factor.	Puntual	1
		Parcial	2
		Amplio o extenso	4
		Total	8
		Crítico	(+) 8
Momento (MO)	Plazo de manifestación del impacto, alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto, sobre el factor del medio considerado.	Largo (más de 5 años)	1
		Mediano (de 1 a 5 años)	2
		Inmediato (<1 año)	4
		Crítico	(+) 4
Persistencia o duración (PE)	Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición, y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción.	Fugaz (menor a 1 año)	1
		Temporal, de 1 a 10 años	2
		Permanente (más de 10 años)	4
Reversibilidad (RV)	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez ésta deja de actuar sobre el medio.	Corto	1
		Mediano	2
		Irreversible	4
Recuperabilidad (MC)	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas al acto, por medio de la intervención humana, o sea, mediante la introducción de medidas correctoras y restauradoras.	Manera inmediata	1
		En el mediano plazo	2
		Mitigable	4
		Irrecuperable	8
Sinergia (SI)	Se refiere a la acción de dos o más causas cuyo efecto es superior a la suma de los efectos individuales.	Sin sinergismo o simple	1
		Sinérgico moderado	2
		Muy sinérgico	4

Criterio	Descripción	Atributo	Valor
Acumulación (AC)	Incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.	Acción que no produce efecto acumulativo	1
		Acción que produce efecto acumulativo	4
Efecto (EF)	Relación causa-efecto, o sea la forma de manifestación del efecto sobre el factor, como consecuencia de una acción.	Secundario	1
		Directo o primario	4
Periodicidad (PR)	Regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera continua (las acciones que lo producen permanecen constantes en el tiempo), o discontinua (las acciones que lo producen actúan de manera regular intermitente, o irregular o esporádica en el tiempo).	Irregular o discontinuo	1
		Periódico	2
		Continuo	4

Signo: el signo del impacto hace alusión al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de los distintos factores considerados. El impacto se considera positivo cuando el resultado sobre el factor ambiental considerado produce mejora de la calidad ambiental. Se considera negativo cuando el resultado de la acción produce una disminución de la calidad ambiental del factor considerado.

La importancia de cada impacto se calculó utilizando la siguiente expresión:

$$\text{Importancia del impacto} = \pm[(3 \times IN) + PE + SI + EF + RV + (2 \times EX) + MO + MC + AC + PR]$$

Donde:

IN= Intensidad

EX= Extensión

PE= Persistencia

MO= Momento

SI= Sinergia

MC= Recuperabilidad

EF= Efecto

AC= Acumulación

RV= Reversibilidad

PR= Periodicidad

Una vez que se calculó la importancia del impacto utilizando la expresión anterior, se clasificó la relevancia de acuerdo al siguiente cuadro.

Cuadro V-5. Valores de importancia para caracterización de los impactos.

Valor de importancia	Relevancia del impacto	Caracterización
<25	Irrelevante /compatible	I
25 a 50	Moderado	M
51 a 75	Severo	S
>75	Crítico	C

V.2.1. Indicadores de impacto

De acuerdo con Conesa (2010), los indicadores de impacto ambiental, reflejan el estado de cada uno de los factores ambientales considerados. Sus objetivos específicos son:

- Representar o sintetizar ciertos aspectos de estado del medio ambiente, de los stocks de recursos naturales y de las actividades humanas relacionadas con ellos.
- Actuar como herramienta para traducir y facilitar concisamente información ambiental científicamente creíble, de forma tal que sea fácilmente comprendida por quienes toman las decisiones y por el público en general.
- Poner la atención en las tendencias de cambios ambiental, en las presiones que generan los nuevos proyectos, en los efectos ecológicos y socioeconómicos, y en la respuesta social a los mismos.

A continuación, se describen los indicadores de impacto ambiental aplicables para el presente proyecto.

Tasas de renovación: por la naturaleza del proyecto es necesario remover la vegetación del banco, sin embargo, se propone la ejecución de un programa de rescate y reubicación de flora, así como una reforestación en la etapa final del proyecto; para ambos casos, se tomará como indicador la sobrevivencia, tanto de las especies reubicadas como las reforestadas, así como el nivel de cobertura vegetal que sea producto de manera natural en el banco de extracción.



Tasas de aprovechamiento: los recursos aprovechados por la implementación del proyecto serán el suelo y la vegetación resultante del CUSTF, en ambos casos, se utilizará como indicador de impacto el volumen. En el caso del suelo, el volumen a extraer tendrá que apearse a las reservas estimadas del material, y para la vegetación, el volumen de remoción será solamente el que se encuentre dentro del polígono sujeto a cambio de uso de suelo.

Valores de intensidad de uso: como se mencionó, el principal indicador de las intensidades de uso será el volumen, debido a que únicamente se aprovechará el suelo y la vegetación. Para el suelo, el volumen será el parámetro de medición para conocer la cantidad de material pétreo aprovechado y no rebasar las reservas calculadas; para el caso del material vegetativo, el volumen indicará la cantidad de materia vegetativa removida estrictamente dentro del polígono sujeto a CUSTF.

Limitaciones: se tienen varios elementos que marcarán los límites para los trabajos que se realizarán en el banco, el primero es la delimitación espacial del banco, es decir, se ha definido un área georreferenciada específica del área de extracción, por lo que sus bordes delimitan todos los trabajos a realizar. El siguiente factor delimitador es el volumen de extracción, ya que se calcularon las reservas de material a la cual se apeará la extracción, de tal modo que no se realice una sobreexplotación del banco.

Capacidad de dispersión de la atmósfera: debido a que la maquinaria y los camiones serán emisores de gases a la atmósfera, se establecerá como indicador de impacto los niveles máximos permisibles establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes, a las cuales se apearán las emisiones de los vehículos. Para asegurar que siempre se mantengan niveles bajos de emisiones, la maquinaria recibirá mantenimiento constante para mantenerla en un estado óptimo de operación.

Capacidad del suelo: el indicador del grado de impacto al suelo serán los niveles de erosión o degradación que manifieste, sin embargo, dado que se implementarán obras de conservación de suelos, se utilizará como parámetro de medición de la efectividad, los niveles de infiltración del agua pluvial y la capacidad del suelo para permitir el desarrollo de la reforestación y propiciar la regeneración natural.



V.3. Valoración de los impactos

Después de haber identificado los impactos ambientales con las listas de chequeo, haber definido los criterios de caracterización y los indicadores ambientales, se procedió a evaluar cada impacto utilizando como metodología la matriz de Leopold modificada.

La matriz de Leopold fue el primer método que se estableció para las evaluaciones de impacto ambiental. Fue desarrollado por el Servicio Geológico del Departamento de Interior de Estados Unidos en el año 1971. Consiste en un cuadro de doble entrada (matriz) en el que se disponen como fila los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones que vayan a tener lugar y que serán causa de los posibles impactos.

Se realizó una matriz de Leopold para los impactos identificados en cada una de las etapas del proyecto, en ella se indican los componentes ambientales, los impactos identificados, sus atributos de caracterización y la valorización de acuerdo con los criterios antes expuestos, como se muestra a continuación.

Cuadro V-8. Matriz de Leopold para la etapa de abandono del sitio.

		Abandono																																	
Significancia:	Impactos ambientales sobre:	Atributos	Naturaleza	Extensión (EX)				Persistencia (PE)		Sinergia (SI)		Efecto (EF)		Recuperabilidad (MC)		Intensidad (IN)			Momento (MO)		Reversibilidad (RV)		Acumulación (AC)		Periodicidad (PR)		Importancia								
				Puntual (1)	Parcial (2)	Extenso (4)	Total (8)	Critica (+8)	<1 año-fugaz (1)	1 a 10 años-temporal (2)	>10 años- permanente (4)	Sin sinergismo (1)	Sinergia moderada (2)	Altamente sinérgico (4)	Secundario (1)	Directo o primario (4)	Totamente recuperable (1)	Recuperable de manera inmediata (2)	Recuperación parcial y mitigable (4)	Irrecuperable (8)	Afectación mínima (1)	Afectación media (2)	Afectación alta (4)	Afectación muy alta (8)	Destrucción total (12)	Largo, más de 5 años (1)	Medio plazo, 1 a 5 años (2)	<1 año-inmediato (4)	Crítico + 4	Corto plazo (1)	Mediano plazo (2)	Irreversible (4)	Simple (1)	Acumulativo (4)	Irregular o discontinuo (1)
<25 Irrelevante (I) 25-50 Moderado (M) 51-75 Severo (S) >75 Crítico (C)	Suelo	Retiro de la maquinaria y equipo	(+)	1				2		1		1		1		1			4		1		1		1		17	I							
		Desmantelamiento de la caseta de vigilancia	(+)	1				4		1		1		1		1			4		1		1		1		19	I							
		Limpieza general del banco	(+)	1				4		1		1		1		1			4		1		1		1		19	I							
		Construcción de obras de conservación de suelo y aguas	(+)	1				2		1		4		1		2			2		2		1		4		25	M							
	Flora	Reforestación	(+)	1				4		1		4		1		2			2		2		4		4		30	M							

		Abandono																																						
Significancia:	Impactos ambientales sobre:	Natural eza	Extensión (EX)				Persistencia (PE)		Sinergia (SI)		Efecto (EF)		Recuperabilidad (MC)		Intensidad (IN)			Momento (MO)		Reversibilidad (RV)		Acumulación (AC)		Periodicidad (PR)		Importancia														
			Puntual (1)	Parcial (2)	Extenso (4)	Total (8)	Crítica (+8)	<1 año-fugaz (1)	1 a 10 años-temporal (2)	>10 años- permanente (4)	Sin sinergismo (1)	Sinergia moderada (2)	Altamente sinérgico (4)	Secundario (1)	Directo o primario (4)	Totamente recuperable (1)	Recuperable de manera inmediata (2)	Recuperación parcial y mitigable (4)	Irrecuperable (8)	Afectación mínima (1)	Afectación media (2)	Afectación alta (4)	Afectación muy alta (8)	Destrucción total (12)	Largo, más de 5 años (1)	Medio plazo, 1 a 5 años (2)	<1 año-inmediato (4)	Crítico + 4	Corto plazo (1)	Mediano plazo (2)	Irreversible (4)	Simple (1)	Acumulativo (4)	Irregular o discontinuo (1)	Periódico (2)	Continuo (4)	Ma = + (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + DD + MC)	Categoría		
<25 Irrelevante (I)		Adverso (-) Benéfico (+)																																						
25-50 Moderado (M)																																								
51-75 Severo (S)																																								
>75 Crítico (C)																																								
Fauna	Recuperación de la dinámica faunística	(+)	1				4		1		1		2		2			2		1		4		25		M														
Paisaje	Modificación de la percepción visual	(+)	2				4		1		1		2		2			2		1		4		27		M														
Socioeconómico	Empleo de mano de obra	(+)	1				1		1		4		2		1			4		1		1		2		21		I												

En la etapa de abandono del sitio, de los 8 impactos identificados, 4 resultaron ser Irrelevantes y 4 Moderados, sin embargo, cabe señalar que en esta etapa todos los impactos son de tipo positivo.



V.4. Conclusiones

Una vez que se identificaron, caracterizaron y se evaluaron los impactos que podría causar el proyecto en sus diferentes etapas, se llegó a las siguientes conclusiones:

- De manera general, los impactos causados por el proyecto solo se clasifican como Irrelevantes y Moderados, por lo que no existe riesgo de que se provoquen efectos que pongan en riesgo la integridad ecológica del ecosistema.
- En la etapa de preparación y construcción, es en la que mayor cantidad de efectos adversos se identificaron y en la que se afectará a una mayor cantidad de componentes ambientales. De todos los impactos identificados en esta etapa, 10 resultaron ser Irrelevantes, mientras que solo 3 son de tipo Moderado.

De acuerdo con la valoración de los impactos, los componentes que resultaron tener impactos Moderados en esta etapa son la flora y la fauna, debido a que en esta fase se removerá a la vegetación y con ello se verán afectados los hábitats faunísticos. Por otro, de los impactos valorados como Irrelevantes, se puede destacar a la disminución de servicios ambientales, la susceptibilidad del suelo a erosionarse y la emisión de gases, ya que fueron los que obtuvieron una valoración más alta en la matriz de Leopold.

Se identificó que el empleo de mano de obra representará un impacto positivo para los pobladores locales, ya que el proyecto se convertirá en una fuente de empleo.

- En la fase de operación del proyecto se identificaron en total 10 impactos adversos, de los cuales 5 resultaron ser Irrelevantes y 5 Moderados. El componente ambiental que muestra mayores cantidades de impactos en esta etapa es el suelo, esto debido a que el proyecto consiste en la extracción de material pétreo. Esto mismo hace que las operaciones de la maquinaria compacten el suelo debido a la circulación y las maniobras de extracción, por lo que la disminución de la infiltración al suelo es otro efecto negativo que destaca en esta etapa.

Por otra parte, la modificación del paisaje y la disminución de la infiltración son efectos que también presentan un efecto de nivel Moderado ya que la extracción hará que se modificar la topografía del área extraída, y las operaciones de extracción podrían compactar el suelo disminuyendo su capacidad de infiltración.

En esta etapa será en la que mayor duración tenga el empleo de mano de obra, lo que representa un impacto positivo para la economía local.

- En la etapa de abandono del sitio solamente se identificaron impactos positivos, 4 se valorizaron como Irrelevantes y 4 como Moderados. Se puede notar que, en esta etapa, la limpieza del sitio, la reforestación y la implementación de obras de conservación traerán consigo una serie de beneficios ecológicos para el área del proyecto.

De manera general, se puede concluir que el cambio de uso de suelo es una actividad estrictamente necesaria para la extracción del material pétreo, y las actividades que involucra el proyecto impacta ya sea de manera directa o indirecta a los diferentes componentes ambientales, sin embargo, no se generarán impactos graves en ningún componente, y con la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación que se proponen en el siguiente capítulo, se puede asegurar que el proyecto se realice bajo un enfoque de sustentabilidad.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental se tiene que las Medidas de Prevención son el conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente; las Medidas de Mitigación son el conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

La compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales son las obras y actividades de restauración de suelos, reforestación, protección y mantenimiento, que se realizan con el fin de rehabilitar ecosistemas forestales deteriorados, de controlar o evitar los procesos de degradación de los mismos y de recuperar parcial o totalmente las condiciones que propicien su persistencia y evolución (Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable).

Teniendo presente estos conceptos, se procedió a realizar los análisis necesarios de cada uno de los impactos identificados que posiblemente generarán cada una de las actividades a desarrollarse en cada etapa del proyecto. Este paso es importante debido a que hay impactos que se pueden prevenir y otros con la implementación de las acciones correctas de forma oportuna será posible mitigar los impactos que se generarán a los diferentes componentes medioambientales.

Previo a la descripción de las medidas o programas de mitigación, prevención o de compensación, se describirán los elementos ambientales impactados durante cada una de las fases del proyecto.

Preparación del sitio y construcción

Para el aprovechamiento de la pizarra en el predio del paraje “El Tejón” será necesario realizar ciertas actividades, previas al aprovechamiento de la pizarra como: habilitar caminos o brechas de acceso, remover la cubierta vegetal, habilitar el patio para el almacenamiento del material vegetativo, realizar el despalle y construir una caseta de vigilancia.

Elementos ambientales afectados: flora, fauna, agua, suelo, aire.

Flora: el predio del paraje “El Tejón” presenta cobertura vegetal, por lo que, será necesario removerlo para poder aprovechar la pizarra, esto generará posible pérdida de biodiversidad, pérdida de cubierta vegetal en el predio que tiene una superficie de 1.6715 hectáreas y por ende se dejará de obtener los servicios ambientales que del predio se derivan actualmente.

Fauna: al remover la cubierta vegetal, se estaría destruyendo el hábitat de la fauna silvestre, debido a que la vegetación es un elemento clave que propicia condiciones favorables para la mayoría de especies faunísticas.

Agua: es uno de los elementos que sin duda se verá afectado, principalmente por la remoción de la cubierta vegetal; al quedar el suelo desnudo aumentará la escorrentía superficial y disminuirá el nivel de infiltración de la precipitación, lo que podría mermar la disponibilidad del recurso.

Suelo: éste se verá afectado también por la remoción de la vegetación, pero sobre todo por la actividad del despalme y la habilitación de áreas adicionales, ocasionando la compactación del mismo.

Aire: por las actividades previamente descritas, será necesario el uso de equipo, herramientas y maquinaria que usan combustible, mismos que liberarán emisiones a la atmósfera.

Socioeconómico: todas las actividades que se desarrollarán en esta etapa, necesariamente requerirán de personal para realizar dichas actividades. Esto impactará de forma positiva en este factor al generar empleos.

Operación y mantenimiento

Durante esta etapa, se realizarán actividades propiamente del proyecto, tales como el aprovechamiento de la pizarra y el acarreo del material.

Elementos ambientales a afectar en esta etapa: suelo, paisaje, agua y aire.

Suelo: el aprovechamiento de la pizarra afectará directamente al suelo, debido a que se irá quitando o restando de forma gradual el material del que se compone el suelo, además de que



se verá modificado la orografía del terreno por los cortes a realizar durante el aprovechamiento de la pizarra y será susceptible a efectos erosivos por la lluvia o por el viento.

Paisaje: el paisaje se verá modificado tanto por la remoción de la vegetación como por el aprovechamiento de la pizarra. Siendo las dos principales actividades que incidirán en el paisaje, aunque estas actividades se desarrollen de forma puntual en el predio “El Tejón”.

Agua: durante esta etapa, nuevamente se afectará al componente agua; lo anterior, al dejar desnudo el suelo sumado al aprovechamiento de la pizarra que dejará al suelo sin posibilidad de regeneración de la cubierta vegetal, al menos durante el tiempo de vida útil del proyecto.

Aire: la operación de la maquinaria que estará aprovechando la pizarra como las unidades que acarrearán el material hacia la estación de la Cooperativa La Cruz Azul emitirán contaminantes a la atmósfera, así como la generación de partículas de polvo durante el aprovechamiento de la pizarra como durante el transporte de la pizarra.

Socioeconómico: en esta etapa se requerirá de personal que se encargue de operar los equipos, maquinaria y las unidades de motor involucrado en el aprovechamiento de la pizarra y su transporte, con ello generando impactos positivos con la generación de empleos.

Etapa de abandono del proyecto

En esta etapa se realizarán las siguientes actividades: el retiro de todo el equipo, maquinaria y las unidades de motor del banco; se realizará el desmantelamiento de la caseta de vigilancia; la limpieza general del sitio o banco y la implementación de las actividades de restauración (construcción de obras de conservación de suelo y reforestación).

Elementos ambientales a afectar en esta etapa: suelo, flora, fauna, paisaje, socioeconómico.

Suelo: con la limpieza general del sitio y sobre todo con las obras de conservación del suelo y la reforestación, se generarán impactos positivos a este componente. Si bien es cierto que no se recuperará el suelo que será aprovechado, mejorará en gran medida este recurso, al establecerse la cubierta vegetal mediante la reforestación e incluso se logrará mayor infiltración con la construcción de las obras de conservación de suelos.

Flora: como se mencionó, éste componente se verá afectado en la primera etapa del proyecto, sin embargo, es un componente que se puede recuperar mediante actividades de reforestación como se propone en este estudio. Al concluir el tiempo de vida útil del proyecto, se reforestará el predio y para favorecer esta reforestación se construirán zanjas trincheras como obra de conservación de suelo y que permitirá la retención de la infiltración, la retención de humedad, lo que favorecerá el establecimiento de las plántulas.

Fauna: con las actividades de reforestación, en el corto plazo, se espera que la fauna silvestre regrese el predio “El Tejón”.

Paisaje: con la recuperación de la cubierta vegetal, sin duda mejorará el paisaje.

Socioeconómico: las actividades a desarrollarse en esta etapa, generarán empleos, por lo que se generarán impactos benéficos a la población.

VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental

A continuación, se describirán cada una de las medidas propuestas que deberá implementar el promovente a fin de prevenir, mitigar o compensar los impactos que se generarán por el desarrollo del proyecto, estas medidas se presentan por cada impacto que se identificó en cada una de las etapas de desarrollo del proyecto. También se enlistan las medidas que el promovente deberá desarrollar e implementar tanto en el predio donde se desarrollará el proyecto (paraje El Tejón) como en el Sistema Ambiental donde se encuentra inmerso.

Cuadro VI-1. Medidas y/o acciones generales que el promovente deberá realizar para evitar la generación de impactos indirectos.

No.	Medida	Características
1	Pláticas a la fuerza de trabajo sobre concientización ambiental	Con estas pláticas se buscará concientizar a los trabajadores sobre el cuidado de los recursos naturales, tales como prohibir la caza de fauna silvestre, la extracción y comercialización de flora y fauna. También tendrá como objetivo, reducir la generación de residuos sólidos urbanos.
2	Elaboración y colocación de carteles o mantas con mensaje alusivos al cuidado del medio ambiente.	Esta actividad tiene como propósito que la base trabajadora no afecte a la flora y fauna silvestre que pudiera encontrarse en el área de trabajo o en predio colindantes, funcionando como un recordatorio constante al ser colocados en diferentes sitios del banco y del sistema ambiental.

No.	Medida	Características
3	Controlar que las actividades se realicen únicamente en el sitio de trabajo	Esta acción lo deberá realizar el promovente y con ello asegurar que no se afectarán otros sitios del sistema ambiental.
4	Llevar el control de las actividades a desarrollarse de forma diaria	Con esto el promovente podrá conocer y dar seguimiento a las actividades conforma al cronograma de actividades del proyecto.
5	Evitar el derribo de vegetación en áreas no autorizadas	Se prohibirá a los trabajadores que derriben cualquier tipo de vegetación fuera del polígono que cuente con autorización, para ello se delimitará dicho polígono.

Medidas de prevención, mitigación y compensación a implementarse en la fase de Preparación del Sitio y Construcción

De acuerdo con los impactos identificados y presentados en el capítulo anterior, se van a presentar las acciones o medidas que el promovente implementará para prevenir, mitigar o compensar los impactos a generarse en cada uno de los componentes del medio ambiente.

Cuadro VI-2. Medidas propuestas para prevenir, mitigar o compensar los impactos identificados a generarse en la etapa de preparación del sitio y construcción.

Componente ambiental a afectar	Medida	Tipo de medida	Impacto al que va dirigido	Mecanismos de implementación	Mecanismos de éxito	Costo de implementación de la medida
Flora	Rescatar y reubicar especies en NOM-059-SEMARNAT-2010.	Prevención	Pérdida de la cobertura vegetal	Se integrarán brigadas especialistas en el área para que realicen el rescate de los ejemplares y posteriormente los reubiquen en la franja de amortiguamiento del banco. Los ejemplares a rescatar serán preferentemente los que se encuentren en estado de brinjal.	Porcentaje de plántulas reubicadas que sobrevivan	Se estima que implementar el programa de rescate y reubicación de flora tenga un costo de \$120,000.00
	Reforestar el predio al concluir la vida útil del proyecto	Compensación	Disminución de la cobertura vegetal	Se contratará una brigada integrada por especialistas para que desarrollen la reforestación de especies propias de la región, pero que serán adquiridas en viveros de la zona.	Porcentaje de sobrevivencia de las plántulas a reforestar, misma que se evaluará por lo menos seis meses después de realizar la reforestación.	El estimado requerido para realizar la reforestación es de \$150,000.00 sin considerar las actividades de seguimiento.
	Rescatar y reubicar especies en NOM-059-SEMARNAT-2010.	Prevención	Riesgos de perder la diversidad de especies florísticas	Se integrarán brigadas especialistas en el área para que realicen el rescate de los ejemplares y posteriormente los reubiquen en la franja de amortiguamiento del banco. Los ejemplares a rescatar serán preferentemente los que se encuentren en estado de brinjal.	Porcentaje de plántulas reubicadas que sobrevivan	Se estima que implementar el programa de rescate y reubicación de flora tenga un costo de \$120,000.00
Fauna	Ahuyentar, rescatar y reubicar especies de fauna silvestre	Prevención	Pérdida de hábitats	El ahuyentamiento, rescate y reubicación de las especies de fauna silvestre lo realizará una brigada integrada por especialistas en estas actividades.		La ejecución de este programa se estima que costará alrededor de \$110,000.00

Componente ambiental a afectar	Medida	Tipo de medida	Impacto al que va dirigido	Mecanismos de implementación	Mecanismos de éxito	Costo de implementación de la medida
Fauna	Reforestar el banco al concluir el tiempo de vida útil del proyecto	Compensación	Disminución de la presencia de animales en la zona	Reforestar el banco con especies propias de la región y del tipo de vegetación reportado para el predio, además de que deberá realizarse esta actividad con al menos tres especies.		El estimado requerido para realizar la reforestación es de \$150,000.00 sin considerar las actividades de seguimiento.
Agua	Apertura de zanjas derivadoras de escorrentía aguas arriba del banco	Prevención	Incremento de escurrimiento superficial y disminución de la infiltración. Suelo susceptible a sufrir erosión hídrica y eólica	Se construirán zanjas trincheras con herramientas manuales, aguas arriba del predio para evitar que la escorrentía se vaya con dirección al banco y con ello evitar el incremento de la escorrentía, además de evitar la generación de cárcavas en el suelo desnudo.	Presencia/ausencia de escorrentía y/o cárcava en banco en temporada de lluvias.	\$10,000.00
Suelo	Colocación de contenedores rotulados con la leyenda de ORGÁNICO e INORGÁNICO para el almacenamiento de los residuos	Prevención	Generación de RSU por parte del personal operativo	Se deberán instalar al menos dos contenedores en el banco para que los trabajadores depositen sus RSU en ellos, haciendo la correcta separación de los mismos.	Cantidad de basura que se encuentre disperso en predio.	Se estima que para implementar esta acción tendrá un costo aproximado de \$20,000.00 incluyendo el transporte de los RSU a sitio de disposición final que asigne la autoridad correspondiente.
	Instalación de sanitarios portátiles con lavamanos a razón de 1 sanitario por cada 10 personas	Prevención	Generación de aguas residuales	El promovente contratará los servicios de una empresa que brinde el servicio de renta de sanitarios portátiles para evitar que los trabajadores defecuen al aire libre y no se contamine el suelo.	Presencia/ausencia de residuos fecales en banco o sitios aledaños.	\$960,000.00 por la renta de sanitarios portátiles durante el tiempo de vida útil del proyecto.
Aire	Mantenimiento periódico de todo el equipo y maquinaria	Prevención	Emisión de gases a la atmósfera por la maquinaria que habilitará las áreas	El arrendador de la maquinaria deberá comprobar los mantenimientos realizados a la maquinaria. Estas labores se	Niveles de emisiones que se emitan a la atmósfera.	

Componente ambiental a afectar	Medida	Tipo de medida	Impacto al que va dirigido	Mecanismos de implementación	Mecanismos de éxito	Costo de implementación de la medida
			Emisión de ruidos por la maquinaria	deben de realizar en sitios autorizados.	Radio de alcance del ruido que se genere por la maquinaria	
	Riego en banco	Prevención	Generación de polvo por la maquinaria encargada de la habilitación de las áreas y por el acarreo del material vegetativo.	Se aplicarán riegos en el banco para evitar que se genere polvo por el desarrollo de las actividades en banco.	Niveles de polvo generado durante el desarrollo de las actividades.	
Socioeconómico	No se implementarán medidas para este impacto, debido a que se trata de un impacto positivo.		Generación de empleos			

De los impactos que se pueden generar durante la etapa de preparación y construcción del proyecto, en su mayoría se pueden prevenir, sin embargo, hay otras que no se pueden prevenir, por lo que se plantean medidas de compensación, sobre todo porque es un proyecto que involucra el cambio de uso de suelo.

El cambio de uso de suelo en terrenos forestales no se puede prevenir, por lo que, se propone reforestar el predio al concluir el tiempo de vida útil del proyecto como una medida de compensación para no poner en riesgo la diversidad de especies, el hábitat de la fauna silvestre y de los servicios ambientales que se derivan de un ecosistema.

Por otra parte, se plantea realizar el rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, así como el ahuyentamiento de éste último. Medidas que se deberán implementar previo al inicio de las actividades de cambio de uso de suelo. Más adelante se detallarán los

programas de rescate y reubicación de flora; programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre y el programa de reforestación.

 **Medidas de prevención, mitigación y compensación a implementarse en la fase de Operación y Mantenimiento**

Cuadro VI-3. Medidas propuestas para prevenir, mitigar o compensar los impactos identificados a generarse en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.

Componente ambiental a afectar	Medida	Tipo de medida	Impacto al que va dirigido	Mecanismos de implementación	Mecanismo de éxito	Costo de implementación de la medida
Suelo	Conformación de bermas o terrazas para la estabilización de taludes	Mitigación	El suelo quedará propenso a ser erosionado por la lluvia o el viento.	Conforme se realice el aprovechamiento de la pizarra, la misma maquinaria deberá conformar las terrazas para la estabilización de taludes	Número de cárcavas desarrolladas en el banco	No se incluye el costo, puesto que se irá realizando con el aprovechamiento de la pizarra.
	Reforestación del banco	Compensación		Se reforestará con especies de vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, además deberán ser especies que se adapten a las condiciones en las que quedará el banco.	Porcentaje de sobrevivencia	
			Compactación del suelo por efecto de la circulación de la maquinaria	Con la reforestación se espera mejorar el nivel de compactación del banco		
	Colocación de contenedores rotulados con la leyenda de	Prevención	Generación de RSU por parte del personal operativo	Se deberán instalar al menos dos contenedores en el banco para que los	Cantidad de basura que se encuentre disperso en predio.	Se estima que para implementar esta acción tendrá un costo

Componente ambiental a afectar	Medida	Tipo de medida	Impacto al que va dirigido	Mecanismos de implementación	Mecanismo de éxito	Costo de implementación de la medida
	ORGÁNICO e INORGÁNICO para el almacenamiento de los residuos			trabajadores depositen sus RSU en ellos, haciendo la correcta separación de los mismos.		aproximado de \$20,000.00 incluyendo el transporte de los RSU al sitio de disposición final que asigne la autoridad correspondiente.
	Instalación de sanitarios portátiles con lavamanos a razón de 1 sanitario por cada 10 personas	Prevención	Generación de aguas residuales	El promovente contratará los servicios de una empresa que brinde el servicio de renta de sanitarios portátiles para evitar que los trabajadores defequen al aire libre y no se contamine el suelo.	Presencia/ausencia de residuos fecales en banco o sitios aledaños.	\$960,000.00 por la renta de sanitarios portátiles durante el tiempo de vida útil del proyecto.
Paisaje	Reforestación del banco y construcción de zanjas trincheras	Compensación	Modificación del paisaje	Se deberá reforestar el banco al concluir su tiempo de vida útil para recuperar la vegetación que actualmente presenta y por ende la calidad paisajística.	Porcentaje de cobertura vegetal establecida	El costo es el mismo que se menciona en la medida de reforestación (\$150,000.00) más \$100,000 para la construcción de las zanjas trincheras.
Agua			Disminución de la infiltración por la compactación del suelo			
Aire	Mantenimiento periódico de todo el equipo y maquinaria	Prevención	Emisión de gases a la atmósfera por la maquinaria que habilitará las áreas	El arrendador de la maquinaria deberá comprobar los mantenimientos realizados a la maquinaria. Estas labores se deben de realizar en sitios autorizados.	Niveles de emisiones que se emitan a la atmósfera.	
			Emisión de ruidos por la maquinaria		Radio de alcance del ruido que se genere por la maquinaria	
	Riego en banco	Prevención	Generación de polvo por la maquinaria encargada de la habilitación de las	Se aplicarán riegos en el banco para evitar que se genere polvo por el	Niveles de polvo generado durante el	

Componente ambiental a afectar	Medida	Tipo de medida	Impacto al que va dirigido	Mecanismos de implementación	Mecanismo de éxito	Costo de implementación de la medida
			áreas y por el acarreo del material vegetativo.	desarrollo de las actividades en banco.	desarrollo de las actividades.	
Socioeconómico	No se implementarán medidas para este impacto, debido a que se trata de un impacto positivo.		Generación de empleos			

En la etapa de Operación y Mantenimiento del proyecto, es necesario continuar con algunas de las medidas propuestas a desarrollar en la etapa de Preparación del Sitio y Construcción, como son: la colocación de contenedores para el almacenamiento y manejo de los residuos sólidos urbanos y la instalación de sanitarios portátiles para evitar la defecación al aire libre, así como los mantenimientos periódicos de la maquinaria y en general de los equipos que se estarán utilizando para el desarrollo del proyecto en esta etapa. Aunque en esta etapa se van a generar impactos que no se podrán prevenir, se propusieron medidas de compensación que el promovente deberá realizar para compensar los impactos que se vayan a generar en esta etapa.

Cabe destacar que la restauración del banco al concluir el tiempo de vida útil de vital, para que poco a poco se restauren los servicios ecosistémicos que se derivan de la vegetación, incluyendo la recuperación de hábitat para la fauna silvestre. Es por ello que se propone desarrollar medidas compensatorias al concluir el tiempo de vida útil del proyecto.

Medidas de prevención, mitigación y compensación a implementarse en la fase de Abandono del Proyecto

De acuerdo con la identificación de impactos presentados en el capítulo anterior, durante la etapa de abandono del proyecto se generarán solo impactos de tipo positivo, por lo que, no se plantean medidas o acciones encaminadas a prevenir, mitigar o compensar los efectos en esta etapa.

Debido a que como parte de las medidas propuestas están los programas de: rescate y reubicación de flora; ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre y el de reforestación. A continuación, se describe cada uno de los programas.

VI.1.1. Programa de rescate y reubicación de flora

Introducción

El Programa de Rescate y Reubicación de Flora, por el cambio de uso de suelo en terreno forestal por el desarrollo del proyecto “Banco de Extracción de material pétreo, paraje El Tejón, ubicado en la comunidad de Santa María Petapa, Oaxaca”, se plantea como una medida de prevención para rescatar especies vegetativas en estado de brinjal que se encuentren dentro del polígono que estará sujeto a aprovechamiento de material tipo pizarra, principalmente aquellas que presentaron mayor Índice de Valor de Importancia debido a que en predio o se reportó ninguna especie con alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En este programa se especifican las técnicas, métodos y momentos sugeridos a implementar el programa para lograr con los objetivos: a) rescate de la diversidad de especies, b) asegurar la sobrevivencia y adaptación de los mismos; además de presentar el cronograma de actividades.

Debido a que es parte de una medida de prevención, es necesario que este programa se ejecute antes de iniciar con la remoción de la vegetación por el cambio de uso de suelo.

También se plantean los objetivos, metas y métodos de seguimiento y control de la reubicación de las especies, así como las labores complementarias a desarrollar para asegurar la sobrevivencia de las especies a rescatar y con ello cumplir con el objetivo de no poner en riesgo a las especies rescatadas y contribuir en la conservación de la diversidad florística de la región, específicamente la distribuida en el sitio que será utilizado como banco de préstamo.

Previo al desmonte en 1.6715 hectáreas que estarán sujetas a cambio de uso de suelo, se propone la integración de dos brigadas de especialistas en el tema y con experiencia comprobable, cada brigada contará con al menos 3 integrantes para realizar desde las actividades de planeación, preparación de equipo, material y herramientas necesarias para el rescate de los ejemplares, hasta llevar a cabo la ubicación de las especies a reubicar, extraerlas y reubicarlas en los sitios



autorizados. En este caso, se propone reubicar las especies a rescatar en la franja de amortiguamiento del banco El Tejón.

Las actividades que deberán desarrollar las brigadas consisten en:

- Reconocimiento del sitio
- Registro y marcaje de cada ejemplar a rescatar
- Colocación de etiquetas con claves de identificación
- Extracción del ejemplar
- Colocación del ejemplar en bolsas para vivero con sustratos que se extraerán en el mismo sitio
- Transporte de los ejemplares hacia el sitio de reubicación, que será en la franja de amortiguamiento que se dejará y en un polígono aledaño a lo que será el banco de préstamo, debido a que presenta características similares a la del área sujeto a cambio de uso de suelo y con ello se busca asegurar la adaptación y sobrevivencia de las especies e individuos a reubicar.
- Apertura de cepas para el replante
- Transplante de las plántulas
- Riego en caso de ser necesario
- Realizar labores culturales para asegurar la sobrevivencia de los individuos
- Monitoreo para evitar plagas y enfermedades
- Evaluación de sobrevivencia
- Informe final del programa

Objetivos

Rescatar y reubicar las especies de flora en etapa de brinjal con especial énfasis en aquellas con mayor Índice de Valor de Importancia (IVI) siendo las de mayor importancia ecológica; para prevenir la eliminación de estas especies por la ejecución del proyecto.

Evitar o disminuir el impacto negativo que tiene asociado el proyecto por las actividades programadas para la etapa de preparación del sitio, principalmente por la remoción de la cobertura vegetal.

- Desarrollar los métodos adecuados para la reubicación de las especies.
- Identificar los sitios adecuados para la reubicación de los ejemplares.

Metas

- Reubicar las especies que se listan en el cuadro siguiente
- Garantizar una sobrevivencia del 80 % de los individuos a reubicar.
- Darle seguimiento al programa por tres años.

Las especies que serán prioridad a ser rescatados y reubicados por su importancia ecológica, son los que se enlistan en el cuadro siguiente.

Cuadro VI-4. Especies propuestas a rescatar y reubicar.

Nombre científico	Nombre común	NAHA a rescatar	NA Predio a rescatar	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	IVI
<i>Curatella americana</i>	Hojamán	50	84	-	19.68
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	45	75	-	14.53
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Mata buey	45	75	-	14.10
<i>Mimosa albida</i>	Dormilona grande	43	72	-	12.26
Total		183	306		

NAHA: número de individuos por hectárea; NA: número de individuos; A: amenazada; P: en peligro de extinción; LC: preocupación menor y VU: vulnerable.

Metodología para el rescate de las especies

El proceso de rescate y reubicación de las especies lo realizarán por lo menos 7 especialistas que estarán agrupados en dos brigadas de 3 integrantes y con un coordinador general. La actividad se debe desarrollar previo al inicio de las actividades de desmonte y despalle, pero



una vez que la empresa constructora coloque las estacas o mojoneras que delimitarán el predio que estará sujeto a cambio de uso de suelo.

Integración de las brigadas

Cada brigada estará integrada por un coordinador (especialista forestal) y dos técnicos de apoyo. Cada integrante deberá contar con su equipo de protección personal.

El coordinador de brigada deberá asegurarse que cada integrante cuente con su equipo de seguridad personal, así como gestionar los recursos necesarios para la adquisición de los insumos necesarios (equipo, material, herramientas y utilería de oficina) para la ejecución de dicha actividad. También tendrá las siguientes funciones:

- Identificar las especies y los ejemplares a rescatar
- Coordinar las actividades de rescate, traslado y reubicación
- Supervisar que el transplante se realice de forma correcta
- Revisar que las áreas de reubicación tengan características similares al sitio de donde se extraerán
- Supervisar que se realicen las labores culturales de forma adecuada
- Determinar las medidas de control de plagas y enfermedades en caso de suscitarse
- Coordinar la evaluación de sobrevivencia
- Informar el avance de las actividades e integrar el informe final

Los técnicos de apoyo se encargarán de realizar las siguientes actividades:

- Atender las indicaciones del coordinador de brigada
- Portar el equipo de seguridad personal
- Marcar, etiquetar y registrar en las cédulas de campo la información de cada ejemplar a rescatar y reubicar
- Rescatar los ejemplares seleccionados
- Transportar y reubicar las especies rescatadas



- Realizar las labores culturales durante los tres años de seguimiento, conforme al cronograma de actividades definido por el coordinador
- Evaluación de sobrevivencia
- Realizar la reposición de las plántulas en caso de ser necesario

A continuación, se explican las actividades a desarrollar para dar cumplimiento al Programa de Rescate y Reubicación de Flora.

1. Extracción de cepellón. Una vez que se identificaron y marcaron los ejemplares a reubicar, se procederá a la extracción de los individuos con apoyo de herramientas manuales (palas, picos y barretas, principalmente), para poder extraer la plántula con su cepellón sin dañar raíces o parte aérea de la planta, para evitar el estrés excesivo. Una vez extraído el cepellón colocar el ejemplar en bolsas para vivero o en la cavidad que el coordinador defina.
2. Transporte. Consiste en acarrear las plántulas del sitio de rescate por medio de cajas o rejillas de forma que no estén sujetos a estrés. Cuidar que las plántulas queden perfectamente acomodadas para evitar movimientos excesivos.
3. Reubicación. Se debe de aperturar cepas comunes con tamaños suficientes para poder transplantar las plántulas extraídas.
4. Riego. Se sugiere regar inmediatamente después de realizar el transplante.
5. Informe de actividades. Se sugiere realizar estas actividades de forma diaria para llevar un control de las plántulas rescatadas y reubicadas con sus respectivas evidencias fotográficas.

Acopio y reproducción de especies

En este caso, no se realizará acopio de las especies a rescatar, debido a que se tiene propuesto desarrollar el rescate y la reubicación de forma simultánea, por ello, la necesidad de dos brigadas.



Ubicación del sitio de reubicación

El sitio de reubicación de las especies de flora sujetos a rescatar, se propone reubicarlos en la franja de amortiguamiento que tiene una superficie de 1.1730 hectáreas para reubicar alrededor de 306 plantas que se tiene previsto rescatar. La ubicación de esta área se puede apreciar en el plano de conjunto del proyecto.

Labores culturales

Labores culturales. Se deberán realizar ciertas actividades que permitirán el correcto desarrollo de las plántulas como: deshierbe, tutorio, poda, control de plagas y enfermedades, aplicación de riegos de contingencia y cajeteo.

Evaluación de sobrevivencia

Evaluación de sobrevivencia. Para conocer la proporción de plántulas rescatadas se sugiere evaluar la sobrevivencia de los ejemplares reubicados por medio de un muestreo, se sugiere realizarlo al menos seis meses después de haber realizado la reubicación de las especies.

Reposición de plántulas. Se realizará después de la evaluación de sobrevivencia, sólo en caso de que la mortalidad sea mayor al 20 %.

Indicadores de rescate y reubicación

Es importante evaluar el éxito del Programa de Rescate y Reubicación de las especies, y se propone realizarlo con los siguientes indicadores:

1. Porcentaje de sobrevivencia
2. Vigorosidad
3. Estado fitosanitario de las especies
4. Altura total
5. Porcentaje de cobertura vegetal

Programa de actividades

El cronograma de actividades está propuesto por tres años, tiempo estimado para asegurar la sobrevivencia de los ejemplares que se rescatarán y reubicarán.

Cuadro VI-5. Cronograma de actividades del programa de rescate y reubicación de flora.

Actividades	Semanas, mes 1, año 1				Año 1	Año 1	Año 3
	1	2	3	4	02 al 03	04 al 12	
Reconocimiento del sitio							
Registro y marcaje de cada ejemplar a rescatar							
Colocación de etiquetas con claves de identificación							
Extracción del ejemplar							
Colocación de los ejemplares en bolsas de vivero							
Transporte de los ejemplares hacia el sitio de reubicación							
Apertura de cepas comunes							
Transplante de las plántulas							
Riego							
Labores culturales							
Monitoreo para evitar plagas y enfermedades							
Evaluación de sobrevivencia							
Reposición de plántulas							
Informe final del programa							



VI.1.2. Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre

Introducción

El Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, se propone como una medida de prevención para evitar causar afectaciones a los diferentes grupos de fauna por el desarrollo de las actividades que involucra el proyecto. Este programa se debe de implementar previo al inicio de actividades de Preparación del Sitio, específicamente de la remoción de la cubierta vegetal.

El ahuyentamiento está recomendado principalmente para grupos de mamíferos de porte medio y mayor, y aves, sin embargo, las especies de lento desplazamiento como los del grupo de herpetofauna y mastofauna de porte menor, se realizará el rescate y reubicación para evitar la mortalidad de estas especies por la ejecución del proyecto.

Implementar este programa es vital, ya que el proyecto implica cambio de uso de suelo, por lo que, el hábitat tanto de flora como de fauna será eliminada en el predio donde se realizará el proyecto. Para evitar consecuencias adversas y contribuir en la conservación de la biodiversidad de los grupos faunísticos, se ejecutará el programa.

Objetivos

- Ahuyentar grupos de especies dentro del polígono del banco, así como en la periferia.
- Rescatar las especies de lento desplazamiento y reubicarlo en áreas aledañas que cumplan con características similares al del banco de préstamo.
- Evitar afectaciones a la fauna silvestre que actualmente habita o se desplaza por el banco de préstamo.
- Ser un proyecto amigable con el medio ambiente así como ser comprometidos con la conservación de la biodiversidad de la región. Lo anterior se pretende lograr con la implementación del programa.

Ahuyentamiento de fauna

Mamíferos

Para el grupo de mamíferos de porte mayor, los ahuyentamientos se realizarán al menos durante una semana antes de iniciar con las actividades de preparación del sitio y continuar en el periodo que se estará realizando la remoción de la cubierta vegetal, con ello se pretende asegurar la ausencia de las especies en el sitio al momento de realizar las actividades de preparación del sitio. Se realizará esta actividad en todo el banco. Por lo que, es importante la coordinación de las brigadas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de las especies con el área operativa del proyecto.

El ahuyentamiento para mamíferos de porte medio y menor, se realizará en horas diurnas y nocturnas.

Anfibios y reptiles

Al ser un grupo de especies de lento desplazamiento, el ahuyentamiento se realizará principalmente durante el día, en horarios de mayor calor, siendo las horas pico de las actividades de estas especies. Se recomienda realizar estas actividades entre las 06:30 am y las 10:30 am, y entre las 4:00 pm y 7:00 pm.

Los anfibios y reptiles responden a estímulos auditivos, químicos y mecánicos. Se recomienda implementar las siguientes técnicas de ahuyentamiento:

- Siluetas
- Sonidos

Avifauna

Los ahuyentamientos se realizarán principalmente por la mañana entre las 06:00 y 10:00 y por la tarde entre las 16:00 y 19:00 horas, siendo las horas con mayor actividad de este grupo de especies.

La principal técnica de ahuyentamiento que se sugiere utilizar es el ruido, para asegurar que las especies se desplacen hacia otras áreas y con ello poder realizar las actividades de preparación del sitio sin poner en riesgo ningún ejemplar de fauna silvestre. Los instrumentos que pudieran ser utilizados son: megáfonos, cornetas, radiograbadoras, materiales metálicos, entre otros.



Figura VI-1. Ejemplo de ahuyentamiento de fauna silvestre.

Descripción de las técnicas de ahuyentamiento

Siluetas

Esta técnica consiste en ubicar de forma estratégica siluetas de aves y animales depredadores pintados en madera, globos de helio o cartón plax. Se sugiere utilizar siluetas de águilas y de búhos por el estímulo que generan en la mayoría de los individuos que se quiere ahuyentar.

La altura en la que deben ser colocados deberá ser a tres alturas en función del estrato arbóreo: en la parte baja con siluetas de búhos, en la parte media preferentemente con siluetas de búhos y en la parte alta con siluetas de águilas, de forma que la cobertura visual sea amplia.

Con esta técnica de ahuyentamiento se obtienen resultados favorables, debido a que se simula la presencia de depredadores en la zona, con los cuales los individuos distribuidos en la zona creen que se encuentran en peligro y por lo tanto se desplazan del lugar.

A manera de ejemplo, se presenta la siguiente figura de este método.



Figura VI-2. Ejemplo de siluetas como técnica de ahuyentamiento.

Reflectores

Es un estímulo visual que consiste en utilizar reflectores con alta luminosidad con el objetivo de generar cambios en las condiciones naturales del ambiente y generar estrés en las especies. Esta técnica se recomienda utilizarlo en horas nocturnas, por los resultados que brinda, ya que debido a su luminosidad no deja dormir a las especies y tenderán a desplazarse a otros sitios.

El método funciona bien con los grupos de avifauna y mastofauna. Se instalan cerca de sitios con presencia de nidos y madrigueras.



Figura VI-3. Ejemplo de reflectores como técnica de ahuyentamiento.

Cintas de papel metalizado

También es considerado como un estímulo visual que permite ahuyentar las especies. Con este método se utilizan cintas de diferentes colores, mismo que reflejan los rayos del sol y crean un estrés visual principalmente en las aves que se encuentran sobrevolando el área, por ello, las cintas se deberán instalar en lugares abiertos para que reciban los rayos del sol.

Las cintas se deben de amarrar entre los árboles, con una tensión adecuada para permitir el movimiento de las mismas con la acción del viento, buscando que los reflejos sean en diferentes direcciones. A manera de ejemplo se presenta en la siguiente figura el material a utilizar.



Figura VI-4. Ilustración de cintas de papel metalizado como material de ahuyentamiento.

🚦 Rescate y reubicación de fauna silvestre

Una vez realizado el ahuyentamiento, se sugiere realizar el rescate y la reubicación de las especies de lento desplazamiento o en su caso aquellas que sigan habitando en el área sujeto al aprovechamiento.

Mamíferos y herpetofauna

En el caso de mamíferos de porte medio y menor (pequeños), se contará con trampas Sherman, Tomahawk, y ganchos herpetológicos para la captura de los ejemplares de herpetofauna. Estos serán colocados en bolsas de tela o contenedores de vidrio o plástico de diferentes tamaños para transportarlos al sitio de liberación previamente identificado. Otros materiales que se tendrán a disposición para realizar la captura, transporte y liberación de los ejemplares son: cebo, guantes de goma gruesa, cinta o bandera deslindadora, bolsas, bolsas de tela, tablas de apoyo, cinta adhesiva, algodón, botiquín, formularios para el control de actividades y lotes de material de oficina.

Para la captura de los ejemplares se realizarán muestreos mediante transectos rectangulares de 50 por 10 m, para asegurar que no se quede ningún ejemplar en el área de estudio y evitar afectaciones.



Figura VI-5. Ejemplo de materiales para rescate de especies faunísticas.

Avifauna

Para este grupo aplicará ahuyentamiento, principalmente. La reubicación sólo se realizará en los siguientes casos:

- Presencia de nidos con huevos
- Nidos con polluelos

- Ejemplares heridos

En caso de identificar nidos activos, se procederá a remover la rama completa para reubicarlo en la misma dirección a una distancia mínima de 20 m de la periferia del banco, para que las aves madres puedan encontrar a su nido con huevos o polluelos en su caso.

Sitio de reubicación

Se propone reubicar los ejemplares a rescatar en áreas aledañas al banco de extracción, debido a que son predios que cuentan con el mismo tipo de vegetación (Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia) y el gradiente altitudinal es similar, por lo que, se espera que la adaptación de las especies sea rápido de forma que se asegure su sobrevivencia y adaptación.

Durante la etapa de operación del proyecto, se prevé seguir realizando el ahuyentamiento para evitar que las especies regresen al banco de préstamo. También se espera que con el ruido que pudieran emitir las máquinas y equipos tanto en la fase de derribo de la vegetación como en el aprovechamiento del material pétreo se ahuyenten las especies faunísticas.

Medidas de seguridad

Las brigadas responsables del ahuyentamiento, rescate y reubicación de las especies, es vital que porten los equipos de seguridad personal para evitar accidentes como mordeduras de víboras, e incluir un botiquín de primeros auxilios entre los insumos requeridos para dicha actividad.

Cronograma de actividades

A continuación, se integra el cronograma de actividades que se sugiere seguir para el desarrollo del programa, de forma que se asegure que no será dañado ningún ejemplar de fauna silvestre por la ejecución del proyecto.

Cuadro VI-6. Cronograma general de actividades.

Actividades	Semanas del mes 1, año 1				Año 1	Año 2	Año 3
	1	2	3	4	Mes 2 al 12	Mes 1 al 24	Mes 1 al 3
Reconocimiento del sitio por parte de las brigadas							
Ahuyentamiento de las especies							
Rescate de las especies							
Reubicación de las especies							
Monitoreo del área de estudio (banco de préstamo)							
Llenado de bitácoras							
Elaboración de informes parciales							
Informe final							

VI.1.3. Programa de reforestación

Introducción

La Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable en el artículo 7, fracción XXIX, define a la reforestación como el establecimiento inducido de vegetación forestal en terrenos forestales. La reforestación es un proceso que comprende las etapas de planeación, obtención de semillas, producción de la planta, selección de sitio de reforestación, preparación del sitio, plantación, mantenimiento, protección y manejo.

El siguiente programa se planea con el fin de restaurar el predio que será utilizado como banco de extracción, cada actividad descrita en el siguiente programa se propone implementarse posterior a la conclusión de las actividades de aprovechamiento del material tipo pizarra.

Objetivo

Restaurar el banco de extracción y conservar los ecosistemas y recursos naturales de la zona o región mediante actividades de reforestación y construcción de obras de conservación de suelo y agua.

Marco Legal

La ejecución del programa de restauración se fundamenta en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), la cual tiene por objeto regular y fomentar la conservación,



protección, restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, con el fin de proporcionar el desarrollo forestal sustentable, como se establece en el artículo 1. Así mismo, en el artículo 3 de esta Ley se establece que uno de sus objetivos es “recuperar y desarrollar bosques en terrenos degradados y preferentemente forestales, para que cumplan con la función de conservar suelos y aguas, además de dinamizar el desarrollo rural”.

Reforestación

Previo a la reforestación de las plántulas, se realizará la preparación del sitio que consistirá específicamente en la apertura de cepas y construcción de terrazas individuales, así como la excavación de **zanjas trincheras**, siendo las obras de conservación de suelo propuesto a construir en el banco para asegurar que las plántulas cuenten con la humedad suficiente que les permita sobrevivir en los primeros años de vida en el sitio.

Es importante definir el diseño de reforestación que puede ser en tres bolillo o en marco real, el cual estará en función del nivel de inclinación del terreno. Se espera que el predio posterior al aprovechamiento de la pizarra tendrá distintas condiciones de terreno, por lo que se sugiere implementar dos diseños de reforestación, siendo en marco real para los sitios planos y a tres bolillos en sitios donde se cuente con pendiente mayor al 20 %.

La reforestación está propuesta como una medida de mitigación y compensación del proyecto: Banco de Extracción de Material Pétreo, Paraje El Tejón, Ubicado en la Comunidad de Santa María Petapa, Oaxaca, se propone reforestar con especies que se encontraron durante el muestreo en el predio, siendo los siguientes: *Byrsonima crassifolia*, *Gliricidia sepium* y *Leucaena leucocephala*. Se proponen estas especies, debido a que no se contempla la reproducción de las plántulas, éstas se adquirirán de los viveros más cercanos al sitio de restauración, además de ser especies encontradas en el área de estudio.

En el siguiente cuadro, se resumen las características de la planeación de la reforestación. El número de plántulas por especie a reforestar será proporcional y la densidad de reforestación propuesto por hectárea será de 1 111, por lo que se requerirá de 370 plántulas por especie para reforestar la superficie del terreno.

Cuadro VI-7. Especificaciones del programa de reforestación.

Especies	Técnica de plantación	Diseño de la plantación	Densidad de plantas/ha	Época de reforestación
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Cepa común y terrazza individual	Tres bolillo y marco real	370	Mayo-agosto
<i>Gliricidia sepium</i>			370	
<i>Leucaena leucocephala</i>			370	

Selección del sitio

Debido a que este Programa de Reforestación se propone como una medida de mitigación y compensación por el cambio de uso de suelo que involucra el proyecto, en este caso el objetivo será reforestar el predio que estará sujeto al aprovechamiento de la pizarra, por lo que, la reforestación se realizará después de la etapa de abandono del sitio, esto es, al concluir el proyecto.

Se anexa el mapa de ubicación del proyecto, siendo el mismo sitio donde se realizará la reforestación.

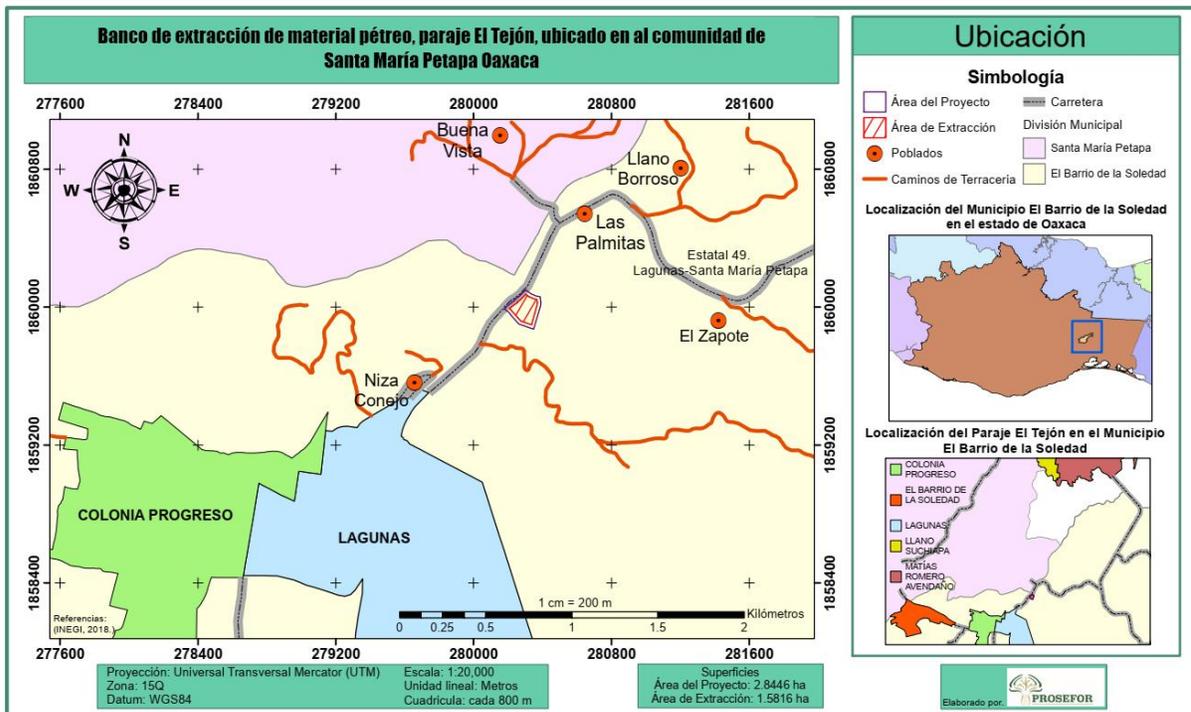


Figura VI-6. Mapa de ubicación del predio a reforestar.

Como se ha mencionado, la propuesta de especies está en función de las especies encontradas durante el muestreo realizado en el predio donde se realizará la extracción del material pétreo.

Se propone adquirir las plántulas de viveros certificados para asegurar que cuenten con la calidad deseada para prosperar en campo y con ello lograr el nivel de sobrevivencia deseada (mínimo 80 %). Las especies que se propone adquirir para la reforestación son las siguientes: *Byrsonima crassifolia*, *Gliricidia sepium* y *Leucaena leucocephala*.

Byrsonima crassifolia

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) comenta que la *Byrsonima crassifolia* es un árbol pequeño y torcido o arbusto perennifolio (caducifolio en bosques secos), de 3 a 7 m (hasta 15 m) de altura con un diámetro a la altura del pecho de hasta 30 cm. Copa / Hojas. Copa amplia y abierta o irregular. Hojas alargadas, decusadas, simples; láminas de 5 a 15 cm de largo por 2 a 7.5 de ancho, elípticas con el margen entero; verde oscuras y casi glabro en el haz y verde amarillentas grisáceas pubescentes en el envés. Tronco / Ramas. Tronco tortuoso. Ramas ascendentes y frecuentemente ramificadas desde el

suelo. Corteza. Externa escamosa desprendiéndose en pedazos rectangulares, gris parda a moreno clara.

Prospera en laderas abiertas y pedregosas del bosque tropical caducifolio, también en laderas de cerros a menudo formados por rocas metamórficas y terrenos planos. Habita en lugares con climas cálido, semicálido y templado. Se le encuentra en suelos bastante degradados. Puede soportar condiciones de drenaje excesivamente rápido o con drenaje deficiente que se inundan en la época húmeda y se secan en el periodo de sequía.

Gliricidia sepium

Forma. Árbol, arbusto caducifolio, de 2 a 15 m (hasta 20) m de altura, con un diámetro a la altura del pecho entre 25 y 60 cm, normalmente más pequeño (30). Copa / Hojas. Copa irregular. Amplia cobertura del follaje. Hojas compuestas, alternas, e imparipinnadas. Miden de 12 a 30 cm de largo (incluyendo el pecíolo). Compuestas por 7 a 25 folíolos opuestos de 3 a 8 cm de largo por 2 a 4 cm de ancho, ovados a elípticos, con el margen entero. Tronco / Ramas. Tronco un poco torcido. Ramas ascendentes y luego horizontales. La forma del árbol es variable, desde erecta y recta en algunas procedencias, hasta retorcida y muy ramificada, con tallos múltiples originados cerca de la base. Corteza. Externa es escamosa a ligeramente fisurada, pardo amarillento a pardo grisácea y la interna es de color crema amarillenta, fibrosa, con olor y sabor a rábano. Grosor total es de 8 a 10 mm.

Hábitat. Su capacidad de adaptación la ha llevado a ocupar dunas costeras ligeramente salinas, bancos ribereños, planicies inundables, faldas de montañas, barrancos, áreas perturbadas, terrenos abiertos y terrenos inestables de las orillas de los ríos. En su ámbito de distribución natural prevalece un clima subhúmedo relativamente uniforme, con temperaturas de 20 a 30 °C, precipitaciones anuales de 500 a 2 300 mm y 5 meses de período seco. Crece igualmente en suelos derivados de material calcáreo, ígneo o volcánico.

Especie con potencial para reforestación productiva en zonas secas y áridas. Es una de las especies multipropósito más populares en el área centroamericana con amplio potencial para la reforestación.



Leucaena leucocephala.

Forma: Árbol o arbusto caducifolio o perennifolio, de 3 a 6 m (hasta 12 m) de altura con un diámetro a la altura del pecho de hasta 25 cm. Copa / Hojas: Copa redondeada, ligeramente abierta y rala. Hojas alternas, bipinnadas, de 9 a 25 cm de largo, verde grisáceas y glabras; folíolos 11 a 24 pares, de 8 a 15 mm de largo, elípticos y algo oblicuos. Tronco / Ramas: tronco usualmente torcido y se bifurca a diferentes alturas. Ramas cilíndricas ascendentes. Desarrolla muchas ramas finas cuando crece aislado. Corteza: externa lisa a ligeramente fisurada, grisnegrusca, con abundantes lenticelas longitudinales protuberantes. Interna de color crema-amarillento, fibrosa, amarga, con olor a ajo. Grosor total: 3 a 4 mm.

Hábitat. Prospera en ambientes adversos. Se adapta muy bien a las tierras bajas, crece desde sitios secos con 350 mm/año hasta húmedos con 2,300 mm/año y temperatura media anual de 22 a 30 °C. Es necesario un período seco de 4 a 6 meses. Crece en una amplia variedad de suelos, desde neutros, hasta alcalinos, siempre y cuando sean suelos bien drenados, no compactados ni ácidos. Los mejores resultados se obtienen en suelos con pH de 6.5 a 7.5. Suelos inferiores a 5.5 pH no son recomendables

Diseño de la plantación

CONAFOR (2010) señala que el empleo del diseño “marco real” se debe realizar cuando la pendiente del terreno es menor del 20 % y el diseño de tres bolillo cuando se trata de pendientes mayores, aunque este último también puede ser utilizado en terrenos planos. En este diseño de marco real, las plantas se colocan formando cuadrados o rectángulos. Por su parte, en el arreglo de tres bolillo las plantas se colocan formando triángulos equiláteros (lados iguales), siguiendo las curvas de nivel, con lo que se logra minimizar el arrastre de suelo y a su vez aprovechar los escurrimientos.

El área propuesta para reforestación presenta geomorfología variada, en zonas con pendientes pronunciadas y áreas de baja pendiente, por consiguiente, se empleará el diseño de tres bolillo ya que se puede adaptar a la variación de pendientes que presente el proyecto, con un espaciamiento de 3 m entre plantas, por la densidad de reforestación propuesta.

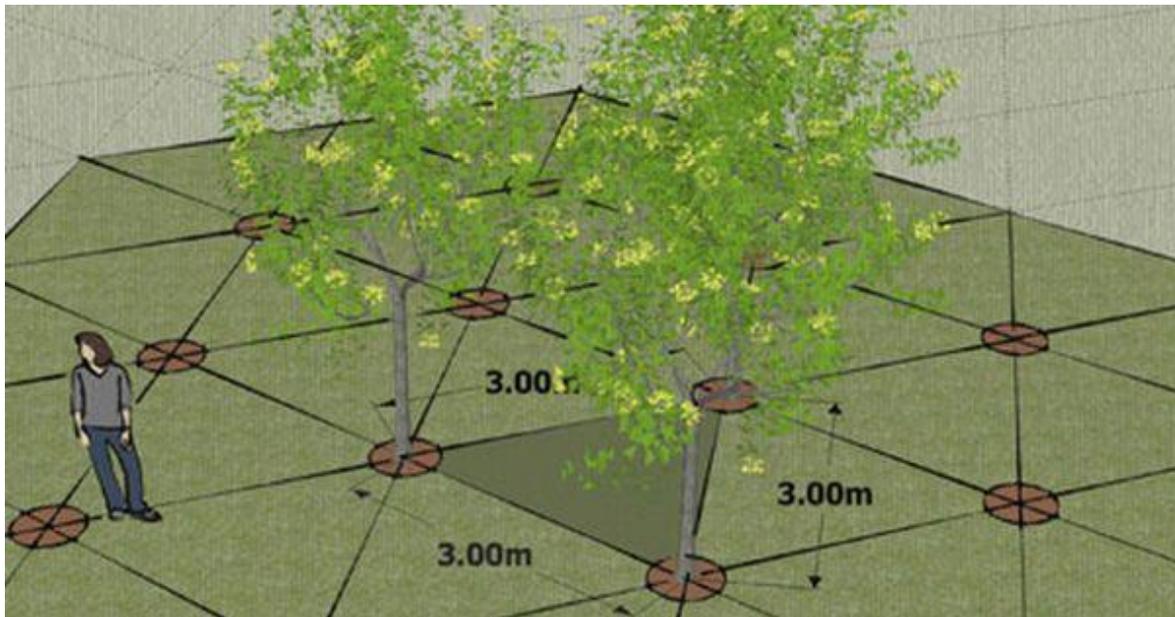


Figura VI-7. Ejemplo del diseño de reforestación propuesto.

Técnica de reforestación

Se emplearán dos tipos de técnicas para la reforestación, de acuerdo con la pendiente del terreno. Se empleará cepa común en zonas con niveles de pendiente bajo, mientras que para zonas más pronunciadas se utilizarán terrazas individuales, esto ayudará a la captación y retención de agua permitiendo un desarrollo más rápido de las plantas.

La cepa común consiste en hacer una apertura en el suelo de 40 cm de largo por 40 cm de ancho y 40 cm de profundidad en donde posteriormente se establece una planta (CONAFOR, 2010).

Terraza individual. Es un terraplén de forma circular, construido a nivel o en contrapendiente, sobre el cual se establece alguna especie forestal (Gerencia de Restauración Forestal, 2007).



Figura VI-8. Ejemplos de técnicas de reforestación en cepa común y terraza individual.

Densidad

Para la determinación de la densidad de reforestación, es importante considerar que la distancia entre planta y planta dependerá del espaciamiento que la especie demande al ser adulta, tomando en cuenta que en sus etapas juveniles la plantación debe tener por lo menos el doble de densidad que cuando es adulta (CONAFOR, 2010).

Considerando que CONAFOR (2010) recomienda que para el tipo de ecosistema el que se encuentran las áreas a reforestar la densidad máxima de reforestación es de 900 plantas/ha, se utilizará un distanciamiento entre planta y planta de 3 m. Sin embargo, para asegurar una sobrevivencia de al menos del 80 % se propone reforestar con una densidad de 1 111 plántulas por hectárea. Por otra parte, se propone que la composición de especies sea de forma proporcional, lo que significa que se tendría que reforestar 370 plántulas de cada especie en una hectárea. En total se requerirá de 1,857 plántulas para reforestar 1.6715 hectáreas.

Cronograma de actividades

En el siguiente cuadro, se presenta el cronograma de actividades para el desarrollo de la reforestación.

Cuadro VI-8. Cronograma de actividades para la reforestación.

Actividad	Meses												Años				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2	3	4	5	
Planeación de la reforestación	■																
Adquisición de las plantas a utilizar	■																
Transporte de las plantas	■																
Capacitación para la correcta reforestación	■																
Apertura de cepas y construcción de terrazas individuales	■																
Reforestación	■																
Riego de contingencia				■			■						■	■	■	■	
Labores culturales (deshierbe y cajeteo)									■				■	■	■	■	
Seguimiento y evaluación de la sobrevivencia												■					
Reposición de plántulas												■					
Reporte final																■	

Como se puede observar en el cronograma anterior, el programa considera el seguimiento de la reforestación por un periodo de 5 años, en que se aplicarán labores culturales a las plantas, de manera que se asegure su establecimiento en el sitio.

VI.2. Programa de vigilancia ambiental

El PVA consiste en un sistema que permite garantizar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación, contenidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental. El cumplimiento de las medidas es responsabilidad del promovente.

El PVA tiene como objetivos lo siguiente:

- Controlar la correcta ejecución de las medidas propuestas.
- Comprobar la eficacia de las medidas, cuando la eficacia se evalúe como insatisfactoria, determinará las causas y establecerá las medidas correctoras adecuadas, para garantizar la protección a los trabajadores y al entorno ambiental.

- Detectar impactos no previstos y proponer medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.
- Seleccionar indicadores ambientales fácilmente medibles y representativos.

Para el logro de los objetivos descritos, será necesario llevar a cabo una constante supervisión durante el tiempo de ejecución de cada una de las medidas en sus diferentes etapas de desarrollo del proyecto, donde se verifique la correcta implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas. Lo anterior demanda contar con un supervisor ambiental con un perfil profesional en áreas ambientales como ingenieros forestales, biólogos, ingenieros ambientales y áreas afines y que además compruebe contar con experiencia en las actividades relacionadas con bancos de extracción. Para este proyecto, La Cooperativa Cruz Azul, cuenta con un departamento de Ecología, por lo que, será el área que desarrollará las actividades de supervisión en coordinación con las autoridades locales para lograr el nivel de éxito deseado.

El logro del éxito deseado estará en función del cumplimiento de las responsabilidades del supervisor ambiental, siendo los siguientes:

- ◆ Supervisar, vigilar, controlar y revisar que las medidas propuestas y actividades especificadas en el Programa de Vigilancia Ambiental así como las condicionantes del resolutivo, se realicen conforme se hayan planeado.
- ◆ Vigilar que previo al inicio de las actividades de la etapa de preparación del sitio y construcción, se realicen las medidas preventivas y se cumplan con las condiciones previstas en la Ley aplicable.
- ◆ Dar apertura a la bitácora ambiental, misma que estará bajo su responsabilidad y en función de ella dar las instrucciones pertinentes, además de recibir las solicitudes que le formule el contratista.
- ◆ Tomar decisiones técnicas necesarias para la ejecución adecuada de los trabajos, debiendo resolver de manera oportuna las dudas, aclaraciones que presenten las cuadrillas de trabajo, tanto los que se encarguen de realizar las medidas como los que estén realizando las actividades propiamente del proyecto.

- ◆ Monitorear y controlar el desarrollo de los trabajos (avances), cumpliendo con aspectos de la calidad, costos (presupuestos) y tiempo establecido conforme al cronograma de actividades.

Supervisión de la ejecución de las medidas y/o acciones generales para evitar la generación de impactos indirectos

Cuadro VI-9. Acciones y medidas a implementar en las acciones de supervisión de la ejecución de las medidas generales.

Línea estratégica: impartir pláticas a la fuerza de trabajo (personal que estará laborando en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto) con temas sobre concientización ambiental. Con esta medida se busca evitar que se realicen actividades de extracción, comercialización, caza o colecta de ejemplares de flora y fauna silvestre que se distribuya en sitios aledaños e incluso en el predio donde se desarrollará el proyecto. Además de crear conciencia sobre la importancia de generar la menor cantidad posible de residuos sólidos urbanos, la relevancia del manejo y disposición en sitios destinados para tal fin, así como su clasificación.	
Etapas del proyecto: preparación del sitio y construcción; operación y mantenimiento	Costo total (\$): 80,000.00
Impacto al que va dirigido la medida	Indicador
Afectación a la biodiversidad florística y faunística	<p>Capacitar a los trabajadores en materia de impacto ambiental, sobre la importancia de la conservación y preservación de las especies de flora y fauna silvestre.</p> <p>Indicaciones sobre cómo actuar ante la presencia de alguna especie de fauna silvestre en el área de trabajo y a quién reportarlo.</p> <p>Prohibir el tráfico ilegal de las especies.</p> <p>Remover la vegetación únicamente en el área autorizada.</p>
Contaminación del suelo	<p>Capacitar a los empleados sobre el manejo y disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos que se generen durante las actividades de ejecución del proyecto.</p> <p>Manejo adecuado de al menos el 95% de los residuos sólidos urbanos en el área de desarrollo del proyecto.</p> <p>Clasificación adecuada de los residuos sólidos urbanos.</p>



Descripción de las medidas	Acciones de supervisión	Seguimiento y grado de cumplimiento	Tiempo de ejecución
<p>Se impartirán pláticas para concientizar a la base trabajadora, sobre la importancia de contribuir en el cuidado del medio ambiente en general, respetando a la flora y fauna silvestre, así como no contaminar el suelo, agua y aire, dando a conocer las normatividades ambientales aplicables.</p> <p>También se deberán abordar temas como la importancia del manejo de los residuos y la vigilancia de la realización de las otras medidas, tales como las afinaciones y mantenimientos periódicos de los equipos y maquinaria, para evitar afectaciones principalmente a la atmósfera.</p>	<p>En primera instancia, se verificará la impartición de las pláticas de concientización.</p> <p>Al inicio de las actividades de la obra, el supervisor ambiental en coordinación con el promovente deberá dar constancia que las actividades se desarrollen conforme a la normatividad.</p> <p>Supervisar y verificar que las actividades se desarrollen en las áreas programadas a fin de no generar afecciones a predios colindantes y a sus recursos.</p>	<p>Se contará con una bitácora donde se llevará el control de todas las actividades que se tienen previsto a desarrollar, así como de la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación.</p> <p>En la bitácora se deberán anotar todas las observaciones que se reporten durante el proceso de supervisión y seguimiento.</p> <p>En lo que se refiere a las actividades del supervisor ambiental, deberá verificar constantemente la ejecución de las medidas, como monitorear el logro de los objetivos, como la evaluación de la cantidad de RSU dispuesto en el terreno.</p>	<p>Por el tiempo de vida útil del proyecto y por el tipo de medida, se deberá implementar de forma periódica, antes de iniciar con la etapa de preparación del sitio y construcción, durante esta etapa y durante la etapa de operación y mantenimiento.</p> <p>Las pláticas de concientización ambiental en el primer año, se sugiere impartir al menos una sesión cada bimestre y del segundo año al último año de ejecución del proyecto, al menos una vez cada semestre.</p>
<p>Línea estratégica: Elaborar y colocar carteles o mantas con mensajes alusivos al cuidado del medio ambiente</p>			<p>Costo total (\$): 15,000.00</p>
<p>Etapa del proyecto: preparación del sitio y construcción</p>			<p>Costo total (\$): 15,000.00</p>



Impacto al que va dirigido	Indicador		
Afectación a la flora y fauna silvestre	<p>Colocación de carteles con mensajes alusivos al cuidado del medio ambiente, prohibición a la extracción de plantas o animales de la zona de trabajo, así como de su comercialización o caza de los mismos.</p> <p>Número de casos de extracción de especies vegetales o animales por parte de la base trabajadora.</p> <p>Ningún caso de cacería de especies de fauna silvestre.</p> <p>0 % de mortandad de especies de fauna silvestre por actividades de los trabajadores.</p>		
Descripción de las medidas	Acciones de supervisión	Seguimiento	Tiempo de ejecución
Se colocarán los carteles o las mantas en sitios estratégicos en todo el predio donde se desarrollarán las actividades del proyecto. De forma que sean visibles para todos los trabajadores en todo el tiempo de ejecución del proyecto funcionando como un constante recordatorio de que hay que cuidar nuestro medio ambiente.	<p>El promovente en coordinación con el supervisor ambiental deberá verificar que éstas mantas estén colocados en los sitios propuestos y que la leyenda se aprecie desde una distancia considerable.</p> <p>Las acciones de supervisión se realizarán durante todo el tiempo de vida útil del proyecto.</p>	En caso de que algún cartel o manta se dañe, se deberá proceder a su reposición.	Se colocarán previo a la etapa de preparación del sitio, y se mantendrán en sus respectivos sitios durante todo el tiempo de vida útil del proyecto.
<p>Línea estratégica: controlar que las actividades de las diferentes etapas de desarrollo del proyecto se realicen únicamente en sitios autorizados, así como realizar el registro en las bitácoras correspondientes</p>			
<p>Etapas del proyecto: preparación del sitio y construcción; operación y mantenimiento</p>			
Impacto al que va dirigido la acción	Indicador		

Afección a la flora	Cortar o eliminar la vegetación sólo en el área con autorización de cambio de uso de suelo.		
Afección al suelo	Realizar las actividades de extracción de pizarra sólo en superficie con autorización.		
Descripción de las medidas	Acciones de supervisión	Seguimiento	Tiempo de ejecución
Como primera actividad, se deberá delimitar el área donde se deberá realizar el cambio de uso de suelo, para evitar que se realicen derribos fuera del sitio autorizado. Segundo, el encargado de obra deberá realizar rondines para verificar que se realicen las actividades conforme al área delimitada.	El promovente deberá realizar recorrido en el predio antes de iniciar con las actividades de cambio de uso de suelo para verificar que se haya delimitado correctamente. Supervisar constantemente que el cambio de uso de suelo se esté realizando en sitios autorizados, así como la extracción de la pizarra.	Conforme se vaya avanzando con las actividades, se seguirá supervisando la ejecución de las actividades para cerciorarse que se realicen dentro del área delimitada.	Las actividades de supervisión se realizarán durante el tiempo de vida útil del proyecto.

La realización de las actividades descritas, requerirá de la supervisión constante durante las diferentes etapas del proyecto, por parte del supervisor ambiental como del promovente, lo que permitirá verificar la correcta ejecución de las acciones y medidas y con ello lograr el éxito esperado.

A continuación, se indican los indicadores de desempeño propuestos en el Programa de Vigilancia Ambiental, para medir el éxito de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas para cada una de las etapas.



Cuadro VI-10. Indicadores para la evaluación de las medidas de prevención propuestas a desarrollarse previo y durante la etapa de preparación de sitio y construcción.

Línea estratégica: medidas de prevención, que se deberán aplicar previo y durante la etapa de preparación del sitio y construcción.			
Impacto al que va dirigido	Descripción de la medida	Indicador	Justificación
Pérdida de la cobertura vegetal	Rescatar y reubicar especies en NOM-059-SEMARNAT-2010	Número de individuos a rescatar	Es necesario que el promovente rescate y reubique las especies florísticas con mayor valor de Índice de Valor de Importancia (IVI), debido a que en predio no se reportaron especies listadas en la NOM-059-SMARNAT-2010 y las de mayor IVI definen la estructura y el carácter de un ecosistema.
Riesgo de perder la diversidad de especies florísticas	Rescatar y reubicar especies de flora	Número de ejemplares y especies que serán rescatados	Esta acción es vital cuando el proyecto involucra cambio de uso de suelo, ya que se pone en riesgo la diversidad de especies y para evitarlo se deberá rescatar y reubicar las especies antes de realizar el cambio de uso de suelo.
Pérdida de hábitat	Ahuyentar, rescatar y reubicar especies de fauna silvestre	Número de ejemplares rescatados y reubicados	Para prevenir que las especies de fauna silvestre que habitan el predio El Tejón sean afectados por el desarrollo del proyecto, es necesario que se ahuyenten, rescaten y reubiquen previo al desmonte, esta acción evitará que se ponga en riesgo a los ejemplares.
Incremento de escurrimiento superficial y disminución de la infiltración. Suelo susceptible a sufrir erosión hídrica y eólica.	Apertura de zanjas derivadoras de escorrentía aguas arriba del banco	Número de cárcavas formadas en banco por efecto de la escorrentía superficial	Una forma de evitar que en temporadas de lluvia aumente el nivel de escorrentía superficial en predio es construyendo las zanjas derivadoras de escorrentía aguas arriba del predio, lo que permitirá encauzar el recurso hídrico hacia las corrientes más cercanas.
Generación de RSU por parte del personal operativo	Colocación de contenedores rotulados con la leyenda de ORGÁNICO e INORGÁNICO	Cantidad de RSU dispuesto en el banco	La generación de RSU es casi inevitable, por lo que se deberán colocar contenedores para los RSU y con ello evitar arrojarlos



Línea estratégica: medidas de prevención, que se deberán aplicar previo y durante la etapa de preparación del sitio y construcción.			
Impacto al que va dirigido	Descripción de la medida	Indicador	Justificación
	para el almacenamiento de los residuos		en el suelo y por ende la contaminación no sólo del suelo, sino del aire y agua.
Generación de aguas residuales	Instalación de sanitarios portátiles con lavamanos a razón de 1 sanitario por cada 10 personas	Presencia/ausencia de restos fecales en banco o áreas aledañas,.	Tanto por higiene de los trabajadores como por salud ambiental, es necesario que en cada centro de trabajo se cuente con sanitarios.
Emisión de gases a la atmósfera por la maquinaria que habilitará las áreas adicionales	Mantenimiento periódico de todo el equipo y maquinaria	Comprobante de las actividades de mantenimiento	Es necesario realizar el mantenimiento periódico de la maquinaria y equipo que se ocupe en las actividades tanto por la salud del medio ambiente como por la vida útil del mismo equipo o maquinaria.
Generación de polvo por la maquinaria encargada de la habilitación de las áreas y por el acarreo del material vegetativo	Riego en banco	Niveles de polvo a emitirse	Es importante evitar la generación de polvos en el área de trabajo, considerando que en la franja de amortiguamiento existe vegetación que pudiera verse afectado por la emisión de polvos, además de la afectación que pueda provocar al personal que se encuentre laborando, por ello se implementarán riegos para evitar este efecto negativo.

Cuadro VI-11. Indicadores para la evaluación de las medidas de compensación propuestas para los impactos a generar en la etapa de preparación de sitio y construcción.

Línea estratégica: medidas de compensación que se deberán implementar para los impactos a generarse en la etapa de preparación del sitio y construcción.			
Impacto al que va dirigido la acción	Descripción de la medida	Indicador	Justificación
Disminución de la cobertura vegetal	Reforestar el predio al concluir la vida útil del proyecto	Porcentaje de sobrevivencia	Es importante compensar los efectos negativos que se derivan de las
Pérdida de la cobertura vegetal			

Disminución de la presencia de animales			actividades, en este sentido y por la importancia que tiene la vegetación tanto para los otros componentes medioambientales como para la población humana, se propone reforestar el banco posterior a su etapa de abandono a fin de que los servicios ambientales se restablezcan.
---	--	--	--

Cuadro VI-12. Indicadores para la evaluación de las medidas de prevención propuestas a desarrollarse durante la etapa de operación y mantenimiento.

Línea estratégica: medidas de prevención que se deberán implementar durante la etapa de operación y mantenimiento para evitar la ocurrencia de los impactos sin estas medidas.			
Impacto al que va dirigido	Descripción de la medida	Indicador	Justificación
Generación de RSU por parte del personal operativo	Colocación de contenedores rotulados con la leyenda de ORGÁNICOS e INORGÁNICOS para el almacenamiento de los residuos	Cantidad de RSU dispuestos en el banco de préstamo	Para no contaminar el suelo, agua y aire por la generación de RSU durante la operación y mantenimiento, se colocarán contenedores que servirán para almacenar los RSU que se generen de forma clasificada y posteriormente disponerlos en el sitio de disposición final que disponga la autoridad municipal de El Barrio de la Soledad.
Generación de aguas residuales	Instalación de sanitarios portátiles con lavamanos a razón de 1 sanitario por cada 10 personas	Presencia/ausencia de restos fecales en banco o áreas aledañas.	Tanto por higiene de los trabajadores como por salud ambiental, es necesario que en



Línea estratégica: medidas de prevención que se deberán implementar durante la etapa de operación y mantenimiento para evitar la ocurrencia de los impactos sin estas medidas.			
Impacto al que va dirigido	Descripción de la medida	Indicador	Justificación
			cada centro de trabajo se cuente con sanitarios.
Emisión de gases a la atmósfera	Mantenimiento periódico de todo el equipo y maquinaria	Comprobante de las actividades de mantenimiento	Es necesario realizar el mantenimiento periódico de la maquinaria y equipo que se ocupe en las actividades tanto por la salud del medio ambiente como por la vida útil del mismo equipo o maquinaria.
Emisión de ruidos por la maquinaria	Mantenimiento periódico de todo el equipo y maquinaria	Comprobante de las actividades de mantenimiento	Es necesario realizar el mantenimiento periódico de la maquinaria y equipo que se ocupe en las actividades tanto por la salud del medio ambiente como por la vida útil del mismo equipo o maquinaria.
Generación de polvo	Riego en banco	Niveles de emisión del polvo	El riego en el área de trabajo evitará que al momento de realizar el aprovechamiento de la pizarra así como durante su transporte no se genere polvo.

Cuadro VI-13. Indicadores para la evaluación de las medidas de mitigación propuestas a desarrollarse durante la etapa de operación y mantenimiento.

Línea estratégica: medidas de mitigación que se deberán implementar durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.			
Impacto al que va dirigido la acción	Descripción de la medida	Indicador	Justificación
El suelo quedará propenso a ser erosionado por la lluvia o el viento	Conformación de bermas o terrazas para la estabilización de taludes	Número de cárcavas en banco de préstamo	La estabilización de taludes, es una actividad necesaria por la naturaleza del proyecto a fin de propiciar las condiciones tanto para el establecimiento de la reforestación como para evitar la erosión del suelo o la generación de cárcavas en el banco.

Cuadro VI-14. Indicadores para la evaluación de las medidas de compensación propuestas para los impactos a generar en la etapa de operación y mantenimiento.

Línea estratégica: medidas que se deberán implementar para compensar los impactos que se generarán en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.			
Impacto al que va dirigido la acción	Descripción de la medida	Indicador	Justificación
Compactación del suelo por efecto de la circulación de la maquinaria	Reforestación del banco	Porcentaje de sobrevivencia	Las actividades que involucra la reforestación tales como la apertura de cepa común y construcción de las terrazas individuales, contribuirán en que el nivel de compactación del suelo no sea tan alta y posteriormente con el desarrollo del sistema radicular de las especies a reforestar se espera que se mejore el nivel compactación.
Modificación del paisaje	Reforestación del banco	Porcentaje de cobertura vegetal	Con el establecimiento de la cobertura vegetal, se espera recuperar ese mosaico de vegetación que actualmente presenta el predio.

VI.3. Seguimiento y control (monitoreo)

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) integrará estrategias de evaluación de cada una de las medidas de prevención, mitigación y compensación para determinar el éxito final a obtener. Estas actividades los llevará acabo el supervisor ambiental en coordinación con el promovente, a fin de facilitar esta actividad, se propone la construcción de un cuadro de cumplimiento ambiental en la que se llevará el control de la ejecución de las medidas así como la valoración del éxito esperado.

El porcentaje de nivel de éxito de cada una de las medidas se evaluará con la siguiente expresión:

$$NE = \frac{\text{Resultado alcanzado}}{\text{Resultado esperado}} \times 100$$

Donde NE es el nivel de éxito de cada una de las medidas.

A manera de ejemplo se construyó el siguiente cuadro de seguimiento y cumplimiento de las medidas de prevención propuestas a desarrollarse por los impactos que se identificaron se generarán en la etapa de preparación de sitio y construcción si no se implementan dichas acciones.



Cuadro VI-15. Cuadro de ejemplo para la valoración del nivel de éxito esperado de cada una de las medidas de prevención que se propone desarrollar antes y durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

Impacto	Medida	Indicador	Resultado esperado	Resultado alcanzado	Nivel de éxito
Perdida de cobertura vegetal	Rescatar y reubicar especies en estado de brinjal, preferentemente las especies con mayor valor de IVI	Número de plántulas rescatadas y reubicadas pero que además sobrevivieron	Se espera rescatar y reubicar 306 individuos de cuatro especies		
Pérdida de hábitat de fauna silvestre	Ahuyentar, rescatar y reubicar las especies que estén presente en el predio antes de la remoción de la cubierta vegetal	Número de ejemplares rescatados y reubicados	Que ninguna especie resulte afectada por las actividades de proyecto		
Incremento de escurrimiento superficial y disminución de la infiltración y susceptibilidad a presentar erosión	Apertura de zanjas trincheras aguas arriba del banco	Número de cárcavas conformadas en banco por efecto de la escorrentía superficial.	No debe haber presencia de ninguna cárcava en banco		
Generación de RSU por parte del personal operativo	Colocación de contenedores rotulados con la leyenda de ORGÁNICOS e INORGÁNICOS para el almacenamiento de los residuos	Cantidad de RSU dispuesto en banco	Ausencia de RSU en banco		
Generación de aguas residuales	Instalación de sanitarios portátiles con lavamanos a razón de 1 sanitario por cada 10 personas	Verificar que el número de santuarios portátiles sea proporcional al número de trabajadores.	Que el número de sanitarios instalados corresponda a la proporción especificada. Ausencia de restos fecales en banco y en áreas aledañas.		
Emisión de gases a la atmósfera por la maquinaria que habilitará las áreas	Mantenimiento periódico de la maquinaria en sitios autorizados	Comprobante de verificación y de mantenimiento realizado a las unidades de motor	Que los niveles de emisiones de gases a la atmósfera no rebasen los límites establecidos por las NOM's.		

VI.4. Información necesaria para la fijación de montos par fianza

Se estima que para la ejecución del proyecto “Banco de Extracción de Material Pétreo, Paraje El Tejón, Ubicado en la Comunidad de Santa María Petapa, Oaxaca”, incluyendo las tres etapas de ejecución del mismo se invertirá un estimado de \$21,639,634.36 en moneda nacional.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

El planteamiento de los pronósticos ambientales se realizó tomando como unidad ecológica el Sistema Ambiental delimitado, el cual fue definido con los criterios especificados en el capítulo IV. Para el establecimiento de los pronósticos se tomaron como base los datos recabados en campo, la información bibliográfica, los recursos cartográficos, así como la caracterización y análisis hechos en el capítulo IV sobre los componentes físicos, biológicos y socioeconómicos. Se plantearon tres escenarios para generar un panorama detallado de cuál es la situación actual del SA y cuáles serán los cambios que podría provocar la ejecución del proyecto en el medio en que se desarrollará; estos escenarios son: escenarios sin proyecto, con proyecto y con medidas de mitigación. En los siguientes apartados se describen cada uno de los tres escenarios planteado.

VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto

En los siguientes apartados se describe las condiciones actuales que presenta el SA en sus diferentes componentes, así como la evolución natural que seguiría en caso de que el proyecto no se ejecutara. Este escenario se puede considerar como la línea cero o línea base para identificar posteriormente los cambios que el proyecto pueda provocar en el medio.

Medio abiótico

- **Climatología:** El SA presenta un tipo de clima cálido subhúmedo (Aw1) de acuerdo con la clasificación de Köppen (1936) modificado por García (1964). El periodo de lluvia va a de junio a octubre, siendo el mes de septiembre en el que se tiene el mayor nivel de precipitación (263.61 mm) y abril en el que se presenta la menor cantidad (9.49 mm). Por otro lado, las temperaturas más altas se registran en abril y mayo (26.73 °C y 27.74 °C respectivamente), por el contrario, las más bajas se dan en diciembre y enero (21.66 y 21.99 °C, respectivamente). En lo que respecta a la evaporación, esta se presenta en mayor cantidad en el mes de mayo (217.6 mm), lo cual guarda relación con el aumento de temperatura.



Los elementos climatológicos no son fácilmente repercutibles, por lo que a pesar de que el SA muestra signos de alteración en otros componentes, sus condiciones climáticas se perciben actualmente conforme a la zona geográfica.

- **Fisiografía:** el SA y el área del proyecto se localizan en la provincia fisiográfica Cordillera Centroamericana y la subprovincia fisiográfica número 83 denominada Sierras del Sur de Chiapas; su sistema de topoformas es de tipo Sierra, bajo la denominación de Sierra Alta de Cumbres Escarpadas. Presenta pendientes que van de 0 hasta 176.53 % de acuerdo con los recursos cartográficos y de 10 a 55 % de acuerdo con los registros de campo.

De manera general, la fisiografía del SA se muestra en sus condiciones naturales, sin embargo, en el sentido estricto, se pueden encontrar indicios de alteración en puntos específicos, lo cual se debe principalmente a las modificaciones requeridas para el establecimiento de infraestructura urbana y vías de comunicación, lo cual hace que se ajusten las formas del terreno y pendientes conforme lo requieran los proyectos.

Aún en el caso de que no se ejecutara el proyecto, las tendencias apuntan a que estas modificaciones seguirán apareciendo en el SA, ya que, en el análisis retrospectivo se identificó que, aunque la mancha urbana avanza muy lentamente, a lo largo de los años sí ha hecho modificaciones para cubrir las demandas del ser humano.

- **Zonas susceptibles:** se ubica en la zona la zona D de la regionalización sísmica, siendo esta zona la que mayor actividad sísmica presenta. El área no tiene presencia ninguna falla o fractura, pero sí se ubica en una zona de inestabilidad de laderas (Región Pacífico Sur) la cual tiene un nivel de riesgo alto.

El SA tiene Índices de Peligro por Inundaciones de niveles alto y bajo, el proyecto se localiza específicamente en la zona de peligro baja.

Cabe señalar que el proyecto no se ubica dentro de alguna zona marina ni presenta riesgos por afectaciones por volcanes.

A pesar de que el SA y el área del proyecto se encuentran en algunas zonas con susceptibilidad a la ocurrencia de eventos catastróficos, actualmente no se tienen indicios de afectaciones graves por estos eventos, y dado que son fenómenos



impredecibles es sumamente complejo trazar una tendencia de ocurrencia, aun así, la ejecución o no del proyecto, es indiferente a la presencia de estos fenómenos.

- **Edafología:** en el SA se localizan tres asociaciones de suelos, las cuales son LVcrlen+LPcamo+PHlv/3 (Luvisol crómico endoléptico + Leptosol calcárico mólico + Phaeozem lúvico) con textura fina; LVdysten+CMdyhu+FLdy/2 (Luvisol dístrico endoléptico + Cambisol dístrico húmico + Fluvisol dístrico) con txtura media; y CMcrhu+PHhu+RGcalen/2 (Cambisol crómico húmico + Phaeozem húmico + Regosol calcárico endoléptico) con textura media.

El tipo de roca que se localiza en el área del proyecto es arenisca-conglomerada; en el Sistema Ambiental, además se puede encontrar caliza.

En el SA hay indicios de actividades relacionadas con la modificación del uso de suelo, como el aprovechamiento de material pétreo, construcción de vialidades, uso como terrenos de agricultura, entre otros; sin embargo, la composición del suelo se puede caracterizar como poco alterada, debido a que no se identificó ninguna actividad que involucre la modificación de la composición o asociación natural del suelo.

A pesar de que el proyecto no se ejecute, se prevé que, aunque no se altere la composición del suelo, sí se seguirá modificando el uso, ya que en el análisis retrospectivo se pudo notar que la superficie destinada a la agricultura tuvo un aumento considerable en los últimos años.

En cuanto a la erosión, el cálculo de la pérdida de suelo dio como resultado que, en la zona, actualmente se tiene una pérdida de suelo de 0.4149 ton/ha/año.

- **Hidrología:** en el área del proyecto no se localizan corrientes hidrológicas, sin embargo, en el SA se encuentran dos de tipo intermitentes. Es relevante mencionar que tanto el área del proyecto como el SA e ubican en el acuífero Coatzacoalcos.

Las corrientes que se localizan en el SA muestran actualmente un funcionamiento correcto; al no localizarse en el área de extracción, la ejecución o no del proyecto serán indiferentes a la situación de estas corrientes hidrológicas superficiales.

El cálculo de la infiltración del agua pluvial dio como resultado que en el área del proyecto actualmente se infiltran 173.327 mm.

Medio biótico

- **Vegetación:** el Sistema Ambiental, presenta una cobertura vegetal irregular y poco densa, es decir, la Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia se distribuye por la superficie formando manchones, dejando entre los cúmulos zonas de pastizal. El SA muestra signos de actividades antropogénicas, lo cual se puede notar principalmente en el uso que se le ha dado al suelo a través del tiempo, especialmente en los últimos años, ya que se identificó que la superficie destinada a la agricultura aumentó considerablemente del 2017 a 2021.

Tomando en cuenta esta tendencia de la vegetación, no se debe descartar la opción de que el área del proyecto pueda utilizarse como zona de cultivo o darle otro uso para beneficio social, ya que, al encontrarse relativamente cerca de las zonas urbanas, representa una ventaja para los pobladores.

El tipo de vegetación que presenta también es un indicador de la evolución de ha seguido a través de los años, ya que, al ser vegetación secundaria significa que el estrato principal se perdió en el algún momento, por lo que esto sirve de referencia para modelar la tendencia que seguirá a través del tiempo

- **Fauna:** en el estudio de campo se identificó que en el SA y el área del proyecto son mayormente abundantes las especies de insectos y aves, en menor cantidad se identificaron anfibios, reptiles y mamíferos. Esto puede deberse a las condiciones de la vegetación, debido a que el desarrollo faunístico se encuentra estrechamente ligado a los estratos vegetativos, y al verse estos alterados, la presencia de animales también se ve disminuida. El hecho de que se encuentren mayormente insectos y aves se puede deber a la facilidad de movilidad que estos tienen frente a los demás grupos, por lo que no se limitan a desarrollarse en un área específica, si no que pueden trasladarse a zonas aledañas para satisfacer sus necesidades.

Medio socioeconómico

Si bien, nivel local el medio socioeconómico no se vería repercutido en caso de que no se ejecute el proyecto, a una escala socioeconómica mayor la no implementación si tendría manifestación negativas, ya que el objetivo de la implementación de banco de extracción es la obtención de

material pétreo para la elaboración de cemento, lo cual obedece a la demanda social de este producto, por lo que podría concluirse que actualmente el medio social presenta una necesidad de adquisición de este producto, y en caso de no ejecutarse el proyecto, esta necesidad del insumo seguiría persistiendo.

VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto

En estos apartados se identifican los cambios que podría generar la implementación del proyecto en los diferentes componentes del medio.

Medio abiótico

- **Climatología:** existe una tendencia global sobre el cambio climático, sin embargo, dada la baja magnitud del proyecto, en caso de ejecutarse, este no tendrá influencia sobre el tipo de clima que actualmente presenta el SA y el área del proyecto; tampoco provocará alteraciones en los niveles de temperatura, precipitación y evaporación. Debido a que el área del proyecto presenta una densidad baja de vegetación, la remoción no tendrá influencia negativa ni siquiera en el microclima.

Los únicos efectos que pudieran tener algún grado de repercusión sobre las condiciones climáticas son la emisión de gases, polvo y ruido por parte de la maquinaria, dado que, aunque son pocas unidades, el tiempo de la etapa de operación es relativamente largo. Para prevenir estos efectos se han propuesto las medidas correspondientes, las cuales se plantean en el siguiente escenario.

- **Fisiografía:** debido a que el proyecto requiere de excavación, en el área de extracción se causará una modificación puntual en el relieve del área y la pendiente; con ello también se genera una modificación al paisaje. La extracción hará que el escenario muestre una zona sin vegetación y con taludes generados por los cortes de la maquinaria; pese a esto, la magnitud relativamente baja del proyecto, hace que esta esta modificación no se considere significativa además de que se proponen medidas para minimizar estos efectos.

En caso de que no se implementen las modificaciones del terreno que se hagan en el proyecto podría provocar erosión y el arrastre de los sedimentos podría afectar áreas aledañas.



- **Zonas susceptibles:** dado que la extracción del material requerirá de la excavación que formarán taludes, las susceptibilidades del SA que pudieran repercutir al proyecto son los sismos y los deslizamientos de laderas, ya que el banco podría quedar propenso a sufrir derrumbes por algún movimiento telúrico o por ablandamientos del suelo; dado que estos fenómenos tienen la característica de ser impredecibles y por lo tanto es complejo establecer una tendencia de ocurrencia, se tomarán las medidas necesarias para prevenir afectos negativos en el proyecto y en el personal que labore en él, las cuales se describen en el tercer escenario.

La afectación del banco por inundaciones se descarta, ya que la topografía que lo rodea no permite el estancamiento de agua, si no que se escurre hasta los cauces. De la misma forma, se descartan afectaciones por fallas y fracturas, volcanes o afectaciones por tsunamis, ya que en el banco no se localizan ninguno de estos potenciales riesgos.

- **Edafología:** por la naturaleza del proyecto, el principal elemento alterado será el suelo; específicamente el volumen que este recurso presenta, ya que por el despalme y la extracción este disminuirá. Es importante mencionar que a pesar de que el volumen del suelo se verá disminuido, en ningún momento se alterará las asociaciones de suelo que se presentan.

Debido a que se retirará la vegetación, el suelo quedaría expuesto a sufrir erosión ya sea por efecto de la lluvia o del viento. Otro efecto negativo que podría sufrir el suelo es la compactación del suelo por la circulación de la maquinaria y los camiones en el banco, lo que afectaría la capacidad del suelo para infiltrar agua y para permitir el establecimiento de vegetación cuando finalice el tiempo de vida útil del banco.

En caso de que no se apliquen las medidas correspondientes, se podría provocar que en épocas de lluvias se provoque el arrastre de sedimentos afectando con ello a zonas aledañas a la zona de extracción; y en el resto del año podría haber pérdida de suelo por erosión hídrica o eólica. De acuerdo a los cálculos, la cantidad de suelo que se perdería por erosión en caso de que se ejecute el proyecto es de 104.0163 ton/ha/año, por lo que por lo que, comparado con las cifras del primer escenario, se puede concluir que el proyecto provocaría un aumento en la pérdida de suelo de 103.601 ton/ha/año.



- **Hidrología:** no hay riesgo de afectar a alguna corriente hidrológica, debido a que en el área de extracción no se localiza ninguna, por lo que la implementación del banco no afectará el curso de ningún cause. El fenómeno en el que sí podrían tener repercusiones negativas es en el nivel de infiltración de agua en el suelo, debido a que por la compactación el volumen infiltrado disminuirá y el por el contrario el escurrimiento aumentaría.

De acuerdo con las estimaciones del nivel de infiltración, en caso de ejecutarse el proyecto, el nivel de infiltración sería de 154.528 m, por lo que dejarían de infiltrarse 18.799 mm.

Medio biótico

- **Vegetación:** en caso de ejecutarse el proyecto, las condiciones de la vegetación solo se verían alteradas en el área del proyecto, por lo que en el resto del SA las condiciones que presenta se mantendrían como se especificó en el primer escenario.

En el área del proyecto, todos los estratos vegetales se removerán, dando lugar a una zona totalmente desprovista de vegetación. Esto provocaría que también se afecten los demás factores relacionados con los estratos vegetales, como el suelo, la fauna y la infiltración.

Si bien, la cobertura de la vegetación en el área del proyecto no es homogénea, al retirarla, el paisaje se vería modificado, dejando mayormente visible la superficie el suelo.

El restito de vegetación haría que el sitio dejé de brindar los servicios ambientales, por lo que ya no tendría ningún beneficio ecológico.

- **Fauna:** la remoción de los estratos vegetales también implica el retiro de los hábitats de la fauna, por lo que el área automáticamente quedaría sin presencia de ejemplares faunísticos. El banco de extracción se convertiría un área en la que los animales ya no puedan encontrar los recursos suficientes para su desarrollo, de tal modo que la dinámica ecológica del área ya no sería funcional, al menos hasta el momento en que pueda presentarse la regeneración natural.

Medio socioeconómico



Si se implementará el proyecto, en primera instancia se podrá satisfacer la demanda social del cemento; además, el proyecto representaría una fuente de empleo para los pobladores de las localidades cercanas, ya que emplearía mano de obra en todas las etapas, y dado que, la duración de su tiempo de vida útil es relativamente larga, representaría una derrama económica directa e indirecta sobre el medio socioeconómico local.

VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

En los siguientes apartados se describe el escenario que se provocaría al implementar el proyecto, pero considerando las medidas de prevención, mitigación y compensación correspondientes para cada componente ambiental.

Medio biótico

- **Climatología:** como se mencionó en el segundo escenario, la ejecución de proyecto no podrá incidir en la mayoría de los elementos climatológicos; los únicos efectos que pudieran afectar algunos elementos del clima son la emisión de gases, polvo y ruido por la maquinaria, por ello, se propusieron como medidas el mantenimiento constante de las unidades para mantener las emisiones por debajo de los niveles permisibles establecidos por la NOM correspondiente, el riego del material a transportar y cubrir con lonas las cajas de los camiones de transporte.

Con estas medidas se generará un escenario en el cual, se podrá aprovechar el material pétreo del banco asegurando no causar efectos negativos en los elementos climáticos.

- **Fisiografía:** una de las medidas que se propusieron para evitar efectos adversos por la extracción, es el aprovechamiento mediante la conformación de bermas, con ello se asegurará que los taludes generados por los cortes mantengan una estructura firme y no haya afectaciones frente a eventos como sismos; además de que la forma de las bermas, al reducir la longitud de la pendiente, ayuda a disminuir la erosión hídrica de los taludes. Este cambio en la fisiografía se hará menos evidente cuando la reforestación alcance a cubrir la mayor parte de la superficie de extracción, ya que los estratos vegetales harán que el suelo menos visible.
- **Zonas susceptibles:** debido a que el proyecto se ubica en una zona con alta actividad sísmica y con susceptibilidad al deslizamiento de laderas, la extracción mediante la



conformación de terrazas ayudará a mantener los taludes con una estructura sólida que resista los movimientos telúricos; además de esto, se brindarán pláticas y capacitación constante al personal operativo para que sepan cómo actuar en caso de suscitarse alguno de estos eventos.

- **Edafología:** debido a que la remoción de la vegetación y la extracción harán que el suelo quede susceptible a ser erosionado, este escenario contempla la implementación del programa de reforestación, la cual ayudará a proteger el suelo frente a los efectos erosivos de la lluvia y del viento. Los cálculos realizados sobre erosión, dieron a conocer que la pérdida de suelo al ejecutar el proyecto, pero implementando obras de conservación es de 0.0277 ton/ha/año, lo que significa que se la pérdida de suelo es menor incluso que en el primer escenario.

También se construirán zanjas derivadoras de escorrentía para evitar que se generen escurrimientos bruscos del agua pluvial, con esto también se evitará que el suelo que quede suelto durante las actividades de extracción pueda ser arrastrado a las zonas aledañas, lo cual será coadyuvado con una franja de 20 m de vegetación en la periferia del sitio de extracción, de manera que sirva como barrera para retener los sedimentos y evitar que afecten a zonas fuera del banco.

Por último, para generar un escenario en el cual el área de extracción quede complemente libre de residuos, al finalizar su tiempo de vida útil se harán actividades de limpieza, así como del retiro de la maquinaria, con la finalidad de que se creen las condiciones adecuadas para el desarrollo de la reforestación.

- **Hidrología:** la reforestación que se implementará en la etapa de abandono revertirá el proceso de compactación del suelo, permitiendo que se recupere la capacidad de infiltración del suelo. Además, como obra de conservación se construirán zanjas trincheras en toda el área de extracción, las cuales ayudarán a propiciar la infiltración del agua al suelo; la estimación de la infiltración dio a conocer que con la implementación de esta obra de conservación el nivel de infiltración es de 192.377 mm, lo que significa que el nivel de infiltración se recupera a un nivel incluso mayor que en el primer escenario, después de finalizar el tiempo de vida útil del proyecto.

Medio abiótico



- **Vegetación:** en la identificación de los impactos se pudo conocer que la remoción de la vegetación podría provocar la disminución de los servicios ambientales y la pérdida de la biodiversidad florística. Es por ello que se propuso como medida de prevención la ejecución de un programa de rescate y reubicación de flora y una reforestación. Primeramente, con la implementación del programa de rescate y reubicación de flora, se asegurará que no haya pérdida de alguna especie flora, por lo que el escenario resultante será un área de extracción totalmente desprovista de vegetación, pero en la que se aseguró no afectar la composición de especies de la zona; a esto se le suma el hecho de que la remoción se realizará con el método de derribo direccional, para asegurar que no haya afectaciones a la vegetación aledaña. Aunado a esto, en la etapa de abandono del proyecto, se ejecutará una reforestación, por lo que en el sitio propuesto para banco de extracción recuperará su vegetación; con ello se creará un escenario en el que el sitio tendrá nuevamente un correcto funcionamiento ecológico y brindará nuevamente los beneficios ambientales que se pudieran perder por la remoción.
- **Fauna:** para evitar que la remoción de la vegetación y las actividades de extracción afecten a las especies animales, se propuso como medida de prevención la ejecución de un programa de rescate y reubicación de fauna. Con esta medida se creará un escenario en el que las actividades de extracción no comprometan la diversidad de especies de fauna que se encuentren en el banco, asegurando con ello que se mantenga el funcionamiento ecosistémico en el resto del SA.

Socioeconómico

La finalidad de la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación es asegurar el bienestar social, a través de la preservación de los servicios ambientales que brindan los componentes del medio natural; de tal modo que al asegurar que al recuperar la cubierta vegetal, la productividad del suelo, la calidad de los elementos climatológicos, el buen funcionamiento de la hidrología, entre otros, se está asegurando también que existan las condiciones ideales para la sobrevivencia del ser humano.



VII.4. Pronóstico ambiental

Un análisis general del primer escenario revela que el Sistema Ambiental y el área en la que se pretende realizar el proyecto, muestra signos de alteración en algunos de sus componentes, esto se puede notar principalmente en la cobertura vegetal, ya que la Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia se encuentra distribuida en manchones, dejando a espacios de suelo usados para fines agrícolas o zonas de pastizal. Esto mismo ha hecho que la presencia de los grupos faunísticos de mamíferos y reptiles sea escasa, teniendo mayor presencia aquellos grupos que tienen una mayor facilidad de desplazamiento (insectos y aves).

De los elementos abióticos, el que actualmente se muestra signos de modificación es la topografía, debido a que las construcciones urbanas demandan realizar modificaciones al terreno.

El segundo escenario reveló que el proyecto incidirá de forma negativa tanto en los componentes abióticos como bióticos del área del proyecto, de ellos los más destacables son el suelo y la vegetación, y de ellos se derivan afectaciones a los demás componentes. Sin embargo, el tercer escenario refleja que la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación disminuye y en algunos casos revierten los efectos adversos que causa el proyecto.

Es así, como con el análisis de los tres escenarios anteriores se pueden realizar los siguientes pronósticos:

- En caso de no ejecutarse el proyecto, la tendencia apunta a que en el SA se seguirán haciendo modificaciones del medio físico y biológico por actividades antropogénicas; principalmente alteraciones por construcciones urbanas o establecimientos de áreas de cultivo.
- Pese a la ejecución del proyecto, la mayor parte del SA se mantendrá con las mismas condiciones actuales, ya que la única área en la que habrá modificaciones de los elementos abióticos y bióticos será estrictamente el área de extracción.
- El proyecto modificará las condiciones físicas del área de extracción, sin embargo, estas no se consideran significativas debido a que es de una magnitud baja, además con la aplicación de las medidas, los efectos adversos se disminuirán.



- Las actividades a realizar en el banco repercutirán en los elementos biológicos de área de extracción, pero la implementación de las medidas correspondientes minimiza o compensan los efectos negativos.
- La reforestación que se realizará en la etapa de abandono traerá consigo una serie de beneficios relevantes, entre los que destacan el hecho de que aparte de que se recupere la cobertura vegetal, propiciará que se vuelvan generar espacios que funcionen como hábitats de animales.
- La reforestación también tendrá beneficios sobre los elementos abióticos, ya que evitará que el suelo se erosione por la lluvia o el viento, además de que, junto con las zanjas trincheras permitirá que recupere su capacidad para infiltrar el agua.
- El proyecto representará una fuente de empleo para los pobladores de las zonas cercanas, ya que todas sus etapas requieren de personal para ejecutar las actividades; por lo que se prevé que contribuya al mejoramiento de la economía local durante su tiempo de vida útil.
- Al implementarse el banco de extracción se tendrá el beneficio de contar con insumos para la elaboración de cemento, por lo que un beneficio indirecto será satisfacer la demanda social de este producto.

VII.5. Evaluación de alternativas

La ubicación del proyecto, sus dimensiones, las actividades y procesos que involucra, las medidas de prevención, mitigación y compensación, y demás características se planearon tomando siempre la opción más viable; de tal modo que el proyecto no considera alternativas.

VII.6. Conclusiones

El aprovechamiento de los recursos naturales es un fenómeno necesario para la subsistencia de la especie humana, sin embargo, se tiene en cuenta que esta debe hacerse bajo un enfoque de sustentabilidad en la que el desarrollo social no contrarié al desarrollo ecológico.

Como se ha mencionado, para este caso específico, la necesidad de implementar el banco de extracción de material es contar con insumos para la elaboración de cemento y con ella satisfacer la demanda de la sociedad sobre este producto. La implementación del banco genera impactos



que, sobre los factores bióticos y abióticos, sin embargo, estos son inherentes y absolutamente necesarios por la naturaleza del proyecto. A pesar de esto, el análisis de los escenarios reveló que, por ser un proyecto de baja extensión territorial, los efectos adversos que provoque no se consideran graves, no obstante, se aplicarán una serie de medidas para que su manifestación de estos sea la mínima posible.

Con el análisis de un panorama general de los escenarios planeados anteriormente puede concluirse que el proyecto tiene viabilidad ambiental, ya que se propone desarrollarlo en una zona con indicios de alteraciones antropogénicas, por lo que no se producirán afectaciones graves. Adunado a esto, los impactos negativos que se identificaron se pueden evitar, reducir o compensar con las medidas propuestas. Por otro lado, trae consigo una serie de beneficios al sector económico local y un beneficio indirecto al sector social global, al satisfacer la demanda de cemento, resaltando así, la necesidad e importancia de su ejecución.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1. Cartografía

Para la integración del presente estudio se hizo uso de diferentes cartas topográficas, principalmente del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), esto para la elaboración de mapas temáticos y de ubicación del proyecto como del sistema ambiental, así como de diversas plataformas como el Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL), versión 4.0 del INEGI, el Subsistema de Información sobre el Ordenamiento Ecológico (SIORE) y el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), estas últimas de la Secretaría del medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Los mapas generados se encuentran en diferentes apartados del presente estudio.

VIII.2. Otros anexos

Anexo fotográfico



Imagen 1. Vegetación del predio.

En esta imagen se puede apreciar los diferentes estratos vegetales de la Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia en el predio del proyecto.



Imagen 2. Vegetación en la periferia del área del proyecto.

Se parecía la vegetación circundante del área propuesta para bando de extracción, cabe señalar que lo que se visualiza en esta imagen será parte del área de amortiguamiento.



Imagen 3. Medición de flora.

En el muestreo de campo se realizaron las mediciones de las variables dasométricas de los individuos de flora.



Imagen 4. Registro de información florística.

Se muestra el registro de la información dasométrica de la vegetación del área del proyecto y del SA.



Imagen 5. Marcaje de individuos muestreados.

Los individuos de flora que se muestrearon se marcaron con pintura para su identificación.



Imagen 6. Zonas de pastizal.

En el área del proyecto se identificaron zonas en dónde hay dominancia de pastizal.



Imagen 7. Vista panorámica del banco de extracción.

Se muestra una vista panorámica del banco en el que se parecía el tipo de vegetación y la topografía.



Imagen 8. Fauna en el área del proyecto.

Se tomaron evidencias fotográficas de la presencia de fauna durante el muestreo en el área del proyecto.



Imagen 9. Fauna captada por las fototampas.

En el muestreo faunístico se colocaron cámaras de fototrampeo para el registro de ejemplares con actividad nocturna.



Imagen 10. Trabajos para registro de información del suelo.

Se realizó una calicata para el registro de la información edafológica del predio.

El siguiente plano muestra la ubicación de la toma de las fotografías presentadas anteriormente.

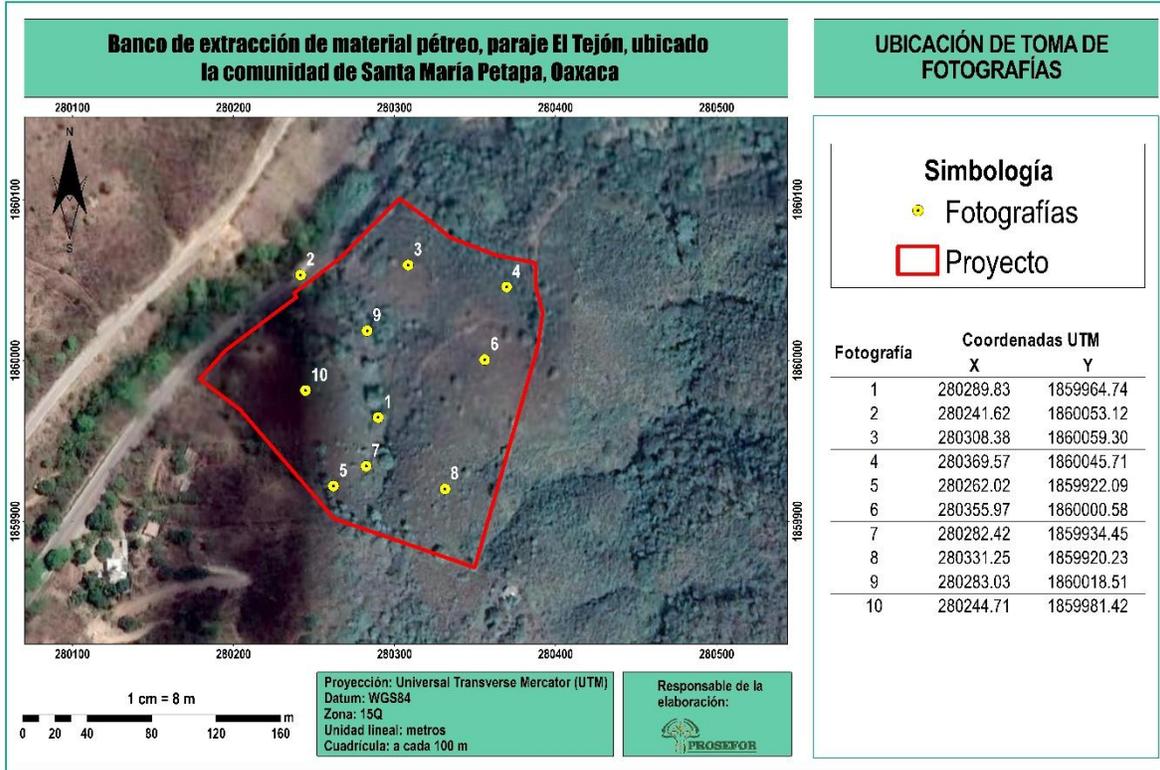


Imagen 11.Plano de ubicación de la toma de fotografías



VI. LITERATURA CITADA

- Arreguín C., F. I., M. López P., O. Rodríguez L. y M. J. Montero M. 2015. Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático. Efectos del cambio climático en el recurso hídrico de México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 148 p. disponible en https://backend.aprende.sep.gob.mx/media/uploads/proedit/resources/atlas_de_vulnerabili_25df22b7.pdf.
- Banco de Desarrollo de América Latina. 2014. Índice de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la región de América Latina y el Caribe. Informe técnico de la Corporación Andina de Fomento.
- Montes-León M. A. L., E. M. Uribe-Alcántara y E. García-Celis. 2011. Mapa Nacional de Erosión Potencial. Tecnología y Ciencias del Agua II: 5-17.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2016. Diccionario de datos edafológicos. Escala 1: 250 000 (versión 4).
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Roma, Italia.
- Loredo O., C., S. Beltrán L., F. Moreno S., M. Casiano D. 2007. Predicción de riesgo a la erosión hídrica a nivel microcuena. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas Pecuarias.
- Cruz-Falcón A. 2007. Caracterización y Diagnóstico del Acuífero de La Paz B.C.S. Mediante Estudios Geofísicos y Geohidrológicos. Tesis de Doctorado, IPN-CICIMAR. 139 pp.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2016. Diccionario de datos edafológicos. Escala 1: 250 000 (versión 4).
- Campo, A. M., Duval, V. S. 2014. Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). Universidad Nacional del Sur.



Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2015. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Coatzacoalcos (2013), estado de Oaxaca. Publicado en el Diario Oficial de la Federación 20 de abril de 2015. Disponible en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103970/DR_2013.pdf.

Consejo Nacional de Población. Estimaciones y proyecciones de población 2010-2030.

Coordinación Nacional de Protección Civil. 2016. Curso. Causas que propician deslizamientos y medidas de prevención. Disponible en <http://www.cenapred.gob.mx/es/documentosWeb/Enaproc/IdentiDeslizamientos.pdf>.

Cottam, G. y Curtis, J.T. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*, 37, 451- 460.

Escribano, M. M., De Frutos, M., Iglesias, E., Mataix, C., y Torrecillas, I. 1987. El paisaje. Cátedra de planificación y proyectos, ETSI Montes. Unidades Temáticas Ambientales de la DGMA. MOPU. Madrid.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censo de Población y Vivienda 2020.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2018. Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia. Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. Colombia.

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Volumen 1. Manuales y tesis SEA.

Ritter O.W., Guzmán S. R., Sánchez N., Sánchez R., Suarez S. J., Pérez E. T. (2007). Sistemas y más sistemas; ¿es todo en el mundo un sistema? *Ciencia*, enero/marzo, vol. 58, num. 1

Rosengaus M., M., M. Jiménez E. y M. T. Vázquez C. 2002. Atlas climatológico de ciclones tropicales en México. Centro Nacional de Prevención de Desastres. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México.

Servicio Geológico Mexicano (SGM). 2017. Sismología de México. Disponible en <https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Riesgos-geologicos/Sismologia-de-Mexico.html>.

Plan Municipal de Desarrollo de Santa María Petapa 2014-2016.

Plan Municipal de Desarrollo Sostenible 2019-2021.

Conesa, F. V. V. 2010. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Cuarta edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Campo, A. M., Duval, V. S. 2014. Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). Universidad Nacional del Sur.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2015. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Coatzacoalcos (2013), estado de Oaxaca. Publicado en el Diario Oficial de la Federación 20 de abril de 2015. Disponible en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103970/DR_2013.pdf.

Consejo Nacional de Población. Estimaciones y proyecciones de población 2010-2030

Coordinación Nacional de Protección Civil. 2016. Curso. Causas que propician deslizamientos y medidas de prevención. Disponible en <http://www.cenapred.gob.mx/es/documentosWeb/Enaproc/IdentiDeslizamientos.pdf>.

Cottam, G. y Curtis, J.T. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. Ecology, 37, 451- 460.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censo de Población y Vivienda 2020.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2018. Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia. Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. Colombia.

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Volumen 1. Manuales y tesis SEA.

Plan Municipal de Desarrollo de Santa María Petapa 2014-2016

Plan Municipal de Desarrollo Sostenible 2019-2021

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Ritter O.W., Guzmán S. R., Sánchez N., Sánchez R., Suarez S. J., Pérez E. T. (2007). Sistemas y más sistemas; ¿es todo en el mundo un sistema? Ciencia, enero/marzo, vol. 58, num. 1

Rosengaus M., M., M. Jiménez E. y M. T. Vázquez C. 2002. Atlas climatológico de ciclones tropicales en México. Centro Nacional de Prevención de Desastres. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México.

Servicio Geológico Mexicano (SGM). 2017. Sismología de México. Disponible en <https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Riesgos-geologicos/Sismologia-de-Mexico.html>.



MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

I. Nombre del área que clasifica.

Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Oaxaca

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

Manifestación de Impacto Ambiental, No. de Bitácora: 20MP-0177/03/22

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

Se clasifican datos personales correspondientes a: Registro Federal de Contribuyentes, domicilio, correo electrónico y teléfono en las páginas 16 y 17.

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 clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el primer párrafo del artículo 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y 113 Fracción I de la Ley Federal 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.


L.C.P. María del Socorro Pérez García
Con fundamento en lo dispuesto en el artículo 84 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia, por ausencia del Titular de la Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Oaxaca, previa designación, firma la presente la Subdelegada de Planeación y Fomento Secretaría

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

ACTA_09_2022_SIPOT_1T_2022_ART69, en la sesión concertada el 18 de abril del 2022.

Disponible para su consulta en:
http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2021/SIPOT/ACTA_09_2022_SIPOT_1T_2022_ART69.pdf