

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR TURÍSTICO
MODALIDAD PARTICULAR DEL PROYECTO DENOMINADO
“CABAÑAS ZEMPOALTÉPETL” EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA
YACOCHI, MUNICIPIO DE SANTA MARÍA TLAHUITOLTEPEC, ESTADO
DE OAXACA.**

Proyecto 012025

Abril, 2025

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	I-7
I. CAPÍTULO I.....	I-1
I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	I-1
I.1.1. Nombre del proyecto.....	I-1
I.1.2. Ubicación del proyecto.....	I-1
I.1.3. Duración del proyecto.....	I-4
I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE.....	I-4
I.2.1. Nombre o razón social.....	I-4
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes.....	I-4
I.2.3. Nombre y cargo del representante legal.....	I-4
I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.....	I-4
I.2.5. Nombre del responsable técnico.....	I-5
I.2.6. Registro Federal de Contribuyentes (RFC).....	I-5
I.2.7. Profesión y número de cédula profesional.....	I-5
I.2.8. Dirección del responsable técnico del estudio.....	I-5
I.2.9. Colaboradores técnicos en la elaboración de la manifestación de impacto ambiental.....	I-5
II. CAPÍTULO II.....	II-6
II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	II-6
II.1.1. Naturaleza del proyecto.....	II-6
II.1.2. Ubicación y dimensiones del proyecto.....	II-6
II.1.3. Inversión requerida.....	II-7
II.1.4. Urbanización del área.....	II-7
II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.....	II-12
II.2.1. Programa de trabajo.....	II-12
II.2.2. Representación gráfica local.....	II-14
II.2.3. Preparación del sitio y construcción.....	II-18
II.2.4. Etapa de operación y mantenimiento.....	II-22
II.2.5. Etapas de abandono del sitio.....	II-24
II.2.6. Utilización de explosivos.....	II-24
II.2.7. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera.....	II-24
II.2.8. Generación de gases de efecto invernadero.....	II-26
III. CAPÍTULO III.....	III-27
III.1. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.....	III-27
III.1.1. Programas de Ordenamiento Ecológico General del territorio (POEGT).....	III-27
III.1.2. Decretos y programas de conservación y manejo de áreas naturales protegidas.....	III-33
III.1.3. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO).....	III-34
III.1.4. Planes o programas de desarrollo urbano (PDU).....	III-49
III.1.5. Normas oficiales mexicanas.....	III-52
III.1.6. Otros instrumentos.....	III-53
III.1.6.1 Ordenamientos jurídicos federales.....	III-53

III.1.6.1.1	Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM).....	III-53
III.1.6.1.2	Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).....	III-54
III.1.6.1.3	Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación de impacto ambiental.....	III-56
III.1.6.1.4	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).....	III-56
III.1.6.1.5	Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (RLGDFS).....	III-58
III.1.6.1.6	Ley General de Vida Silvestre (LGVs).....	III-60
III.1.6.1.7	Leyes Estatales.....	III-62
III.1.6.1.8	Ley del equilibrio ecológico y protección al ambiente para el Estado de Oaxaca.....	III-62
IV.	CAPÍTULO IV.....	IV-67
IV.1.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	IV-67
IV.1.1.	Delimitación del área de influencia.....	IV-67
IV.1.2.	Delimitación del sistema ambiental.....	IV-69
IV.1.3.	Caracterización y análisis del sistema ambiental.....	IV-76
IV.1.3.1	Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA.....	IV-76
IV.1.3.1.1	Medio abiótico.....	IV-76
IV.1.3.1.2	Medio biótico.....	IV-92
IV.1.3.1.3	Medio socioeconómico.....	IV-156
IV.1.3.1.4	Paisaje.....	IV-164
IV.1.4.	Diagnóstico ambiental.....	IV-168
V.	CAPÍTULO V.....	V-177
V.1.	IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	V-177
V.1.1.	Identificación de impactos.....	V-177
La evaluación del impacto ambiental es uno de los instrumentos de política ambiental con aplicación específica e incidencia directa en las actividades, que permiten planear opciones para el desarrollo, la preservación del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales. Comprendiendo que la evaluación del impacto ambiental presenta sus bases jurídicas en las disposiciones que establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA, 2024) en el artículo 28 menciona lo siguiente:.....		V-177
V.1.1.1	Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.....	V-177
V.1.2.	Caracterización de los impactos.....	V-177
V.1.2.1	Indicadores de impactos.....	V-180
V.1.3.	Valoración de impactos.....	V-181
V.1.3.1	Matriz de interacciones.....	V-185
V.1.4.	Conclusiones.....	V-196
VI.	CAPÍTULO VI.....	VI-198
VI.1.	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	VI-198
VI.1.1.	Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental.....	VI-198
VI.1.2.	Programa de vigilancia ambiental.....	VI-207
VI.1.3.	Seguimiento y control (monitoreo).....	VI-209
VI.1.3.1	Objetivos específicos del monitoreo.....	VI-209
VI.1.3.2	Alcance del monitoreo.....	VI-209
VI.1.3.3	Metodología.....	VI-209
VI.1.3.4	Responsables.....	VI-210

VI.1.3.5	Informes de seguimiento.....	VI-210
VI.1.4.	Información necesaria para la fijación de montos para fianzas.....	VI-211
VII.	CAPÍTULO VII.....	VII-212
VII.1.	PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	VII-212
VII.1.1.	Descripción y análisis del escenario sin proyecto.....	VII-212
VII.1.2.	Descripción y análisis del escenario con proyecto.....	VII-213
VII.1.3.	Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.....	VII-215
VII.1.4.	Pronóstico ambiental.....	VII-219
VII.1.5.	Evaluación de alternativas.....	VII-221
VII.1.6.	Conclusiones.....	VII-223
VIII.	CAPÍTULO VIII.....	VIII-225
VIII.1.	IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN AMBIENTAL.....	VIII-225
VIII.1.1.	Presentación de la información.....	VIII-225
VIII.1.1.1	Cartografía.....	VIII-225
VIII.1.1.2	Fotografías.....	VIII-226
VIII.1.2.	Otros anexos.....	VIII-226
VIII.1.2.1	Memorias.....	VIII-226
VIII.1.3.	Glosario de términos.....	VIII-227
IX.	ANEXOS.....	IX-229
X.	BIBLIOGRAFÍA.....	X-230

FIGURAS

FIGURA I-1	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO CABAÑAS ZEMPOALTÉPETL.....	I-2
FIGURA I-2	UBICACIÓN DEL PROYECTO CABAÑAS DE ZEMPOALTÉPETL EN LA COMUNIDAD DE SANTA MARÍA YACOCHI, MUNICIPIO DE SANTA MARÍA TLAHUITOLTEPEC.....	I-3
FIGURA II-1	POBLACIÓN EN LA ZONA DEL PROYECTO “CABAÑAS ZEMPOALTÉPETL”.....	II-7
FIGURA II-2	POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA) EN LA LOCALIDAD DEL PROYECTO.....	II-8
FIGURA II-3	PERSONAS AFILIADAS AL SISTEMA DE SALUD.....	II-8
FIGURA II-4	HOGARES QUE DISPONEN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	II-9
FIGURA II-5	CONDICIONES DE SANEAMIENTO EN LA LOCALIDAD DONDE SE UBICA EL PROYECTO.....	II-10
FIGURA II-6	BIENES Y SERVICIOS TECNOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD EN DONDE SE UBICA EL PROYECTO.....	II-11
FIGURA II-7	DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES DEL PROYECTO “CABAÑAS ZEMPOALTÉPETL”.....	II-17
FIGURA III-1	MODELO DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT).....	III-28
FIGURA III-2	UGA DEL POERTEO VINCULADA AL PROYECTO.....	III-37
FIGURA III-3	REGIÓN SÍSMICA EN SANTA MARÍA TLAHUITOLTEPEC, REGIÓN C. (CFE, 1993).....	III-51
FIGURA III-4	RIESGO POR INESTABILIDAD DE LADERAS (ATLAS DE RIESGO, 2011).....	III-51
FIGURA IV-1	ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO “CABAÑAS ZEMPOALTÉPETL”.....	IV-68
FIGURA IV-2	MICROCUENCA FIRCO 28-120-01-354 EN DONDE SE ENCUENTRA INMERSO EL PROYECTO.....	IV-70
FIGURA IV-3	TOPOGRAFÍA PARA LA GENERACIÓN DE LAS MICROCUENCAS.....	IV-71
FIGURA IV-4	SUBDIVISIÓN DE MICROCUENCA FIRCO.....	IV-71
FIGURA IV-5	SUBDIVISIÓN DE MICROCUENCA FIRCO (ZOOM IN).....	IV-72
FIGURA IV-6	DELIMITACIÓN DEL SA CON BASE EN LA MICROCUENCA FIRCO 28-120-01-354 Y GEOPROCESO SIG.....	IV-73
FIGURA IV-7	CORRECCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) CON BASE EN LA TOPOGRAFÍA Y ESCURRIMIENTOS HIDROLÓGICOS DEL PROYECTO.....	IV-74

FIGURA IV-8 SISTEMA AMBIENTAL FINAL (SA) DEL PROYECTO CABAÑAS DE ZEMPOALTÉPETL, OAXACA.....	IV-75
FIGURA IV-9 CLIMOGRAMA DE LA ESTACIÓN "TLAHUINTOLTEPEC" 20504.....	IV-77
FIGURA IV-10 CLIMATOLOGÍA PRESENTE EL PROYECTO.....	IV-78
FIGURA IV-11 ESTACIÓN CLIMÁTICA MÁS CERCANA AL PROYECTO (6.83 KM).....	IV-79
FIGURA IV-12 GEOLOGÍA PRESENTE EN EL ÁREA E INFLUENCIA.....	IV-81
FIGURA IV-13 EDAFOLOGÍA PRESENTE EN EL PROYECTO.....	IV-83
FIGURA IV-14 DISTRIBUCIÓN DE ÓRDENES DE HIDROLOGÍA.....	IV-84
FIGURA IV-15 ORDEN HIDROLÓGICA CERCANA AL ÁREA E INFLUENCIA.....	IV-85
FIGURA IV-16 CONDICIÓN HIDROLÓGICA CERCANA AL ÁREA E INFLUENCIA.....	IV-86
FIGURA IV-17 ACUÍFERO TUXTEPEC (2010) EN DONDE SE ENCUENTRA PRESENTE EL PROYECTO.....	IV-89
FIGURA IV-18 REDES Y ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE, INECC 2019.....	IV-90
FIGURA IV-19 USO DE SUELO Y VEGETACIÓN EN EL SA DONDE SE ENCUENTRA EL PROYECTO.....	IV-94
FIGURA IV-20 FORMA Y TAMAÑO DE LOS SITIOS DE MUESTREO.....	IV-98
FIGURA IV-21 SITIOS DE MUESTREO PARA EL TIPO DE VEGETACIÓN VSA/BM EN EL SA.....	IV-102
FIGURA IV-22 SITIOS DE MUESTREO PARA EL TIPO DE VEGETACIÓN BM EN EL SA.....	IV-103
FIGURA IV-23 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	IV-107
FIGURA IV-24 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES ESTRATO ARBÓREO EN EL SA.....	IV-112
FIGURA IV-25 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES ESTRATO ARBUSTIVO EN EL SA.....	IV-113
FIGURA IV-26 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES ESTRATO HERBÁCEO EN EL SA.....	IV-113
FIGURA IV-27 COMPARATIVO DEL VALOR DEL IVI EN LAS ESPECIES ARBÓREAS EN EL PROYECTO Y EL SA.....	IV-123
FIGURA IV-28 COMPARATIVO DEL VALOR DEL IVI EN LAS ESPECIES ARBUSTIVAS EN EL PROYECTO Y EL SA.....	IV-127
FIGURA IV-29 COMPARATIVO DEL VALOR DEL IVI EN LAS ESPECIES HERBÁCEAS EN EL PROYECTO Y EL SA.....	IV-128
FIGURA IV-30 UBICACIÓN DE CÁMARAS TRAMPA Y TRANSECTOS PARA EL MUESTREO DE FAUNA.....	IV-137
FIGURA IV-31 DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES Y NÚMERO DE INDIVIDUOS ENCONTRADAS EN EL SISTEMA AMBIENTAL DEL PROYECTO.....	IV-139
FIGURA IV-32 COMPARACIÓN DE ESTIMADORES DE RIQUEZA DE ESPECIES DEL PROYECTO.....	IV-140
FIGURA IV-33 IDENTIFICACIÓN DE SCIURUS SPP. (ARDILLA).....	IV-142
FIGURA IV-34 IDENTIFICACIÓN MEPHITIS MACROURA (ZORRILLO).....	IV-142
FIGURA IV-35 IDENTIFICACIÓN DE UROCYON CINEREOARGENTEUS (ZORRO GRIS).....	IV-142
FIGURA V-1 IMPACTOS IDENTIFICADOS DEL PROYECTO CABAÑAS DE ZEMPOALTÉPETL.....	V-187
FIGURA V-2 IMPACTOS IDENTIFICADOS POR MEDIO AMBIENTAL.....	V-187
FIGURA V-3 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POR FACTOR AMBIENTAL DEL PROYECTO.....	V-189
FIGURA V-4 IMPACTOS AMBIENTALES POR ATRIBUTOS IDENTIFICADOS EN EL PROYECTO.....	V-190
FIGURA V-5 VALORACIÓN PROMEDIO DE LOS IMPACTOS.....	V-195

TABLAS

TABLA I-1 COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN DEL POLÍGONO CABAÑAS, UTM WGS 1984 Z: 14 N.....	I-2
TABLA I-2 COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN DEL POLÍGONO ACCESO UTM WGS 1984 Z:14 N.....	I-2
TABLA I-3 INFORMACIÓN DE LOS COLABORADORES TÉCNICOS EN LA ELABORACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	I-5
TABLA II-1 COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN DEL POLÍGONO CABAÑAS, UTM WGS 1984 Z: 14 N.....	II-6
TABLA II-2 COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN DEL POLÍGONO ACCESO UTM WGS 1984 Z:14 N.....	II-6
TABLA II-3 DIAGRAMA DE GANTT DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO “CABAÑAS ZEMPOALTÉPETL”	II-13
TABLA II-4 INSTALACIONES CONTEMPLADAS PARA EL PROYECTO CABAÑAS ZEMPOALTÉPETL.....	II-14
TABLA II-5 COORDENADAS DE LAS INSTALACIONES PROSPECTADAS UTM WGS 1984 ZONA 14 NORTE.....	II-15
TABLA II-6 MAQUINARIA CONTEMPLADA PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO CABAÑAS ZEMPOALTÉPETL.....	II-18
TABLA II-7 CARACTERÍSTICAS DE LAS EDIFICACIONES CONTEMPLADAS DEL PROYECTO CABAÑAS ZEMPOALTÉPETL.....	II-20
TABLA II-8 MAQUINARIA Y EQUIPO ESPECIALIZADO CONTEMPLADO EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CABAÑAS DE ZEMPOALTÉPETL.....	II-21
TABLA III-1 INFORMACIÓN DE LA UGA 054 DONDE SE ENCUENTRA INMERSO EL PROYECTO.....	III-36
TABLA III-2 LINEAMIENTOS DE LA UGA 54 QUE CONFORMA EL MODELO DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO (MOE).....	III-38

TABLA III-3 ESTRATEGIAS APLICABLES A LA UGA 54 CON LA POLÍTICA DE PROTECCIÓN DE LA ESTRATEGIA AGUA.....	III-39
TABLA III-4 ESTRATEGIAS APLICABLES A LA UGA 54 CON LA POLÍTICA DE PROTECCIÓN DE LA ESTRATEGIA SUELO.....	III-40
TABLA III-5 ESTRATEGIAS APLICABLES A LA UGA 54 CON LA POLÍTICA DE PROTECCIÓN DE LA ESTRATEGIA BIODIVERSIDAD.....	III-41
TABLA III-6 CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA APLICABLES A LA UGA 54 Y VINCULADAS CON EL PROYECTO.....	III-45
TABLA III-7 VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO.....	III-50
TABLA III-8 VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON OTRAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS.....	III-52
TABLA III-9 VINCULACIÓN EL PROYECTO CON LAS LEYES FEDERALES.....	III-61
TABLA III-10 VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS LEYES ESTATALES.....	III-66
TABLA IV-1 COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA (AI) DEL PROYECTO.....	IV-67
TABLA IV-2 CLIMOGRAMA DE LA ESTACIÓN "TLAHUINTOLTEPEC" 20504.....	IV-76
TABLA IV-3 DATOS DEL ACUÍFERO TUXTEPEC (2010).....	IV-88
TABLA IV-4 ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE ACORDE CON A LA NOM-172-SEMARNAT-2019.....	IV-91
TABLA IV-5 SUPERFICIE DE LOS TIPOS DE VEGETACIÓN INMERSOS EN EL SISTEMA AMBIENTAL DEL PROYECTO.....	IV-99
TABLA IV-6 NÚMERO DE SITIOS TOTALES POR TIPO DE VEGETACIÓN.....	IV-99
TABLA IV-7 CANTIDAD DE SITIOS DE MUESTREAR POR VEGETACIÓN CON UNA CONFIABILIDAD DEL 80%.....	IV-100
TABLA IV-8 COORDENADAS UTM WGS 84 ZONA: 14 N DE LOS SITIOS DE MUESTREO PARA VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA EN EL SA DEL PROYECTO.....	IV-100
TABLA IV-9 COORDENADAS UTM WGS 84 ZONA: 14 N DE LOS SITIOS DE MUESTREO DEL TIPO DE VEGETACIÓN BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA EN EL SA DEL PROYECTO.....	IV-101
TABLA IV-10 CANTIDAD DE INDIVIDUOS ENCONTRADAS POR FORMA DE VIDA.....	IV-104
TABLA IV-11 LISTADO DE ESPECIES E INDIVIDUOS POR TIPO DE FORMA DE VIDA EN EL AI DEL PROYECTO.....	IV-105
TABLA IV-12 LISTADO DE ESPECIES IDENTIFICADAS EN EL SISTEMA AMBIENTAL.....	IV-108
TABLA IV-13 ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON, EQUITATIVIDAD E IVI PARA EL ESTRATO ARBÓREO EN EL SA.....	IV-114
TABLA IV-14 ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON, EQUITATIVIDAD E IVI PARA EL ESTRATO ARBÓREO EN EL SA.....	IV-116
TABLA IV-15 ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON, EQUITATIVIDAD E IVI PARA EL ESTRATO HERBÁCEO EN EL SA.....	IV-120
TABLA IV-16 COMPARACIÓN DEL IVI DEL ESTRATO ARBÓREO EN EL PROYECTO Y EL SA.....	IV-121
TABLA IV-17 COMPARACIÓN DEL IVI DEL ESTRATO ARBUSTIVO EN EL PROYECTO Y EL SA.....	IV-124
TABLA IV-18 COMPARACIÓN DEL IVI DEL ESTRATO HERBÁCEO EN EL PROYECTO Y EL SA.....	IV-128
TABLA IV-19 COMPARACIÓN DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON, RIQUEZA Y EQUIDAD POR ESTRATO EN EL SA Y PROYECTO.....	IV-129
TABLA IV-20 LISTADO DE ESPECIES DE FAUNA PRESENTES EN EL MUNICIPIO DE SANTA MARÍA TLAHUITOLTEPEC.....	IV-132
TABLA IV-21 LISTADO DE ESPECIE DE FAUNA ENCONTRADOS EN EL SISTEMA AMBIENTAL.....	IV-138
TABLA IV-22 SERVICIOS AMBIENTALES QUE PODRÍAN VERSE AFECTADOS POR EL PROYECTO.....	IV-152
TABLA IV-23 PROYECCIONES A FUTURO DE LOS POSIBLES IMPACTOS DERIVADOS DEL PROYECTO.....	IV-153
TABLA IV-24 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN PARA EL PAISAJE EN EL SITIO.....	IV-165
TABLA IV-25 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL PAISAJE EN EL SITIO.....	IV-165
TABLA V-1 COMPONENTES DEL PRESENTE PROYECTO.....	V-178
TABLA V-2 IDENTIFICACIÓN DEL MEDIO, FACTOR Y ATRIBUTO.....	V-179
TABLA V-3 CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....	V-181
TABLA V-4 MAGNITUD DEL IMPACTO.....	V-182
TABLA V-5 EXTENSIÓN DEL IMPACTO.....	V-182
TABLA V-6 DURACIÓN DEL IMPACTO.....	V-183
TABLA V-7 SINERGIA DEL IMPACTO.....	V-183
TABLA V-8 ACUMULACIÓN DEL IMPACTO.....	V-183
TABLA V-9 CONTROVERSIAS DE IMPACTO.....	V-183
TABLA V-10 CLASIFICACIÓN DE LA MAGNITUD DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	V-185
TABLA V-11 MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO CABAÑAS ZEMPOALTÉPETL.....	V-186
TABLA V-12 IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS POR ATRIBUTOS.....	V-191
TABLA V-13 MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO CABAÑAS ZEMPOALTÉPETL.....	V-192
TABLA V-14 VALORACIÓN PROMEDIO DE LOS IMPACTOS.....	V-196
TABLA VI-1 LÍNEAS ESTRATÉGICAS DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN.....	VI-198

TABLA VI-2 FICHA MEDIDA CONTROL DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA.....	VI-199
TABLA VI-3 FICHA MEDIDA CONTROL DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS, DE MANEJO ESPECIAL Y PELIGROSOS.....	VI-200
TABLA VI-4 FICHA MEDIDA CONTROL DE SEÑALIZACIÓN.....	VI-201
TABLA VI-5 FICHA MEDIDA CONTROL DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA.....	VI-203
TABLA VI-6 FICHA MEDIDA CONTROL DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE.....	VI-204
TABLA VI-7 FICHA MEDIDA CONTROL DE REFORESTACIÓN.....	VI-205
TABLA VI-8 PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL "CABAÑAS ZEMPOALTÉPETL"	VI-208
TABLA VI-9 ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS DE FIANZA POR MEDIDAS AMBIENTALES.....	VI-211



I. CAPÍTULO I

I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.1.1. Nombre del proyecto

Cabañas Zempoaltépetl

I.1.2. Ubicación del proyecto

La ubicación del proyecto se localiza en la comunidad de Santa María Yacochi, municipio de Santa María Tlahitoltepec, en el lado Este de la capital del Estado de Oaxaca, aproximadamente a 122 kilómetros de distancia.

Para llegar al sitio, se recomienda tomar la calle Berriozábal y la calle José María Pino Suárez en dirección a la Calzada Héroes de Chapultepec, conocida también como la Carretera Internacional o Niños Héroes de Chapultepec, que conecta con la ruta Oaxaca - Tehuantepec. Posteriormente, se continúa por la Carretera Internacional y la carretera México 179 hasta enlazar con la Autopista Mitla - Tehuantepec o Autopista Oaxaca - Istmo.

Una vez en la Autopista Mitla - Tehuantepec, se sigue la ruta hasta reconectar nuevamente con la carretera México 179, que finalmente conduce al poblado Villa Alta 46, destino del proyecto.

Este trayecto asegura una conexión eficiente desde la capital hacia el área de influencia “Cabañas Zempoaltépetl”, optimizando el tiempo de traslado en una ruta mayormente de autopista.

A continuación, se presenta la Figura I -1, que muestra la ruta para llegar a la comunidad de Santa María Yacochi. En la Tabla I -1 y Tabla I -2 se incluyen las coordenadas de localización del proyecto, y en la se la ubicación del proyecto

Para una mejor visualización, todos los mapas incluidos en este documento pueden consultarse en el Anexo 4: Mapas temáticos.

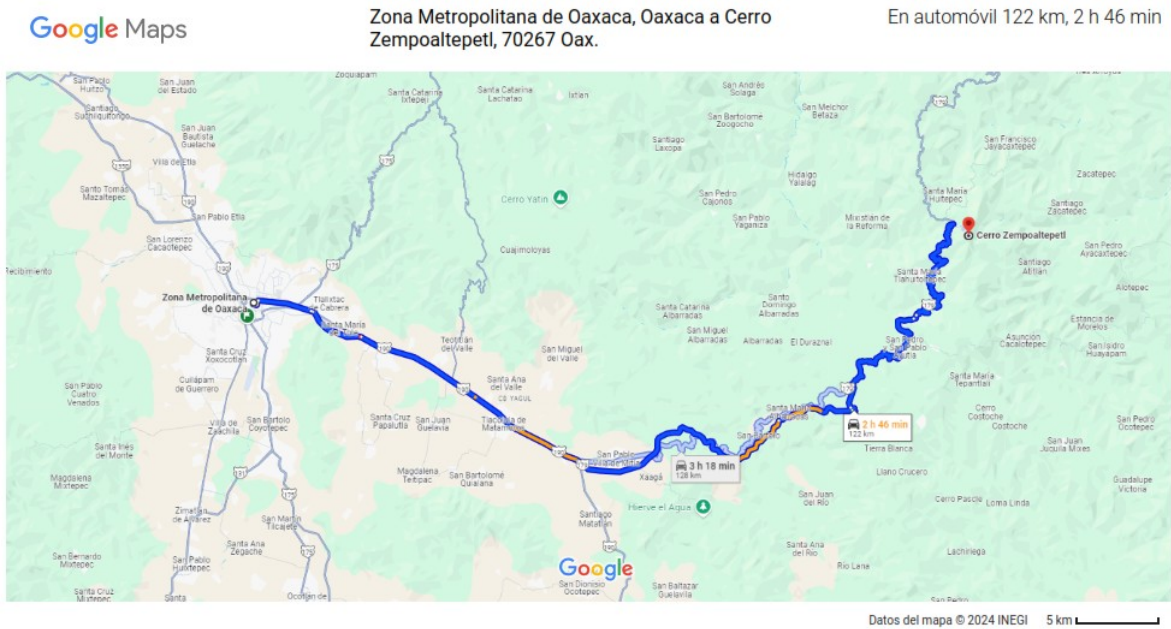


Figura I-1 Localización del proyecto Cabañas Zempoaltépetl

Tabla I-1 Coordenadas de localización del polígono cabañas, UTM WGS 1984 Z: 14 N

Vértices	X	Y
1	815,480.87	1,898,448.60
2	815,490.83	1,898,440.99
3	815,472.83	1,898,434.01
4	815,468.61	1,898,428.04
5	815,460.72	1,898,419.93
6	815,456.41	1,898,414.91
7	815,441.10	1,898,414.58
8	815,428.63	1,898,424.31
9	815,430.65	1,898,433.79
10	815,437.57	1,898,444.74
11	815,442.93	1,898,450.02
12	815,446.80	1,898,447.16
13	815,452.54	1,898,445.41
14	815,459.63	1,898,453.68
15	815,468.79	1,898,458.08
Superficie: 1,453.33 m ²		

Tabla I-2 Coordenadas de localización del polígono acceso UTM WGS 1984 Z:14 N

Vértices	X	Y
1	815,487.01	1,898,428.74
2	815,504.61	1,898,418.39
3	815,499.67	1,898,418.32
4	815,478.94	1,898,414.16
5	815,469.80	1,898,411.06
6	815,464.86	1,898,415.48
7	815,466.81	1,898,419.02
8	815,465.83	1,898,423.41
9	815,468.01	1,898,426.08
10	815,470.67	1,898,424.03
11	815,476.39	1,898,429.11
Superficie: 400 m ²		

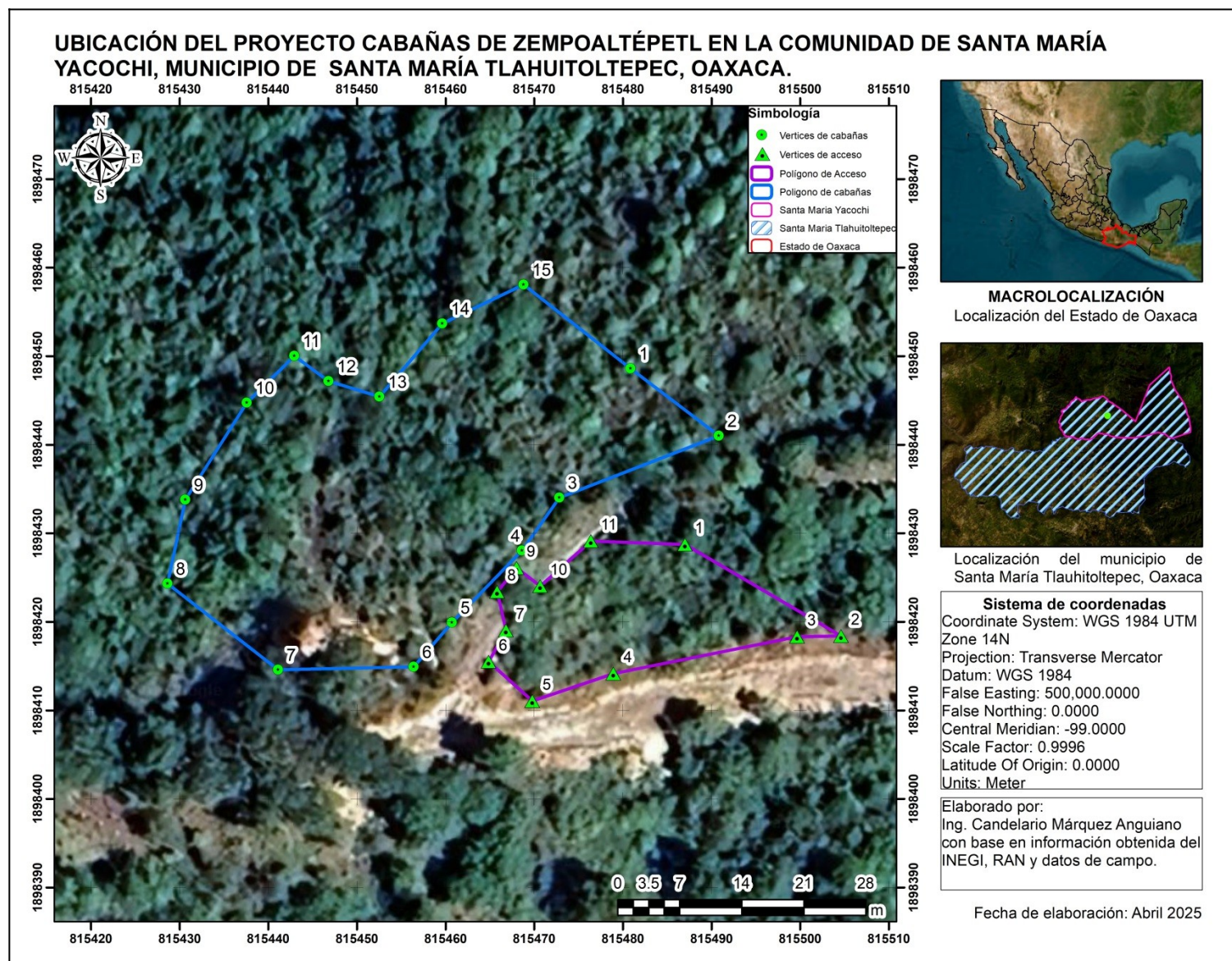


Figura I-2 Ubicación del proyecto Cabañas de Zempoaltépetl en la comunidad de Santa María Yacochi, municipio de Santa María Tlahuitoltepec.

I.1.3. Duración del proyecto

La duración estimada del proyecto es de 90 años, lo cual permitirá un periodo adecuado para recuperar la inversión inicial. Este horizonte temporal asegura que se generen los ingresos necesarios para amortizar el capital invertido, maximizando el retorno financiero y la sostenibilidad a largo plazo del proyecto.

I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1. Nombre o razón social

El promovente del presente proyecto es la comunidad denominada Santa María Yacochi, municipio de Santa María Tlahuitoltepec, Estado de Oaxaca, el cual se encuentra constituido mediante decreto presidencial con fecha del 11 de Agosto del Año 1999.

En el **anexo 1** se presenta la documentación que indica anteriormente

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes



I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

El representante legal de la comunidad Santa María Yacochi es el **C. Donaldo Domínguez Jiménez** quien ostenta el cargo de presidente comunal, esto de acuerdo con lo establecido por el artículo 2 de la Ley Agraria (DOF, Ley Agraria, 2024).

El **C. Donaldo Domínguez Jiménez** se acredita de conformidad con las leyes mexicanas mediante el Acta de Elección de autoridades en la Asamblea celebrada en fecha de 24 del mes de febrero del año 2023. Asimismo, se encuentra avalado por el Registro Agrario Nacional (RAN) mediante la credencial que lo certifica como presidente comunal de Santa María Yacochi, municipio de Santa María Tlahuitoltepec, Estado de Oaxaca.

En el **anexo 2** se presenta la documentación que se indica anteriormente

I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones



En el **Anexo 3** se presenta la documentación del representante legal

I.2.5. Nombre del responsable técnico

La presente Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) se encuentra elaborado por el Ing. Candelario Márquez Anguiano, quien se encuentra acreditado como Prestador de Servicios Técnicos Forestales mediante el Registro Forestal Nacional (RFN) Libro CHIH, TIPO UI, Volumen 1, Número 1, Año 2022 expedido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

En el anexo 3, se presenta el RFN del Ing. Candelario Márquez Anguiano

I.2.6. Registro Federal de Contribuyentes (RFC)



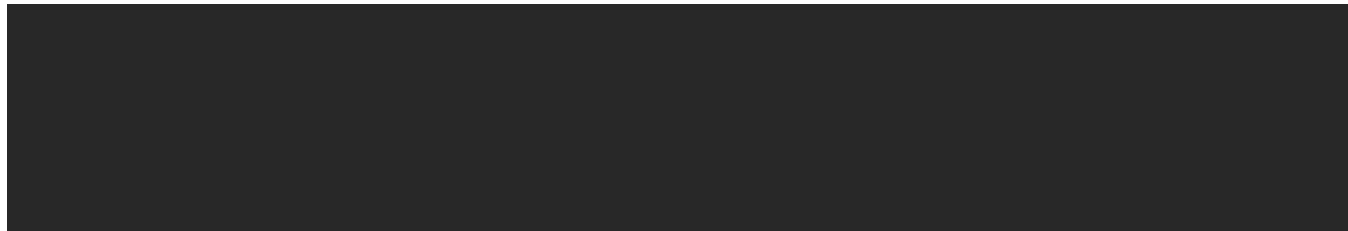
I.2.7. Profesión y número de cédula profesional

El responsable de la elaboración de la presente Manifestación Impacto Ambiental (MIA) ostenta el Título de Ingeniero Forestal, el cual se acredita mediante la **cédula profesional 12025678** expedido por la Secretaría de Educación Pública (SEP).

En el anexo 3, se presenta la Cédula profesional de Candelario Márquez Anguiano

I.2.8. Dirección del responsable técnico del estudio

El domicilio físico del responsable técnico de realizar la Manifestación de Impacto Ambiental corresponde a la siguiente dirección:



I.2.9. Colaboradores técnicos en la elaboración de la manifestación de impacto ambiental

A continuación, se presenta la Tabla I -3 que contiene los nombres del personal técnico que colaboró en la realización del presente documento.

Tabla I-3 Información de los colaboradores técnicos en la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental

II. CAPÍTULO II

II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

II.1.1. Naturaleza del proyecto

El proyecto consiste en el desarrollo de un espacio turístico mediante la construcción de tres cabañas de distintos tamaños para el hospedaje de turistas, complementado con la construcción de una cabaña de recepción y la rehabilitación de un camino de acceso a las instalaciones. Además, se contempla la creación de una zona de asador y la instalación de una fosa séptica para la gestión de aguas residuales.

De acuerdo con la Secretaría de Turismo (SECTUR), citada en (SEMARNAT, 2012), este proyecto se inscribe en el sector de la economía denominado Turismo Rural. Este tipo de turismo se enfoca en promover la interacción y convivencia de los turistas con las comunidades rurales, permitiéndoles participar activamente en las actividades sociales, culturales y productivas cotidianas del entorno local. Su finalidad es proporcionar una experiencia inmersiva en la vida de las comunidades rurales, promoviendo la sensibilización hacia el respeto y el valor de su identidad cultural.

II.1.2. Ubicación y dimensiones del proyecto

La ubicación del proyecto se detalla en las Tabla II -4y Tabla II -5, donde se presentan las coordenadas de los vértices que delimitan el área de intervención. Las coordenadas se expresan en el sistema de coordenadas UTM, utilizando el Datum WGS 1984, para asegurar una referencia geográfica precisa en la región.

Tabla II-4 Coordenadas de localización del polígono cabañas, UTM WGS 1984 Z: 14 N

Vértices	X	Y
1	815,480.87	1,898,448.60
2	815,490.83	1,898,440.99
3	815,472.83	1,898,434.01
4	815,468.61	1,898,428.04
5	815,460.72	1,898,419.93
6	815,456.41	1,898,414.91
7	815,441.10	1,898,414.58
8	815,428.63	1,898,424.31
9	815,430.65	1,898,433.79
10	815,437.57	1,898,444.74
11	815,442.93	1,898,450.02
12	815,446.80	1,898,447.16
13	815,452.54	1,898,445.41
14	815,459.63	1,898,453.68
15	815,468.79	1,898,458.08
Superficie: 1,453.33 m²		

Tabla II-5 Coordenadas de localización del polígono acceso UTM WGS 1984 Z:14 N

Vértices	X	Y
1	815,487.01	1,898,428.74
2	815,504.61	1,898,418.39

3	815,499.67	1,898,418.32
4	815,478.94	1,898,414.16
5	815,469.80	1,898,411.06
6	815,464.86	1,898,415.48
7	815,466.81	1,898,419.02
8	815,465.83	1,898,423.41
9	815,468.01	1,898,426.08
10	815,470.67	1,898,424.03
11	815,476.39	1,898,429.11
Superficie: 400 m²		



II.1.3. Inversión requerida

La inversión total requerida para la realización del proyecto es de \$ 4,058,441.00 M.N., lo que contempla la etapa de preparación del sitio, operación, mantenimiento y cierre de actividades. La estimación de la inversión incluye la aplicación de medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental que se realizará durante las etapas de preparación del sitio, operación, mantenimiento y cierre de actividades.

II.1.4. Urbanización del área

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020), Santa María Tlahuitoltepec se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas 17°05'51.133" N y 96°03'47.708" W, a una altitud de 2,260 metros sobre el nivel del mar. Según dicho censo, que fue realizado en 2448 hogares la población total ascendía a 9,653 personas, de las cuales 5,078 eran mujeres y 4,575 hombres.

Por su parte, la comunidad de Santa María Yacochi, donde se desarrolla el proyecto, se localiza en las coordenadas 17°08'27.601" N y 96°03'03.640" W, a una altitud de 2,271 metros sobre el nivel del mar. Esta comunidad registró una población total de 807 habitantes, compuesta por 441 mujeres y 366 hombres. A continuación, se presenta la siguiente grafica en la cual se representa la población.

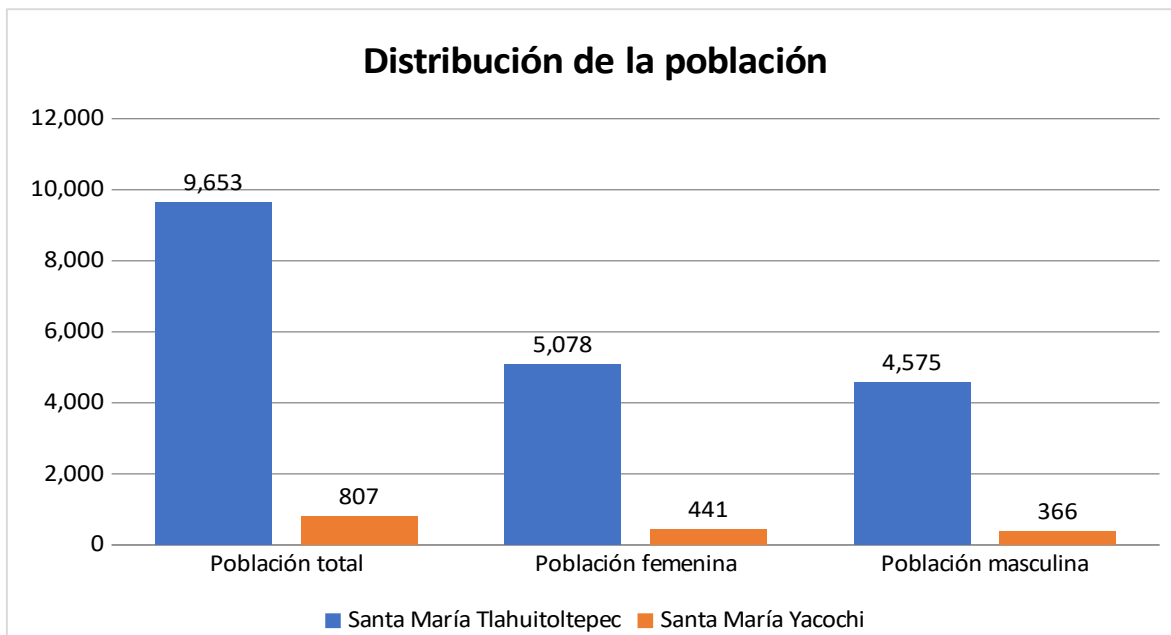


Figura II-3 Población en la zona del proyecto “Cabañas Zempoaltépetl”

De acuerdo con el censo más reciente, el grado promedio de escolaridad en el municipio de Santa María Tlahuitoltepec se encuentra en 6.83 años, mientras que en la comunidad de Santa María Yacochi dicho indicador es de 7.54 años.

En relación con la Población Económicamente Activa (PEA), conformada por personas mayores de 12 años, se contabilizan 3,365 personas en Santa María Tlahuitoltepec y 225 en Santa María Yacochi.

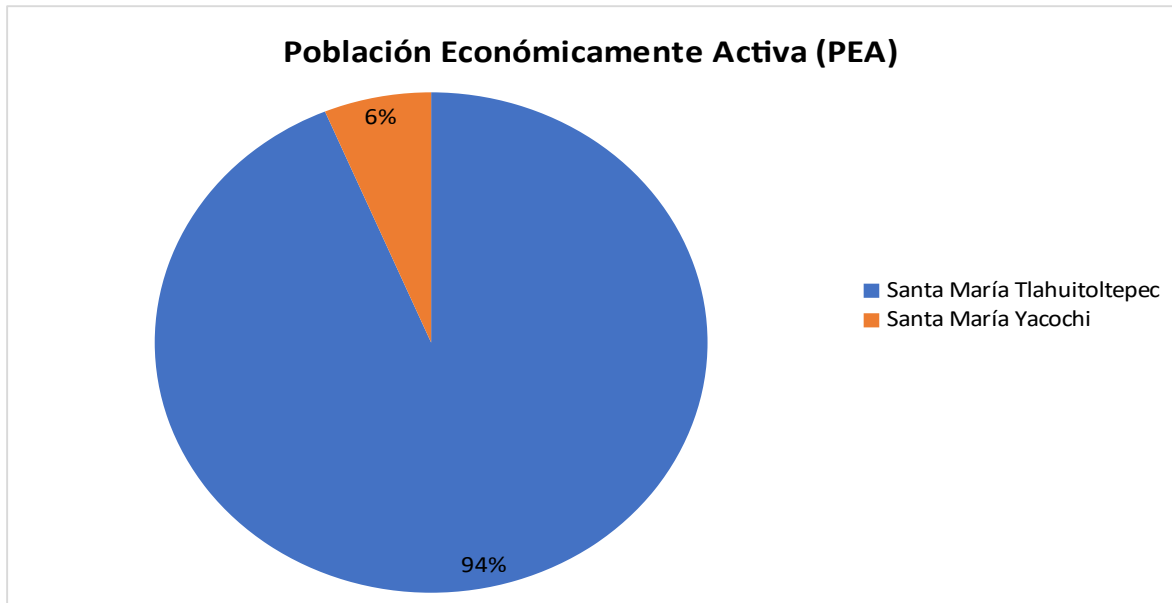


Figura II-4 Población Económicamente Activa (PEA) en la localidad del proyecto

Respecto a la afiliación a servicios de salud, en el municipio de Santa María Tlahuitoltepec se registran 6,978 personas afiliadas. De estas, 193 están inscritas en el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), 259 en el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), 117 en el ISSSTE estatal, y 6,175 en el Instituto de Salud para el Bienestar (INSABI). Por su parte, en Santa María Yacochi, el total de personas afiliadas asciende a 724, distribuidas de la siguiente manera: 51 en el IMSS, 15 en el ISSSTE, y 657 en el INSABI.

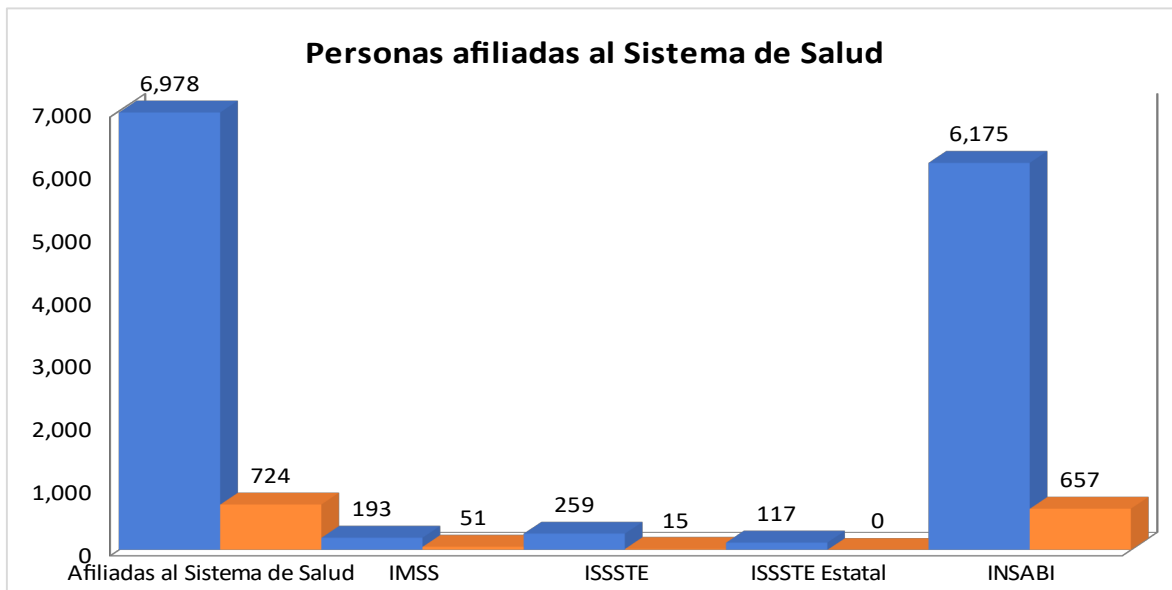


Figura II-5 Personas afiliadas al sistema de salud

En la comunidad de Santa María Yacochi, según la información recabada, se censaron un total de 183 viviendas particulares, de las cuales 181 disponen de energía eléctrica. Esto representa el 98.91% del total, lo que indica una amplia cobertura de este servicio básico en la localidad.

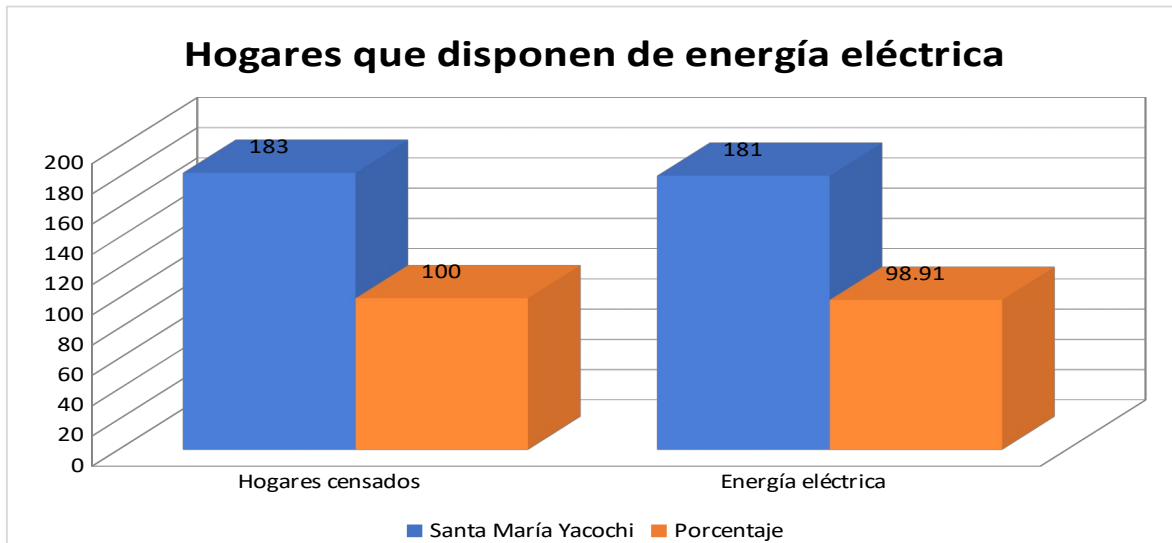


Figura II-6 Hogares que disponen de energía eléctrica

En cuanto al acceso al agua potable, se registró que 181 de los 183 hogares disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda, lo que también equivale al 98.91%. Este dato sugiere un acceso generalizado a este servicio esencial en la comunidad.

Sin embargo, las condiciones en materia de saneamiento presentan desafíos significativos. De las 183 viviendas particulares habitadas:

- Solo 45 cuentan con un excusado o sanitario, lo que representa el 24.59%.
- 137 viviendas (74.86%) disponen de letrina como alternativa.
- Apenas 2 viviendas tienen acceso a un sistema de drenaje, equivalente al 1.09%.
- Por otro lado, 180 viviendas carecen de drenaje, lo que representa el 98.36% del total.

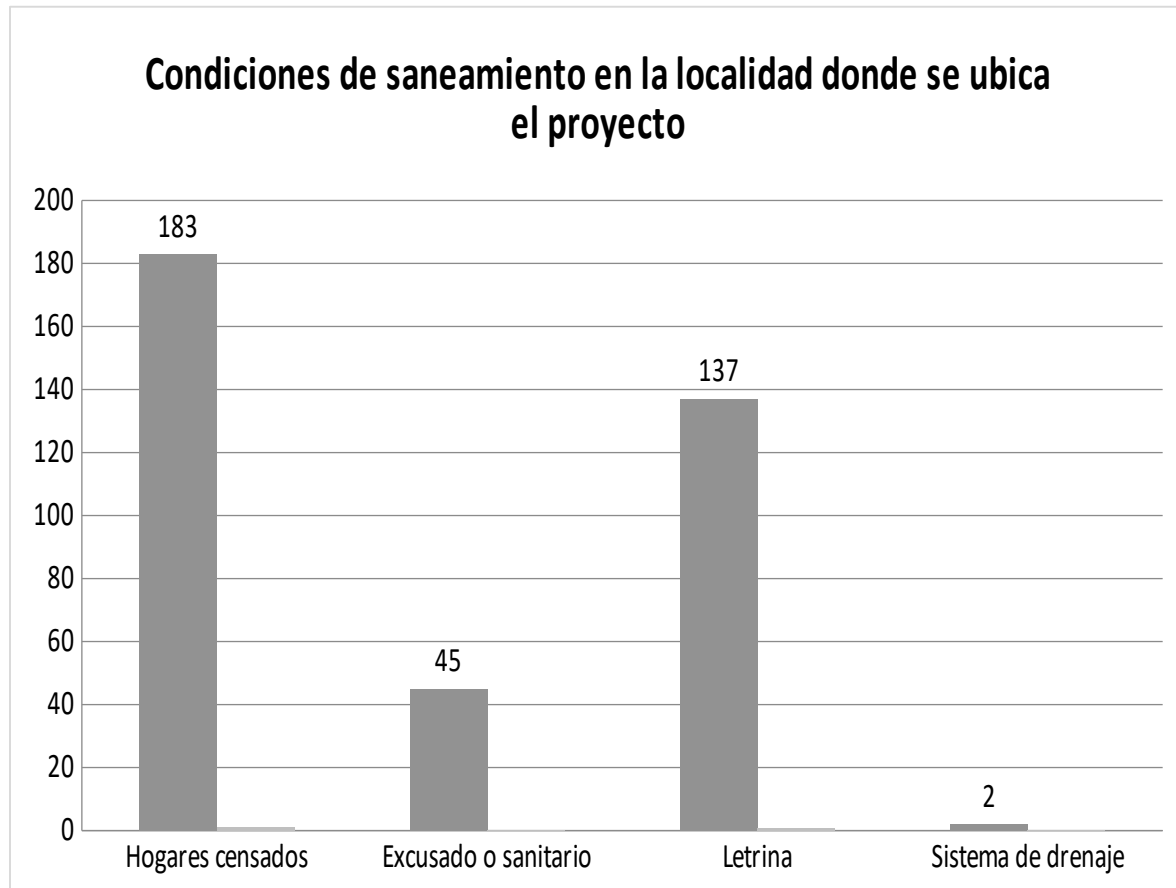


Figura II-7 Condiciones de saneamiento en la localidad donde se ubica el proyecto

En términos de acceso a bienes y servicios tecnológicos:

- 86 viviendas cuentan con un televisor, lo que corresponde al 47% de los hogares.
- Solo 8 hogares (4.37%) disponen de una computadora, laptop o tableta.
- 20 viviendas cuentan con telefonía fija, lo que equivale al 10.93%.
- 45 hogares tienen acceso a un teléfono celular, representando el 24.59%.
- Apenas 3 viviendas disponen de conexión a internet, lo que significa que solo el 1.64% de los hogares cuenta con este servicio.
- 24 viviendas tienen acceso a servicios de televisión de paga, lo que equivale al 13.11%.

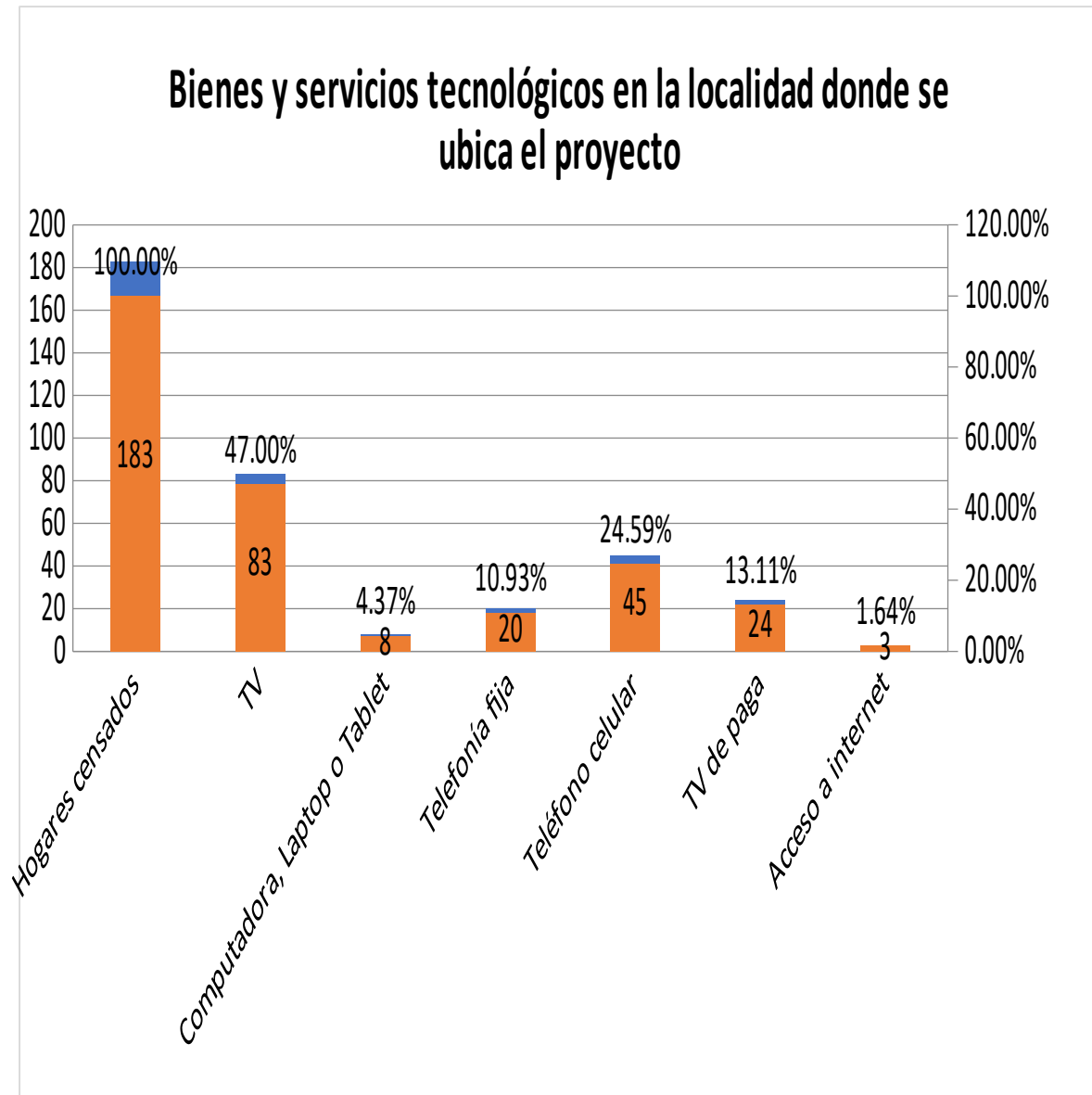


Figura II-8 Bienes y servicios tecnológicos en la localidad en donde se ubica el proyecto

Estos datos reflejan que, aunque existe una cobertura significativa en servicios básicos como electricidad y agua entubada, persisten importantes retos en infraestructura de saneamiento y acceso a tecnologías de la información y la comunicación. Estos indicadores ofrecen una perspectiva integral sobre las necesidades prioritarias en la comunidad, proporcionando una base para la implementación de estrategias orientadas a mejorar las condiciones de vida de los habitantes.

II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

II.2.1. Programa de trabajo

Como resultado de un análisis exhaustivo de las actividades previstas y considerando las distintas fases que implica su desarrollo, se ha determinado que la ejecución del proyecto se llevará a cabo en tres etapas, abarcando un periodo total de dos años y medio, desde el inicio hasta la finalización de la construcción del inmueble.

La primera tendrá una duración de seis meses, mientras que la segunda y tercera etapa se desarrollara a lo largo de doce meses cada una. Cabe señalar que el incremento en la duración de las dos últimas etapas obedece a la dependencia de la liberación de recursos por parte de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

Es importante mencionar que este proyecto cuenta con subsidio del Gobierno Federal a través de la CONAFOR, en el marco del Componente IV “Servicios Ambientales para el Bienestar (SA)”, cuyas anualidades se distribuyen en un periodo comprendido de agosto del año dos a agosto del año 3.

Una vez concluida la etapa constructiva, se prevé el inicio de la fase de operación y mantenimiento, la cual se extenderá desde el cuarto año hasta el año noventa del proyecto. Finalmente, se contempla una etapa de cierre y abandono, que tendrá lugar durante el año noventa y uno.

A continuación, se presenta el cronograma de actividades correspondiente, en el que se detallan los tiempos estimados para cada una de las etapas anteriormente descritas.



II.2.2. Representación gráfica local

El proyecto “Cabañas Zempoaltépetl” contempla la construcción de diversas instalaciones destinadas a proporcionar servicios de hospedaje y alimentación, así como espacios recreativos y de apoyo. Entre las obras consideradas se encuentran: cabañas de diferentes tamaños, restaurante, zona de asadores, fosa séptica, camino de acceso, área de administración y recepción, estacionamiento, instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas, así como áreas verdes con juegos y senderos peatonales.

Cabe señalar que las superficies reportadas a continuación corresponden exclusivamente a las áreas con vegetación que serán afectadas por el Cambio de Uso de Suelo. Las zonas que no implican afectación directa no fueron cuantificadas.

A continuación, se presenta la Tabla II -7 que contiene el tipo de construcción, superficie contemplada y el porcentaje que estos representan para el Cambio de uso de suelo (CUS).

Tabla II-7 Instalaciones contempladas para el proyecto Cabañas Zempoaltépetl

Concepto	Cantidad	Superficie unitaria m ²	Superficie total m ²	Porcentaje con respecto al total del CUS
Cabaña chica	1	38	38	2.05
Cabaña mediana	1	62.9	62.9	3.39
Cabaña grande	1	102	102	5.50
Restaurante	1	238	238	12.84
Asador	3	35.5	106.5	5.75
Fosa séptica	3	15	45	2.43
Camino de acceso	1	400	400	21.58
Cabaña de administración y recepción	1	38	38	2.05
Estacionamiento	1	210	210	11.33
Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas	1	70	70	3.78
Áreas verdes con juegos y caminos hacia las cabañas	1	542.93	542.93	29.29
Total	15	1,752.33	1,853.33	100

Las obras del proyecto se describen a continuación:

- **Cabaña chica:** Se contempla una unidad con una superficie total de 38 m², con capacidad para hospedar de 1 a 2 personas.
- **Cabaña mediana:** Una unidad con una superficie de 62.9 m², con capacidad para 3 a 4 personas.
- **Cabaña grande:** Una unidad con una superficie de 102 m², destinada a hospedar de 5 a 8 personas.
- **Restaurante:** Contará con una superficie de 238 m², con capacidad para atender de 50 a 70 comensales.

- **Asadores:** Se instalarán tres asadores tipo palapa, con una superficie individual de 35.5 m², sumando un total de 106.5 m².
- **Fosas sépticas:** Se colocarán tres fosas sépticas, con una superficie total de 45 m² para el tratamiento de aguas residuales.
- **Camino de acceso:** Se construirá un camino principal para tránsito vehicular y peatonal, con una longitud de 40 metros y una superficie total de 400 m², incluyendo áreas laterales libres.
- **Área de administración y recepción:** Se edificará una cabaña con las mismas dimensiones que la cabaña chica (38 m²), que también funcionará como caseta de vigilancia y será habitada por un velador.
- **Estacionamiento:** Tendrá una superficie total de 210 m², con capacidad para seis cajones, destinados a los usuarios del hospedaje y del restaurante.
- **Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas:** Se consideran 70 m² de superficie para las instalaciones exteriores a las cabañas, como alimentaciones, depósitos y salidas.
- **Áreas verdes con juegos y caminos peatonales:** Esta zona ocupará una superficie total de 542.93 m², e incluirá juegos tradicionales y senderos que conectan las diferentes áreas del proyecto.

A continuación, se presentan las coordenadas de ubicación de las instalaciones prospectadas y posteriormente se presenta la Figura II -9 que contiene la distribución de las instalaciones previamente mencionadas.

Tabla II-8 Coordenadas de las instalaciones prospectadas UTM WGS 1984 Zona 14 Norte

Instalaciones prospectadas	ID	X	Y	Instalaciones prospectadas	ID	X	Y
Administración y recepción	1	815,466.47	1,898,418.41	Sin vegetación	1	815,493.39	1,898,437.21
	2	815,468.11	1,898,418.41		2	815,485.22	1,898,436.72
	3	815,468.12	1,898,412.57		3	815,472.90	1,898,429.23
	4	815,468.12	1,898,411.39		4	815,476.39	1,898,429.11
	5	815,462.19	1,898,411.41		5	815,470.67	1,898,424.03
	6	815,462.18	1,898,418.41		6	815,468.01	1,898,426.08
Conservación sin afectación alguna	1	815,493.39	1,898,437.21		7	815,465.83	1,898,423.41
	2	815,490.83	1,898,440.99		8	815,466.81	1,898,419.02
	3	815,468.79	1,898,458.08		9	815,466.47	1,898,418.41
	4	815,459.63	1,898,453.68		10	815,462.18	1,898,418.41
	5	815,452.54	1,898,445.41		11	815,462.19	1,898,411.41
	6	815,448.56	1,898,446.63		12	815,468.12	1,898,411.39
	7	815,446.80	1,898,447.16		13	815,468.12	1,898,412.57
	8	815,442.93	1,898,450.02		14	815,469.80	1,898,411.06
	9	815,452.54	1,898,459.47		15	815,461.80	1,898,411.28
	10	815,466.41	1,898,477.42		16	815,461.63	1,898,415.03
	11	815,479.00	1,898,463.71		17	815,456.41	1,898,414.91
	12	815,492.32	1,898,450.06		18	815,460.72	1,898,419.93
	13	815,505.75	1,898,441.34		19	815,468.61	1,898,428.04

Instalaciones prospectadas	ID	X	Y
	20	815,470.99	1,898,431.40
	21	815,487.86	1,898,439.98
	22	815,490.83	1,898,440.99
Asador	1	815,472.59	1,898,454.98
	2	815,470.75	1,898,448.20
	3	815,466.00	1,898,449.51
	4	815,467.73	1,898,456.23
	1	815,478.40	1,898,450.36
	2	815,476.58	1,898,443.57
	3	815,471.76	1,898,444.85
	4	815,473.55	1,898,451.60
	1	815,484.37	1,898,445.67
	2	815,482.56	1,898,438.87
	3	815,477.75	1,898,440.24
	4	815,479.56	1,898,446.92
Fosa séptica	1	815,439.70	1,898,443.06
	2	815,436.67	1,898,437.89
	3	815,434.57	1,898,439.12
	4	815,437.55	1,898,444.35
	1	815,442.66	1,898,441.24
	2	815,439.64	1,898,436.05
	3	815,437.52	1,898,437.33
	4	815,440.50	1,898,442.47
	1	815,445.98	1,898,447.01
	2	815,442.97	1,898,441.84
	3	815,440.84	1,898,443.10
	4	815,443.84	1,898,448.29
Áreas verdes	1	815,490.83	1,898,440.99
	2	815,487.86	1,898,439.98
	3	815,470.99	1,898,431.40
	4	815,467.27	1,898,433.56
	5	815,470.70	1,898,439.44
	6	815,465.79	1,898,442.30
	7	815,462.24	1,898,436.47
	8	815,460.53	1,898,437.47
	9	815,464.30	1,898,443.89
	10	815,456.90	1,898,448.18
	11	815,453.18	1,898,441.82
	12	815,457.08	1,898,439.47
	13	815,456.12	1,898,437.80
	14	815,446.64	1,898,443.33
	15	815,448.56	1,898,446.63
	16	815,452.54	1,898,445.41
	17	815,459.63	1,898,453.68

Instalaciones prospectadas	ID	X	Y
	18	815,468.79	1,898,458.08
	19	815,480.87	1,898,448.60
	1	815,478.40	1,898,450.36
	2	815,473.55	1,898,451.60
	3	815,471.76	1,898,444.85
	4	815,476.58	1,898,443.57
	1	815,484.37	1,898,445.67
	2	815,479.56	1,898,446.92
	3	815,477.75	1,898,440.24
	4	815,482.56	1,898,438.87
	1	815,472.59	1,898,454.98
	2	815,467.73	1,898,456.23
	3	815,466.00	1,898,449.51
	4	815,470.75	1,898,448.20
Estacionamiento	1	815,460.53	1,898,437.47
	2	815,462.24	1,898,436.47
	3	815,467.27	1,898,433.56
	4	815,470.99	1,898,431.40
	5	815,468.61	1,898,428.04
	6	815,460.72	1,898,419.93
	7	815,456.41	1,898,414.91
	8	815,449.52	1,898,415.12
	9	815,443.40	1,898,415.65
	10	815,450.48	1,898,427.98
	11	815,451.43	1,898,429.63
	12	815,456.12	1,898,437.80
	13	815,457.08	1,898,439.47
Restaurante	1	815,450.48	1,898,427.98
	2	815,443.40	1,898,415.65
	3	815,428.63	1,898,424.31
	4	815,435.70	1,898,436.50
Cabaña grande	1	815,456.12	1,898,437.80
	2	815,451.43	1,898,429.63
	3	815,441.90	1,898,435.24
	4	815,446.64	1,898,443.33
Cabaña mediana	1	815,460.53	1,898,437.47
	2	815,457.08	1,898,439.47
	3	815,453.18	1,898,441.82
	4	815,456.90	1,898,448.18
	5	815,464.30	1,898,443.89
Cabaña chica	1	815,467.27	1,898,433.56
	2	815,462.24	1,898,436.47
	3	815,465.79	1,898,442.30
	4	815,470.70	1,898,439.44



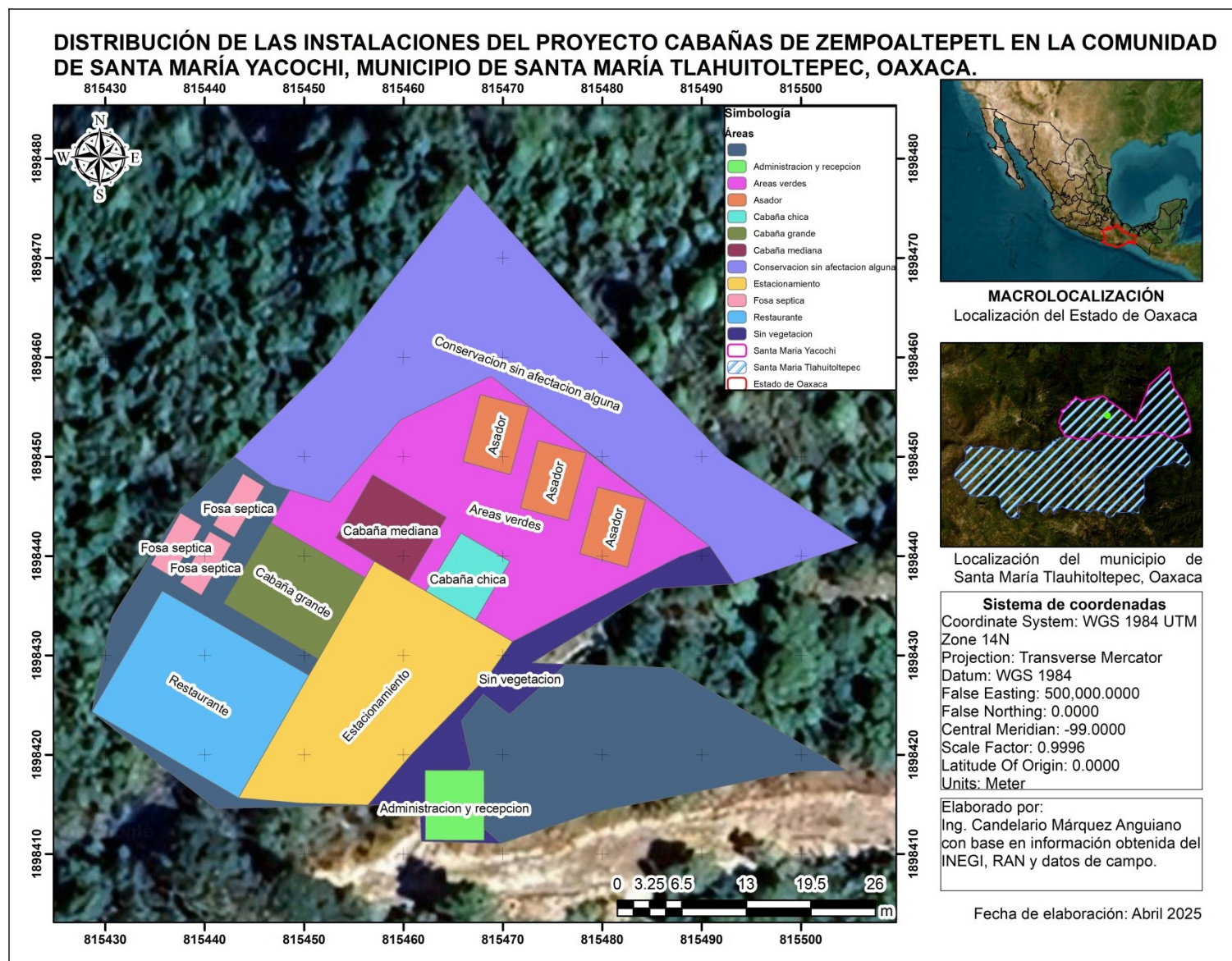


Figura II-9 Distribución de instalaciones del proyecto "Cabañas Zempoaltépetl"

II.2.3. Preparación del sitio y construcción

Para la ejecución del proyecto de construcción de las cabañas, se contempla la contratación de mano de obra local, perteneciente a la misma comunidad, incluyendo albañiles, ayudantes (chalanos), carpinteros, entre otros oficios relacionados. Asimismo, las actividades iniciales como la limpieza, trazo y nivelación del terreno, excavaciones y la construcción de instalaciones serán realizadas preferentemente por miembros de la autoridad agraria y ciudadanos de la comunidad. Esta medida tiene como propósito fomentar la generación de empleos temporales y contribuir al desarrollo económico local.

Dentro de las actividades programadas para la preparación del sitio se incluyen las siguientes:

- **Limpieza del terreno:** Durante el acondicionamiento del camino de acceso, una vez que la maquinaria llegue al sitio donde se desarrollará el proyecto, se aprovechará su presencia para llevar a cabo el desmonte del área. La vegetación a remover corresponde principalmente a acahuales, cuya eliminación no requiere maquinaria especializada.
- **Trazado del lugar:** Conforme al plano del proyecto, se realizará el trazado utilizando hilos y estacas para delimitar líneas rectas. Para establecer ángulos de 90°, se aplicará la regla métrica de 3 m, 4 m y 5 m. Asimismo, se delimitarán los linderos del terreno, los muros para la cimentación, así como la ubicación de la toma de agua y la salida del drenaje.
- **Nivelación del terreno:** El área destinada a la construcción de las cabañas deberá estar debidamente nivelada a fin de garantizar la correcta colocación y ensamblaje de todos los elementos constructivos.
- **Excavación:** Una vez realizados el trazo y la nivelación, se procederá a la excavación de las zanjas perimetrales, las cuales tendrán una profundidad mínima de 40 cm.

Durante esta etapa del proyecto, se requerirá tanto mano de obra especializada (operadores de maquinaria pesada) como no especializada (obreros). La contratación se realizará preferentemente con pobladores de la comunidad.

Para la etapa de preparación del sitio se utilizará maquinaria y equipo conforme a lo indicado en el cuadro correspondiente, en el cual se especifican el tipo de maquinaria, la cantidad, el tiempo estimado de utilización y el tipo de combustible requerido para su operación.

Tabla II-9 Maquinaria contemplada para la realización del proyecto Cabañas Zempoaltépetl

Equipo	Cantidad	semanas	Horas / día	Combustible
Retroexcavadora	1	1	8	Diésel
Compactadora	2	1	10	Diésel
Camión de volteo	1	2	10	Diésel
Camionetas	1	8	10	Gasolina

Suministro de Insumos y Actividades Provisionales del Proyecto

Combustible

El combustible requerido para las actividades del proyecto será adquirido en gasolineras locales, ubicadas en las inmediaciones del sitio de construcción, por lo que no será necesario su almacenamiento en el área de influencia. Durante las etapas de construcción, se utilizará principalmente gasolina para el transporte y suministro de materiales de construcción.

Energía

Las actividades se llevarán a cabo exclusivamente durante el día, aprovechando al máximo la luz solar, por lo que no se contempla el uso de fuentes de energía eléctrica adicionales.

Volumen y Tipo de Agua

El agua necesaria para la ejecución del proyecto se obtendrá de una toma de la red pública de agua potable de la localidad, la cual pasa a escasos metros del sitio de construcción. Esta agua se utilizará también para el funcionamiento de las cabañas y se almacenará temporalmente en recipientes con capacidad de 200 litros.

Actividades Provisionales

Durante la ejecución del proyecto, se contemplan las siguientes acciones de carácter provisional:

- **Accesos y caminos:** El acceso principal al sitio se realizará a partir de la carretera federal núm. 179, que conduce a la ciudad de Oaxaca. De manera provisional, se habilitará un camino de aproximadamente 3 metros de ancho por 200 metros de longitud, para facilitar el ingreso de maquinaria y materiales de construcción.
- **Letrinas sanitarias:** Se construirá de manera temporal un sistema de letrinas sanitarias para el uso del personal durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Esta medida busca evitar el fecalismo al aire libre y prevenir la contaminación del entorno.
- **Almacén temporal de materiales:** Se instalará un almacén provisional para resguardar los materiales de construcción, elaborado con láminas de cartón y madera de reciclada. Este espacio será utilizado únicamente durante las etapas iniciales del proyecto y será desmantelado al concluir dichas actividades.

Proceso Constructivo

Dentro de las actividades generales previstas en la construcción de las cabañas se incluyen:

- **Excavación, relleno y compactación:** Se llevará a cabo la excavación, el relleno y la compactación en las zonas destinadas a la cimentación de las edificaciones. La cimentación deberá garantizar el soporte estructural necesario para evitar hundimientos y proteger la edificación de la humedad del subsuelo. Por esta razón, el nivel superior de la cimentación se ubicará a una altura mínima de entre 15 y 20 cm por encima del nivel del terreno.
-

- **Preparación de instalaciones sanitarias:** Una vez realizadas las zanjas, se colocarán los tubos de PVC correspondientes a los muebles sanitarios, los cuales deberán quedar instalados antes del colado de la cimentación. Las tuberías deberán tener una pendiente mínima del 2% en dirección a la fosa séptica.
- **Armado de cadena:** Se procederá a realizar la mezcla y colado de las cadenas donde se asentará el muro.
- **Armado de castillos:** Los castillos deberán estar listos para su colado una vez finalizada la colocación de los tabiques rojos.
- **Levantamiento de muros:** Tras el colado de las cadenas, se continuará con la colocación de los tabiques rojos, respetando los espacios definidos en el plano para puertas y ventanas.
- **Armado de trabes:** Al concluir los muros, se armarán las trabes en las que se empotrarán las vigas estructurales.
- **Colocación de vigas:** La cantidad y distribución de las vigas se establecerá conforme al plano arquitectónico del proyecto (anexo).
- **Colocación de techumbre:** Finalmente, se realizará el techado utilizando galvateja, una lámina galvanizada con acabado estético similar a una teja tradicional, elegida por su funcionalidad y apariencia visual.

A continuación, se presenta la siguiente tabla que contiene las características y componentes de las edificaciones contempladas en el proyecto.

Tabla II-10 Características de las edificaciones contempladas del proyecto Cabañas Zempoaltépetl

Tipo / Obra	Características	Componentes
Cabaña chica	Cabaña de estilo rústico, con muros de tabique rojo y madera, y piso de concreto pulido.	Cuenta con una recámara, comedor, cocina, baño y chimenea. Diseñada para alojar de 1 a 2 personas.
Cabaña mediana	Cabaña de estilo rústico, con muros de tabique rojo y madera, y piso de concreto pulido.	Incluye comedor, cocineta, baño y chimenea. Diseñada para 3 a 4 personas.
Cabaña grande	Cabaña rústica de dos niveles, con muros de tabique rojo y madera, y piso de concreto pulido.	Planta baja: una recámara, baño, comedor, sala, cocineta y chimenea. Planta alta: dos recámaras.
Restaurante / Comedor	Edificio de dos niveles, con muros de tabique rojo y madera, y piso de concreto pulido.	Dispone de cocina, dos áreas de comedor, dos baños y una sala; en la planta alta se ubica un salón de usos múltiples. Capacidad para 50 a 80 personas.
Asador	Palapa con techado de lámina tipo galvateja.	Cuenta con asador de leña.
Fosa séptica	Fosa séptica de dos cámaras, construida con muros de tabique aplanados y techo de concreto rústico, equipada con dos bocas de registro para mantenimiento.	Incluye entrada de líquidos, dos cámaras (la primera aproximadamente el doble de tamaño que la segunda), dos registros y salida de líquidos.
Camino de acceso	Vialidad principal para el acceso de peatones y vehículos al área de	Incluye paso vehicular y cuneta rústica.

Tipo / Obra	Características	Componentes
	cabañas.	
Administración y recepción	Cabaña de estilo rústico, con muros de tabique rojo y madera, y piso de concreto pulido.	Cuenta con una recámara, comedor, cocina, baño y chimenea. Diseñada para 1 a 2 personas.
Estacionamiento	Área de estacionamiento con suelo compactado y revestimiento.	Dispone de 5 cajones para vehículos.
Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas	Sistema de servicios básicos.	Incluye instalaciones de energía eléctrica, agua potable y drenaje sanitario para cada una de las edificaciones.
Áreas verdes y caminos de conexión entre cabañas	Espacios ajardinados con vegetación nativa, priorizando el rescate de especies durante la construcción, para conservar el entorno natural.	Incluye jardín y veredas que conectan las distintas cabañas.

Personal

Para esta fase del proyecto, se requerirá la contratación de mano de obra especializada, como maestros albañiles, plomeros y electricistas, así como de mano de obra no especializada (obreros). Dicho personal será subcontratado preferentemente entre habitantes de la localidad, con el propósito de fomentar la participación de la comunidad. Se estima un incremento en el número de trabajadores durante los meses 7 al 9 de la etapa 1, periodo en el que se dará inicio a las actividades de construcción.

No se prevé que el desarrollo del proyecto genere fenómenos migratorios, ya sean temporales o permanentes, dado que la región cuenta con la disponibilidad de personal capacitado para llevar a cabo este tipo de labores.

Maquinaria y equipo

Durante la etapa de construcción, se empleará maquinaria y equipo especializado. El tipo de maquinaria, la cantidad requerida y el tiempo estimado de utilización se detallan en el cuadro siguiente.

Tabla II-11 Maquinaria y equipo especializado contemplado en la construcción del proyecto Cabañas de Zempoaltépetl

Equipo	Cantidad	semanas	Horas / día	Tipo de combustible
Revolvedora	1	6	8	Gasolina
Planta generadora de luz eléctrica	1	6	8	Gasolina
Equipo de corte y soldadura	1	3	10	Eléctrica
Camión de volteo	1	2	10	Diésel
Camioneta	1	8	10	Gasolina

Combustible

El combustible necesario para la ejecución de las actividades del proyecto será suministrado por estaciones de servicio locales, ubicadas en las inmediaciones del sitio de obra. En virtud de esta cercanía, no se considera necesario establecer un área de almacenamiento en sitio. Principalmente se utilizará gasolina durante la etapa de construcción, la cual será destinada al abastecimiento de vehículos para el traslado de materiales de construcción, así como para el funcionamiento de una planta generadora de energía eléctrica, que alimentará los equipos de corte y soldadura.

Volumen y tipo de agua

Al igual que en la fase de preparación del sitio, el suministro de agua se obtendrá mediante una toma conectada a la red municipal de agua potable, la cual pasa a escasos metros del área e influencia. Esta fuente de agua también será utilizada en el interior de las cabañas. El agua se almacenará en recipientes con capacidad de 200 litros para facilitar su uso en las distintas actividades del proyecto.

II.2.4. Etapa de operación y mantenimiento

Durante la fase de operación del proyecto, se llevarán a cabo diversas actividades orientadas al mantenimiento, limpieza y funcionamiento de las instalaciones, así como a la prestación de servicios de hospedaje y alimentación. Las principales acciones se detallan a continuación:

Mantenimiento del acceso

Se dará mantenimiento periódico al camino de acceso con el fin de asegurar su funcionalidad y seguridad para los visitantes y el personal.

Limpieza de instalaciones

Se realizará de forma constante la limpieza general de las instalaciones, incluyendo las cabañas y todas las áreas que conforman el proyecto, con el fin de garantizar condiciones óptimas de higiene y confort.

Limpieza de habitaciones

Las cabañas se someterán a servicios de limpieza periódicos, abarcando tanto interiores como exteriores, para asegurar un entorno agradable y en condiciones sanitarias adecuadas para los huéspedes.

Mantenimientos correctivos y preventivos

Mantenimiento de instalaciones: Se llevarán a cabo labores periódicas de mantenimiento preventivo y correctivo en las cabañas y áreas de servicio, particularmente en los sistemas sanitarios, de agua potable y de energía eléctrica.

Mantenimiento de áreas verdes: Se supervisará la permanencia y estado de la vegetación rescatada e instalada en las áreas verdes del predio. Asimismo, se controlará la presencia de malezas mediante métodos manuales, utilizando machetes y herramientas de jardinería.

Manejo de residuos líquidos y sólidos

El sistema de tratamiento de aguas residuales recibirá mantenimiento cada seis meses. Los lodos resultantes de este proceso serán enterrados en pequeñas cantidades en áreas de jardinería, siempre y cuando existan las condiciones adecuadas para su descomposición natural, de manera que puedan incorporarse como composta.

Operación de cabañas y restaurante

- **Servicio de hospedaje y alimentación:** Durante la temporada vacacional, y durante todo el año si las condiciones lo permiten, se llevará a cabo la renta de cabañas rústicas. A los huéspedes se les proporcionarán los insumos necesarios para su estancia, tales como alimentación, agua caliente y fría, leña, y opciones de actividades recreativas. En cuanto al servicio de alimentos, se ofrecerán platillos tradicionales, así como opciones de comida rápida y botanas.
- **Uso de tecnologías:** Durante la operación del proyecto no se prevé la utilización de tecnologías ni procesos especializados que generen cantidades significativas de residuos de manejo especial o peligrosos. En cuanto al uso de productos de limpieza, se procurará la utilización de insumos biodegradables y de bajo impacto ambiental, tales como detergentes y shampoos biodegradables. No obstante, en el caso de productos como blanqueadores y desinfectantes, su manejo se realizará de forma responsable, asegurando que las cantidades empleadas sean mínimas y no representen un riesgo para la salud humana ni para el medio ambiente.

Personal

Para esta etapa del proyecto se requerirá personal dedicado a la administración, limpieza y mantenimiento de las instalaciones, el cual será contratado preferentemente entre habitantes de la localidad, favoreciendo la generación de empleo en la zona.

Energía eléctrica

El suministro de energía eléctrica se realizará a través de la acometida existente que abastece a la localidad, por lo que se gestionará formalmente el servicio ante la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Agua potable

El abastecimiento de agua potable se efectuará mediante conexión a la red pública existente, operada por el comité local de agua potable. Para ello, se realizarán las gestiones correspondientes ante dicha instancia.

II.2.5. Etapas de abandono del sitio

La vida útil del proyecto se ha estimado en un periodo de 90 años. No obstante, en caso de que en el año 91 se decida no continuar con la prestación de servicios al sector turístico y, en consecuencia, no se gestionen las renovaciones correspondientes a los permisos ambientales, deberá implementarse la etapa de cierre y abandono del sitio.

Esta fase consistirá en la preparación y acondicionamiento de las áreas intervenidas durante la operación del proyecto, con el objetivo de lograr una recuperación significativa del terreno afectado por el cambio de uso de suelo. Para ello, se ejecutará un programa de restauración ambiental que incluirá el derribo de edificaciones y el desmantelamiento de todas las obras e infraestructuras asociadas.

El programa tentativo de cierre y abandono del sitio, propuesto por el promovente, deberá contemplar al menos las siguientes acciones:

- Limpieza general del sitio
- Retiro de todas las instalaciones y estructuras
- Disposición adecuada de los residuos de manejo especial
- Ejecución de un plan de reforestación con especies nativas de la región

Estas acciones deberán realizarse conforme a la normatividad ambiental vigente, con el propósito de garantizar la recuperación ecológica del área intervenida y minimizar impactos negativos a largo plazo.

II.2.6. Utilización de explosivos

Por la naturaleza del proyecto, no será necesaria la utilización de explosivos en ninguna de sus etapas.

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

Etapas de preparación del sitio y construcción

Se estima que la generación de residuos sólidos urbanos será inferior a los 400 kilogramos anuales. En este sentido, de acuerdo con lo establecido en la *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*, se considera como *pequeños generadores* a las personas físicas o morales que generen una cantidad igual o mayor a 400 kilogramos y menor a 10 toneladas anuales. Por lo tanto, el proyecto no clasifica dentro de esta categoría. No obstante, los residuos sólidos urbanos generados por los trabajadores, así como aquellos derivados de la presencia de turistas, serán manejados a través del servicio de recolección municipal, utilizando los camiones recolectores disponibles.

Emisiones Atmosféricas: Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se prevé un incremento temporal en las emisiones atmosféricas, principalmente debido a la combustión de gasolina y diésel por parte de los vehículos automotores utilizados. Es importante destacar que dichas emisiones serán de carácter temporal y de corto plazo, cesando una vez concluidas estas etapas del proyecto.



Etapas de operación

Residuos Sólidos

Durante la operación del proyecto se prevé que se generen residuos sólidos provenientes, principalmente, del servicio de restaurante y del uso de las cabañas. En el caso del restaurante, los residuos corresponderán a materia orgánica, envases y envolturas diversas. Por parte de las cabañas, se prevé la generación de residuos tales como botellas de agua y refrescos, envolturas, envases y bolsas de golosinas. Todos estos residuos serán manejados conforme a la normativa aplicable, con la debida separación y disposición final.

Residuos Líquidos

Se prevé la generación de aguas residuales negras provenientes del uso de los baños, así como aguas grises derivadas de las actividades propias del servicio de restaurante.

Emisiones Atmosféricas

No se consideran emisiones atmosféricas significativas derivadas de la operación del proyecto, ya que las emisiones previstas que se contempla que sean por la combustión de leña provenientes de los asadores. Sin embargo, estas emisiones serán de baja intensidad y estarán asociadas únicamente a las actividades operativas cotidianas.

Manejo y Disposición de Residuos

Residuos Sólidos en la Fase de Preparación del Sitio y Construcción

Durante esta etapa se generarán residuos sólidos como materiales de excavación (suelo, roca, arena, entre otros), los cuales serán aprovechados *in situ* como material de relleno dentro del área e influencia, siempre que no representen un riesgo ambiental o sanitario. Los residuos sólidos urbanos (RSU), tales como residuos domésticos y sanitarios (plásticos, cartón, papel, bolsas, entre otros), serán dispuestos en contenedores diferenciados y rotulados para su correcta separación. Estos residuos serán entregados a la autoridad municipal o a un servicio autorizado para su recolección y traslado a un sitio de disposición final que cuente con la autorización correspondiente por parte de la autoridad competente.

Residuos Sólidos en la Fase de Operación

Durante la operación del proyecto se continuará con el manejo integral de residuos mediante su separación en contenedores para residuos orgánicos e inorgánicos. Los residuos orgánicos serán aprovechados mediante un sistema de composta que será utilizada en las áreas verdes del proyecto. Los residuos inorgánicos reciclables (plásticos, cartón, vidrio, entre otros) serán acopiados temporalmente y posteriormente trasladados a centros de acopio o reciclaje autorizados ubicados en la zona urbana. Los residuos no valorizables serán dispuestos en coordinación con la autoridad municipal en el sitio de disposición final autorizado. No se prevé la generación de residuos peligrosos; en caso de generarse, se manejarán conforme a lo dispuesto en la normativa aplicable.

Residuos Líquidos

Durante la fase de operación del proyecto se prevé la generación de aguas residuales negras y grises, derivadas principalmente del uso de sanitarios y actividades relacionadas con el servicio de hospedaje y alimentación.

Dado que el proyecto se localiza en una zona rural que no cuenta con infraestructura de saneamiento sanitario, dichas aguas residuales serán conducidas hacia un sistema de fosas sépticas para su tratamiento primario. Este tratamiento consistirá en la separación de sólidos sedimentables y materiales disueltos mediante procesos de decantación. Posteriormente, el efluente será dispuesto al subsuelo a través de un pozo de absorción, cumpliendo con lo establecido en la normatividad ambiental aplicable y evitando riesgos de contaminación al entorno.

II.2.8. Generación de gases de efecto invernadero

Debido a las características del proyecto, no se prevé una generación significativa de gases de efecto invernadero. Por el contrario, se promoverá el uso de energías limpias y renovables como parte de las acciones para minimizar la huella ambiental. Asimismo, los equipos e instalaciones serán objeto de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo periódico, con el fin de asegurar su eficiencia operativa y reducir al mínimo las emisiones asociadas a su funcionamiento.

III. CAPÍTULO III

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

Con relación a la naturaleza, ubicación, características y alcance del proyecto “Cabañas Zempoaltépetl” en la comunidad de Santa María Yacochi, es fundamental identificar y analizar los diferentes instrumentos de política ambiental aplicables, a fin de asegurar el cumplimiento de los lineamientos establecidos por las leyes y normativas en la materia. Esto permitirá establecer una vinculación adecuada entre dichos instrumentos y el proyecto, otorgándole viabilidad ambiental y garantizando su desarrollo sustentable en el corto, mediano y largo plazo.

En el presente apartado, se expone la vinculación del proyecto con las leyes, reglamentos, programas ecológicos y normas correspondientes.

III.1.1. Programas de Ordenamiento Ecológico General del territorio (POEGT)

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Es de observancia obligatoria para la Administración Pública Federal y tiene el propósito de establecer las bases para que las dependencias y entidades de la APF formulen e instrumenten sus programas sectoriales con base en la aptitud territorial, las tendencias de deterioro de los recursos naturales, los servicios ambientales, los riesgos ocasionados por peligros naturales y la conservación del patrimonio natural. Todo ello, analizado y visualizado como un sistema, en el cual se reconozca que la acción humana tiene que estar armonizada con los procesos naturales. (SEMARNAT, 2016).

La base para la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo.

Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas **Unidades Ambientales Biofísicas (UAB)**, representadas a escala 1:2,000,000 empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico y para construir la propuesta del POEGT.

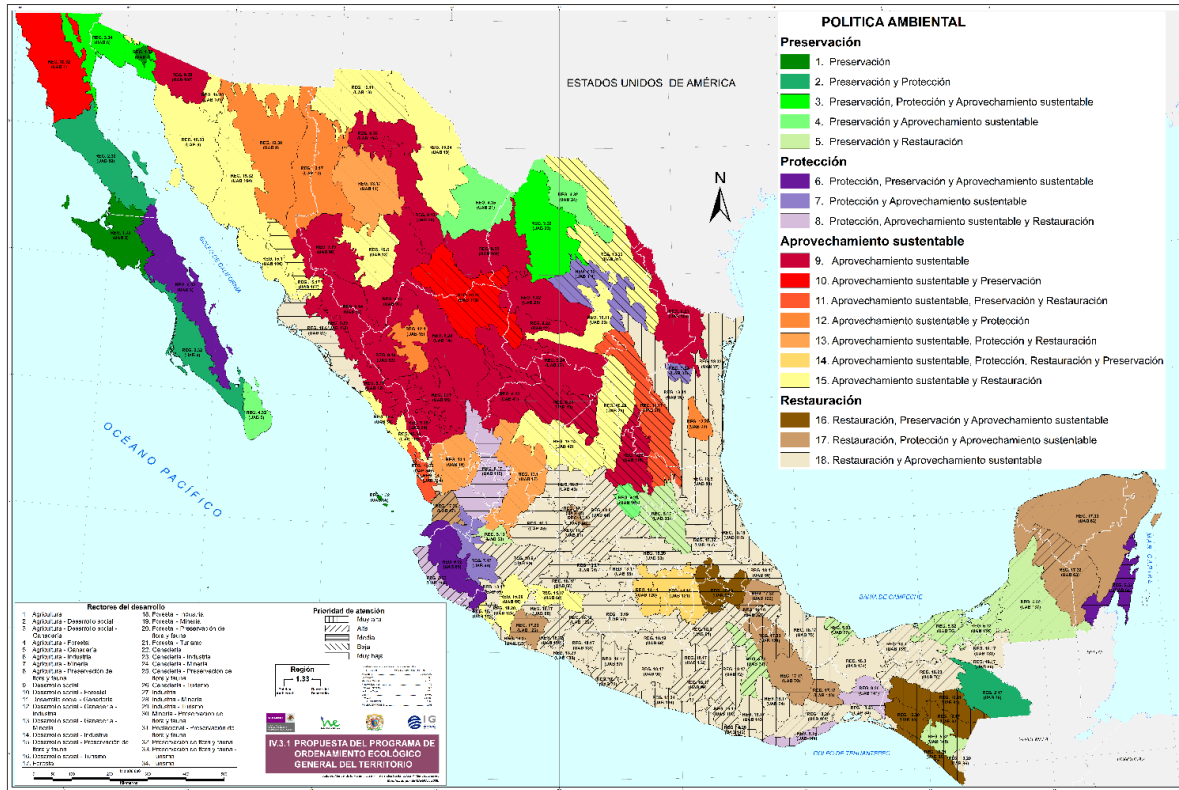


Figura III-10 Modelo del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

De acuerdo con el modelo del POEGT, el proyecto denominado “Cabañas Zempoaltépetl” se ubica dentro de la **UAB. 70 denominada Sierras Orientales de Oaxaca Norte**; la **Región Ecológica a la que corresponde es: 17.17**; la política ambiental **Restauración, Protección y aprovechamiento sustentable**. A continuación, se presentan información puntual de ello.

Estado actual del medio ambiente 2008	70. Inestable. Conflicto sectorial Nulo. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Sin información. Densidad de población (hab/km2): Baja. El uso de suelo es Forestal y Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 59.4. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.
---	---

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
70	Forestal	Agricultura – Preservación de Flora y Fauna	Ganadería – Minería – Poblacional – Turismo	--	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44

Estrategias. UAB 70		Vinculación con el proyecto Cabañas Zempoaltépetl
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio		
A) Preservación	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	El sitio previsto para la realización del proyecto es un área específica destinada exclusivamente a actividades del sector de turismo rural, con un enfoque en la conservación y respeto por la naturaleza. En caso de encontrarse especies de flora o fauna en riesgo, estas serán rescatadas y reubicadas en un sitio seguro que garantice su supervivencia. El personal involucrado en el proyecto realizará monitoreos del ecosistema para evaluar su estado de salud; ante cualquier cambio adverso significativo, se explorarán las opciones más viables de prevención o mitigación del impacto.
B) Aprovechamiento Sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales 8. Valoración de los servicios ambientales	El proyecto contempla la construcción de cabañas para el turismo rural, con un enfoque en el aprovechamiento responsable de los recursos ambientales mediante la valoración de los servicios ecosistémicos. No se prevé el uso de suelos agrícolas o pecuarios, por lo que no se considerarán actividades de modernización de infraestructura hidroagrícola ni de tecnificación de superficies agrícolas.

Estrategias. UAB 70		Vinculación con el proyecto Cabañas Zempoaltépetl
C) Protección de los recursos naturales	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados	El proyecto contempla el uso racional del recurso agua, lo que evitará la sobreexplotación de acuíferos y contribuirá al equilibrio de las cuencas hidrográficas. Mediante prácticas sostenibles, se asegurará que los recursos hídricos se gestionen de manera equilibrada, preservando su disponibilidad para futuras generaciones. Se adherirá estrictamente a las normativas vigentes para la protección y regulación del uso del agua en las principales cuencas y acuíferos. Además, el proyecto fomentará el cumplimiento de estas regulaciones entre todos los involucrados, garantizando una gestión responsable y sostenible del recurso hídrico. Se implementarán diversas medidas de conservación para proteger los ecosistemas locales. Esto incluye la preservación de hábitats naturales, la promoción de la biodiversidad y la adopción de prácticas que minimicen el impacto ambiental. De esta manera, el proyecto contribuirá a mantener la integridad y salud de los ecosistemas en el área de intervención. El proyecto no contempla ni fomentará prácticas agrícolas sostenibles, por lo que, no se realizará el uso de agroquímicos.
	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	
D) Restauración	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de fertilizantes	Con el desarrollo del proyecto, se llevarán a cabo actividades de restauración en las áreas forestales, con el propósito de preservar condiciones ambientales saludables y promover el disfrute del paisaje forestal por parte del turismo. Las actividades de restauración previstas en el proyecto se describen en detalle más adelante en este documento.
	14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas	
E) Aprovechamiento sustentable de recursos no renovables y actividades económicas de producción y	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos no renovables	El proyecto no contempla el aprovechamiento de recursos no renovables. El proyecto no contempla el aprovechamiento de minerales ni es de
	15 bis. Consolidar el marco	

Estrategias. UAB 70		Vinculación con el proyecto Cabañas Zempoaltépetl
servicios	normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional 23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia empleos mejor remunerados y desarrollo regional	tipo minero. El proyecto puede integrarse en un marco de políticas que promuevan el turismo rural como motor económico local. Esto podría incluir: capacitación y asistencia técnica, promoción del turismo rural. El proyecto podría convertirse en un eje clave del desarrollo turístico regional al fortalecer la economía local, impulsar la identidad cultural y natural, crear un modelo replicable, articular con planes territoriales. El desarrollo del proyecto para el turismo rural mediante desarrollará estrategias que aprovechen su enfoque diferenciado y su potencial para atraer visitantes interesados en experiencias únicas y sostenibles. Para la relación de consumo-beneficio se buscará el diseño de paquetes integrales que ofrezca alojamiento en las cabañas, actividades culturales, ecoturismo y gastronomía local aumentando el gasto promedio por turista. Promover el turismo de mayor calidad, mediante experiencias únicas, lo que justificaría los precios altos y mejorar los ingresos generados. Para empleos mejor remunerados, se buscará tener capacitación para la comunidad local, para que desarrollen habilidades específicas (guías turísticos, atención al cliente, mantenimiento). Fomento de emprendimientos complementarios como restaurantes, transporte, tiendas, productos locales.
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	El proyecto no contempla desarrollarse en una zona urbana. Sin embargo, una de los objetivos es mejorar la condición económica a nivel local y regional y con ello contrarrestar las condiciones de pobreza.
B) Zonas de riesgo y prevención de contingencias	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil	Previo a la realización del proyecto, el personal involucrado, realizará recorridos de campo con el objetivo de buscar y reconocer situaciones de

Estrategias. UAB 70		Vinculación con el proyecto Cabañas Zempoaltépetl
	26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física	riesgo, para que se realicen actividades de prevención, evitando en todo momento la vulnerabilidad física de los visitantes.
C) Agua saneamiento y	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional	Aunque el proyecto se encuentra en una zona rural, conforme se vaya avanzando en el desarrollo del proyecto se buscará incorporar sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia y con ello reducir la presión sobre los recursos hídricos. Se realizarán cursos de capacitación sobre la educación y concientización hídrica.
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 productiva en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política 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 y vinculadas	EL proyecto contemplado, se propone en una zona rural en donde se apoyará el desarrollo de la participación social y se promoverán actividades económicas para incrementar el desarrollo económico local, incrementando la calidad de vida de sus pobladores. El desarrollo del proyecto busca ser un proyecto sostenible que sirva como base para el desarrollo de la comunidad y servir como ejemplo a otras comunidades que deseen incursionar en el turismo rural, es por ello que mediante el presente proyecto se plasman las medidas de prevención, mitigación y compensación más adecuadas al mismo. En el desarrollo del proyecto, para la integración de adultos mayores, se buscará realizar actividades en las que se les incluya y puedan compartir su experiencia en habilidades o conocimientos de algún tema.

Estrategias. UAB 70		Vinculación con el proyecto Cabañas Zempoaltépetl
	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. Asegurará la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural	EL proyecto será sometido a votación en la Asamblea, el órgano de mayor representación en la comunidad para que todos se encuentren enterados y acepten el proyecto. Con esto se busca evitar conflictos y garantizar la estabilidad del proyecto.
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.	Con la realización de este proyecto se utilizarán Sistemas Geoespaciales (GIS) que buscará integrar la ubicación de las cabañas y otras infraestructuras del proyecto en plataformas digitales que sean accesibles a autoridades, promoviendo transparencia y facilitando la planificación territorial. Se buscará realizar sinergia con otros proyectos regionales que incentiven al desarrollo en la región.

III.1.2. Decretos y programas de conservación y manejo de áreas naturales protegidas

El área de influencia no se encuentra inmersa dentro de un área natural protegida o en algún programa de conservación.

III.1.3. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO)

Última reforma: 27-02-2016 (Oaxaca G. C., 2016)

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO) presentado es un esfuerzo conjunto entre el Poder Ejecutivo del Estado de Oaxaca y la Federación, el Ejecutivo Estatal a través del Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable de Oaxaca (IEEDS), la cual es la autoridad encargada de aplicar la política ambiental y ecológica en la entidad, y la Federación a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), considerando el interés público y el interés social.

El POERTEO es un instrumento de política ambiental que busca maximizar el consenso y minimizar los conflictos ambientales en la sociedad, para lo cual es necesaria la integración de esta en el proceso de planeación participativa a fin de verificar la información utilizada y validar los análisis y resultados obtenidos.

El proceso de ordenamiento ecológico en su fase de formulación considera 4 etapas para la generación del POERTEO, las cuales son:

1. **Caracterización:** se lleva a cabo una descripción del estado actual de los elementos naturales, sociales y económicos del territorio.
2. **Diagnóstico:** se identifica y analiza la aptitud del territorio y los conflictos ambientales entre los sectores con actividad en el área a ordenar.
3. **Pronóstico:** se examina la evolución de los conflictos ambientales entre los sectores con actividad en el área a ordenar.
4. **Propuesta:** se obtiene el patrón de ocupación del territorio que maximiza el consenso entre los sectores y minimiza los conflictos ambientales, favoreciendo el desarrollo sustentable en el área a ordenar, además de establecerse los lineamientos y las estrategias ecológicas para cada Unidad de Gestión Ambiental (UGA) identificada en el modelo de ordenamiento.

En este sentido el POERTEO está integrado por dos elementos fundamentales: Modelos de Ordenamiento Ecológico (MOE), es decir la regionalización del área a ordenar (UGA's), y la definición de lineamientos ecológicos y estrategias ecológicas, es decir la identificación de objetivos y acciones a realizar por cada uno de los actores sectoriales.

De manera muy general, las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) se obtuvieron con base en los resultados del análisis de uso actual del territorio, la aptitud sectorial, la delimitación de los polígonos urbanos según los planes de desarrollo urbano municipales y las áreas que resultan ser de atención prioritaria para su conservación debido a que contienen elementos ambientales y procesos ecológicos críticos para el mantenimiento de la integridad funcional de los ecosistemas y la provisión de servicios ambientales.

El Modelo de Ordenamiento Ecológico contiene 55 UGA's definidas en el ordenamiento, así como sus características generales. Cada unidad de gestión ambiental cuenta con un lineamiento o meta ecológica, acciones, criterios de regulación ecológica que son enunciados

que norman los diversos usos de suelo en el área de ordenamiento a nivel de las distintas Unidades de Gestión Ambiental.

Una vez identificadas las UGAs en el MOE, se define la política ambiental y lineamientos ecológicos que les corresponden. Las políticas ambientales definirán las medidas necesarias para prevenir o disminuir las afectaciones al ambiente y por tanto minimizar los conflictos ambientales entre sectores según las definiciones del Manual de Ordenamiento Ecológico, existen cuatro tipos de política:

- a) **Política de aprovechamiento:** Son áreas que, por sus características, son apropiadas para el uso y el manejo de los recursos naturales, en forma tal que resulte eficiente, socialmente útil y no impacte negativamente sobre el ambiente.
- b) **Política de conservación:** Son áreas o elementos naturales cuyos usos actuales o propuestos en base a su aptitud no interfieren con su función ecológica relevante y su inclusión en los sistemas de áreas naturales en el ámbito estatal y municipal es opcional. Se buscará mantener la continuidad de las estructuras, los procesos y los servicios ambientales, a fin de proteger los elementos de los usos productivos estratégicos.
- c) **Política de restauración:** Son áreas con procesos de deterioro ambiental acelerado, en las cuales es necesaria la realización de un conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.
- d) **Política de protección:** Son áreas naturales susceptibles de integrarse al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) o a los sistemas equivalentes en el ámbito estatal y municipal. Poseen características ecológicas relevantes, que deben cuidarse a fin de asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos

Los lineamientos ecológicos son una meta o enunciado general que refleja el estado deseable de una UGA. Puesto que cada UGA posee características únicas, por lo tanto se elaboró un lineamiento para cada una de estas, por lo que, se tienen 55 lineamientos.

Los tipos de usos corresponden con los sectores identificados en la etapa de caracterización, esto es, cada UGA contiene a los 11 sectores involucrados en el uso del territorio, clasificados en las siguientes categorías:

- **Uso recomendado:** sectores con la mayor aptitud en una UGA y que no generan conflictos ambientales o éstos son mínimos
 - **Uso condicionado:** sectores con aptitud en la UGA pero que generan conflictos ambientales importantes a otros sectores con un mayor valor de aptitud
 - **Uso no recomendado:** sectores que pueden llegar a tener en el futuro aptitud, pero que actualmente no la tienen debido a que el área no cuenta con algún(os) atributo(s) de tipo socioeconómicos, por lo que éstos se podrían llegar a generar
 - **Sin aptitud:** sectores que no tienen aptitud en la UGA debido a que no cuentan con los atributos de tipo ambiental o físico-bióticos, por lo que implementar dicha actividad implicaría altos costos, baja productividad y principalmente graves deterioros al medio.
-

A continuación, se presenta la siguiente tabla que contiene la información aplicable a la **UGA 054**.

Tabla III-12 Información de la UGA 054 donde se encuentra inmerso el proyecto

UGA 054			Política: Protección propuestas		
Superficie:	1,270,739.7	Población:	136,192	Regiones:	1,2,3,4,5,6,7,8
Riego:	Medio	Biodiversidad:	Alta	Presión:	Bajo
Cobertura: Agricultura: 12.71%; Asentamientos Humanos 0.00%; Bosque de Coníferas 5.42%; Bosque de Coníferas y Latifoliadas 17.69; Bosque de Encino 0.72%; Bosque Mesófilo de Montaña 12.43%; Cuerpo de agua 0.18%; Matorral Xerófilo 0.003%; Pastizal 2.40%; Selva Caducifolia y Subcaducifolia 15.54%; Selva Perennifolia y Subperennifolia 31.82%; Sin vegetación aparente 0.15%; Vegetación acuático 0.92%.			Aptitud Uso recomendado: S6 Uso condicionado: S7,S3,S9, (E), S10 Uso: No recomendado: S11 Sin aptitud: S2,S1,S4,S8		
Conflicto			S6-S7,S6-S10,S7-S10,S9-S3,S3-S10		
Lineamiento			Proteger las 1,062,973 ha de cobertura vegetal de la UGA mediante los diferentes esquemas e instrumentos de conservación aplicables, para biodiversidad y ecosistemas que contiene y garantizar su permanencia en el tiempo, así como los bienes y servicios ambientales que provee, controlando el crecimiento de asentamientos y sectores productivos para evitar su expansión y por tanto el aumento de la presión sobre los recursos		
CRE			C-001; C-002; C-003; C-004; C-005; C-006; C-007; C-008; C-009; C-010; C-013; C-014; C-015; C-016; C-017; C-029; C-033; C-035; C-036; C-039; C-045; C-046; C-047		
Comentarios			El sector forestal deberá enfocarse únicamente en actividades de reforestación y servicios ambientales.		

Como se puede observar en el siguiente mapa, el proyecto se encuentra localizado en Unidad de Gestión Ambiental (UGA) **No. 54**, la cual contiene una política: **Protección Propuestas** y con un uso de suelo recomendado de: **Ecoturismo**.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO DEL ESTADO DE OAXACA (POERTEO) Y UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL (UGA) APLICABLE AL PROYECTO "CABAÑAS ZEMPOALTÉPETL"

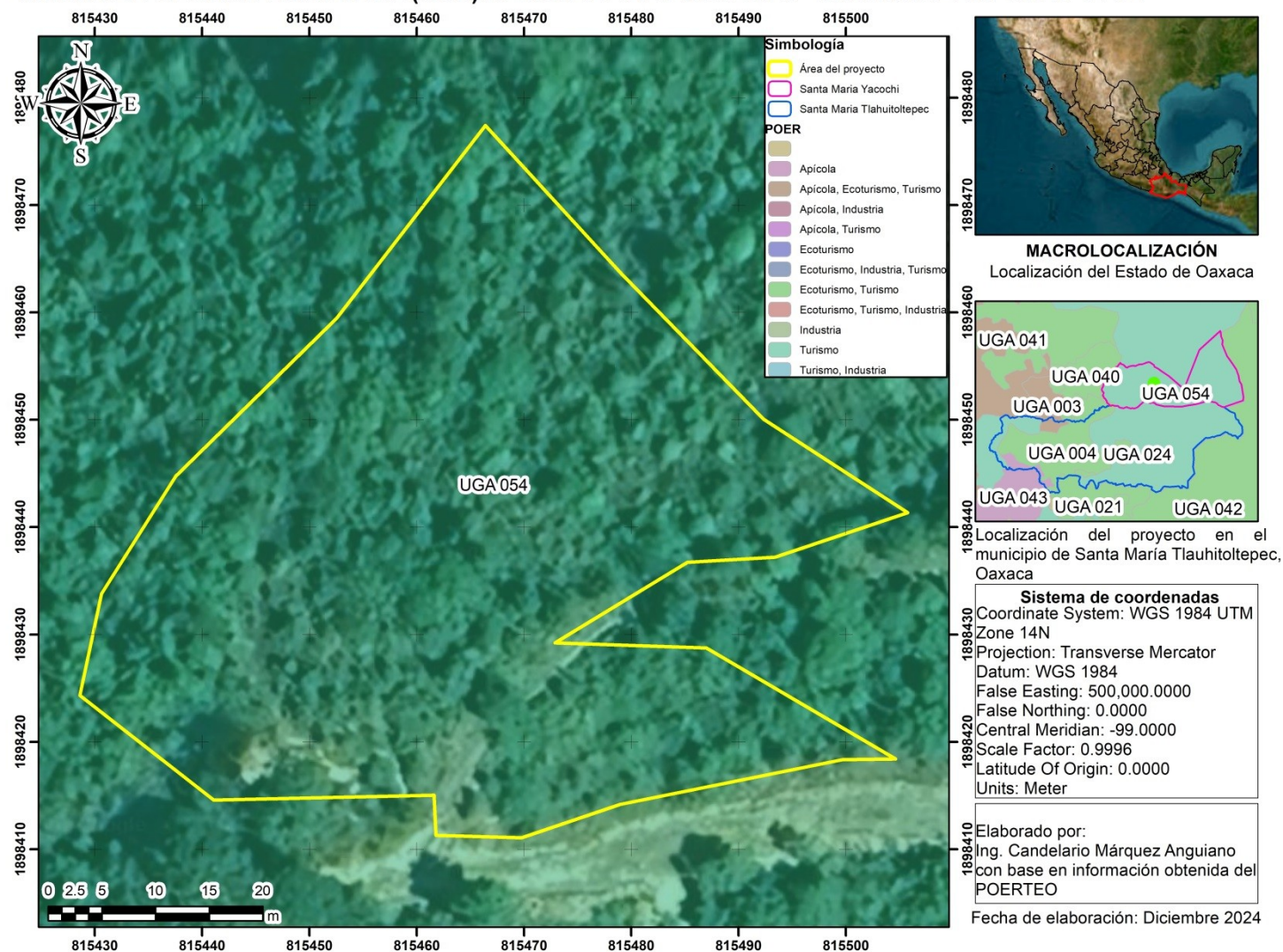


Figura III-11 UGA del POERTEO vinculada al proyecto

A continuación, se detallan los lineamientos ecológicos aplicables a la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) en la que se encuentra ubicado el proyecto. Estos lineamientos han sido diseñados con base en las características ambientales, sociales y económicas del área, así como en las disposiciones normativas y objetivos de conservación establecidos:

Tabla III-13 Lineamientos de la UGA 54 que conforma el Modelo de Ordenamiento Ecológico (MOE)

UGA	Política	Uso recomendado	Usos condicionados	Usos no recomendados	Sin aptitud	Tipos de cobertura a 2011	Lineamiento a 2025
54	Protección propuestas	Ecoturismo	Forestal, Apícola, Industria, Industria eólica, Minería	Turismo	Agrícola, acuícola, asentamientos humanos, ganadería	Agr 12.71%; AH 0.00%; BCon 5.42%; BCyL 17.69%; BEn 0.72%; BMM 12.43%; CA 0.18%; MX 0.03%; Pzl 2.40%; SCyS 15.54%; SPyS 31.82%; Sinvg 0.15%; VA 0.92%	Proteger las 1, 062,973 ha de cobertura vegetal de la UGA mediante los diferentes esquemas e instrumentos de conservación aplicables, para mantener la biodiversidad y ecosistemas que contiene y garantizar su permanencia en el tiempo, así como los bienes y servicios ambientales que esta provee, controlando el crecimiento de asentamientos y sectores productivos para evitar su expansión y por tanto el aumento de la presión sobre los recursos.

Las estrategias aplicables para la **UGA 54** con la política de protección se indican a continuación:

Tabla III-14 Estrategias aplicables a la UGA 54 con la política de protección de la estrategia Agua

PROTECCIÓN		Vinculación con el proyecto
Estrategias agua		
Rubro	Preservación del agua	
Objetivos específicos	Programas y Acciones	
Garantizar los servicios ambientales asociados con los principales flujos hídricos	Programa Nacional de Reservas de Agua para el Medio Ambiente en México - Regular las concesiones de agua - Identificar fuentes potenciales de financiamiento para la creación de capacidades institucionales para la determinación y establecimiento de las reservas - Diseñar un sistema de monitoreo y evaluación del desempeño del sistema de reservas de agua en su conjunto, y su impacto en materia de conservación	El presente proyecto se enfoca en la construcción de cabañas, por lo que no incluye actividades relacionadas con la regulación de concesiones de agua ni con la identificación de posibles fuentes de financiamiento para fortalecer capacidades institucionales en el establecimiento de reservas.
Preservar las corrientes y cuerpos de agua en condiciones salubres	Programa para la conservación de los humedales de la costa de Oaxaca Creación de un programa integral para la preservación, restauración, rescate y rehabilitación de cuerpos de agua - Identificación de los cuerpos de agua a nivel estatal que deben ser saneados - Integración de proyectos para los principales cuerpos de agua - Enriquecer las investigaciones en aspectos naturales y sociales de las cuencas de Oaxaca - Buscar opciones de abasto, uso y limpieza de agua Programa de cultura del agua - Concentración y promoción de acciones educativas y culturales para difundir la importancia del recurso hídrico y la preservación de la riqueza ecológica - Desarrollar los incentivos e instrumentos económicos que propicien la preservación de ríos, lagos, humedales, acuíferos y costas del estado Proyecto Manejo y Conservación y recursos naturales en Zonas Indígenas (MANCON) - Apoyo a proyectos referentes a protección, recuperación, rescate, mantenimiento y/o manejo sustentable de microcuencas hidrológicas y conservación de agua en comunidades indígenas.	El proyecto contempla la construcción de cabañas destinadas al alojamiento turístico; por ello, no incluye la identificación de cuerpos de agua para saneamiento ni actividades relacionadas con el manejo de dicho recurso. No obstante, se llevarán a cabo pláticas de concientización dirigidas a los huéspedes, con el objetivo de fomentar el cuidado responsable del agua.

Tabla III-15 Estrategias aplicables a la UGA 54 con la política de protección de la estrategia Suelo

PROTECCIÓN		Vinculación con el proyecto
Estrategias suelo		
Rubro	Restauración de suelos	
Objetivos específicos	Programas y Acciones	
Evitar el deterioro del suelo con base en su capacidad de uso	Programa de conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCODES) - Proyectos comunitarios para cubrir superficies con plantaciones forestales, reforestación, saneamiento de ecosistemas, cultivos de cobertura y monitoreo de especies. Programa de Conservación y Restauración de suelos por Compensación Ambiental - Recuperación de áreas forestales Proyecto Manejo y Conservación de Recursos Naturales en Zonas Indígenas (MANCON) - Obras de conservación de suelo y agua, reforestación y mantenimiento de áreas reforestadas - Manejo integral sustentable de las áreas naturales comunitarias - Recuperación de especies vegetales de importancia cultural y aquellas utilizadas en ceremonias de tipo religioso en áreas comunitarias Programa y/o proyectos de protección, recuperación o remediación de suelos de CFE - Actividades encaminadas a restaurar, recuperar o remediar las áreas en las que se desarrollan las actividades para satisfacer la demanda de energía eléctrica, o en donde se encuentra la infraestructura eléctrica y zonas aledañas Programa Normal Estatal de Reforestación - Reforestación con especies nativas Programa de Empleo Temporal (PET) – SEMARNAT (Protección, Conservación y Restauración) - Proyectos enfocados a conservación de suelos - Prevención de incendios forestales - Reforestación - Vigilancia de los recursos naturales Programa de sustentabilidad de los Recursos Naturales Componente de Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua. Proyecto Estratégico de Seguridad Alimentaria COUSSA-PESA - Adquisición de planta y reforestación con especies nativas - Adquisición de semilla y empastado de taludes de cárcavas - Plantación de barreras vivas - Cortinas rompeviento - Cabeceo de cárcavas	
Como parte de sus medidas de compensación ambiental, el proyecto contempla la implementación de una reforestación destinada a mitigar los impactos ambientales generados.		
Esta medida tiene como objetivo recuperar la densidad forestal eliminada y restaurar los servicios ecosistémicos afectados por el desmonte ocasionado durante la ejecución del proyecto.		
Para la reforestación, se utilizarán exclusivamente especies nativas, evitando la introducción de especies invasoras en la zona. Además, las personas más directamente involucradas en el proyecto asumirán funciones de vigilancia, incluyendo monitoreos periódicos del área, inspección de plagas y actividades para la prevención de incendios forestales.		

PROTECCIÓN		Vinculación con el proyecto
Estrategias suelo		
Rubro	Restauración de suelos	
Objetivos específicos	Programas y Acciones	
	• Suavizado de taludes de cárcavas • Presas filtrantes • Terrazas • Muros de contención • Zanjas bordos	

Tabla III-16 Estrategias aplicables a la UGA 54 con la política de protección de la estrategia Biodiversidad

PROTECCIÓN		Vinculación con el proyecto
Estrategias Biodiversidad		
Rubro	Conservación de la biodiversidad	
Objetivos específicos	Programas y Acciones	
Garantizar la conservación de los ecosistemas y recursos naturales en las ANPs	Programa de manejo de áreas naturales protegidas (PROMANP) • Elaborar programas de manejo de áreas naturales protegidas (ANP) para aquellas que aún no cuenten con uno • Actualizar los programas de manejo al menos cada 5 años Programas de apoyo para ANPs • Apoyar técnicamente a las ANPs • Diseñar estudios para la creación de nuevas ANPs • Diseñar programas de manejo de las ANPs ya existentes y de sitios RAMSAR • Diseñar protocolos de evaluación de efectividad • Diseñar los protocolos de atención ante contingencias ambientales • Inspección y vigilancia en materia de flora y fauna silvestre Programa de monitoreo biológico de ANPs (PROMOBI) • Monitoreo y estimación de poblaciones de especies • Determinar y cuantificar la diversidad biológica en el ANP • Identificar las tendencias de cambio de las comunidades ecológicas Otras acciones • Diseñar un reglamento para ANPs Estatales • Fortalecer el Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas (Financiamiento propio) • Generación de lista prioritaria de especies protegidas para Oaxaca con especies del	El presente proyecto no se encuentra dentro de un Área Natural Protegida (ANP) de tipo federal, estatal o municipal, por lo tanto, este apartado no es vinculante con el proyecto.

PROTECCIÓN		Vinculación con el proyecto
Estrategias Biodiversidad		
Rubro	Conservación de la biodiversidad	
Objetivos específicos	Programas y Acciones	
	Estado • Uso y actualización de ordenamiento de UMAFORES	
Promover que las áreas propuestas para protección del presente ordenamiento que cumplan con lo estipulado en la LGEEPA sean reconocidas como ANPs por la SEMARNAT	• Realizar el proyecto de reconocimiento de las áreas propuestas como de protección, sustentado por los estudios técnicos de biodiversidad e importancia ecológica del área • Hacer un estudio específico más detallado de la riqueza de especies presentes en las áreas propuestas, su importancia biológica, presencia de endemismos, número de ejemplares, etc. que resalte la necesidad de su decreto como área de protección • Seguimiento del proceso por parte de las autoridades competentes para cumplir con los requisitos legales, administrativos y técnicos de la incorporación de dichas áreas a estatus de protección	El presente proyecto no incluye la promoción de áreas propuestas para protección. No obstante, este estudio cuenta con un respaldo técnico-científico basado en datos recopilados en campo, los cuales documentan la riqueza biológica de la zona donde se desarrollará el proyecto.
Promover e impulsar la preservación de la biodiversidad	Programa de conservación comunitaria de la biodiversidad (COINBIO) • Fortalecimiento de comunidades indígenas y ejidos para el establecimiento de áreas de conservación comunitaria con alta diversidad biológica • Fortalecimiento de capacidades técnicas y de organización comunitaria para la conservación y manejo de áreas de uso común • Instalación y operación de viveros comunitarios para producción de especies nativas de valor ambiental relevante • Elaborar y consolidar un Programa para la conservación de bosques y ecosistemas riparios en el Estado Proyecto Manejo y Conservación de Recursos Naturales en Zonas Indígenas (MANCON) • Operación de proyectos de conservación de recursos naturales en zonas indígenas, ejecutados por dependencias federales estatales, y municipales, así como núcleos agrarios, organizaciones y grupos de trabajo. • Contribuir con recursos económicos destinados a la protección, recuperación, rescate, mantenimiento y/o manejo sustentable de los ecosistemas y la biodiversidad en las regiones indígenas. • Promover acciones de coordinación con instancias federales y de los gobiernos estatales y municipales, para la ejecución de los proyectos y el desarrollo de acciones de	El presente proyecto tiene como uno de sus objetivos principales impulsar la economía en una zona rural donde actualmente las oportunidades laborales son limitadas. Para lograrlo, se busca emplear a personas de la comunidad y fomentar una visión que valore los recursos naturales tanto por su importancia ecosistémica como por su potencial económico.

PROTECCIÓN		Vinculación con el proyecto
Estrategias Biodiversidad		
Rubro	Conservación de la biodiversidad	
Objetivos específicos	Programas y Acciones	
	fortalecimiento organizativo y técnico de la población indígena, encaminadas a conservar, revalorar y manejar sustentablemente los recursos naturales a través de asesoría, asistencia técnica y capacitación. Programa de pago por Servicios Ambientales a través de Mecanismo de Fondos Concurrentes • Apoyos por medio de pago o compensación a aquellos dueños y poseedores de terrenos forestales que realizan actividades de manejo sustentable, las cuales permiten mantener y mejorar la provisión de servicios ambientales. • Instalación y operación de viveros comunitarios para producción de especies nativas de valor ambiental relevante. Elaborar un Programa para la conservación de bosques y ecosistemas riparios en el Estado Programa de Empleo Temporal (PET) – SEMARNAT • Conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre -Vigilancia de los recursos naturales. • Control de especies invasoras. • Extracción de especies invasoras. • Germoplasma para la conservación de especies • Reforestación • Vigilancia de especies silvestres o prioritarias.	
Ampliar el conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad	Programa de Monitoreo Biológico en Regiones Prioritarias • Detección de cambios en la diversidad y abundancia de algunas especies de interés para la conservación que se encuentran en las Áreas Naturales Protegidas y Regiones Prioritarias para la Conservación • Diagnósticos comunitarios sobre el estado de las invasiones de especies exóticas Programa de conservación comunitaria de la Biodiversidad (COINBIO) • Inventarios regionales de recursos naturales, flora y fauna • Formación de técnicos comunitarios • Inversiones proyectos para la adopción y transferencia de tecnologías para el uso sustentable de la biodiversidad • Cursos de capacitación a miembros de las comunidades que realicen proyectos de conservación	Aunque el proyecto no se encuentra dentro de un Área Natural Protegida (ANP), durante su ejecución, el personal involucrado y miembros de la comunidad llevarán a cabo recorridos en la zona para identificar cambios en la diversidad y abundancia de especies vegetales y faunísticas. Esto permitirá implementar acciones enfocadas en la conservación y el cuidado de los recursos naturales.

PROTECCIÓN		Vinculación con el proyecto
Estrategias Biodiversidad		
Rubro	Conservación de la biodiversidad	
Objetivos específicos	Programas y Acciones	
	Programas de monitoreo de la comunidad de manglar • Monitorear la calidad de manglares en el estado para detectar procesos de deterioro	
Rescatar, rehabilitar y recuperar ecosistemas, comunidades, especies y recursos genéticos	Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER) Programa de Acción para la Conservación de Especies (PACE) • Protección al hábitat de las especies en riesgo • Protección a las poblaciones presa • Inspección y vigilancia de las afectaciones causadas a la especie en riesgo y sus presas sobre los aspectos biológicos, ecológicos y ambientales por actividades antropogénicas • Manejo de su hábitat y ecosistemas • Identificar áreas susceptibles para reforestación • Investigación, respecto a monitoreo, salud física y genética de las especies, hábitos alimenticios, distribución actual, densidad poblacional, así como de la tasa de cambio y fragmentación en la cobertura que requiere, identificación de las áreas susceptibles de reforestación, creación estatal del sistema de vida silvestre, crear el comité estatal de reforestación • Promover la recuperación del tamaño de las poblaciones de especies amenazadas o en peligro de extinción • Acopio de germoplasma de especies nativas, desarrollo de infraestructura para bancos de germoplasma de especies silvestres, creación del centro de recuperación y rehabilitación de especies decomisadas, fortalecer los vínculos de cooperación entre dependencias de gobierno, instituciones académicas y sociedad civil, creación del área de observación de la vida silvestre, creación del consejo estatal de vida silvestre • Producción de plantaciones de especies nativas en viveros • creación del padrón de áreas reforestadas Elaboración de un programa de atención para las especies exóticas o introducidas • Desarrollo de un inventario de las especies exóticas terrestres y acuáticas, su dispersión, impacto, e identificación y monitoreo de las	

PROTECCIÓN		Vinculación con el proyecto
Estrategias Biodiversidad		
Rubro	Conservación de la biodiversidad	
Objetivos específicos	Programas y Acciones	
	mismas en las regiones o áreas más sensibles a su presencia, evaluación independiente de programas de reforestación, evaluación y monitoreo de los recursos naturales del estado de Oaxaca por parte de instituciones académicas, sociedad civil e iniciativa privada, y creación de mecanismo financieros.	

A continuación, se exponen los **Criterios de Regulación Ecológica (CRE)** aplicables a la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 54, en la cual se encuentra ubicado el proyecto objeto de análisis:

Tabla III-17 Criterios de Regulación Ecológica aplicables a la UGA 54 y vinculadas con el proyecto

CRE	Criterio	Vinculación con el proyecto
C-001	Se deberán elaborar programas de manejo de aquellas ANP que aún no cuenten con este instrumento	El presente proyecto no se encuentra ubicado dentro de un Área Natural Protegida (ANP); en consecuencia, el criterio señalado no resulta vinculante.
C-002	Deberá promoverse la incorporación al SINAP de las ANPs que cumplan con el perfil estipulado por la CONANP, e impulsar que el resto de ANPs alcancen el cumplimiento de este perfil para su inscripción	El presente proyecto no se encuentra ubicado dentro de un Área Natural Protegida (ANP); en consecuencia, el criterio señalado no resulta vinculante.
C-003	En zonas de manglar y humedales o cercanas a éstos a un radio de 1 km, se deberá evitar toda alteración que ponga en riesgo la preservación de este, que afecte su flujo hidrológico, zonas de anidación, refugio o que implique cambios en las características propias del ecosistema	El presente proyecto no se localiza en proximidad a humedales, zonas de anidación o refugio de fauna, ni genera afectaciones sobre los flujos hidrológicos de la región.
C-004	Solo se permite para fines de autoconsumo la recolección de hongos, frutos, semillas, partes vegetativas y especímenes no maderables que vayan en concordancia con los usos y costumbres de la población rural e indígena	El presente proyecto está dirigido al sector turismo, por lo tanto, no contempla la recolección de hongos, semillas, partes vegetativas y especímenes no maderables.
C-005	Toda ANP deberá contar con la definición de los polígonos de zonas núcleo y zonas de amortiguamiento, con sus respectivas subzonas.	El presente proyecto no se encuentra ubicado dentro de un Área Natural Protegida (ANP) ni contempla la creación de una; por lo tanto, el criterio señalado no resulta aplicable al proyecto.
C-006	En las áreas de Protección que no cuenten con Plan de Manejo, solo se deberán ejecutar obras para el mantenimiento de la infraestructura ya existente permitiendo la instalación o ampliación de infraestructura básica que cubra las necesidades de los habitantes ya establecidos; en las ANPs que cuenten con Plan de Manejo, deberá observarse lo que en este instrumento se establezca al respecto	El presente proyecto no se encuentra ubicado dentro de un Área Natural Protegida (ANP) ni contempla la elaboración de un Plan de Manejo, por lo tanto, el presente criterio no es vinculante con el proyecto.

CRE	Criterio	Vinculación con el proyecto
C-007	Se deberá evitar la introducción de especies exóticas, salvo en casos en que dichas especies nativas, sirvan como medida del restablecimiento del equilibrio biológico en el ecosistema y no compitan con la biodiversidad local.	Como medida de compensación ambiental asociada al proyecto, se contempla la realización de una reforestación utilizando exclusivamente especies nativas de la región. Esta acción tiene como objetivo evitar desequilibrios ecológicos y contribuir al mantenimiento de los ecosistemas locales.
C-008	Para acciones de reforestación, estas se deberán llevar a cabo con especies nativas, considerando las densidades naturales, de acuerdo a la vegetación existente en el entorno	Antes de llevar a cabo la reforestación prevista como medida de compensación ambiental derivada del proyecto, se llevará a cabo una prospección de sitios que cumplan con las cualidades específicas para su establecimiento. Esta evaluación considerará factores como las especies a plantar, la densidad del área, las características topográficas y la accesibilidad al sitio.
C-009	La colecta o extracción de flora, fauna, hongos, minerales y otros recursos naturales o productos generados por estos con cualquier fin, únicamente será posible con el permiso previamente otorgado por la autoridad de medio ambiente y ecología del estado	El proyecto no contempla la colecta ni la extracción de recursos naturales, por lo que el presente criterio no resulta vinculante. No obstante, como medida preventiva, se llevarán a cabo pláticas de concientización ambiental dirigidas a los visitantes de la zona, con el propósito de sensibilizarlos sobre la importancia de evitar la colecta o extracción de recursos naturales.
C-010	Deberán mantenerse y preservarse los cauces y flujos que crucen las áreas bajo política de protección, conservación o restauración	Las personas responsables de la ejecución del proyecto llevarán a cabo recorridos de vigilancia con el propósito de identificar posibles cambios significativos en la zona. En caso de detectar alteraciones en los cauces o flujos, procederán a informar de manera inmediata, y se gestionarán las denuncias correspondientes ante las autoridades competentes.
C-013	Será indispensable la preservación de las zonas riparias, para lo cual, se deberán tomar las previsiones necesarias en las autorizaciones de actividades productivas sobre ellas, que sujeten la realización de cualquier actividad a la conservación de estos ecosistemas.	El presente proyecto no contempla la realización de actividades en zonas riparias. No obstante, las personas involucradas en su ejecución llevarán a cabo recorridos de vigilancia con el propósito de identificar posibles cambios significativos en dichas áreas. En caso de detectar algún cambio, se procederá a notificar a las autoridades correspondientes para realizar las denuncias pertinentes.
C-014	Se evitarán las actividades que impliquen la	El proyecto no contempla actividades

CRE	Criterio	Vinculación con el proyecto
	modificación de cauces naturales y/o flujos de escurrimientos perennes y temporales y aquellos que modifiquen o destruyan las obras hidráulicas de regulación	que requieran de la modificación de cauces naturales y/o flujos de escurrimientos perennes o temporales, por lo tanto, el presente criterio no se vincula con el proyecto.
C-015	Mantener y conservar la vegetación riparia existente en los márgenes de ríos y cañadas en una franja no menor de 50 m.	El proyecto no contempla realizar actividades en vegetación riparia, márgenes de río y/o cañadas, por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto, sin embargo, las personas involucradas en el proyecto, realizarán recorridos de vigilancia con el propósito de identificar cambios significativos en el área.
C-016	Toda actividad que se ejecute sobre las costas deberá mantener la estructura y función de las dunas presentes	El proyecto no se encuentra en zona de duna, por lo tanto, el presente criterio no es vinculante con el proyecto.
C-017	Las autoridades en materia medio ambiente y ecología tanto estatales como municipales deberán desarrollar instrumentos legales y educativos que se orienten a desterrar la práctica de la quema doméstica y en depósitos de residuos sólidos	En respuesta al criterio mencionado, se informa que el proyecto no contempla la realización de actividades de quema de residuos sólidos urbanos en ningún momento. Por el contrario, se establece como procedimiento que dichos residuos sean depositados de manera adecuada en contenedores, para ser recolectados posteriormente por los camiones municipales, asegurando así su correcta disposición conforme a la normatividad vigente y contribuyendo al cumplimiento de los objetivos de protección ambiental.
C-029	Se evitará la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre áreas con vegetación nativa, ríos, lagunas, zonas inundables, cabeceras de cuencas y en zonas donde se afecte la dinámica hidrológica	Durante la preparación del sitio y ejecución del proyecto, no se realizará la disposición de residuos provenientes de la realización de la obra sobre vegetación nativa, ríos, zonas inundables, cabeceras de cuencas y en zonas en donde se afecte la dinámica hidrológica.
C-033	Toda obra de infraestructura en zonas de riesgo de inundación deberá señalarse de forma que no altere los flujos hidrológicos, conservando en la medida de lo posible la vegetación natural (ver mapa de riesgos de inundación del POERTEO)	El presente proyecto no se encuentra en un área de riesgo de inundación, asimismo, el proyecto contempla la alteración de flujos hidrológicos, por lo tanto, el presente criterio no es vinculante al proyecto.
C-034	Los apiarios deberán unirse a una distancia no menor a tres kilómetros de posibles fuentes de contaminación como basureros a cielo abierto, centros industriales, entre otros.	El presente proyecto no contempla el desarrollo o ejecución de actividades en apiarios, por lo tanto, el presente criterio no es vinculante con el proyecto.
C-035	No se recomienda utilizar repelentes químicos para el manejo de abejas, insecticidas, así como	El presente proyecto no contempla el desarrollo o ejecución de actividades

CRE	Criterio	Vinculación con el proyecto
	productos químicos y/o derivados del petróleo para el control de plagas en apiarios.	en apiarios, por lo tanto, el presente criterio no es vinculante con el proyecto.
C-036	En la utilización de ahumadores estos deberán usar como combustible productos orgánicos no contaminados por productos químicos, evitándose la utilización de hidrocarburos, plásticos y/o excretas de animales que puedan contaminar y/o alterar la miel	El presente proyecto no contempla el desarrollo o ejecución de actividades en apiarios, por lo tanto, el presente criterio no es vinculante con el proyecto.
C-039	La autoridad competente estatal deberá regular la explotación de encinos y otros productos maderables para la producción de carbón vegetal	El presente proyecto no contempla el aprovechamiento de recursos naturales maderables para la producción de carbón, por lo tanto, el presente criterio no es vinculante con el proyecto.
C-045	Se recomienda que el establecimiento de industrias que manejen desechos peligrosos sea a una distancia mínima de 5 km de desarrollos habitacionales o centros de población.	El presente proyecto no incluye el manejo de desechos peligrosos. No obstante, considerando el uso de productos como cloro y otros limpiadores, los envases correspondientes serán sometidos a un triple lavado, colocados en una bolsa plástica sellada y entregados para su disposición final a través del servicio de recolección de basura municipal.
C-046	En caso de contaminación de suelos por residuos no peligrosos, las industrias responsables deberán implementar programas de restauración y recuperación de los suelos contaminados	Si durante la ejecución del proyecto se suscita una contaminación de suelo por residuos no peligrosos, el promovente realizará la contratación de una empresa certificada que pueda realizar los trabajos de limpieza
C-047	Se deberán prevenir y en su caso reparar los efectos negativos causados por la instalación de generadores eólicos sobre la vida silvestre y su entorno	El presente proyecto no contempla el establecimiento o instalación de generadores eólicos, por lo tanto, el presente criterio no se vincula con el proyecto.

III.1.4. Planes o programas de desarrollo urbano (PDU)

Tras realizar una búsqueda exhaustiva sobre el Plan o Programa de Desarrollo Urbano del municipio de Santa María Tlahuitoltepec, Oaxaca, se concluye que actualmente no se encuentra disponible un archivo público al respecto. No obstante, se identificaron documentos relacionados que podrían servir de referencia, como los siguientes:

- **Plan Municipal de Desarrollo 2022 de Santa María Tlahuitoltepec** (Tlahuitoltepec, 2022)
- **Atlas de Riesgos de Santa María Tlahuitoltepec** (SEDESOL, 2011)

Es pertinente destacar que un Plan de Desarrollo Urbano (PDU) constituye una herramienta fundamental para la gestión territorial y el desarrollo sostenible de localidades. Su importancia radica en los siguientes aspectos clave:

1. **Ordenamiento territorial:** Garantiza el uso eficiente del suelo y evita asentamientos irregulares.
2. **Planeación sostenible:** Promueve la conservación ambiental y la mitigación del cambio climático.
3. **Mejora en la calidad de vida:** Asegura una infraestructura adecuada y fomenta espacios de recreación.
4. **Reducción de riesgos:** Previene desastres y promueve edificaciones seguras.
5. **Promoción del desarrollo económico:** Estimula la inversión y el crecimiento equitativo.
6. **Participación ciudadana:** Facilita el consenso social y la transparencia.
7. **Marco jurídico y administrativo:** Proporciona certidumbre normativa para el desarrollo urbano.

Debido a que no se cuenta con un Plan de Desarrollo Urbano específico para el municipio de Santa María Tlahuitoltepec, el análisis del proyecto de construcción de cabañas deberá basarse en los documentos mencionados anteriormente. A continuación, se detallan algunos puntos relevantes:

Plan municipal de Desarrollo 2022: aunque este documento no es específico para el ordenamiento urbano, proporciona lineamientos generales sobre las prioridades del desarrollo del municipio, como:

- Apartado V. Sustentable “Planeta”, Uso racional de los recursos naturales: la explotación de los recursos naturales se está saliendo de control, ocasionando que no se dé un buen manejo a los recursos, y sobreexplotando su utilidad, ocasionando un impacto negativo al ecosistema y por ende efectos secundarios al planeta.

Es por lo anterior que se establecen los siguientes objetivos, estrategias y líneas de acción.

Tabla III-18 Vinculación del proyecto con el Plan Municipal de Desarrollo

Resumen narrativo	Vinculación con el proyecto
Objetivo estratégico: Garantizar el uso sostenible de los ecosistemas naturales para la conservación de estos y la diversidad biológica.	
Estrategia 1: Implementar medidas de conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas naturales dentro de la comunidad.	
Línea de acción 1.1: Establecer a través de reunión las medidas a tomar cuando exista un daño provocado al ecosistema de los bosques	Se contempla que en el proyecto participen personas que lleven a cabo recorridos de vigilancia con el propósito de identificar posibles cambios significativos en dichas áreas. En caso de detectar algún cambio, se procederá a notificar a las autoridades correspondientes para realizar las denuncias pertinentes.
Línea de acción 1.2: Continuar con la reforestación de áreas verdes	Como medida de compensación ambiental asociada al proyecto, se contempla la realización de una reforestación utilizando exclusivamente especies nativas de la región. Esta acción tiene como objetivo evitar desequilibrios ecológicos y contribuir al mantenimiento de los ecosistemas locales.
Línea de acción 1.3: Realizar recorridos de campo para cuidar e informar acerca de anomalías dentro de las áreas boscosas.	Se contempla que en el proyecto participen personas que lleven a cabo recorridos de vigilancia con el propósito de identificar posibles cambios significativos en dichas áreas. En caso de detectar algún cambio, se procederá a notificar a las autoridades correspondientes para realizar las denuncias pertinentes.

Atlas de riesgo: Este documento es fundamental para identificar áreas susceptibles a riesgos naturales como deslizamientos, inundaciones o sismos. La ubicación del proyecto, considera que estas zonas de riesgos garanticen la seguridad de la edificación y de sus usuarios.

A continuación, se presenta lo encontrado en el documento.

De acuerdo con la carta magnética de campo total a escala 1:50,000 denominada Santa María Tlahuitoltepec E-14-D49, emitida por el Servicio Geológico Mexicano ((SGM), 2001), la intensidad magnética en nanoteslas registrada en la zona donde se ubica el proyecto se estima en -200. Este valor indica que la realización del proyecto no presenta riesgos asociados a las condiciones magnéticas del área.

Para el tema de sismos, de acuerdo con el documento en cita y con base en los datos de la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 1983) se puede identificar que el proyecto se encuentra inmerso dentro de la región sísmica C, lo cual indica un peligro Medio-Alto, en donde las aceleraciones del terreno son mayores a 10% de aceleración de gravedad terrestre.

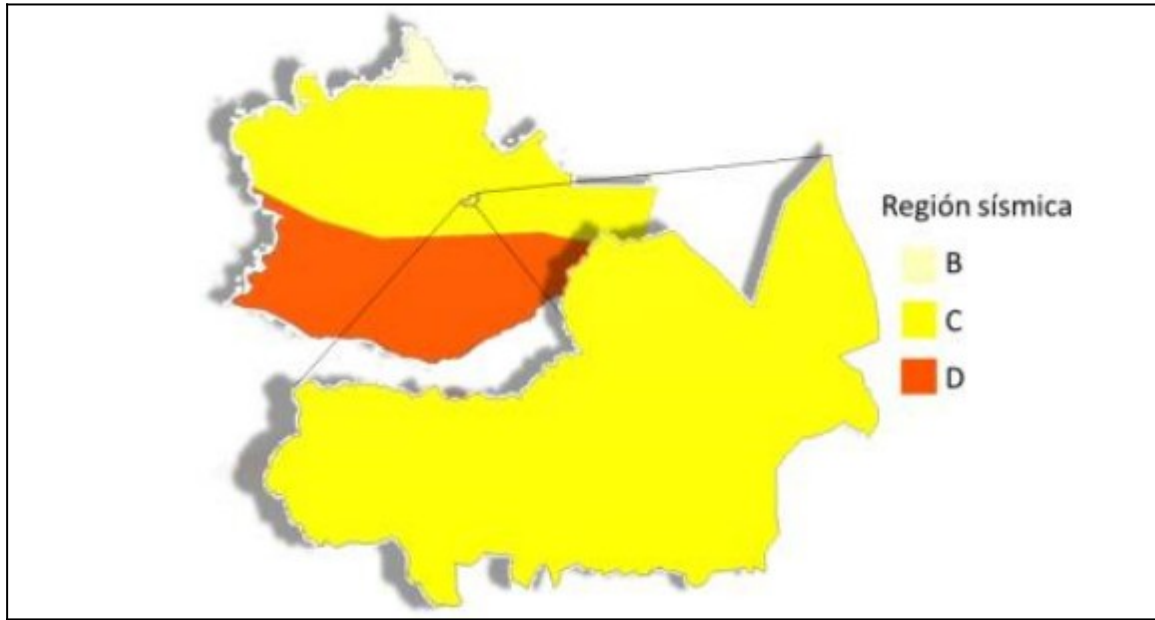


Figura III-12 Región sísmica en Santa María Tlahuitoltepec, Región C. (CFE, 1993).

No obstante, el documento citado señala que en México las obras civiles predominantes presentan graves afectaciones estructurales cuando el nivel de excitación del terreno alcanza o supera el 15% de la aceleración de la gravedad terrestre. En este contexto, dado que el nivel correspondiente al grado C alcanza únicamente el 10% de la aceleración de la gravedad, no representa un riesgo inminente para el proyecto.

En cuanto a los deslizamientos, el proyecto se encuentra ubicado en una zona clasificada como de riesgo medio y alto. Por lo tanto, la realización del proyecto se deberá realizar una cimentación adecuada para sostener la infraestructura

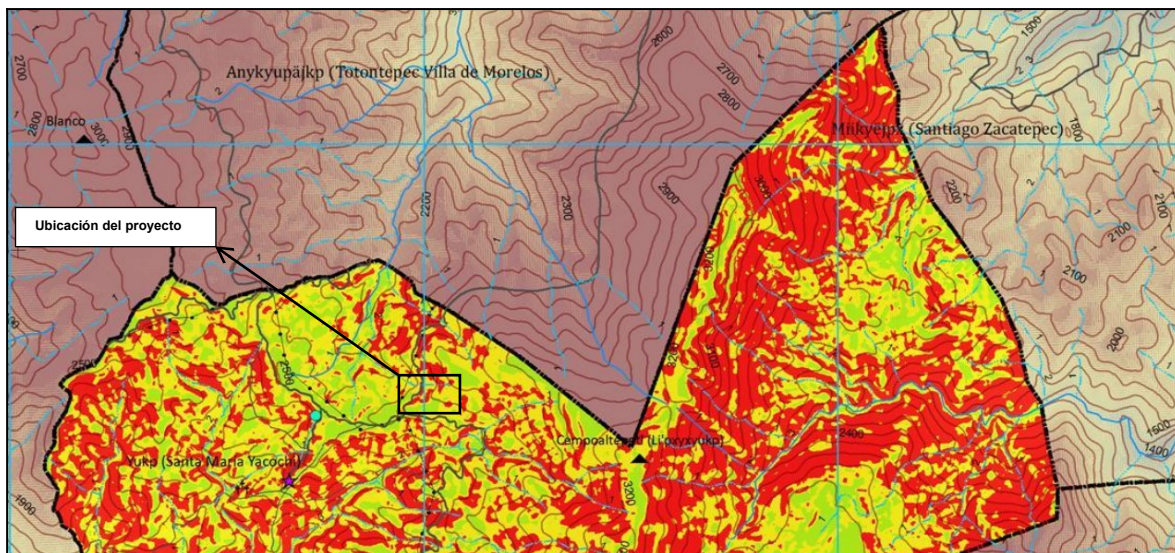


Figura III-13 Riesgo por inestabilidad de laderas (Atlas de riesgo, 2011).

III.1.5. Normas oficiales mexicanas

En el presente apartado se realizará una descripción de las Normas Oficiales Mexicanas vinculadas al presente proyecto.

Tabla III-19 Vinculación del proyecto con otras Normas Oficiales Mexicanas

Norma Oficial Mexicana	Referencia	Vinculación con el proyecto
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 proyecto no se localiza dentro de un Área Natural Protegida (ANP). No obstante, en caso de identificar especies de flora bajo algún estatus de conservación, se implementarán acciones de rescate y reubicación. Adicionalmente, se llevarán a cabo sesiones de concientización ambiental para fomentar el cuidado de la flora y la fauna, destacando las implicaciones jurídicas asociadas a actividades como la extracción, caza o cualquier acción que afecte a dichas especies.
NOM-001-SEMARNAT-2021	Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.	Para la realización del proyecto se contempla la realización de una fosa séptica la cual estará realizada conforme las especificaciones de la NOM-006-CONAGUA-1997.
NOM-161-SEMARNAT-2011	Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.	Al concluir la construcción de las cabañas y durante el desarrollo del proyecto, se realizará la clasificación de los residuos de manejo especial generados, los cuales serán enviados a un centro autorizado para su adecuada disposición.

III.1.6. Otros instrumentos

III.1.6.1 Ordenamientos jurídicos federales

III.1.6.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM)

Con fundamento en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), en el presente apartado se señalan los artículos que constituyen la base jurídica para la vinculación del proyecto.

Última reforma: (Diputados C. d., 2024)

FUNDAMENTO JURÍDICO

- TITULO PRIMERO
- CAPÍTULO I DE LOS DERECHOS HUMANOS Y SUS GARANTÍAS
- Artículo 4. Párrafo 5
- Artículo 25. Párrafo 1
- Artículo 27. Párrafo 1

Artículo 4 Párrafo 5

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.

Párrafo adicionado DOF 28-06-1999. Reformado DOF 08-02-2012

Artículo 25 Párrafo 1

Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo.

Párrafo reformado DOF 28-06-1999, 05-06-2013

Artículo 27 Párrafo 1

La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.

Párrafo reformado DOF 06-02-1976, 10-08-1987, 06-01-1992

III.1.6.1.2 Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)

Última reforma: **01-04-2024** (DOF, 2024).

De acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)

FUNDAMENTO JURÍDICO

CAPÍTULO II Distribución y competencias y Coordinación

Artículo 5. Fracción X y XI

Capítulo III Política Ambiental

Artículo 15. Fracción I, II, IV

CAPÍTULO IV - Instrumentos de la Política Ambiental

Sección V - Evaluación del Impacto Ambiental

Artículo 28. Fracción VII

Artículo 30 Primer párrafo

ARTÍCULO 5: Son facultades de la Federación

Fracción X: La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, y en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes;

Fracción XI. La regulación del aprovechamiento sustentable, la protección y la preservación de las aguas nacionales, la biodiversidad, la fauna y los demás recursos naturales de su competencia.

Fracción reformada DOF 25-02-2003

ARTÍCULO 15: *Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios:*

Fracción I: Los ecosistemas son patrimonio común de la sociedad y de su equilibrio dependen la vida y las posibilidades productivas del país;

Fracción II: Los ecosistemas y sus elementos deben ser aprovechados de manera que asegure una productividad óptima y sostenida, compatible con su equilibrio e integridad;

Fracción IV: Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente, promueva o realice acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y aproveche de manera sustentable los recursos naturales;

Fracción reformada DOF 24-04-2012

ARTÍCULO 28: *La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que pueda 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.

Párrafo reformado DOF 23-02-2005

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 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.*

Artículo reformado DOF 13-12-1996

III.1.6.1.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación de impacto ambiental

Última reforma: **31-10-2014** (DOF, 2014)

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (RLGEEPA)

FUNDAMENTO JURÍDICO

CAPÍTULO II – DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES QUE REQUIERAN AUTORIZACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL Y DE LAS EXCEPCIONES

Artículo 5.

Inciso O) Cambio de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas fracción I.

ARTÍCULO 5:

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

INCISO O) Cambio de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas

Fracción 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;

III.1.6.1.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

Última reforma: **01-04-2024** (DOF, 2024)

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

FUNDAMENTO JURÍDICO

TÍTULO CUARTO. DE LOS PROCEDIMIENTOS EN MATERIA FORESTAL

CAPÍTULO IV - Instrumentos de la Política Ambiental

Sección Séptima – Del cambio de uso de suelo en terrenos forestales

Artículo 93. Párrafo primero, párrafo cuarto

Artículo 94.

ARTÍCULO 93:

Párrafo Primero

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.

Artículo reformado DOF 26-04-2021

Párrafo Cuarto

Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

ARTÍCULO 94: *Las autorizaciones de cambio de uso de suelo deberán inscribirse en el Registro.*

III.1.6.1.5 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (RLGDFS)

Última reforma: 09-12-2020 (DOF, 2020)

De acuerdo con la Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (RLGDFS)

FUNDAMENTO JURÍDICO

TÍTULO II Autorizaciones, avisos y registros

Sección VI. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales

Artículo 139

Artículo 141

ARTÍCULO 139

Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, el cual deberá contener, por lo menos, lo siguiente:

- I. Nombre o denominación o razón social, así como domicilio, número telefónico y correo electrónico del solicitante;*
- II. Lugar y fecha*
- III. Datos de ubicación del predio o conjunto de predios, y*
- IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar identificada conforme a la Clasificación del Uso de Suelo y vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía*

A la solicitud a que se refiere el párrafo anterior, se deberá anexar lo siguiente:

I. Copia simple de la identificación oficial del solicitante

- II. Original o copia certificada del instrumento con el cual se acredite la personalidad del representante legal o de quien solicite el Cambio de Uso de Suelo a nombre del propietario o poseedor del predio, así como copia simple para su cotejo;*
- III. Original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo*

IV. Tratándose de ejidos y comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea de conformidad con la Ley Agraria en la que conste el acuerdo de Cambio de uso de suelo en el terreno respectivo

- V. El estudio técnico justificativo, en formato impreso y electrónico o digital*

ARTÍCULO 141

Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener por lo menos lo siguiente:

- I. Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno*
 - II. Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el cambio de uso de suelo en los terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georreferenciados y expresados en coordenadas UTM;*
 - III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrológica, subcuenca y microcuenca, donde se encuentra ubicada la superficie solicitada incluyendo clima, tipos de suelo, topografía, hidrografía, geología y la composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticas;*
 - IV. Descripción de las condiciones del área sujeta a Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, que incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna;*
 - V. Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales*
 - VI. Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrán después de la remoción de la vegetación forestal*
 - VII. Estimación de volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo*
 - VIII. Plazo propuesto y la programación de las acciones para ejecución del cambio de uso de suelo*
 - IX. Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el cambio de uso de suelo*
 - X. Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos forestales, el suelo, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del cambio de uso de suelo*
 - XI. Servicios ambientales que serán afectados por el cambio de uso de suelo propuesto*
 - XII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el cambio de uso de suelo se mantenga*
 - XIII. Datos de inscripción en el Registro del Prestador de Servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del cambio de uso de suelo*
-

XIV. *Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables y,*

XV. *Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas*

La propuesta de programa a que se refiere la fracción IX del presente artículo deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el Plano georreferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de Cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento.

Para efectos de lo previsto en la fracción XIV del presente artículo, los interesados identificarán los criterios de los programas de ordenamiento ecológico que emitan las autoridades competentes de los tres órdenes de gobierno, atendiendo al uso que se pretende dar al Terreno forestal.

III.1.6.1.6 Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

Última reforma DOF 20-05-2021 (DOF, 2021)

De acuerdo con la Ley General de Vida Silvestre

FUNDAMENTO JURÍDICO

TÍTULO VI

CONSERVACIÓN DE LA VIDA SILVESTRE

CAPÍTULO I

ESPECIES Y POBLACIONES EN RIESGO Y PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN

Artículo 58

Artículo 59

CAPÍTULO II

DAÑOS

Artículo 106

Artículo 58: *Entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como:*

- a) *En peligro de extinción, aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica el hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.*
- b) *Amenazadas, aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones*
- c) *Sujetas a protección especial, aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina a necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación de poblaciones de especies asociadas.*

Artículo 59: Los ejemplares confinados de las especies probablemente extintas en el medio silvestre serán destinados exclusivamente al desarrollo de proyectos de conservación, restauración, actividades de repoblación y reintroducción, así como de investigación y educación ambiental autorizados por la Secretaría.

Artículo 106: Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona física o moral que ocasione directa o indirecta un daño a la vida silvestre o a su hábitat, está obligada a repararla o compensarla de conformidad a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

Párrafo reformado DOF 07-06-2013

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

Tabla III-20 Vinculación el proyecto con las Leyes Federales

Vinculación con el proyecto	El proyecto “Cabañas Zempoaltépetl” ubicado en la comunidad de Santa María Yacochi, deberá someterse a Evaluación en Materia de Impacto Ambiental (EIA), a través de una manifestación de impacto ambiental, cumpliendo con el supuesto del artículo 28 de la LGEEPA y el artículo 93 de la LGDFS. Los resultados obtenidos del presente documento permitirán evaluar, minimizar o mitigar los posibles daños a los recursos naturales involucrados en el proyecto, dentro del cual se promueven actividades de turismo rural, ubicado en la comunidad Santa María Yacochi, municipio de Santa María Tlahitoltepec, Oaxaca. El presente documento se somete a evaluación de competencia Federal con la finalidad de obtener la aprobación de la correspondencia de la LGEEPA, RLGEEPA, LGDFS y el RLGDFS.
------------------------------------	--

III.1.6.1.7 Leyes Estatales

III.1.6.1.8 Ley del equilibrio ecológico y protección al ambiente para el Estado de Oaxaca

Última reforma: 23-10-2021 (CNDH, 2021).

FUNDAMENTO JURÍDICO

TÍTULO PRIMERO

Disposiciones generales

Capítulo I: De las Normas preliminares

Artículo 1

Artículo 2

Capítulo II. De la distribución de competencias y coordinación

Artículo 5

Capítulo III. De la política ambiental

Artículo 9

Sección III. Instrumentos Económicos

Artículo 18

Sección VI. De la regulación ambiental de los asentamientos humanos

Artículo 27

Artículo 1. *La presente ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Oaxaca y de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo que corresponde a las atribuciones que ella asigna a los Estados y municipios de acuerdo a lo dispuesto por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.*

En todo lo no previsto en esta Ley se aplicará lo establecido por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección al Ambiente, la Ley de Procedimientos y Justicia Administrativa para el Estado de Oaxaca y demás ordenamientos en materia ambiental y administrativa.

Artículo 2. *Las normas de esta Ley son de orden público e interés social, y tienen por objeto fijar las bases para:*

- I. Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar*
- II. Definir los principios de la política ambiental estatal y los instrumentos para su aplicación*
- III. La conservación, preservación, restauración y mejoramiento al ambiente*
- IV. La preservación y protección de la biodiversidad y geodiversidad, así como el establecimiento, regulación, administración y vigilancia de las áreas naturales protegidas de competencia estatal con la participación de los gobiernos municipales*
- V. El aprovechamiento sustentable, la preservación y en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles con la obtención de beneficios económicos y las actividades sociedad con la preservación de la biodiversidad, geodiversidad y los ecosistemas*

- VI. *La prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo; dentro del ámbito de competencia estatal, establecimiento los mecanismos de participación del Estado;*
- VII. *Asegurar la participación corresponsable de las personas en forma individual o colectiva en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, así como en el desarrollo sustentable de la entidad*
- VIII. *El ejercicio de las atribuciones y la coordinación que en materia ambiental corresponde al Estado de Oaxaca y sus municipios*
- IX. *Establecer los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales en materia, y;*
- X. *El establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como la imposición de sanciones administrativas y penales ante la autoridad competente.*

Artículo 5. *El estado y los municipios ejercerán sus atribuciones en materia de aprovechamiento de los recursos naturales, de preservación, y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, de conformidad con la distribución de competencias previstas en la Ley General, en esta Ley y en otros ordenamientos legales aplicables en la materia.*

Artículo 9. *Para formular y conducir la política ambiental estatal, así como, expedir y aplicar los instrumentos previstos en esta Ley, en materia de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente las autoridades tendrán en cuenta los siguientes principios:*

- I. *Toda persona tiene derecho a vivir en un ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar. Las autoridades, en los términos de ésta y otras Leyes, garantizarán y tomarán las medidas para cumplir ese derecho;*
 - II. *Los ecosistemas y sus elementos deben ser aprovechados de manera que se asegure la sustentabilidad, compatible con su equilibrio e integridad*
 - III. *Asumir la responsabilidad de la preservación y restauración del equilibrio ecológico y de la protección al ambiente, en forma conjunta con los particulares y con la sociedad organizada;*
 - IV. *Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente, promueva o realice acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y aproveche de manera sustentable los recursos naturales;*
 - V. *La responsabilidad respecto al equilibrio ecológico, comprende tanto las condiciones presentes como las que determinarán la calidad de la vida de las futuras generaciones*
 - VI. *La prevención de las causas que los generan, es el medio más eficaz para evitar los desequilibrios ecológicos*
 - VII. *La coordinación entre las dependencias y entidades de la administración pública y entre los niveles de gobierno federal y municipal, son indispensables para la eficacia de las acciones ecológico*
 - VIII. *Los sujetos de la concertación ecológica son los individuos, los grupos y organizaciones sociales. El propósito de la concertación de acciones en materia de gestión ambiental es reorientar la relación entre la sociedad y la naturaleza*
-

- IX. *En el ejercicio de las atribuciones que las leyes confieren al Estado, para regular, promover, restringir, prohibir, orientar y, en general, inducir las acciones de los particulares en los campos económico y social, se considerarán los criterios de preservación y restauración del equilibrio ecológico*
- X. *Que las normas y los derechos ambientales se tomen en cuenta de manera fundamental en los planes y programas de Gobierno y en las actividades de otros sectores de la sociedad oaxaqueña*
- XI. *Que se procure la capacidad técnica, financiera y humana para realizar actividades de investigación, planeación y administración encaminadas al desarrollo sustentable del Estado*
- XII. *Promover en todo el territorio del Estado, que el ordenamiento ecológico identifique la aptitud del territorio y, con ello, el mejor uso del mismo y regule las actividades productivas y de servicios, de manera que se asegure la conservación de los recursos naturales y la prosperidad de los oaxaqueños;*
- XIII. *Restaurar las áreas degradadas y promover la forestación o reforestación con especies nativas, de acuerdo con las condiciones climáticas locales y la vegetación original*
- XIV. *Garantizar el derecho de las comunidades, incluyendo a los (sic) comunidades indígenas y afromexicanas, a la protección, preservación, uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la salvaguarda y uso de la biodiversidad, de acuerdo con lo que determine la presente Ley y demás ordenamientos aplicables*
- XV. *La erradicación de la pobreza es necesaria para el desarrollo sustentable*
- XVI. *Las mujeres cumplen una importante función en la protección, preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y en el desarrollo. Su completa participación es esencial para lograr el desarrollo sustentable*
- XVII. *El control y la prevención de la contaminación ambiental, el adecuado aprovechamiento de los recursos naturales y el mejoramiento del entorno natural en los asentamientos humanos, son elementos fundamentales para elevar la calidad de vida de la población*
- XVIII. *La educación ambiental constituye un medio para valorar la vida a través de la prevención del deterioro ambiental, preservación, restauración y el aprovechamiento sostenible de los ecosistemas y con ello evitar los desequilibrios ecológicos y daños ambientales, y;*
- XIX. *La participación de la ciudadanía es estratégica en la protección del medio ambiente, por lo cual incentivar su participación responsable debe ser necesario para que las políticas puedan ser adoptadas*

Artículo 18. *El Estado y los Municipios en el ámbito de sus competencias, diseñarán, desarrollarán y aplicarán instrumentos económicos que incentiven el cumplimiento de los objetivos de la política ambiental, y mediante los cuales se buscará*

- I. *Promover un cambio en la conducta de las personas que realicen actividades industriales, comerciales y de servicios, de tal manera que sus intereses sean compatibles con los intereses colectivos de protección ambiental y de desarrollo sustentable*
 - II. *Fomentar la incorporación de información confiable y suficiente sobre las consecuencias, beneficios y costos ambientales al sistema de precios a la economía local en el ámbito de sus competencias*
 - III. *Otorgar incentivos a quien realice acciones para la protección, preservación o restauración del equilibrio ecológico. Asimismo, deberán procurar que quienes dañen*
-

- al ambiente, hagan uso indebido de los recursos naturales o alteren los ecosistemas, asuman los costos respectivos*
- IV. *Promover una mayor equidad social en la distribución y beneficios asociados a los objetivos de la política ambiental, y*
 - V. *Procurar su utilización conjunta con otros instrumentos de política ambiental, en especial cuando se trate de observar umbrales o límites en la utilización de ecosistemas, de tal manera que se garantice su integridad y equilibrio, la salud y el bienestar de la población.*

Artículo 27. *Para contribuir al logro de los objetivos de la política ambiental, la planeación del desarrollo urbano y vivienda, además de cumplir con lo dispuesto en la legislación federal en materia de asentamientos humanos, considerará los siguientes criterios:*

- I. *Los planes o programas de desarrollo urbano deberán tomar en cuenta los lineamientos y estrategias contenidos en los programas de ordenamiento ecológico general del territorio, regionales, locales y marinos existentes*
 - II. *En la determinación de los usos del suelo, se buscará lograr una diversidad y eficiencia de los mismos y se evitará el desarrollo de esquemas segregados o unifuncionales, así como las tendencias a la suburbanización extensiva*
 - III. *En la determinación de las áreas para el crecimiento de los centros de población, se fomentará la mezcla de los usos habitacionales con los productivos que no representen riesgos o daños a la salud de la población y se evitará que se afecten áreas con alto valor ambiental*
 - IV. *Se deberá privilegiar el establecimiento de sistemas de transporte colectivo y otros medios de alta eficiencia energética y ambiental*
 - V. *Se establecerán y manejarán en forma prioritaria las áreas de conservación ecológica en torno a los asentamientos humanos*
 - VI. *Las autoridades Estatales y municipales, en la esfera de su competencia promoverán la utilización de instrumentos económicos, fiscales y financieros de política urbana y ambiental, para inducir conductas compatibles con la protección y restauración del medio ambiente y con un desarrollo urbano sustentable*
 - VII. *El aprovechamiento del agua para usos urbanos deberá incorporar de manera equitativa los costos de su tratamiento, considerando la afectación a la calidad del recurso y la cantidad que se utilice*
 - VIII. *La política ecológica debe buscar la corrección de aquellos desequilibrios que deterioren la calidad de vida de la población y, a su vez, prever las tendencias de crecimiento del asentamiento humano, para mantener una relación suficiente entre la base de recursos y la población, y cuidar de los factores ecológicos y ambientales que son parte integrante de la calidad de la vida, y*
 - IX. *Las autoridades Estatales y Municipales, en la esfera de su competencia, deberán de evitar los asentamientos humanos en zonas donde las poblaciones se expongan al riesgo de desastres por impactos adversos del cambio climático.*
-

Tabla III-21 Vinculación del proyecto con las Leyes Estatales

Vinculación con el proyecto	El proyecto denominado “<i>Cabañas Zempoaltépetl</i>”, ubicado en la comunidad de Santa María Yacochi, tiene como objetivo la construcción de cabañas que fomenten actividades de turismo rural, aprovechando los recursos naturales de la región de manera sostenible. El presente proyecto se alinea con los lineamientos establecidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como con las disposiciones específicas previstas en la legislación estatal del Estado de Oaxaca. Adicionalmente, tanto para la elaboración de este documento como para la implementación de las actividades proyectadas, se han considerado cuidadosamente las normativas y directrices emitidas en las leyes estatales aplicables, garantizando su observancia y cumplimiento en todo momento.
------------------------------------	---

IV. CAPÍTULO IV

IV.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

IV.1.1. Delimitación del área de influencia

La delimitación del Área de Influencia (AI) se refiere al proceso de identificar y establecer un polígono que contiene las principales infraestructuras y accesos de un sitio específico, como cabañas y caminos de entrada. Este polígono representa el espacio en el que se concentran las actividades y los impactos directos asociados al sitio, sirviendo como una base para el análisis de posibles efectos ambientales, sociales o económicos derivados de las actividades desarrolladas en este espacio.

Por lo tanto, tomando en consideración los aspectos previamente descritos, se procedió a realizar la delimitación en campo de una superficie de **2,769.25 m²** que integra y comprende las áreas clave identificadas, específicamente las superficies correspondientes a las principales infraestructuras, como las cabañas, y los accesos que permiten la conectividad y el uso funcional del sitio. Esta delimitación se realizó de manera precisa y basada en observaciones directas, asegurando que el polígono establecido represente de forma adecuada y completa el espacio en el que se concentran las actividades y potenciales impactos directos relacionados con las operaciones del sitio. La demarcación de esta superficie constituye un elemento esencial para el análisis posterior de los efectos ambientales, sociales o económicos asociados.

A continuación, se muestra la Tabla IV -22, que detalla las coordenadas geográficas correspondientes al AI, utilizando el sistema de referencia WGS 1984, Zona 14 Norte. Y posteriormente la Figura IV -14, en la cual se presenta la representación del Área de Influencia (AI).

Tabla IV-22 Coordenadas de localización del Área de Influencia (AI) del Proyecto

Vértices	X	Y
1	815,492.32	1,898,450.06
2	815,505.75	1,898,441.34
3	815,493.39	1,898,437.21
4	815,485.22	1,898,436.72
5	815,472.90	1,898,429.23
6	815,487.01	1,898,428.74
7	815,504.61	1,898,418.39
8	815,499.67	1,898,418.32
9	815,478.94	1,898,414.16
10	815,469.80	1,898,411.06
11	815,461.80	1,898,411.28
12	815,461.63	1,898,415.03
13	815,441.10	1,898,414.58
14	815,428.63	1,898,424.31
15	815,430.65	1,898,433.79
16	815,437.57	1,898,444.74
17	815,452.54	1,898,459.47
18	815,466.41	1,898,477.42
19	815,479.00	1,898,463.71

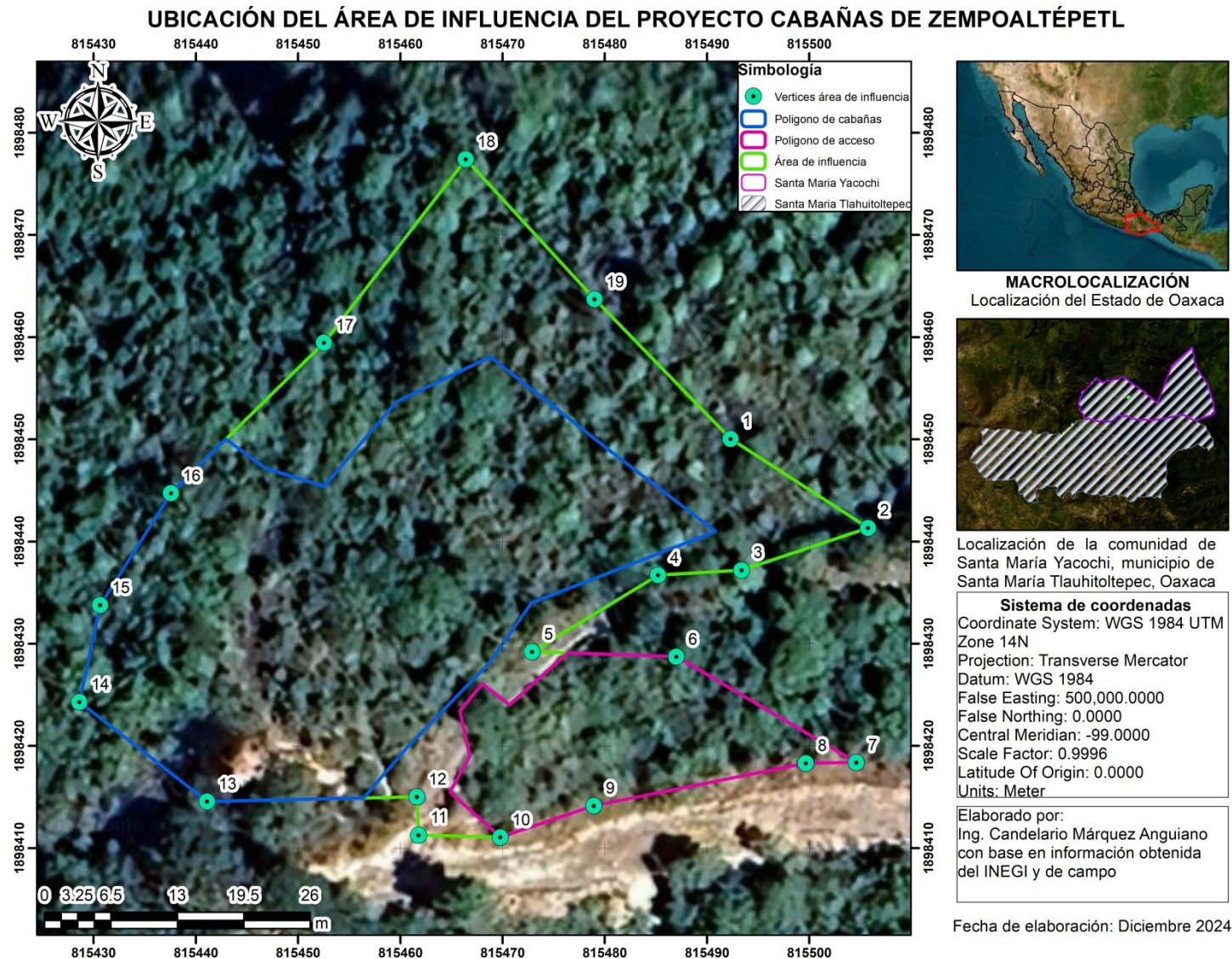


Figura IV-14 Área de influencia del proyecto "Cabañas Zempoaltépetl"

IV.1.2. Delimitación del sistema ambiental

Para determinar la delimitación del Sistema Ambiental (SA) asociado al proyecto, se llevó a cabo un proceso integral que combinó enfoques técnicos y metodológicos diversos, con el objetivo de garantizar una representación precisa y adecuada del área de estudio. Inicialmente, se consideraron las microcuencas definidas por los Fideicomisos de Riesgo Compartido (FIRCO, 2015) como punto de partida para esta delimitación. No obstante, al analizar el tamaño de la microcuenca en la que se encuentra ubicado el proyecto (microcuenca 28-120-01-354), se identificó que su extensión era significativamente grande, dificultando un enfoque específico acorde con los objetivos del proyecto. La Figura IV -15 ilustra el tamaño de esta microcuenca en comparación con la extensión del proyecto.

Frente a esta limitación, se decidió implementar un enfoque complementario que permitiera delimitar el área de manera más representativa y precisa. Para ello, se llevó a cabo un análisis de los escurrimientos naturales en la zona, basado en las características topográficas locales (Figura IV -16). Este análisis fue procesado mediante herramientas avanzadas de un Sistema de Información Geográfica (SIG), específicamente utilizando el programa *Global Mapper* y su herramienta de geoproceso “*generate watershed*”. Este procedimiento permitió subdividir la microcuenca 28-120-01-354 en unidades más pequeñas, adecuadas para identificar las áreas que realmente influyen y forman parte del sistema ambiental del proyecto. Los resultados de este análisis se presentan en la Figura IV -17 y Figura IV -18, donde se observa la estructura detallada de las microcuencas generadas.

Adicionalmente, la delimitación fue ajustada y refinada mediante el uso del programa *ArcGIS*, con el objetivo de integrar tanto las características físicas del terreno como los flujos hidrológicos relevantes. El producto final de este proceso es una delimitación precisa del SA de **434.73 ha** que refleja fielmente las condiciones ambientales del área de influencia del proyecto. En la se presenta la microcuenca final delimitada, destacando su ubicación y las particularidades topográficas consideradas.

Este enfoque integral asegura que la delimitación del SA sea consistente con los requerimientos del proyecto y contribuya a una gestión ambiental efectiva, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones en las etapas subsecuentes.

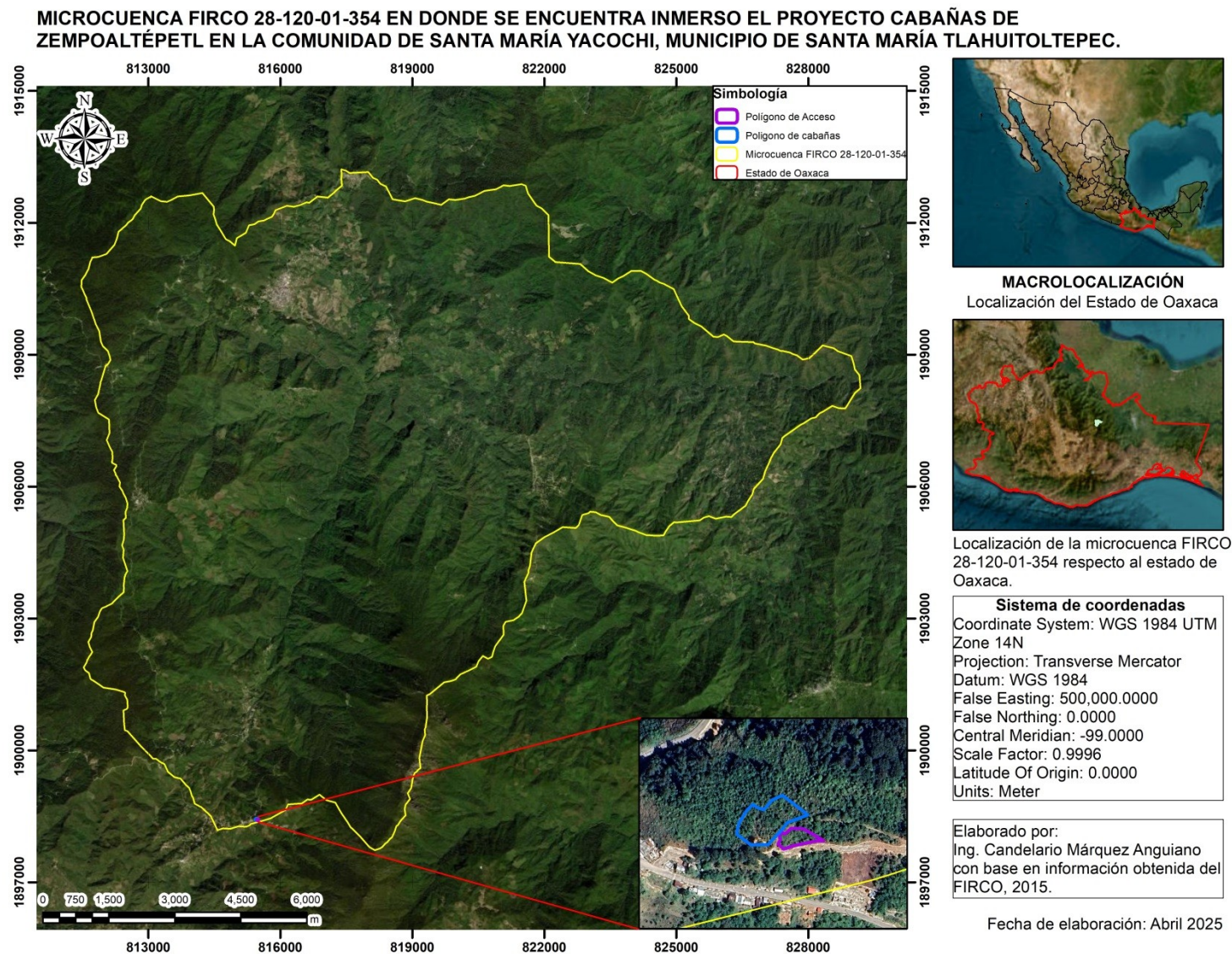


Figura IV-15 Microcuenca FIRCO 28-120-01-354 en donde se encuentra inmerso el proyecto

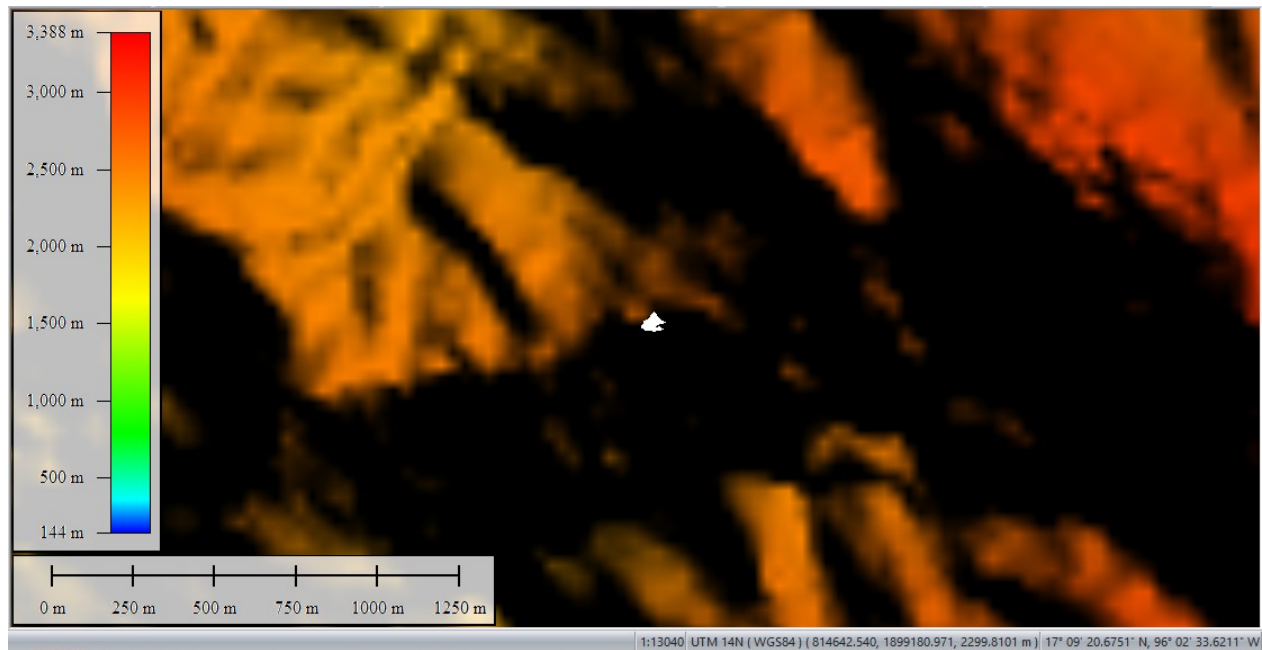


Figura IV-16 Topografía para la generación de las microcuencas

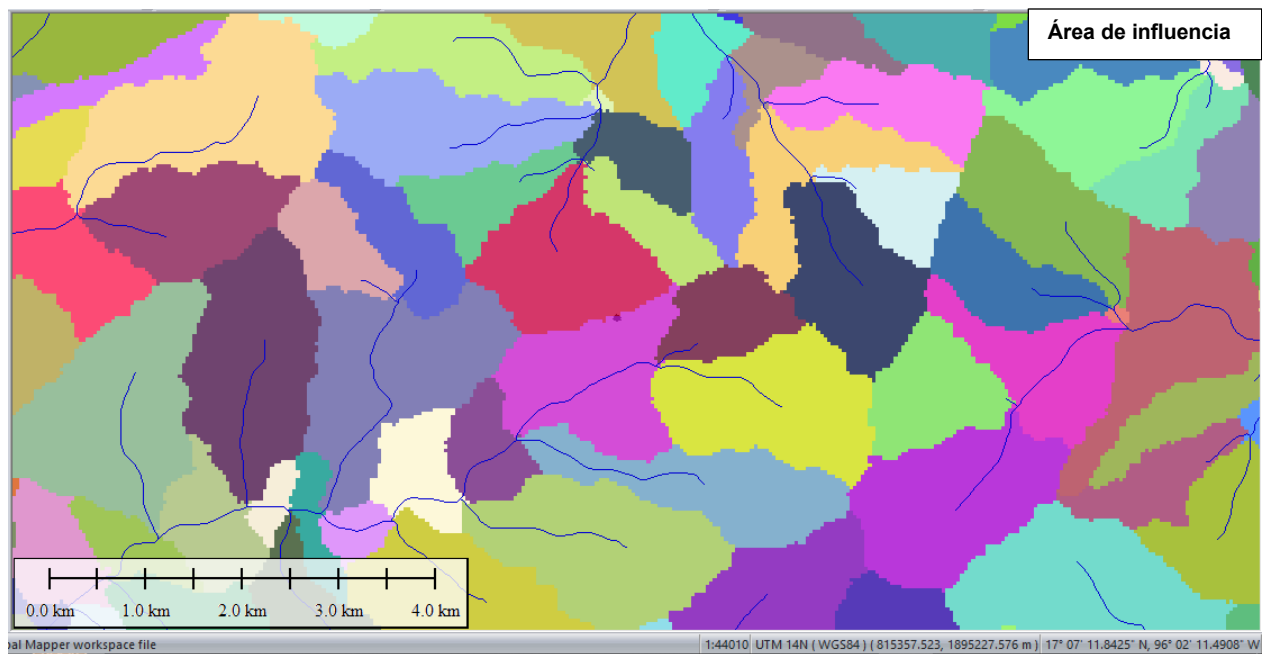


Figura IV-17 Subdivisión de microcuenca FIRCO

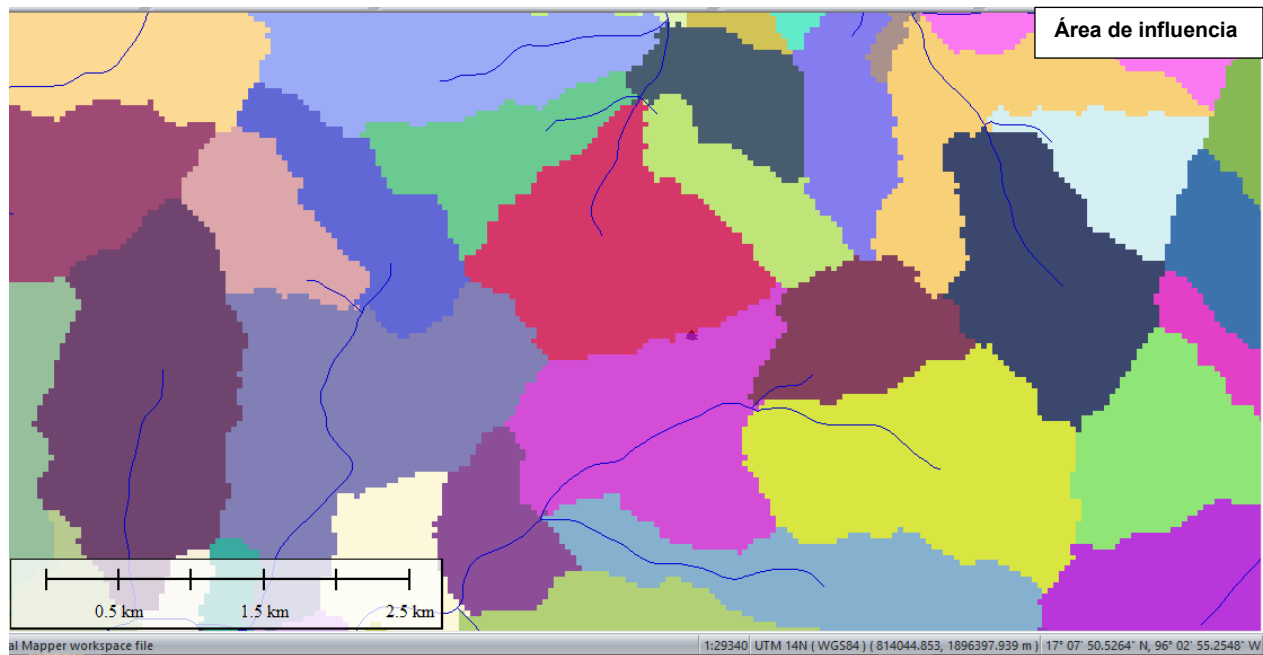


Figura IV-18 Subdivisión de microcuenca FIRCO (Zoom in)

DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL CON BASE EN LA MICROCUENCA FIRCO 28-120-01-354 EN DONDE SE ENCUENTRA INMERSO EL PROYECTO CABAÑAS DE ZEMPOALTEPETL, OAXACA

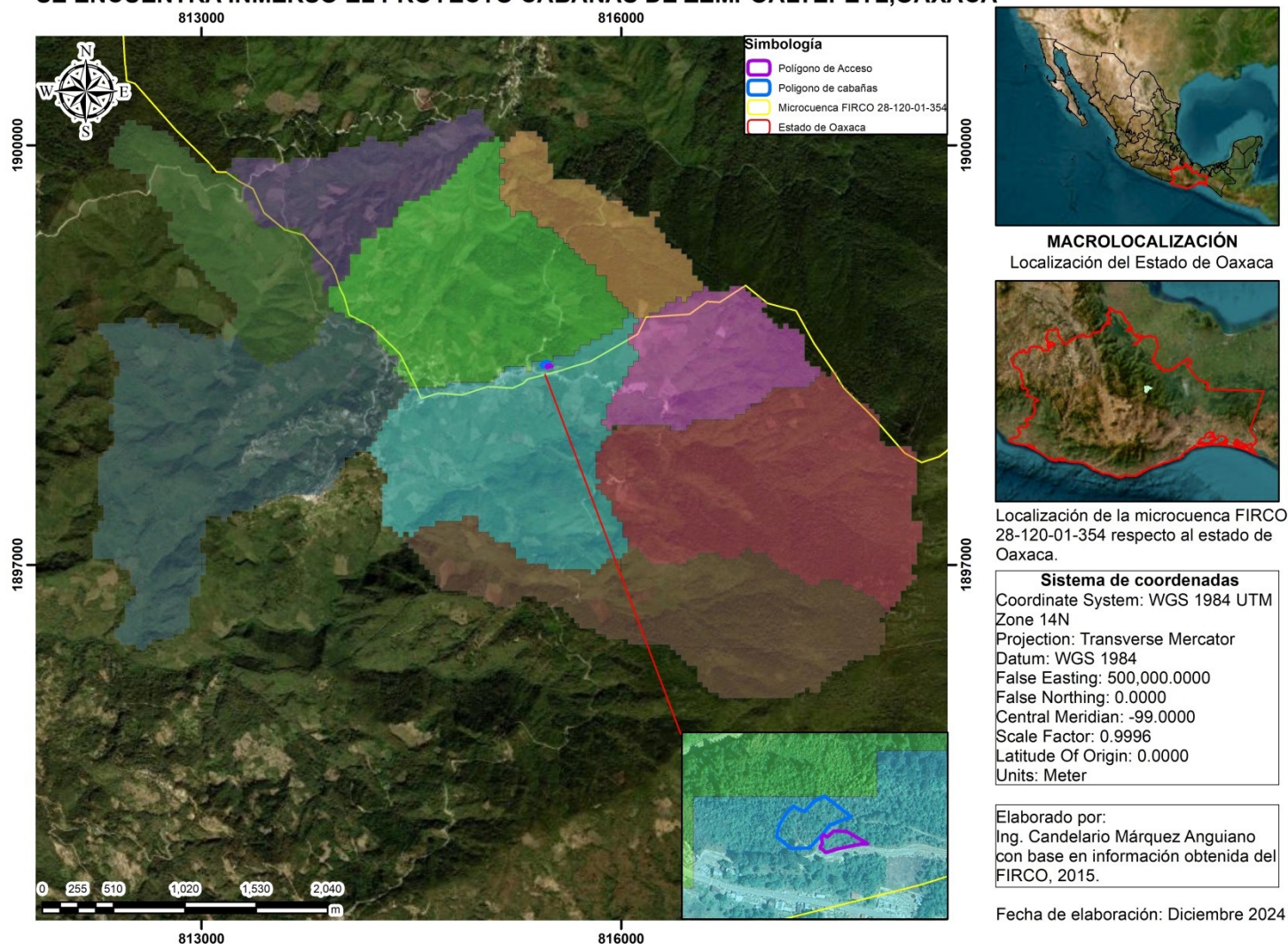


Figura IV-19 Delimitación del SA con base en la Microcuenca FIRCO 28-120-01-354 y geoproceso SIG

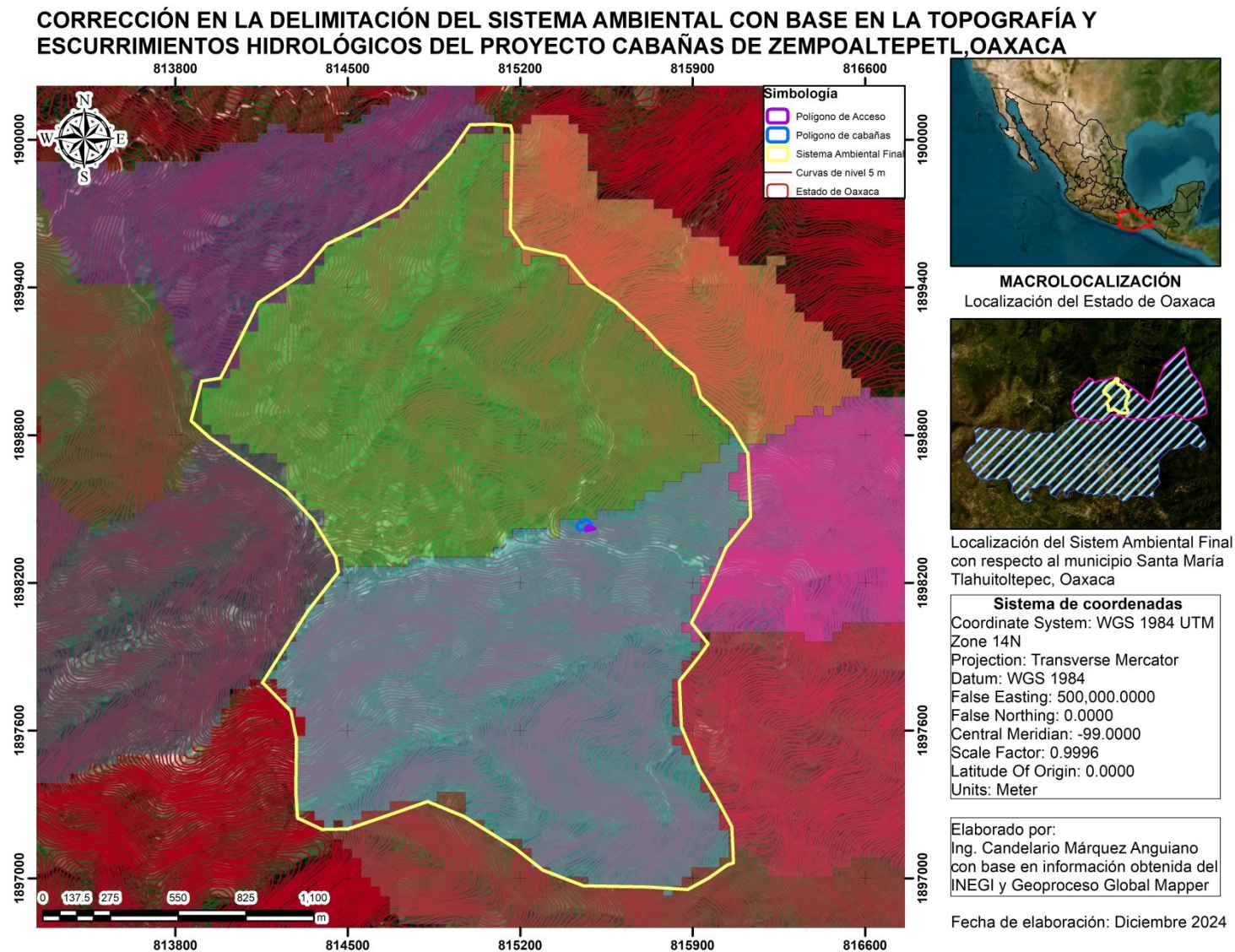


Figura IV-20 Corrección del Sistema Ambiental (SA) con base en la topografía y escurrimientos hidrológicos del proyecto

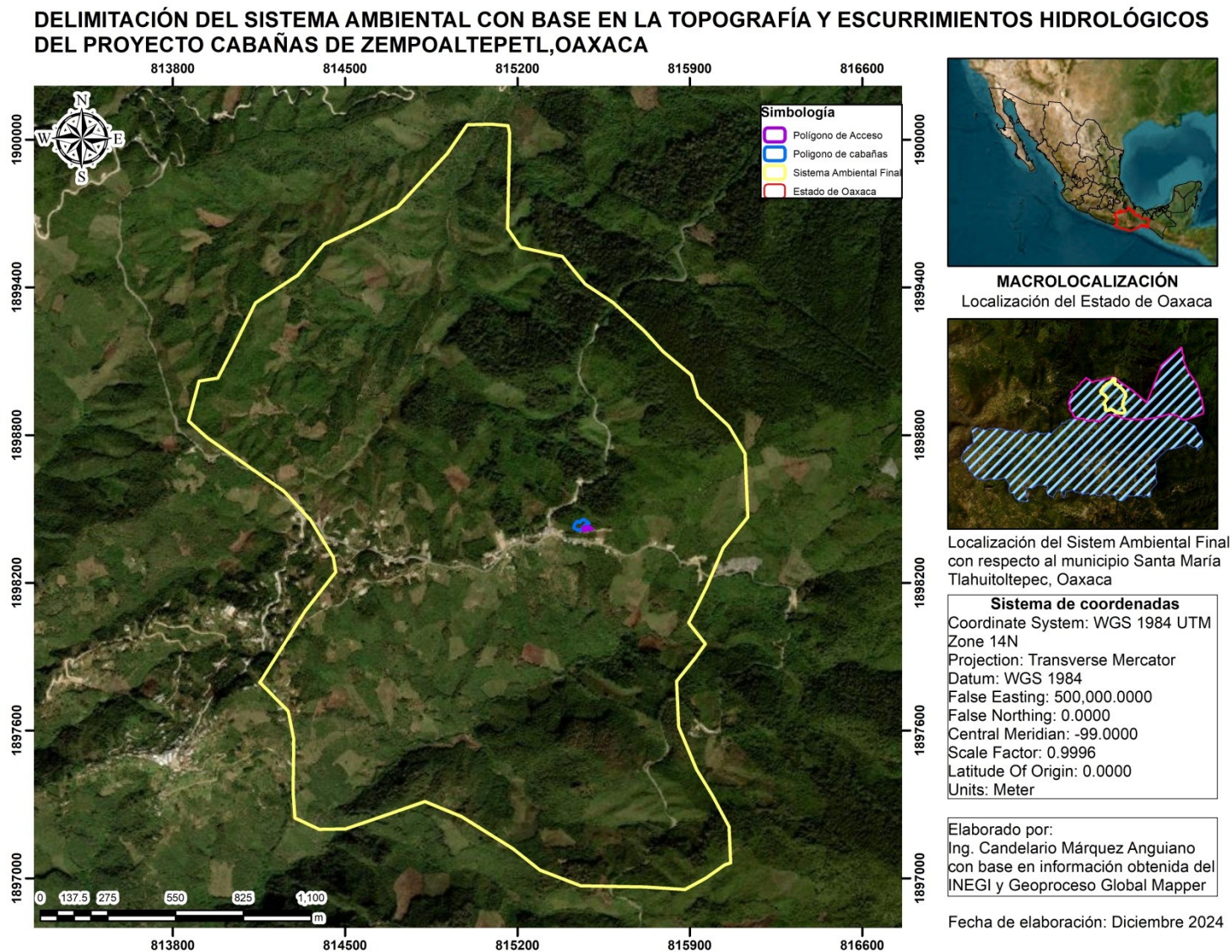


Figura IV-21 Sistema Ambiental final (SA) del proyecto cabañas de Zempoaltépetl, Oaxaca.

IV.1.3. Caracterización y análisis del sistema ambiental

Este apartado se desarrolla considerando de manera integral los elementos que conforman el medio físico, biótico, social, económico y cultural, así como los diversos usos del suelo y del agua presentes en el área de estudio. Asimismo, se incluye el análisis de la variabilidad estacional de los componentes ambientales, con el propósito de reflejar sus comportamientos y tendencias. Las descripciones y los análisis realizados se fundamentan en la información recopilada a partir de la bibliografía consultada y de otras fuentes disponibles.

IV.1.3.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA

IV.1.3.1.1 Medio abiótico

Clima y fenómenos meteorológicos

De acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) en su archivo vectorial climas del año 1998, el clima que se encuentra presente en las áreas del proyecto corresponde a **C (f)**, el cual pertenece al grupo de climas templados de templado la descripción de ese clima es el siguiente:

Templado, húmedo, temperatura media anual entre 12° C y 18° C, temperatura del mes más frío entre -3° C y 18° C y temperatura del mes más caliente bajo 22° C. Precipitación en el mes más seco mayor de 40 mm; lluvias todo el año y porcentaje de lluvia invernal mayor al 18% del total anual.

Asimismo, en concordancia al tema del clima, de acuerdo con el archivo vectorial denominado información estaciones climatológicas emitidos por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la estación meteorológica más cercana al área e influencia se denomina “Tlahuintoltepec” se encuentra a una distancia de 6.83 km, ubicado en el municipio de Santa María Tlahuintoltepec, en las coordenadas Latitud: 17.09138889°; Longitud: -96.05944444° y con una altitud de 1,223 m.s.n.m.

A continuación, se presenta la Tabla IV -23 que contiene los datos sobre temperatura y precipitación de la zona de acuerdo con la estación 20504, asimismo se presenta la Figura IV -22 que contiene un climograma que ilustra los datos obtenidos de la estación y por último se presenta la Figura IV -23 y la que contienen el mapa de clima y la estación climática más cercana respectivamente.

Tabla IV-23 Climograma de la estación "Tlahuintoltepec" 20504

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura (°C)	15.4	16.6	18.1	19.1	19.6	18.9	17.8	17.9	18.9	17.9	16	17.4	17.6
Precipitación (mm)	21.2	15.5	20.3	46.8	107.3	230.9	191.4	218.4	259.6	154.4	80.7	29.8	1,028.6

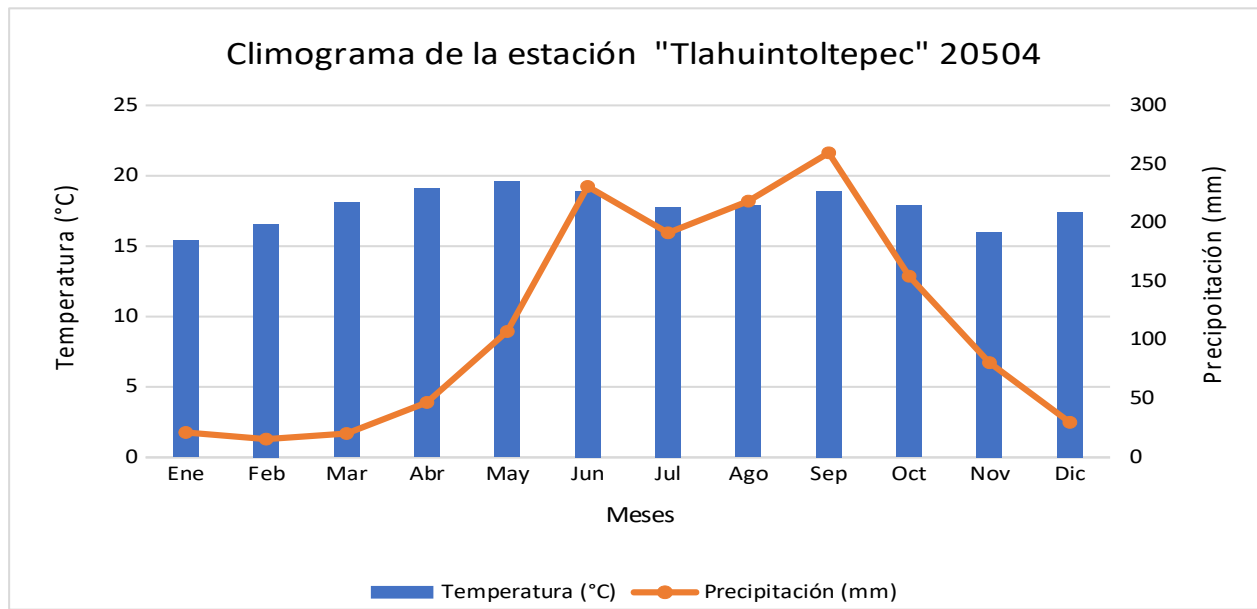


Figura IV-22 Climograma de la estación "Tlahuintoltepec" 20504

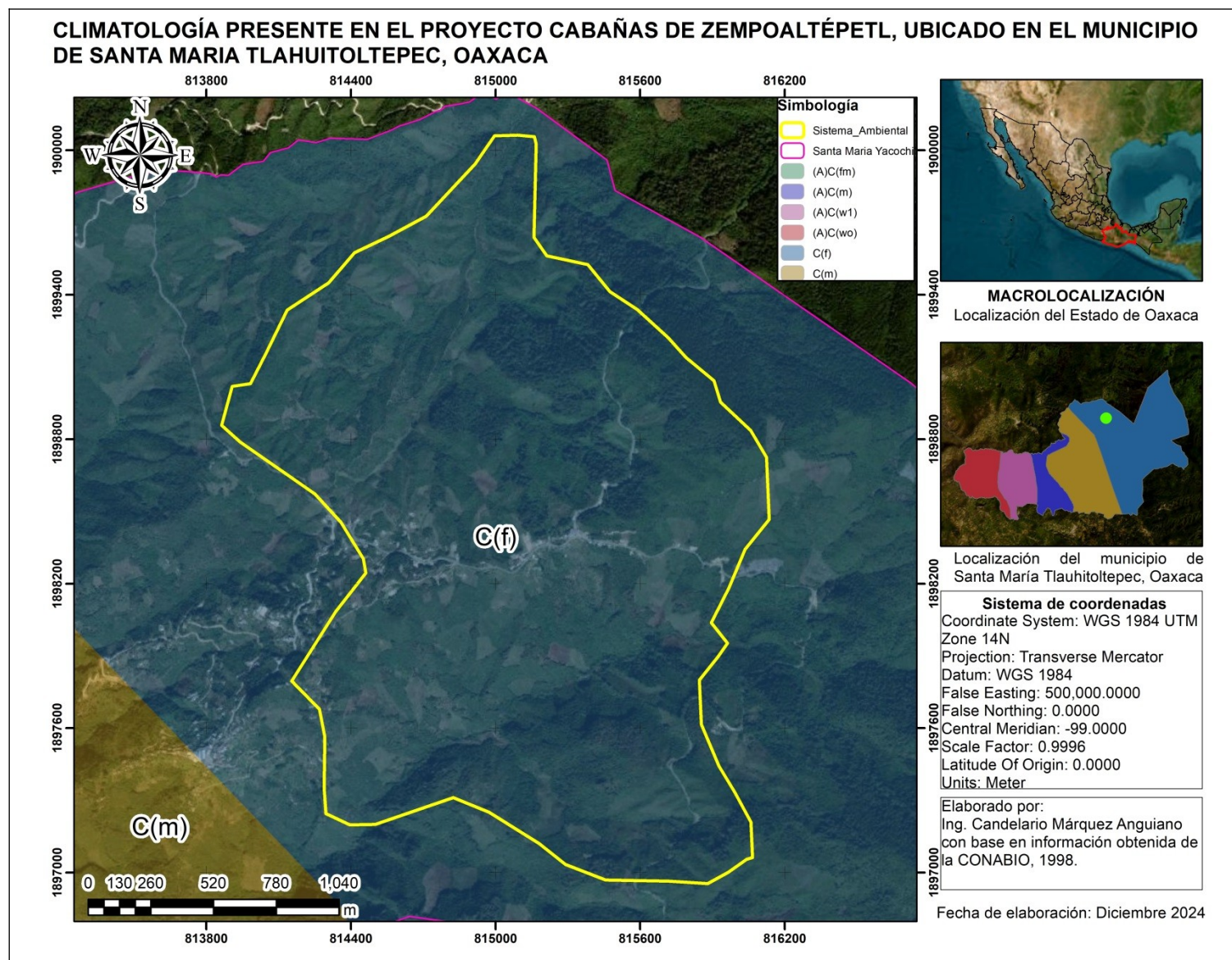


Figura IV-23 Climatología presente el proyecto

ESTACIÓN CLIMÁTICA MÁS CERCANA AL PROYECTO CABAÑAS DE ZEMPOALTÉPETL, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE SANTA MARIA TLAHUITOLTEPEC, OAXACA

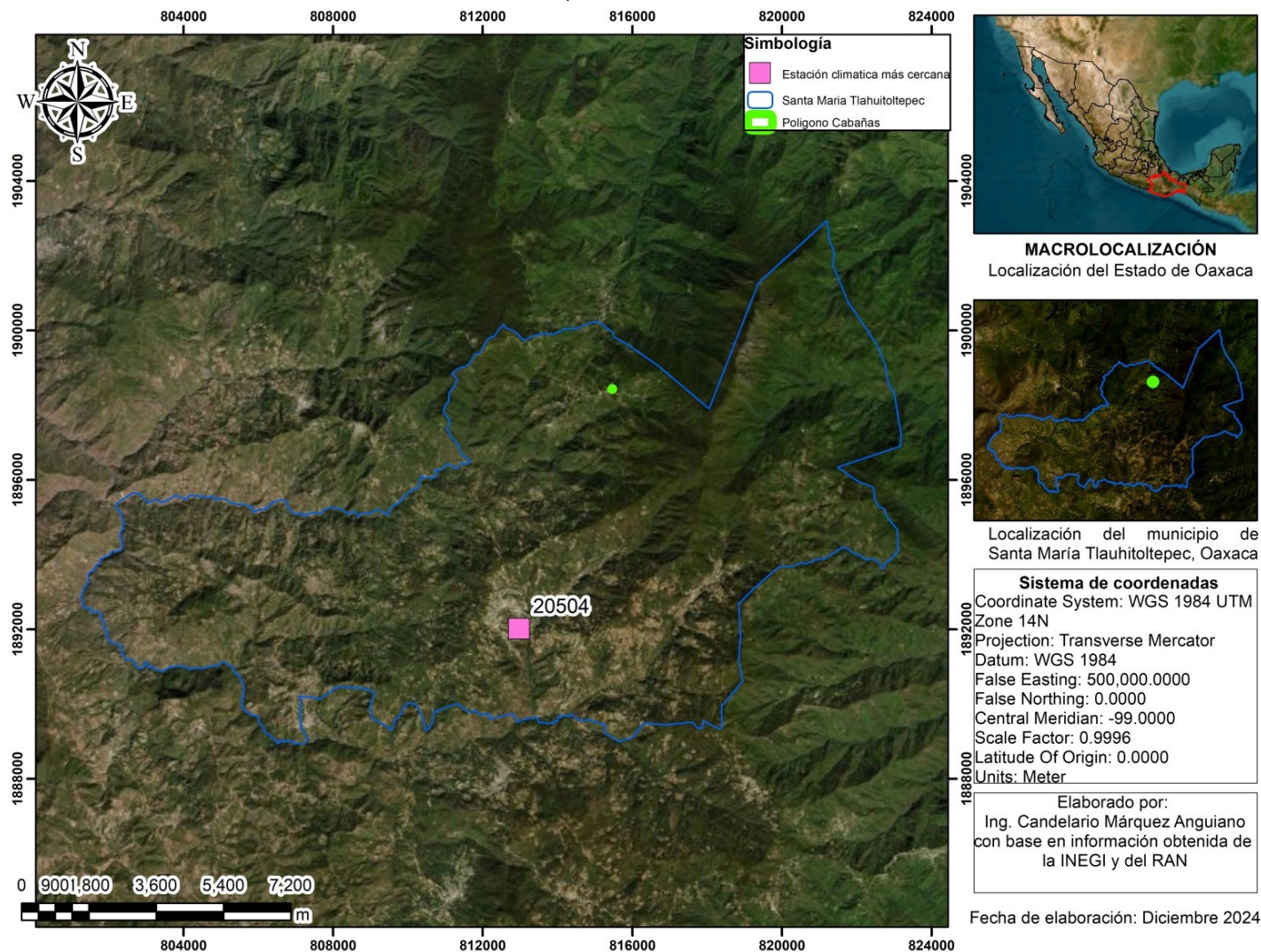


Figura IV-24 Estación climática más cercana al proyecto (6.83 km)

Geología y geomorfología

La geología es la ciencia que se ocupa del estudio de la tierra, de su constitución, origen e historia de los procesos que ocurren en ella. Es un conjunto ordenado de conocimientos sobre el Planeta y sobre los recursos naturales que de él se pueden obtener.

La ciencia investiga el origen y clasifica a las rocas, los tipos de estructuras que conforman a las unidades de roca y la forma de relieve que se desarrolla por los procesos internos y externos plasmados en la corteza terrestre. El manejo de criterios geológicos y de otras disciplinas permiten establecer inferencias que conduzcan a la localización de: mantos de agua subterránea, yacimientos de petróleo, concentraciones minerales susceptibles de explotarse económicamente, afloramiento de roca útil como material de construcción, y de zonas con potencialidad geotérmica. El análisis geológico de una región puede indicar la conveniencia técnica del desarrollo de asentamientos urbanos, realización de obras de ingeniería civil de gran envergadura y de control de las corrientes superficiales de agua (INEGI, 2005).

Con base en los datos presentados por el (INEGI, 1984) en su archivo vectorial denominado Conjunto de datos vectoriales Geológicos Serie I. E-14-9, el tipo de geología presente en el área e influencia es el siguiente:

Clave	Entidad	Clase	Tipo	Era	Sistema
Tom (A)	Unidad Cronoestratigráfica	Ígnea extrusiva	Andesita	Cenozoico	Terciario
Tom (Ta)	Unidad Cronoestratigráfica	Ígnea extrusiva	Toba ácida	Cenozoico	Terciario

A continuación, se da una descripción detallada de la composición de las geologías en las que se encuentra presente el proyecto.

Las rocas ígneas (Ignis-fuego): Se originan a partir de material fundido en el interior de la corteza terrestre, el cual está sometido a temperatura y presión muy elevada. El material antes de solidificarse recibe el nombre genérico de MAGMA (solución compleja de silicatos con agua y gases a elevada temperatura). Se forma a una profundidad de la superficie terrestre de entre 25 a 200 km. Cuando emerge a la superficie se conoce como LAVA.

Extrusivas: Cuando el magma llega a la superficie terrestre es derramado a través de fisuras o conductos (volcán), al enfriarse y solidificarse forma este tipo de rocas. Se distinguen de las intrusivas, por presentar cristales que sólo pueden ser observados por medio de una lupa (textura afanítica).

Contenido mineralógico (intermedio): término químico comúnmente usado para aquellas rocas que contiene más de 52% y menos de 65% SiO_2 .

Composición mineralógica esencial (Andesita): Roca volcánica generalmente porfídica que consiste de plagioclasa sódica.

Toba (T): Roca de origen explosivo formada por material volcánico suelto o consolidado. Comprende fragmentos de diferente composición mineralógica y tamaños menores de 4 mm.

Toba riolítica: Roca piroclástica cuya composición mineralógica es similar a la roca riolítica.

A continuación, se presenta la Figura IV -25, que contiene las geologías presentes en el área e influencia.

GEOLOGÍA PRESENTE EN EL PROYECTO CABAÑAS DE ZEMPOALTÉPETL, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE SANTA MARIA TLAHUITOLTEPEC, OAXACA

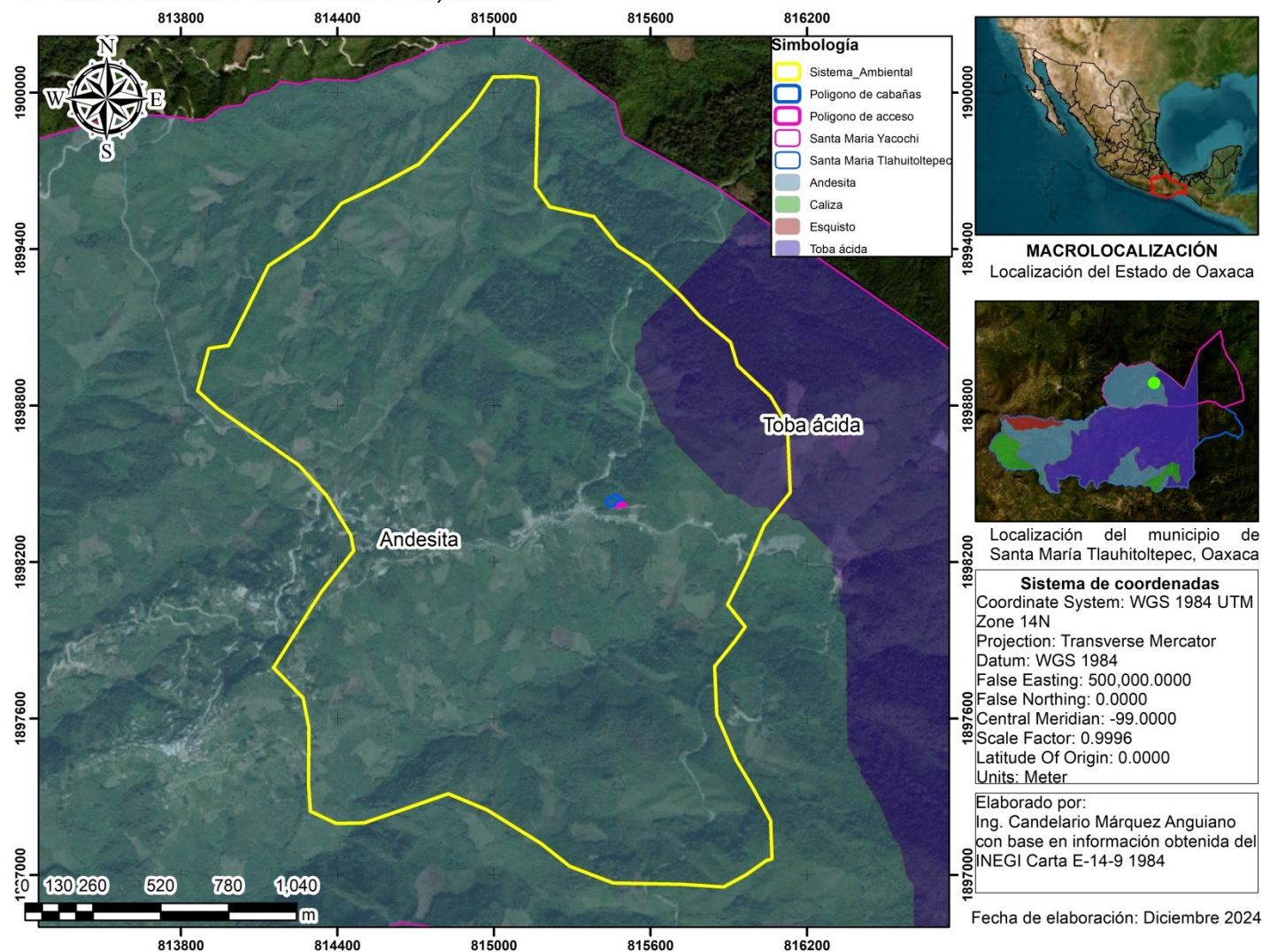


Figura IV-25 Geología presente en el área e influencia

Suelos

La edafología es ciencia que estudia la naturaleza y propiedades de los suelos con relación a la producción vegetal. Proviene del griego “*edaphos*”: suelo, y “*logos*” tratado. En general, se toma como sinónimo de Pedología pero, la diferencia entre pedón y edafón, es que el primero en el suelo en el sentido de piso y, el segundo, el suelo que se cultiva (Camelo, 2000).

De acuerdo con el archivo vectorial edafología en su carta E-14-9 proporcionado por el (INEGI, 2007), el área e influencia, se sitúa dentro del suelo denominado Leptosol (LP), el cual se describe a continuación:

Leptosol (LP): Del griego *Leptos*, delgado, del griego *Lithos*, piedra. Incluyen los antiguos Litosoles y otros suelos con menores de 25 cm de espesor o con más de 80% de su volumen ocupado por piedras o gravas. Son muy susceptibles a la erosión. Se localizan generalmente en las zonas montañosas con más de 40% de pendiente como la Giganta, el Burro, la Paila, San Carlos, del Pinacate y la Sierra Lacandona. También son abundantes en la Mixteca Alta Oaxaqueña, el Carso Huasteco, al pie de la Sierra Madre Occidental y en todos los sistemas de cañones. Un caso particular son los extensos afloramientos calizos encontrados en la Península de Yucatán. Los tipos de vegetación más relacionados con los afloramientos rocosos son el matorral desértico rosetófilo, la selva baja caducifolia y el bosque de encino. El uso principal de este suelo es para angostadero (INEGI, 2011).

Luvisol: Del Latín *luvi*, *luo*: lavar. Literalmente, suelo con acumulación de arcilla. Son suelos que se encuentran en zonas templadas o tropicales lluviosas como los Altos de Chiapas y el extremo sur de la Sierra Madre Occidental, en los estados de Durango y Nayarit, aunque en algunas ocasiones también puede encontrarse en climas más secos como los altos de Altos de Jalisco o los Valles Centrales de Oaxaca. La vegetación es generalmente de bosque o selva y se caracterizan por tener un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo. Son frecuentemente rojos o amarillentos, aunque también presentan tonos pardos, que no llegan a ser oscuros. Se destinan principalmente a la agricultura con rendimientos moderados. En algunos cultivos de café y frutales en zonas tropicales, de aguacate en zonas templadas, donde se registran rendimientos muy favorables. Con pastizales cultivados o inducidos pueden dar buenas utilidades en la ganadería. Los aserraderos más importantes del país se encuentran en zonas de luvisoles, sin embargo, deben tenerse en cuenta que son suelos con alta susceptibilidad a la erosión. En México 4 de cada 100 hectáreas está ocupada por Luvisoles. El símbolo para su representación cartográfica es (L) (INEGI, 2011).

Dicho lo anterior, a continuación, se presenta la Figura IV -26 que contiene los tipos de edafología que se presentan en el área e influencia.

EDAFOLOGÍA PRESENTE EN EL PROYECTO CABAÑAS DE ZEMPOALTÉPETL, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE SANTA MARIA TLAHUITOLTEPEC, OAXACA

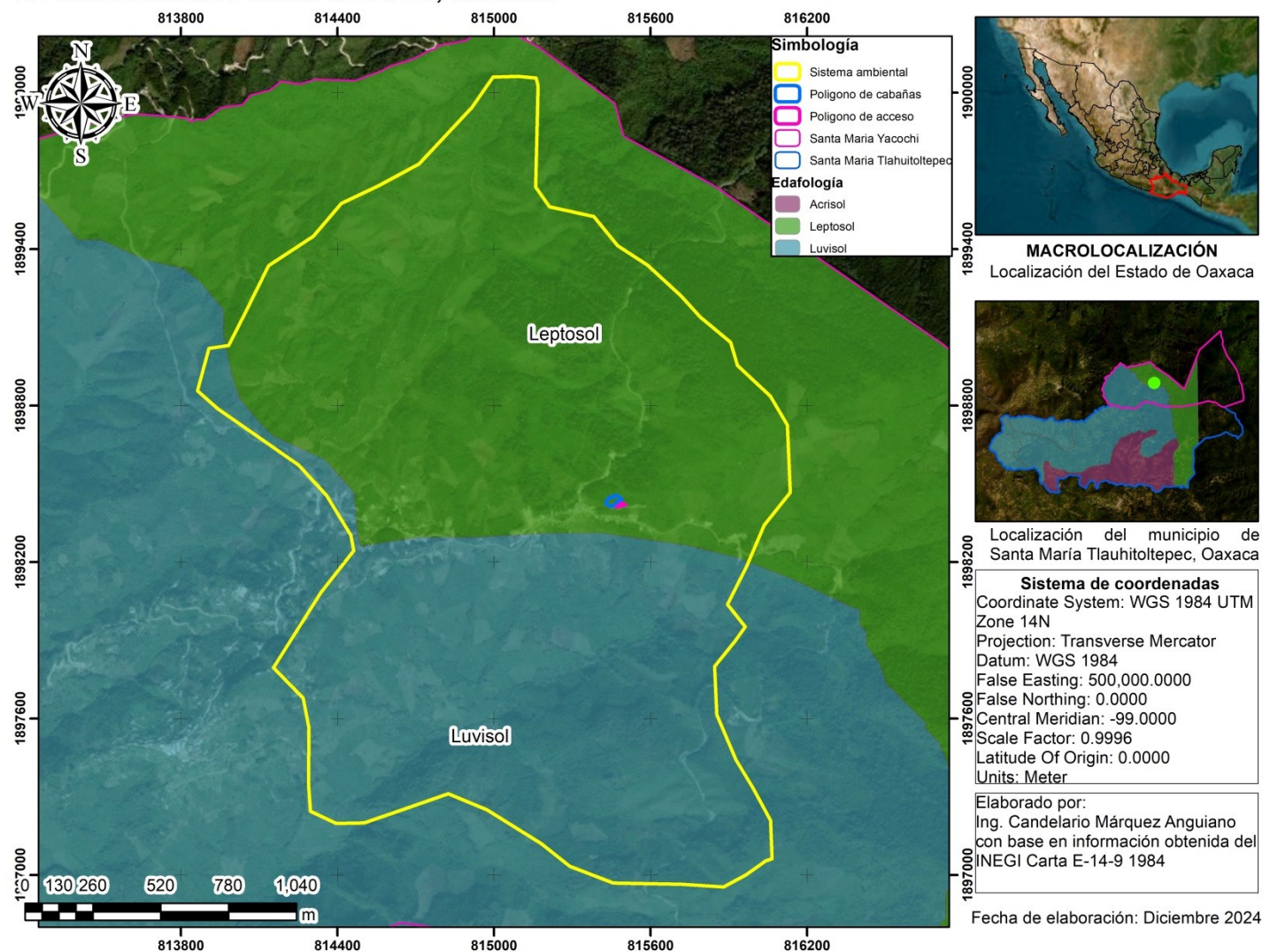


Figura IV-26 Edafología presente en el proyecto

Agua

La hidrografía es el estudio de las aguas continentales, también llamadas aguas dulces, a diferencia de la oceanografía, que es el estudio de las aguas oceánicas. Cuando se hace referencia a la hidrografía de un territorio se alude a los ríos, los arroyos, los lagos, las lagunas, el agua subterránea, etc. (Superior, 2023)

Teniendo en consideración lo anterior mencionado, a continuación, se presenta la descripción de la hidrología superficial y subterránea de las áreas de aprovechamiento.

Hidrología superficial

De acuerdo con el (INEGI, 2010) en su archivo vectorial de Red Hidrográfica en el área en donde se pretende realizar el proyecto, próximas a estas se encuentran ordenes de hidrología 1 y 2.

El número de orden permite la clasificación de los ríos en función de sus tributarios, describiendo la complejidad de su red hidrográfica. El método que se aplica en México para este propósito es el de *Strahler*.

Este método considera las corrientes tanto perennes como intermitentes. Las corrientes tributarias más pequeñas, que a su vez no tienen otras aportaciones, se clasifican como de orden 1. El punto donde se encuentran dos corrientes de orden 1 es el inicio de un segmento de orden 2. Los segmentos de orden 3 se inician en la conjunción de dos segmentos de orden 2, y así sucesivamente.

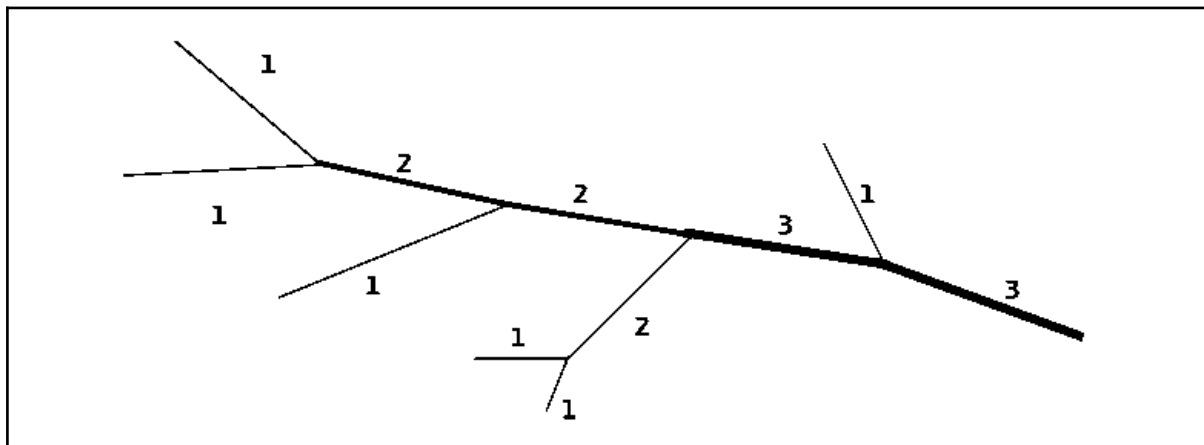


Figura IV-27 Distribución de órdenes de hidrología

Con base en la información previamente expuesta, se ha determinado que en las proximidades del área e influencia se encuentran órdenes hidrológicos comprendidos entre los niveles 1 y 2. La mayoría de estas órdenes se caracterizan por presentar condiciones intermitentes, con excepción de una, que se clasifica como perenne. Dicha orden corresponde a un río sin nombre, cuyo origen se ubica en la localidad de Santa María Huítepec.

A continuación, se presentan la Figura IV -28 y la Figura IV -29, en las cuales se ilustran las órdenes y condiciones hidrológicas, respectivamente, ubicadas en las cercanías del área e influencia.

ORDEN HIDROLÓGICA PRESENTE EN EL PROYECTO CABAÑAS ZEMPOALTÉPETL UBICADO EN SANTA MARÍA TLAHUITOLTEPEC, OAXACA

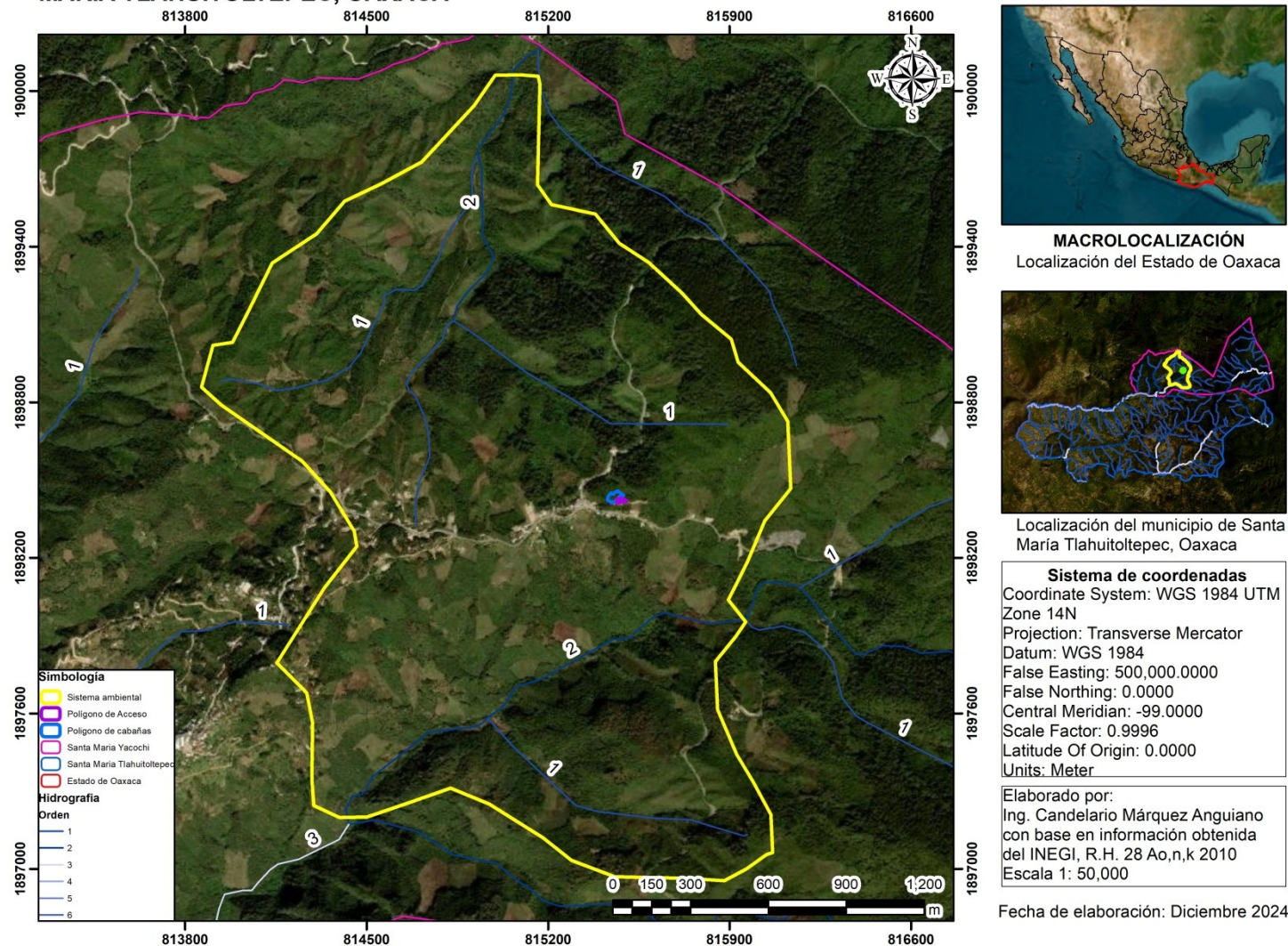


Figura IV-28 Orden hidrológica cercana al área e influencia

CONDICIÓN HIDROLÓGICA PRESENTE EN EL PROYECTO CABAÑAS ZEMPOALTÉPETL UBICADO EN SANTA MARÍA TLAHUITOLTEPEC, OAXACA

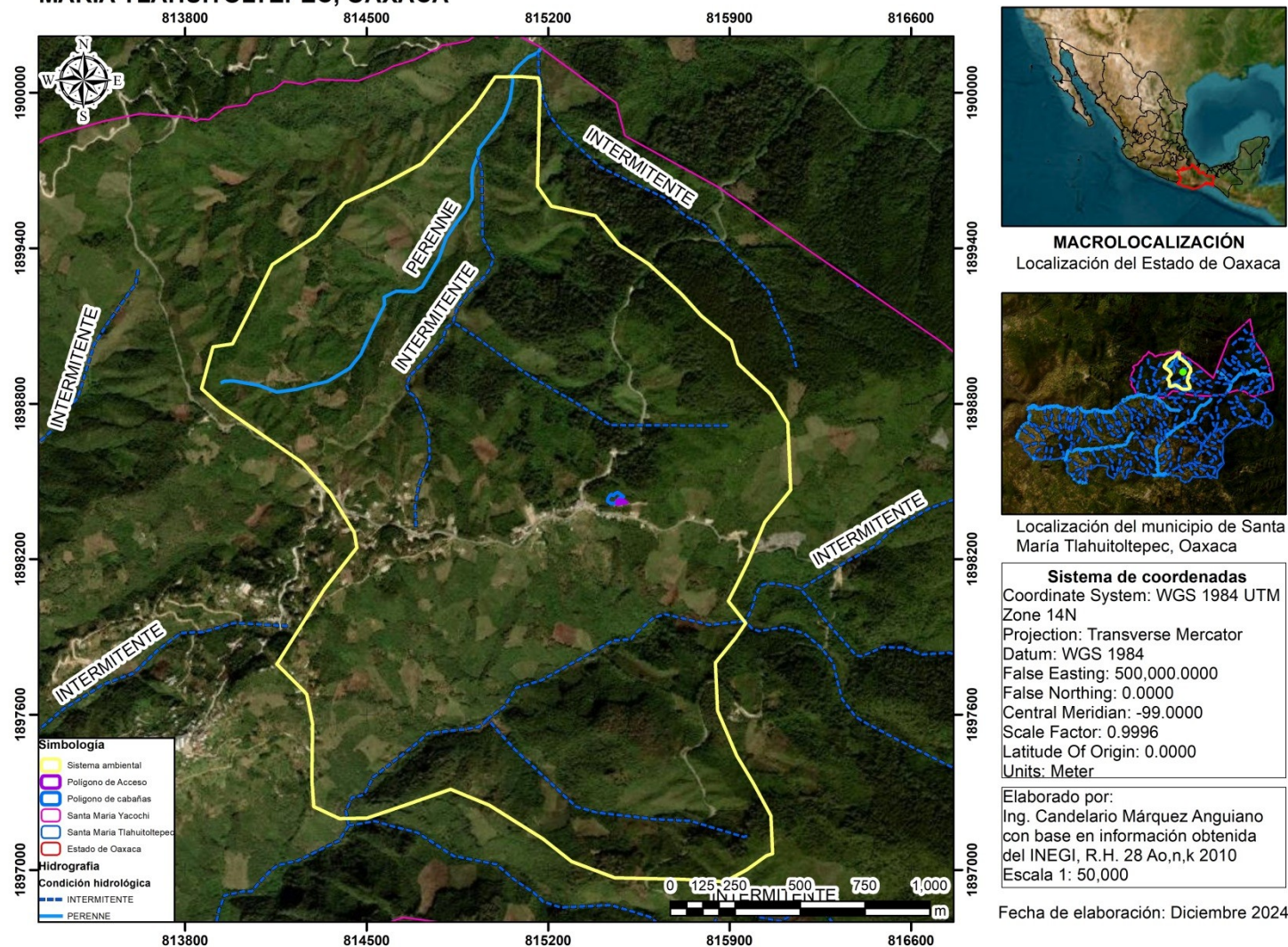


Figura IV-29 Condición hidrológica cercana al área e influencia

Hidrología subterránea (hidrogeología)

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en su glosario de Estadísticas del agua en México de año 2018, el término acuífero se define como:

“Formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo”

Dicho lo anterior, y a través de la información de la (CONAGUA, 2017) en su archivo vectorial Disponibilidad de agua subterránea, el área de influencia se localiza dentro del acuífero Tuxtepec (2010).

Con base en la información obtenida de la (CONAGUA, 2017) en su documento “Actualización de la disponibilidad media anual en el acuífero Tuxtepec (2010), Estado de Oaxaca” del año 2024, indica que el acuífero se encuentra localizado entre los paralelos 16°54'15" y 18°54'34" de latitud norte y los meridianos 95°07'44" y 97°20'39" de longitud oeste, comprendiendo una superficie de 17,563 km². Limita al norte con el acuífero Los Naranjos; al noroeste con Omealca-Huixcolotla y Orizaba-Córdova, pertinentes al estado de Veracruz, y los acuíferos Valle de Tecamachalco y Valle de Tehuacán, del Estado de Puebla; al este con Cuenca Río Papaloapan, del Estado de Veracruz; al sureste con Coatzacoalcos; al sur con Tehuantepec y Valles Centrales; y al oeste con Cuicatlán, todos ellos pertenecientes al estado de Oaxaca.

Tipo de acuífero: A partir de la información geológica superficial y del subsuelo, recabada en el acuífero, así como lo observado en otros acuíferos vecinos que tienen el mismo origen y constitución geológica, es posible definir la presencia de dos medios hidrogeológicos, uno de naturaleza porosa y otro fracturado, que conforman un acuífero de **tipo libre** heterogéneo y anisótropo de baja capacidad de almacenamiento.

Situación administrativa del acuífero: El acuífero pertenece al Organismo de Cuenca Golfo Centro y al Consejo de Cuenca Río Papaloapan instalado el 16 de junio de 2000. Su territorio se encuentra parcialmente vedado; casi la totalidad de él está sujeto a las disposiciones del “Decreto que declara de utilidad pública el establecimiento del Distrito de Acuacultura Número Dos Cuenca del Papaloapan para preservar, fomentar y explotar las especies acuáticas, animales y vegetales, así como para facilitar la producción de sales y minerales”, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 6 de agosto de 1973. Esta veda es tipo II en la que la capacidad de los mantos acuíferos sólo permite extracciones para usos domésticos. En su extremo suroccidental rige el “Decreto que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona conocida como Valle de Oaxaca, cuya extensión y límites geopolíticos comprenden los ex distritos de Etla, Centro, Tlaxiaco, Zimatlán y Ocotlán, Oax.”, publicado en el DOF 25 de septiembre de 1967. Esta veda es tipo III, en la que la capacidad de los mantos acuíferos permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros.

El uso principal del agua subterránea es el público-urbano. De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2024, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 3. En el territorio que cubre el acuífero no se localiza distrito o unidad de riego alguna, ni tampoco se ha constituido a la fecha el comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS).

A continuación, se presenta la que contiene los datos de las características del acuífero Tuxtepec (2010).

Tabla IV-24 Datos del acuífero Tuxtepec (2010)

Clave	Acuífero	R (hm3/añual)	DNC (hm3/añual)	VEAS (m³/añual)	DMA (hm3/añual)
		Cifras en millones de metros cúbicos anuales			
Estado de Oaxaca					
2010	Tuxtepec	3,469.4	3,294.5	144.121602	30.778398

R: Recarga Media Anual; **DNC:** Descarga natural comprometida; **VEAS:** Volumen de extracción de aguas subterráneas; **DMA:** Disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son los contenidos en los numerales “3” y “4” de la Norma Oficial Mexicana **NOM-011-CONAGUA-2015**.

Disponibilidad de agua subterránea

La disponibilidad de agua subterránea en el acuífero, se realiza mediante el procedimiento señalado en la Norma Oficial Mexicana **NOM-011-CONAGUA-2015**, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, que en la fracción relativa a las aguas subterráneas establece la expresión siguiente:

$$\text{Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica} = \text{Recarga total media anual} - \text{Descarga natural comprometida} - \text{Volumen anual de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA}$$

Por lo tanto:

$$\text{DMA} = 3,469.4 - 3,294.5 - 144.121602$$

$$\text{DMA} = 30.778398 \text{ hm}^3 / \text{año}$$

El resultado indica que **existe un volumen disponible de 30.778398 m³** para otorgar nuevas concesiones.

Profundidad al nivel estático

La profundidad al nivel del agua subterránea en el año 2019 presentó valores que variaron de 2 a 22 m, los cuales se incrementan por efecto de la topografía desde el cauce de los ríos Papaloapan y Obispo hacia los lomeríos que conforman los límites de los valles, conforme se asciende topográficamente. Los niveles estáticos más someros, menores de 5 m, se registran en las planicies de inundación de los ríos y arroyos; en tanto que las mayores profundidades, de 22 a 22 m, se presentan al sur de Loma Bonita, en la zona ubicada entre los poblados Arroyo Metate y San Benito Encinal.

A continuación, se presenta la **Figura IV -30** que evidencia la localización de las áreas del proyecto dentro del acuífero antes descrito.

ACUÍFERO TUXTEPEC (2010) PRESENTE EN EL PROYECTO CABAÑAS ZEMPOALTÉPETL UBICADO EN SANTA MARÍA TLAHUITOLTEPEC, OAXACA

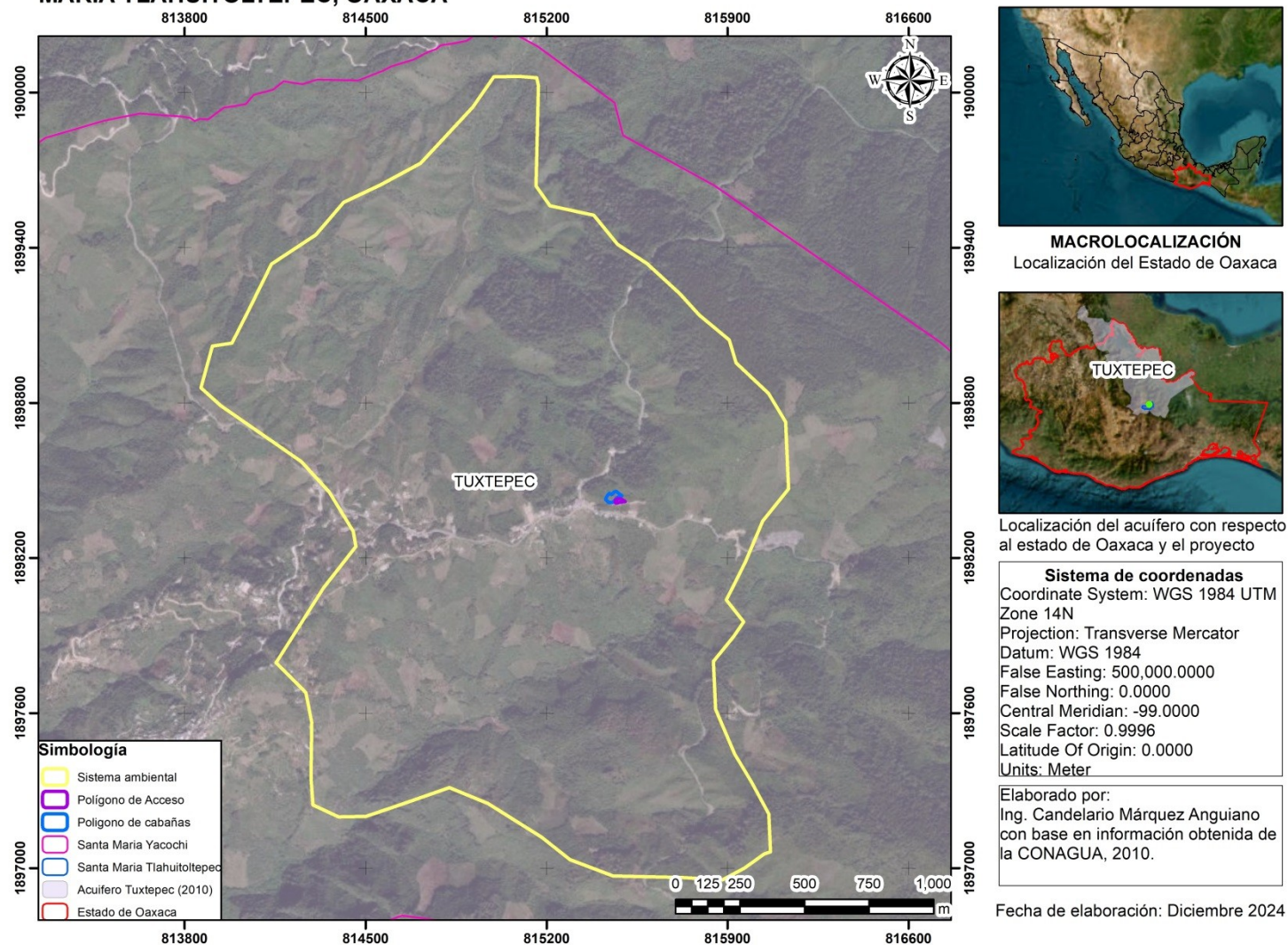


Figura IV-30 Acuífero Tuxtepec (2010) en donde se encuentra presente el proyecto

Zona marina

En relación con la ubicación geográfica del proyecto, es importante señalar que este no se encuentra situado dentro de una zona marina ni en áreas aledañas que pudieran ser consideradas como tales. Debido a esta circunstancia, no existe ningún elemento que vincule el alcance del proyecto con aspectos inherentes al entorno marino o a las características particulares de dichas zonas.

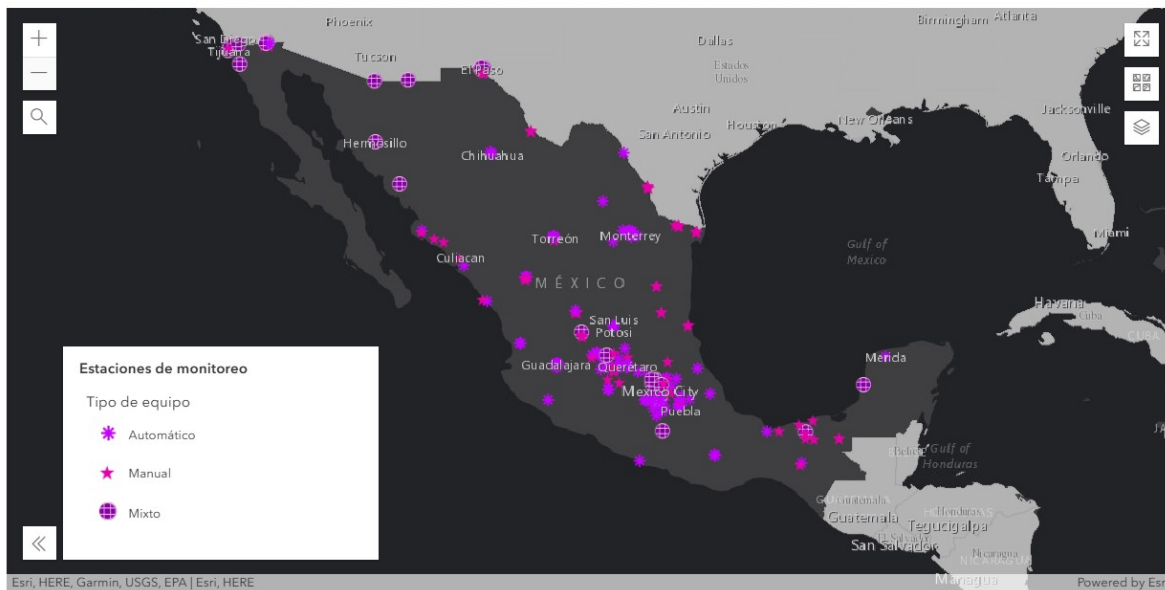
Por lo anterior, se concluye que el presente apartado carece de aplicabilidad en este caso específico, toda vez que las características y condiciones del proyecto no guardan relación con el ámbito marino ni con posibles implicaciones que deriven de su cercanía o interacción con dicho entorno. En consecuencia, no resulta necesario incluir o abordar aspectos relacionados con zonas marinas en el análisis o desarrollo del presente proyecto.

Aire

La contaminación atmosférica es un problema, causado principalmente por el desarrollo urbano, industrial y demográfico, que demanda el uso de bienes y servicios con la consecuente generación de emisiones contaminantes a la atmosfera, las cuales a su vez producen daos a la salud de la población, la flora y la fauna expuesta (SEMAEDES, 2024).

La calidad del aire en Oaxaca es monitoreada por la Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable (SEMAEDES) a través de las estaciones de monitoreo: Casa hogar y Centro de Educación Artística (CEDART), que miden contaminantes como PM₁₀, PM_{2.5}, ozono (O₃), dióxido de nitrógeno (NO₂) y dióxido de azufre (SO₂) (INECC, 2019).

Redes y estaciones de monitoreo de calidad del aire



Fuente: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2019). Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (SINAICA).

Figura IV-31 Redes y estaciones de monitoreo de calidad del aire, INECC 2019.

Según el Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (SINAICA), la estación de monitoreo más cercana es la ubicada en la CEDART.

La medición del índice de calidad se encuentra dividida en clasificaciones por color, los cuales se indican a continuación:

Tabla IV-25 Índice de calidad del aire acorde con a la NOM-172-SEMARNAT-2019

Clasificación	Nivel de riesgo asociado	Recomendaciones	Color
Buena	Bajo. Se considera que el riesgo es mínimo	Disfruta las actividades al aire libre	Verde
Aceptable	Moderado. Las personas sensibles pueden experimentar síntomas respiratorios (asmáticos) posiblemente agravamiento de enfermedad pulmonar y cardíaca en personas con enfermedad cardiopulmonar y adultos mayores.	Grupos sensibles: Considera reducir las actividades físicas vigorosas al aire libre Toda la población. Disfruta las actividades al aire libre	Amarillo
Mala	Alto. Para todo el contaminante criterio existe probabilidad de disminución en la capacidad pulmonar en personas sanas. Incremento en la probabilidad de aparición de síntomas respiratorios en personas sensibles (niños, ancianos, personas con deficiencias nutricionales, personas que realizan actividades en exteriores, ciclistas, trabajadores). En personas con enfermedades respiratorias (EPOC, Asma) y cardíacas (angina de pecho) hay aumento en la probabilidad de agravamiento y disminución en la tolerancia de la actividad física, así como mayor probabilidad de muertes prematuras en personas cardíacas o pulmonares.	Grupos sensibles. Evita actividades físicas (tanto moderadas como vigorosas) al aire libre. Para toda la población. Reduce actividades físicas vigorosas al aire libre	Naranja
Muy mala	Muy alto. Para todos los contaminantes criterio, mayor probabilidad de presencia de síntomas respiratorios en población general. Agravamiento de síntomas respiratorios en poblaciones sensibles (niños, ancianos, personas con deficiencias nutricionales, personas que realizan actividades en exteriores, ciclistas) y en personas con enfermedad pulmonar (EPOC y asma). Incremento en síntomas cardiovasculares, como dolor precordial, en personas enfermas del corazón, así como mayor probabilidad de muertes prematuras en personas con enfermedad cardíaca o pulmonar.	Grupos sensibles. • No realices actividades al aire libre. • Acudir al médico si presentan síntomas respiratorios o cardíacos Para toda la población Evita actividades físicas moderadas y vigorosas al aire libre.	Rojo
Extremadamente mala	Extremadamente alto. Para todos los contaminantes criterio, incremento en la probabilidad de síntomas severos respiratorios en población general. Serios efectos respiratorios y agravamiento de síntomas en personas sensibles (niños, ancianos, personas con deficiencias nutricionales) y en personas con enfermedad pulmonar (Asma y	Permanece en espacios interiores Acudir al médico si se presentan síntomas respiratorios o cardíacos.	Morado

Clasificación	Nivel de riesgo asociado	Recomendaciones	Color
	EPOC). Agravamiento de síntomas cardiovasculares en enfermos del corazón (como angina de pecho) e incremento en la probabilidad de muerte prematura en personas con enfermedad pulmonar y cardíaca.		

De acuerdo con los datos obtenidos de Enero a Diciembre de 2024, los niveles de PM_{2.5} y ozono han mantenido un promedio de calidad de aire como: BUENA (SEMAEDES, 2024).

Es importante tener en cuenta que la calidad del aire puede variar a lo largo del día debido a factores como el tráfico vehicular, las actividades industriales y las condiciones meteorológicas.

IV.1.3.1.2 Medio biótico

Vegetación

La vegetación presente en el Sistema Ambiental (SA) donde se encuentra inmerso el proyecto ha sido determinado por el archivo vectorial denominado Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2021), así como una confirmación en campo de la información obtenida.

De acuerdo con el archivo vectorial los tipos de vegetación en el SA son los siguientes:

Bosque mesófilo de montaña (BM): Su distribución en México es limitada y fragmentaria, en la vertiente Este de la Sierra Madre Oriental existe una franja angosta que se extiende desde Tamaulipas hasta el Norte de Oaxaca , incluyendo parte de San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla y Veracruz; en Chiapas, en la vertiente septentrional de la Sierra de Chiapas y Guatemala y en ambos declives de la Cordillera Centroamericana; en la vertiente del Pacífico la distribución es más dispersa, desde el Norte de Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán; en la Cuenca del Balsas; relictualmente en el Valle de México y en la vertiente exterior de la Sierra Madre del Sur de Guerrero y Oaxaca se presentan manchones continuos.

Fisonómicamente es un bosque denso que se desarrolla en regiones de relieve accidentado y laderas de pendiente pronunciada, es frecuente encontrarlo en cañadas protegidas de los vientos y fuerte insolación, en altitudes entre 800 a 2,700 m, donde se forman las neblinas durante casi todo el año, en zonas con una precipitación media anual superior a los 1,000 mm y con una temperatura media anual que varía de 12 a 23°C. El Clima más característico es el Cf, aunque en ocasiones prospera en climas Af, Am, y aún Aw y Cw. Se desarrolla en sustratos de caliza y sobre laderas de cerros andesíticos y basálticos, en suelos someros o profundos, con abundante materia orgánica en los horizontes superiores, generalmente ácidos y húmedos durante todo el año.

El Bosque Mesófilo de Montaña posee estructura, afinidad florística y composición de especies muy diversa, en México se caracteriza por presentar en su dosel una composición de especies donde predominan árboles de hoja perenne y caducifolios de clima templado con alturas de 10 a 25 m y aún mayores, como micoxcuáhuatl (*Oreomunnea mexicana*), lechillo (*Carpinus caroliniana*), liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*), encino, roble (*Quercus spp.*), pino, ocote (*Pinus spp.*), tila (*Ternstroemia pringlei*), jaboncillo (*Clethra spp.*), *Podocarpus spp.*, *Styrax spp.*, *Ulmus mexicana*, *Juglans spp.*, *Dalbergia spp.*, *Eugenia spp.*, *Ostrya virginiana*, *Meliosma spp.*, *Chiranthodendron pentadactylon*, *Prunus spp.*, *Matudaea trinervia* y *Acer skutchii* , mientras el sotobosque está conformado principalmente por especies tropicales perennifolias, como por

ejemplo arbustos de los géneros *Archibaccharis sp.*, *Celastrus sp.*, *Clematis sp.*, *Gelsemium sp.*, *Parthenocissus sp.*, *Philadelphus sp.*, *Rhus sp.*, *Smilax sp.*, *Vitis sp.*, etc., en las copas de los árboles abundan las epífitas debido a la alta humedad atmosférica y a las abundantes lluvias, de las familias Orchidaceae, Bromeliaceae, Piperaceae y Araceae. Una de las características más sobresalientes de este bosque es el alto número de endemismos que alberga. Se puede encontrar alrededor del 11% de las especies de plantas de todo el país.

Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña (Vsa/BM): La vegetación secundaria es cuando un tipo de vegetación primario es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales, surge una comunidad vegetal significativamente diferente a la original con estructura y composición florística heterogénea.

En las comunidades vegetales en forma natural existen elementos de disturbio que alteran o modifican la estructura o incluso cambian la composición florística de la comunidad, entre alguno de esos elementos podemos citar: Incendios, huracanes, erupciones, heladas, nevadas, sequías, inundaciones, deslaves, plagas, variaciones climáticas, etcétera. Así, las comunidades vegetales responden a estos elementos de disturbio o cambio modificando su estructura y composición florística de manera muy heterogénea, de acuerdo a la intensidad del elemento de disturbio, la duración del mismo y sobre todo de la ubicación geográfica del tipo de vegetación. A lo largo de miles de años varias especies se han adaptado a cubrir, por decirlo de alguna manera, esas áreas afectadas en las cuales las condiciones ecológicas particulares de la comunidad vegetal se han alterado. En general cada comunidad vegetal tiene un grupo de especies que cubren el espacio alterado, son pocas las especies que tienen un amplio espectro de distribución y aparecen en cualquier área perturbada.

Estas especies forman fases sucesiones conocidas como “Vegetación Secundaria” que en forma natural y con el tiempo pueden favorecer la recuperación de la vegetación original.

Actualmente y a causa de la actividad humana, la definición y delimitación de vegetación secundaria se ha vuelto más compleja, ahora las áreas afectadas ocupan grandes superficies y variados ambientes, ya no son tan localizadas y a veces la presión es tanta que inhibe el desarrollo de la misma provocando una vegetación inducida (INEGI, 2017).

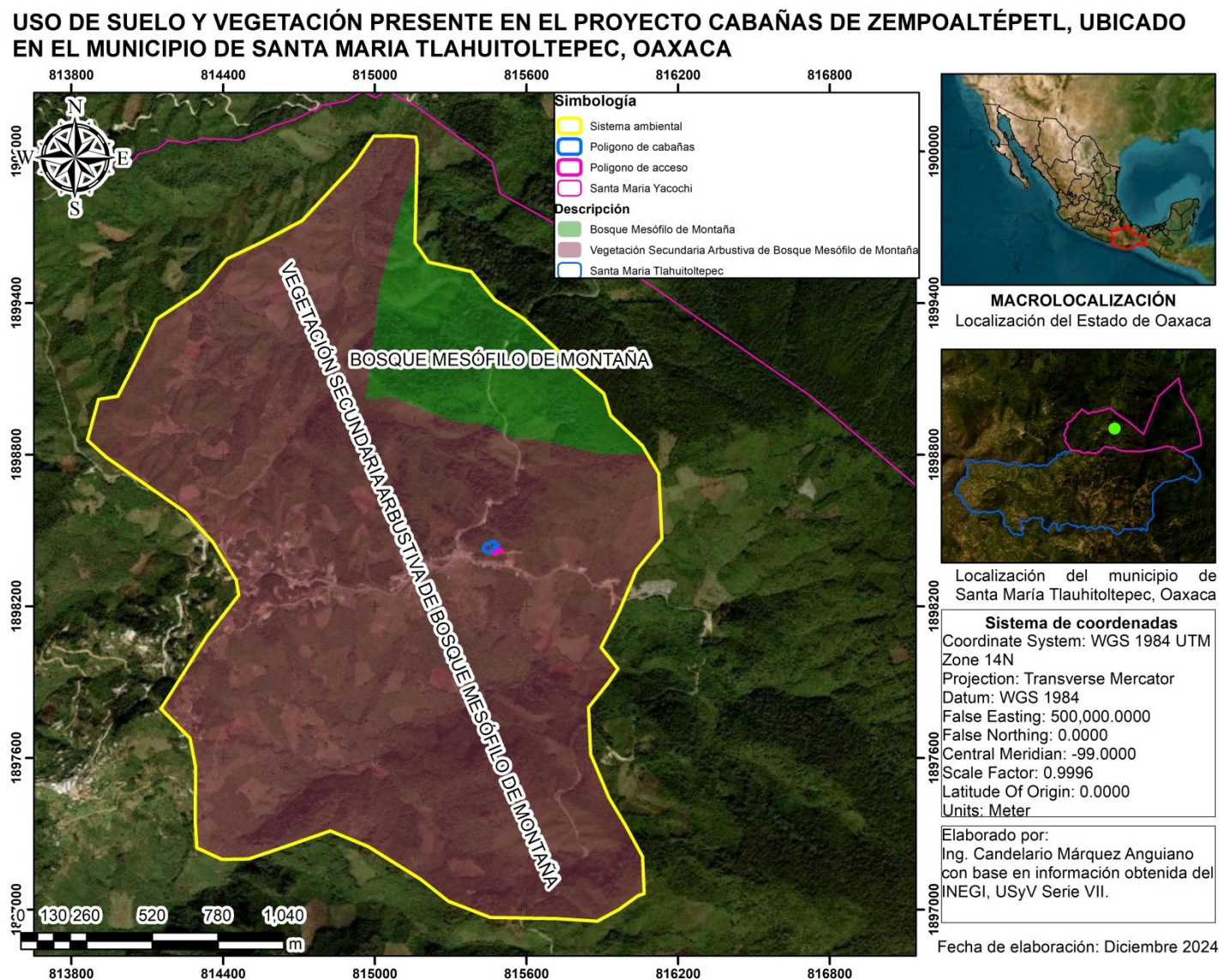


Figura IV-32 Uso de Suelo y Vegetación en el SA donde se encuentra el proyecto

De acuerdo con la Universidad Autónoma de Chapingo (UACH, 2011), en su publicación Atlas de Riesgos Naturales de Santa María Tlahuitoltepec, Mixe, Oaxaca, se señala que las especies predominantes en el municipio pertenecen al género *Pinus*, entre las que destacan:

Pinus rudis, *Pinus hartwegii*, *Pinus pseudostrobus* var. *oaxacana pseudostrobus*, *Pinus protuberans*, *Pinus pseudostrobus* spp., *Pinus leiophylla*, *Pinus pringlei*, *Pinus michoacana*, *Pinus patula*, *Pinus herrerae* y *Pinus lawsonii*.

Asimismo, se estima que, del género *Quercus*, existen al menos ocho especies presentes en la región (Martínez, 1995).

En el Plan Municipal de Desarrollo 2021 del municipio de Tlahuitoltepec (Tlahuitoltepec, 2021), dentro del apartado correspondiente a la flora, se señala la presencia de diversas especies, clasificadas en las siguientes categorías:

Flores: *Zantedeschia aethiopica* (alcatraz), *Pelargonium* spp. (geranios), *Dahlia* spp. (dalias), *Lilium* spp. (azucenas), *Bougainvillea* spp. (bugambilias), *Allamanda cathartica* (copa de oro).

Plantas comestibles: *Solanum nigrum* (hierba mora), *Amaranthus hybridus* (popochu), *Brassica juncea* (mostaza), *Opuntia* spp. (nopales), *Pisum sativum* (chícharos), *Vicia faba* (habas), brotes y germinados de *Phaseolus vulgaris* (frijol).

Cactáceas: *Agave angustifolia* (maguey espadín), *Agave salmiana* (maguey pulquero), *Agave potatorum* (maguey tobalá).

Árboles: *Bocconia arborea* (palo de águila), *Quercus* spp. (encinos, 9 especies), *Pinus* spp. (ocotes, 4 variedades), *Arbutus* spp. (madroño), *Casuarina equisetifolia* (casuarina), *Pinus* spp. (pinos), *Bursera* spp. (copal).

Frutales: *Prunus persica* (durazno), *Pyrus communis* (peras), *Crataegus mexicana* (tejocote), *Saccharum officinarum* (cañas), *Prunus serotina* (capulín), *Citrus sinensis* (naranjas), *Malus domestica* (manzanas), *Citrus limon* (limón), *Citrus aurantiifolia* (lima), *Parmentiera edulis* (guajilote), *Prunus domestica* (ciruelas), *Opuntia* spp. (tunas), *Psidium guajava* (guayabas), *Diospyros digyna* (zapote negro), *Pouteria sapota* (zapote amarillo).

Plantas medicinales: *Eucalyptus globulus* (eucalipto), *Gnaphalium* sp. (gordo lobo), *Ruta graveolens* (ruda), *Justicia spicigera* (yerba maestra), *Salix* spp. (sauce), *Ricinus communis* (higuerilla), *Pluchea odorata* (landee), *Mentha spicata* (yerba buena), *Tillandsia usneoides* (henos), *Aloe vera* (sábila).

- **Caracterización de la flora presente en el área de influencia (AI)**

Para la caracterización de la flora en el Área de Influencia (AI) del proyecto, se optó por una metodología de censo total, dado que la superficie del sitio permite una cobertura completa sin requerir técnicas de muestreo aleatorio o sistemático. Esta estrategia permite obtener una visión integral de la diversidad florística presente, al registrar la totalidad de ejemplares observados y sus respectivas especies. Lo anterior es particularmente útil para identificar especies con valor ecológico, social o económico, así como aquellas con potencial riesgo o relevancia ambiental.

Se registraron **todas las especies de plantas** observadas. Cada individuo identificado fue clasificado según su **forma de vida** (arbórea, arbustiva o herbácea) y se anotaron datos estructurales (como diámetro y altura en el caso de árboles) junto con sus nombres comunes (en español y en lengua local, mixe).

La identificación taxonómica se apoyó en claves botánicas y comparación con ejemplares de herbario, asegurando la correcta determinación de familias y especies. Adicionalmente, se documentó la presencia (o ausencia) de plantas epífitas y se recopilaron **usos tradicionales** conocidos de las especies (usos medicinales, alimenticios, etc.) a través de entrevistas breves con habitantes locales. Esta metodología permitió una caracterización integral de la flora, combinando datos cuantitativos de abundancia con información etnobotánica cualitativa.

- **Caracterización de flora presente en el Sistema Ambiental (SA)**

Diseño de muestreo

El diseño de muestreo propuesto es de carácter simple al azar para asegurar que todas las áreas dentro de la región de estudio tengan una probabilidad equitativa de ser seleccionadas.

Esquema de muestreo aleatorio: Los sitios de muestreo serán seleccionados de manera aleatoria dentro de la zona delimitada, asegurando que todas las áreas, independientemente de su ubicación o características, tengan la misma probabilidad de ser evaluadas. Esto permitirá obtener una muestra representativa y sin sesgo.

Asignación aleatoria: El proceso de selección de los sitios se realizará utilizando métodos estadísticos o herramientas de software que permitan asignar puntos de muestreo aleatorios dentro del área de estudio.

Forma y tamaño de sitios

El uso de sitios circulares se recomienda para la evaluación de la estimación de flora por sus múltiples ventajas técnicas y prácticas.

- **Distribución uniforme:** Los sitios circulares permiten una disposición homogénea de los puntos de muestreo entorno a un centro, lo que facilita una cobertura representativa del área evaluada.
- **Eficiencia en la delimitación:** La forma circular simplifica la delimitación del área de muestreo de manera rápida y precisa, una ventaja clave en estudios de campo donde la rapidez y accesibilidad son factores importantes.
- **Minimización del sesgo:** Esta geometría contribuye a reducir el sesgo en la selección de plantas, ya que todas las ubicadas dentro del radio tienen la misma probabilidad de ser evaluadas, incrementando la objetividad de la muestra.
- **Adaptabilidad al terreno:** En áreas con condiciones irregulares, los sitios circulares se adaptan mejor, permitiendo evaluaciones constantes en distintos tipos de suelo y vegetación.

Estas características hacen que los sitios circulares sean una opción efectiva para estudios de flora, optimizando tanto el tiempo de trabajo como la calidad de los datos recopilados.

- **Tamaño del sitio:** Cada sitio de muestreo será circular, con una superficie equivalente a 500 m² de hectárea (aproximadamente un radio de 12.62 metros), lo que asegura una evaluación eficiente y representativa.



A continuación, se presenta la siguiente figura que contiene la forma y tamaño de los sitios de muestreo.

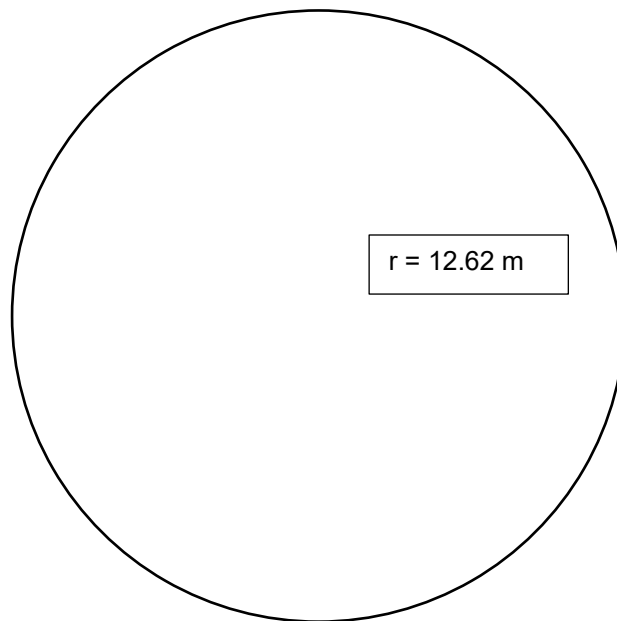


Figura IV-33 Forma y tamaño de los sitios de muestreo

Cantidad de número de sitios de muestreo

Para la caracterización de la flora presente en el Sistema Ambiental (SA), se procedió a realizar un análisis estadístico. Para calcular el número de sitios, se utilizará la fórmula de muestreo para poblaciones finitas o fórmula de muestreo aleatorio simple para poblaciones finitas, la cual se indica a continuación.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Dónde:

n = Tamaño de muestra buscado

N = Tamaño de la población o Universo

Z = Parámetro estadístico que depende de N (para un 80% sería 1.28 de acuerdo con una distribución normal estándar de dos colas)

e = Error de estimación máximo aceptado (10% = 0.10)

p = Probabilidad de que ocurra el evento estimado (0.5)

q = (1-p) Probabilidad de que no ocurra el evento (0.5)

Debido a que el sistema Ambiental se encuentra compuesto por dos tipos diferentes de vegetación, a través de la fórmula de poblaciones finitas, se pudo determinar el número de sitios a realizar en el SA.

Para ello, se determinó la superficie de los diferentes tipos de vegetación:

Tabla IV-26 Superficie de los tipos de vegetación inmersos en el Sistema Ambiental del Proyecto

Tipo de vegetación	Acrónimo	Superficie en ha
Bosque mesófilo de montaña	BM	48.26
Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña	VSa/BM	386.30
TOTAL		434.73

Una vez detectada la superficie de los tipos de vegetación, se procedió a la estimación de sitios totales, en este caso como los sitios de muestreo se previeron en 500 m², se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla IV-27 Número de sitios totales por tipo de vegetación

Tipo de vegetación	Acrónimo	Número de sitios totales de 500 m ² Superficie en ha
Bosque mesófilo de montaña	BM	965
Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña	VSa/BM	7,726
TOTAL		8,695

La intensidad del muestreo se determinó utilizando un enfoque estadístico con un nivel de confiabilidad del 80% y un margen de error del 10%. Este nivel de confiabilidad asegura que las conclusiones obtenidas de la muestra son suficientemente robustas para la toma de decisiones y representativas de las especies en el sitio.

Nivel de confiabilidad del 80%: Un nivel de confiabilidad del 80% significa que, si se repitiera el estudio varias veces bajo las mismas condiciones, el 80% de las veces los resultados reflejarían correctamente la situación en la población general. Aunque este nivel de confiabilidad es menor que el 90%, sigue proporcionando resultados suficientemente representativos para una evaluación eficiente del sitio. En estudios ecológicos, un nivel de confianza del 80% es aceptable cuando se busca un balance adecuado entre precisión y la optimización de recursos, sin comprometer significativamente la validez de las conclusiones.

Margen de error del 10%: El margen de error indica la tolerancia aceptada respecto a la diferencia entre los datos recolectados en la muestra y la verdadera condición de la población total. En este caso, un error del 10% es considerado aceptable para estudios de estimación de flora existente en el sitio, dado que asegura que la variabilidad en los resultados no afectará significativamente en la toma de decisiones. Este margen de error permite cierta flexibilidad sin sacrificar la calidad de la información.

Una vez dicho lo anterior, y aplicando la fórmula de poblaciones finitas, se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla IV-28 Cantidad de sitios de muestrear por vegetación con una confiabilidad del 80%

Tipo de vegetación	Acrónimo	Número de sitios a muestrear con 80% de confiabilidad
Bosque mesófilo de montaña	BM	39
Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña	VSa/BM	41
TOTAL		80

Por lo tanto, el número de sitios totales a muestrear fue de **80 sitios**.

A continuación, se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo de los tipos de vegetación y posteriormente se presenta un mapa de ubicación de los sitios de muestreo.

Tabla IV-29 Coordenadas UTM WGS 84 Zona: 14 N de los sitios de muestreo para Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque mesófilo de montaña en el SA del proyecto

Sitios	X	Y
VSa/BM 1	815,766.80	1,897,051.40
VSa/BM 2	815,595.04	1,897,041.04
VSa/BM 3	814,940.15	1,897,386.11
VSa/BM 4	814,438.85	1,897,356.24
VSa/BM 5	815,302.53	1,897,383.05
VSa/BM 6	815,851.72	1,897,405.28
VSa/BM 7	815,644.54	1,897,443.61
VSa/BM 8	815,542.70	1,897,466.07
VSa/BM 9	815,440.15	1,897,496.87
VSa/BM 10	815,143.10	1,897,607.06
VSa/BM 11	814,665.98	1,897,584.73
VSa/BM 12	814,448.12	1,897,520.33
VSa/BM 13	815,688.60	1,897,877.32
VSa/BM 14	815,324.16	1,898,019.88
VSa/BM 15	814,803.97	1,897,888.79
VSa/BM 16	814,487.82	1,898,037.32
VSa/BM 17	815,560.76	1,898,139.42
VSa/BM 18	814,917.67	1,898,125.23
VSa/BM 19	815,789.18	1,898,207.15
VSa/BM 20	815,518.04	1,898,315.03
VSa/BM 21	815,845.22	1,898,509.76

Sitios	X	Y
VSa/BM 22	815,560.13	1,898,586.50
VSa/BM 23	815,114.35	1,898,587.31
VSa/BM 24	815,761.79	1,898,691.83
VSa/BM 25	815,417.42	1,898,663.65
VSa/BM 26	814,767.84	1,898,571.50
VSa/BM 27	815,150.68	1,898,805.26
VSa/BM 28	814,544.76	1,898,610.30
VSa/BM 29	814,675.98	1,898,769.85
VSa/BM 30	814,781.20	1,898,886.10
VSa/BM 31	814,269.37	1,898,774.14
VSa/BM 32	814,071.18	1,898,956.32
VSa/BM 33	814,483.86	1,899,000.28
VSa/BM 34	814,134.55	1,899,129.69
VSa/BM 35	814,348.82	1,899,308.77
VSa/BM 36	814,717.66	1,899,402.56
VSa/BM 37	814,481.46	1,899,504.30
VSa/BM 38	814,740.91	1,899,554.89
VSa/BM 39	814,782.52	1,899,708.02
VSa/BM 40	815,020.91	1,899,774.53
VSa/BM 41	814,989.10	1,899,939.67

Tabla IV-30 Coordenadas UTM WGS 84 Zona: 14 N de los sitios de muestreo del tipo de vegetación Bosque Mesófilo de Montaña en el SA del proyecto

Sitio	X	Y
BM 1	816,008.99	1,898,817.00
BM 2	815,896.25	1,898,825.00
BM 3	815,794.12	1,898,852.14
BM 4	815,731.78	1,898,868.95
BM 5	815,628.18	1,898,871.87
BM 6	815,549.64	1,898,884.47
BM 7	815,446.70	1,898,935.42
BM 8	815,269.28	1,899,006.65
BM 9	815,051.68	1,899,075.13
BM 10	815,908.74	1,898,900.03
BM 11	815,802.37	1,898,950.45
BM 12	815,707.30	1,898,946.81
BM 13	815,612.76	1,898,965.67
BM 14	815,522.86	1,899,010.96
BM 15	815,353.89	1,899,100.97
BM 16	815,198.88	1,899,151.28
BM 17	815,074.43	1,899,207.11
BM 18	815,877.37	1,899,011.43
BM 19	815,790.53	1,899,007.18
BM 20	815,705.65	1,899,039.95

Sitio	X	Y
BM 21	815,614.49	1,899,063.74
BM 22	815,526.89	1,899,105.90
BM 23	815,402.07	1,899,168.77
BM 24	815,289.08	1,899,211.09
BM 25	815,773.08	1,899,093.95
BM 26	815,666.61	1,899,144.86
BM 27	815,558.47	1,899,179.51
BM 28	815,444.33	1,899,238.96
BM 29	815,333.45	1,899,280.05
BM 30	815,195.42	1,899,339.95
BM 31	815,667.09	1,899,209.04
BM 32	815,601.58	1,899,252.41
BM 33	815,497.85	1,899,327.97
BM 34	815,411.64	1,899,340.48
BM 35	815,267.07	1,899,423.47
BM 36	815,109.17	1,899,453.27
BM 37	815,361.76	1,899,448.97
BM 38	815,197.97	1,899,521.76
BM 39	815,116.80	1,899,634.47



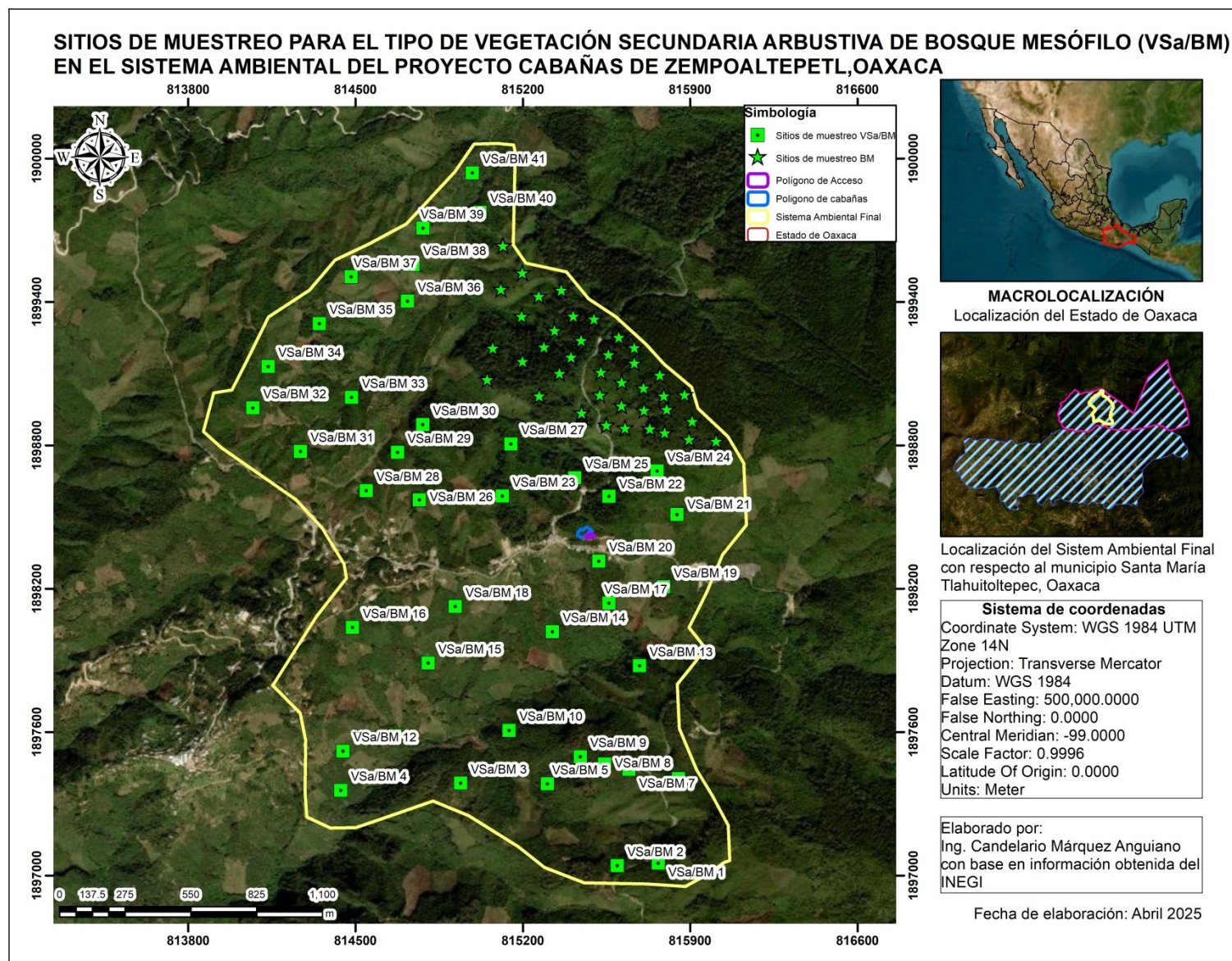


Figura IV-34 Sitios de muestreo para el tipo de vegetación VSa/BM en el SA

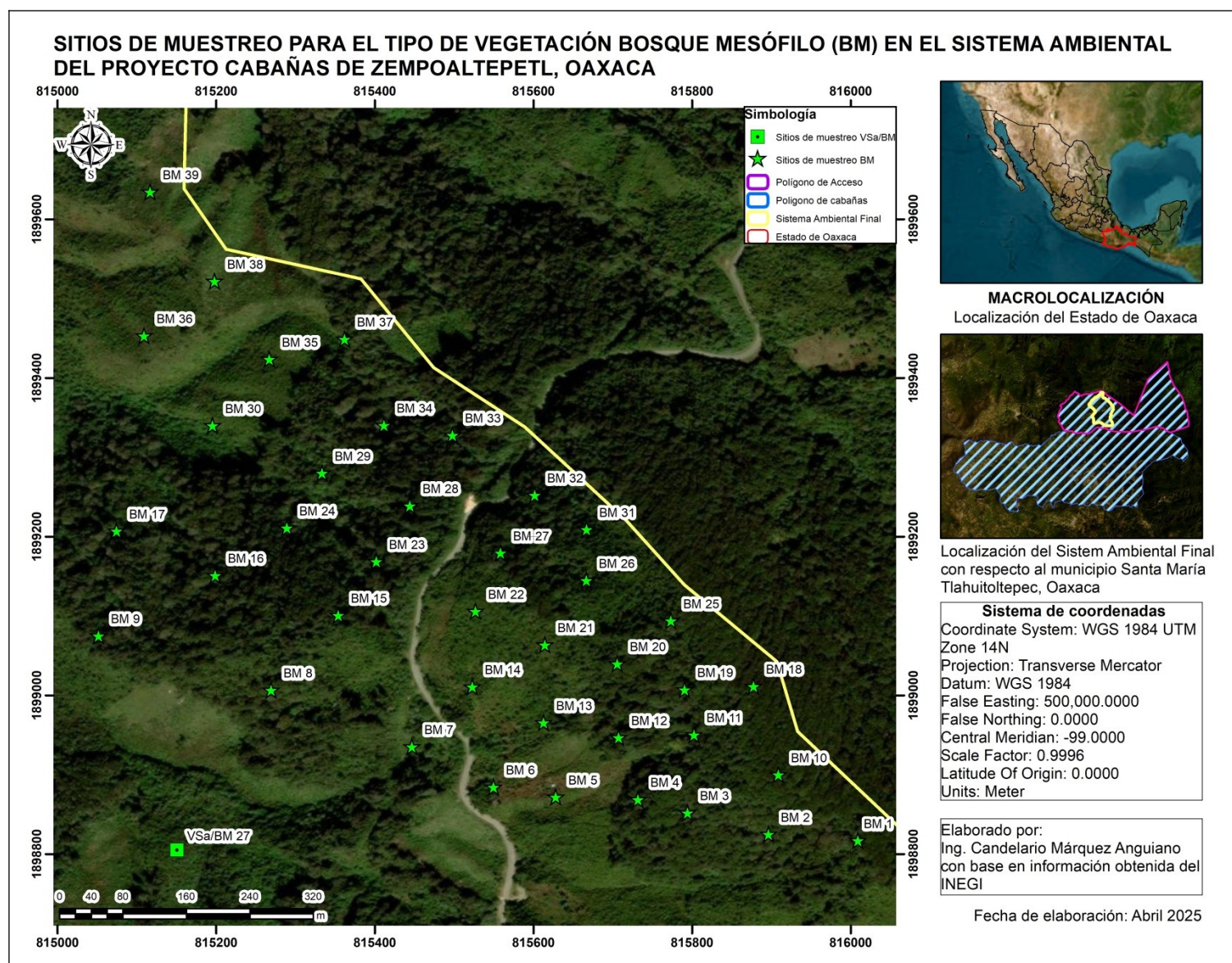


Figura IV-35 Sitios de muestreo para el tipo de vegetación BM en el SA

Resultados del Censo de Flora en el Área de Influencia (AI)

Riqueza y composición de especies: En total se registraron **61 especies** de plantas, pertenecientes a 25 familias botánicas diferentes. Estas especies sumaron **1,066 individuos** observados en el Área de Influencia. La riqueza florística está dominada por el estrato arbustivo, seguido por el herbáceo y, en menor medida, el arbóreo. La distribución de individuos por forma de vida fue la siguiente:

Tabla IV-31 Cantidad de individuos encontradas por forma de vida

Forma de vida	Cantidad de especies	Cantidad de especies encontradas
Arbóreo	9	51
Arbusto	40	971
Herbácea	12	44
Total general	61	1066

Es decir, el **91%** de los individuos correspondieron a plantas arbustivas, mientras que los árboles representaron cerca del 5% y las hierbas alrededor del 4% del total de individuos. Esto evidencia que la vegetación del área está fuertemente dominada por elementos **arbustivos**, con un sotobosque denso y diverso, y relativamente pocos árboles emergentes. No se registró la presencia de plantas epífitas en el censo, lo cual sugiere que la vegetación arbórea existente (principalmente encinos y otros árboles de bajo porte) no sustenta comunidades epífitas destacables, posiblemente debido a las condiciones microclimáticas o al grado de perturbación del hábitat.

Familias representativas: La flora censada abarca un amplio espectro taxonómico (al menos 25 familias). Las familias con mayor número de especies fueron **Asteraceae** (compuestas) con 13 especies, seguida de **Rosaceae** con 8 especies y **Ericaceae** con 5 especies diferentes. Esto indica una fuerte presencia de plantas de las familias **compuestas y rosáceas**, típicamente asociadas a ecosistemas templado-húmedos de montaña. La familia Ericaceae, igualmente prominente, incluye varios de los arbustos dominantes del sotobosque. Otras familias registradas como Pentaphragaceae, Lamiaceae, Commelinaceae, Poaceae, entre otras estuvieron representadas por 2 o 3 especies cada una, mientras que el resto presentaron uno solo de sus representantes. La diversidad de compuestas (Asteraceae) destaca particularmente en el estrato herbáceo y arbustivo, aportando muchas de las hierbas y arbustos secundarios, mientras que las rosáceas y ericáceas incluyen arbustos leñosos clave del hábitat. Esta composición sugiere que el entorno florístico corresponde a una **vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña**.

Especies más abundantes y vegetación dominante: Del total de especies registradas, la mayoría fueron poco comunes (solo unos cuantos individuos cada una). Sin embargo, unas cuantas especies dominan en abundancia y estructuran la fisonomía de la vegetación. La especie más abundante fue **Vaccinium consanguineum** (un arbusto ericáceo localmente conocido como *cahuichi*), con **174 individuos** observados, lo que equivale a aproximadamente el 16% de todos los individuos censados. Esta abrumadora abundancia de **Vaccinium** refleja un **sotobosque dominado por arbustos ericáceos**, indicador de ambientes húmedos de montaña. En segundo lugar en abundancia se ubicó **Quercus ocoteifolia** (encino), con **99 individuos**. Cabe destacar que, aunque numéricamente el encino representó menos del 10% de los individuos, es **la especie arbórea dominante** del área y configura el estrato superior del dosel. Otras especies comunes fueron **Ageratina sp.** (84 individuos, Asteraceae arbustiva),

Gaultheria acuminata (82 individuos, arbusto de la familia Ericaceae, conocido como *arrayán* por su follaje aromático) y ***Comarostaphylis discolor*** (73 individuos, arbusto Ericaceae llamado *nariz de perro*). La alta densidad de arbustos como *Vaccinium*, *Gaultheria* y *Comarostaphylis* confirma que la **vegetación predominante** en el Área de Influencia es un **matorral montano denso** bajo un dosel ralo de encinos. En conjunto, el ecosistema puede describirse como un **bosque de encino mesófilo** bastante perturbado, donde los encinos (y algunos otros árboles asociados como *Arbutus xalapensis* – madroño – y *Ternstroemia lineata* – flor de tila) se encuentran dispersos y de tamaño mediano, mientras que el sotobosque arbustivo es continuo y está dominado por especies perenifolias de porte bajo a medio. La ausencia de epífitas y la abundancia de arbustos sugiere que el área ha experimentado cierta degradación o apertura en el dosel, favoreciendo el crecimiento de vegetación secundaria arbustiva. No obstante, la composición florística aún conserva elementos típicos de un bosque mesófilo de montaña.

A continuación, se presenta la siguiente tabla que contiene la información antes descrita, pero mejor sistematizada:

Las especies encontradas por forma de vida fueron las siguientes

Tabla IV-32 Listado de especies e individuos por tipo de forma de vida en el AI del proyecto

Forma de vida	Especie	Total de individuos encontrados			
Árboreo	<i>Alnus acuminata</i>	8		<i>Cestrum nocturnum</i>	1
	<i>Arbutus xalapensis</i>	4		<i>Cirsium subcoriaceum</i>	2
	<i>Cletra luzmariae</i>	12		<i>Cletra luzmariae</i>	36
	<i>Pera glabrata</i>	1		<i>Clinopodium spp</i>	5
	<i>Quercus glaucenses</i>	5		<i>Comarostaphylis discolor</i>	73
	<i>Quercus ocoteifolia</i>	18		<i>Gaultheria acuminata</i>	82
	<i>Rhododendron spp</i>	1		<i>Holodiscus argenteus</i>	28
	<i>Ternstroemia lineata</i>	1		<i>Lopezia racemosa</i>	1
	<i>Ternstroemia spp</i>	1		<i>Monnina xalapensis</i>	10
				<i>Morella cerifera</i>	12
	SUBTOTAL	51		<i>Persea liebmannii</i>	3
Arbusto	<i>Ageratina areolaris</i>	1		<i>Prunus serotina</i>	6
	<i>Crataegus mexicana</i>	1		<i>Prunus spp</i>	2
	<i>Pteridium arachnoideum</i>	30		<i>Quercus glaucenses</i>	33
	<i>Ageratina ligustrina</i>	39		<i>Quercus ocoteifolia</i>	81
	<i>Ageratina spp</i>	84		<i>Rubus eriocarpus</i>	2
	<i>Alloispermum integrifolium</i>	32		<i>Rubus glaucus</i>	2
	<i>Alnus acuminata</i>	15		<i>Salvia cinnabarina</i>	8
	<i>Arbutus xalapensis</i>	17		<i>Salvia lavanduloides</i>	5
	<i>Archibaccharis serratifolia</i>	6		<i>Schistocarpha eupatorioides</i>	9
	<i>Baccharis conferta</i>	32		<i>Smilax sp</i>	4
	<i>Berberis lanceolata</i>	1		<i>Smilax subpubescens</i>	10
	<i>Buddleja parviflora</i>	7		<i>Stevia lucida</i>	40
				<i>Ternstroemia jelskii</i>	6
				<i>Ternstroemia lineata</i>	20

	<i>Tibouchina mollis</i>	18
	<i>Vaccinium consanguineum</i>	174
	<i>Verbesina neriifolia</i>	33
	SUBTOTAL	971
Herbácea	<i>Achyrocline deflexa</i>	6
	<i>Alchemilla pectinata</i>	4
	<i>Alchemilla procumbens</i>	2
	<i>Bidens alba</i>	2
	<i>Comenelina diffusa</i>	2

	<i>Crusea coccinea</i>	1
	<i>Dichondra spp</i>	4
	<i>Digitaria sanguinalis</i>	9
	<i>Hieracium albiflorum</i>	5
	<i>Lysimachia arvensis</i>	4
	<i>Poa annua</i>	2
	<i>Tradescantia commelinoides</i>	3
	SUBTOTAL	44
TOTAL GENERAL		1,066

Especies de Importancia Tradicional, Alimenticia o Medicinal

Durante la caracterización florística se identificaron varias especies que poseen **importancia cultural** para la población local, ya sea por sus usos medicinales, alimenticios o utilitarios. Entre las principales especies útiles registradas destacan:

- **Flor de tila** (*Ternstroemia lineata*) : Arbusto/árbol cuya flor es empleada en infusión (“té de tila”) con propiedades sedantes y relajantes, tradicionalmente usada para tratar el insomnio y la ansiedad. Asimismo, su madera es apreciada en la elaboración artesanal de utensilios (como cucharas y molinillos) y hasta partes de instrumentos musicales. Esta doble utilidad (medicinal y material) hace de la flor de tila una de las especies más valoradas localmente (Wikipedia, Ternstroemia lineata, 2023)
- **Gordolobo** (*Achyrocline deflexa*): Hierba medicinal de la familia Asteraceae, ampliamente conocida por sus beneficios en afecciones respiratorias. Las *flores de gordolobo* se utilizan en decocción o té para aliviar **tos, bronquitis, asma y resfriados**, actuando como expectorante y antiinflamatorio de las vías respiratorias. Su uso está arraigado en la herbolaria tradicional de la región para tratar problemas pulmonares y de garganta (Paso, 2025)
- **Encino** (*Quercus ocoteifolia*): Árbol dominante en el área, cuya **madera dura** es utilizada tradicionalmente como **leña** y en construcción rural (postes, vigas rústicas). Adicionalmente, la corteza de encino, rica en taninos, tiene usos etnomedicinales como astringente para tratar diarreas y otros malestares gastrointestinales (práctica común en varias comunidades serranas con especies de Quercus). Aunque sus bellotas no se consumen habitualmente, sirven de alimento para la fauna silvestre y el ganado (SciELO, 2008)
- **Madroño** (*Arbutus xalapensis*): Árbol de porte mediano cuyo fruto (una drupa anaranjada) es **comestible**; las *guayabas* o *texocotes* del madroño, aunque de sabor algo áspero, son consumidas ocasionalmente frescas o en mermeladas artesanales por la población local. Además, el madroño tiene importancia ornamental por su atractivo tronco rojizo y es parte del folklore local (en algunas regiones se le atribuyen propiedades medicinales leves, como infusiones de corteza para afecciones respiratorias menores) (aquae, 2021)

- **Cahuichi / Arándano silvestre** (*Vaccinium consanguineum*): Arbusto ericáceo muy abundante en el sotobosque local, valorado por sus **frutos comestibles**. Sus bayas azul oscuro, similares a arándanos o *mortiños*, son recolectadas y consumidas por habitantes locales y fauna (aves, mamíferos), ya sea frescas o en preparaciones dulces. Aunque su aprovechamiento es principalmente alimenticio, la presencia de esta especie también indica la buena calidad ambiental de sitios húmedos de altura (Wikipedia, 2024)
- **Palo cucharo** (*Clethra luzmariae*): Árbol pequeño cuya madera tiene usos artesanales; tradicionalmente se emplea para tallar **cucharas de madera** y otros utensilios de cocina (de ahí su nombre común). Esta especie provee madera de grano fino y resistente, adecuada para trabajo manual. Si bien no se le atribuyen mayores usos medicinales, su rol utilitario la hace importante en la economía doméstica tradicional (vida, 2025)

En síntesis, la flora del Área de Influencia no solo contribuye a la estructura ecológica del ecosistema, sino que también sostiene prácticas tradicionales y recursos aprovechados por la comunidad. La presencia de plantas medicinales como el gordolobo y la flor de tila, junto con especies alimenticias (arándanos silvestres, frutos del madroño) y maderables/utilitarias (encino, palo de cuchara), resalta la **importancia biocultural** de esta vegetación.

Estas especies de valor etnobotánico constituyen un vínculo entre la biodiversidad local y el bienestar de la población, subrayando la necesidad de considerar el conocimiento tradicional en la gestión ambiental del proyecto.

Finalmente, se hace constar que **no se registraron especies enlistadas en alguna categoría de riesgo conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Con la finalidad de poderle dar más sustento a lo anterior mencionado, se presenta la siguiente figura en la cual se indica la curva de acumulación de especies en el área de influencia:

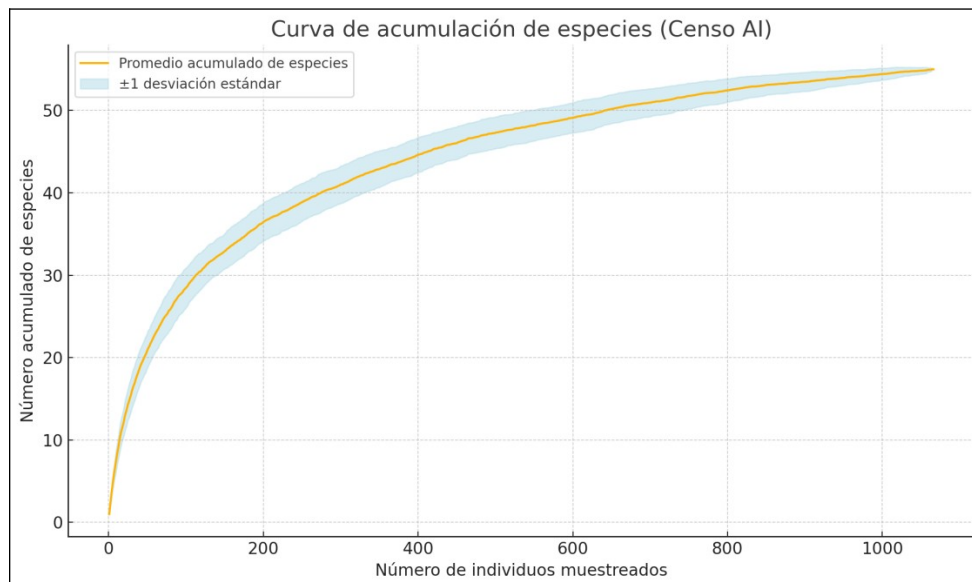


Figura IV-36 Curva de acumulación de especies en el Área de Influencia del proyecto

Resultado de la flora presente en el Sistema Ambiental (SA)

De acuerdo con los trabajos de campo se registró una diversidad florística en el estrato arbóreo de 35 especies correspondiente a 23 familias, para el estrato arbustivo 114 especies en 59 familias, 12 especies en ocho familias componen el registro en el estrato herbáceo.

En la siguiente tabla se exponen los resultados del registro de flora en el área del proyecto.

Tabla IV-33 Listado de especies identificadas en el sistema ambiental

Familia	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos	NOM 059 SEMARNA T 2010	CITES
Estrato arbóreo					
Actinidiaceae	<i>Saurauia montana</i>	Moquillo	17	-	-
Asteraceae	<i>Ageratina ligustrina</i>	Chichitlaco	26	-	-
	<i>Telanthophora uspantanensis</i>	Oreja de conejo	2	-	-
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	Aile	125	-	-
Caprifoliaceae	<i>Sambucus mexicana</i>	Sauco mexicana	1	-	-
Clethraceae	<i>Cletra luzmariae</i>	Palo cucharo	447	-	-
Compositae	<i>Baccharis conferta</i>	Chamizo	2	-	-
Cunoniaceae	<i>Weinmannia spp</i>	Huaje silvestre	5	-	-
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	134	-	-
	<i>Comarostaphylis discolor</i>	Nariz de perro	31	Pr	-
	<i>Gaultheria acuminata</i>	Arrayán	67	-	-
	<i>Gaultheria myrsinoides</i>	Reventadera	10	-	-
	<i>Vaccinium consanguineum</i>	Cahuichi	4	-	-
Fagaceae	<i>Quercus glaucenses</i>	Encino amarillo	111	-	-
	<i>Quercus ocoteifolia</i>	Encino	660	-	-
	<i>Quercus rugosa</i>	Encino colorado	76	-	-
	<i>Quercus scytophylla</i>	Encino blanco	337	-	-
Lauraceae	<i>Litsea glaucescens</i>	Laurel	1	P	-
	<i>Persea liebmannii</i>	Aguacate silvestre	227	-	-
Melastomataceae	<i>Leandra subseriata</i>	Nigüito	29	-	-
Myricaceae	<i>Morella cerifera</i>	Árbol de la cera	39	-	-
Pentaphylacaceae	<i>Ternstroemia lineata</i>	Flor de tila	16	-	-
	<i>Ternstroemia jelskii</i>	Salli	21	-	-
Peraceae	<i>Pera glabrata</i>	Pilón rosado	147	-	-
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca icosandra</i>	Mazorquilla	1	-	-
Pinaceae	<i>Pinus apulcensis</i>	Pino de Apulco	29	-	-
Podocarpaceae	<i>Podocarpus guatemalensis</i>	Palo de campana	18	-	-
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i>	Ratoncillo	32	-	-
Rosaceae	<i>Holodiscus argenteus</i>	NO DISPONIBLE	1	-	-
	<i>Prunus serotina</i>	Capulín	14	-	-
	<i>Prunus spp</i>	Capulín silvestre	8	-	-
Rosoideae	<i>Rubus glaucus</i>	Zarzamora roja	4	-	-
Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	Tepozán blanco	7	-	-
Staphyleaceae	<i>Turpina occidentalis</i>	Palo verde	1	-	-
Ulmaceae	<i>Ulmus mexicana</i>	Alamo	2	-	-
TOTAL	35		2652	2	0
Estrato arbustivo					
Actinidiaceae	<i>Saurauia montana</i>	Moquillo	53	-	-
Amaranthaceae	<i>Iresine diffusa</i>	Pluma	11	-	-

Familia	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos	NOM 059 SEMARNA T 2010	CITE S
Apiaceae	<i>Angelica atropurpurea</i>	Angelica	7	-	-
Araliaceae	<i>Oreopanax xalapensis</i>	Mano de león	4	-	-
Asteraceae	<i>Ageratina areolaris</i>	Raíz de serpiente	224	-	-
	<i>Ageratina adenophora</i>	Raíz de serpiente	5	-	-
	<i>Ageratina collodes</i>	Raíz de serpiente	51	-	-
	<i>Ageratina ligustrina</i>	Chichitlaco	425	-	-
	<i>Ageratina spp</i>	NO DISPONIBLE	140	-	-
	<i>Alloispermum integrifolium</i>	Chicalote del monte	89	-	-
	<i>Archibaccharis serratifolia</i>	Hierba del carbonero	48	-	-
	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	Azomiate	9	-	-
	<i>Bartlettina sordida</i>	Flor de niebla azul	63	-	-
	<i>Bidens aurea</i>	Pico	7	-	-
	<i>Bidens spp</i>	NO DISPONIBLE	29	-	-
	<i>Cirsium subcoriaceum</i>	Cardo Santo	17	-	-
	<i>Erigeron karvinskianus</i>	Margarita cimarrona	6	-	-
	<i>Gnaphalium salicifolium</i>	Gordolobo comun	37	-	-
	<i>Matricaria discoidea</i>	Manzanilla silvestre	1	-	-
	<i>Roldana oaxacana</i>	Sombrero viejo	113	-	-
	<i>Smallanthus maculatus</i>	Giganton	2	-	-
	<i>Stevia lucida</i>	Hierba de la araña	102	-	-
	<i>Telanthophora uspantanensis</i>	Oreja de conejo	38	-	-
	<i>Verbesina neriifolia</i>	San Nicolás	20	-	-
	<i>Verbesina spp</i>	NO DISPONIBLE	11	-	-
	<i>Symphyotrichum moranense</i>	Flor de María	6	-	-
Berberidaceae	<i>Berberis lanceolata</i>	Palo amarillo	26	-	-
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	Aile	139	-	-
Bignonaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Guayacan	1	A	II
Bromeliaceae	<i>Werauhia werckleana</i>	Bromelia	20	-	-
Buxaceae	<i>Sarcococca spp</i>	Sarcococa	5	-	-
Campanulaceae	<i>Lobelia laxiflora</i>	Aretitos	1	-	-
Cannaceae	<i>Canna indica</i>	Platanillo	3	-	-
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum spp</i>	NO DISPONIBLE	7	-	-
Cleomaceae	<i>Cleome magnifica</i>	Popochu	1	-	-
Clethraceae	<i>Cletra luzmariae</i>	Palo cucharo	378	-	-
Compositae	<i>Baccharis conferta</i>	Chamizo	32	-	-
	<i>Schistocarpa eupatorioides</i>	NO DISPONIBLE	141	-	-
Cornaceae	<i>Cornus sericea</i>	Cornejo rojo	2	-	-
	<i>Cornus spp</i>	NO DISPONIBLE	150	-	-
Cucurbitaceae	<i>Microsechium helleri</i>	Chayote Silvestre	2	-	-
Cunoniaceae	<i>Weinmannia spp</i>	Huaje silvestre	19	-	-
Cupressacea	<i>Cupressus lindleyi</i>	Cedro blanco	6	-	-
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>	Coquillo	9	-	-
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium arachnoideum</i>	Helecho marranero	2	-	-
	<i>Pteridium arachnoideum</i>	Helecho marranero	329	-	-
Drypteridaceae	<i>Dryopteris wallichiana</i>	Cabeza de chivo	1	-	-
Elaeocarpaceae	<i>Sloaena laevigata</i>	Suelo	14	-	-
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	92	-	-

Familia	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos	NOM 059 SEMARNA T 2010	CITE S
	<i>Comarostaphylis discolor</i>	Nariz de perro	196	Pr	-
	<i>Gaultheria acuminata</i>	Arrayán	427	-	-
	<i>Gaultheria myrsinoides</i>	Reventadera	18	-	-
	<i>Psychotria spp</i>	NO DISPONIBLE	3	-	-
	<i>Rhododendron spp</i>	Azalea	2	-	-
	<i>Vaccinium confertum</i>	Arrayán	15	-	-
	<i>Vaccinium consanguineum</i>	Cahuichi	513	-	-
	<i>Vaccinium spp</i>	NO DISPONIBLE	2	-	-
Fagaceae	<i>Quercus glaucenses</i>	Encino amarillo	31	-	-
	<i>Quercus ocoteifolia</i>	Encino	177	-	-
	<i>Quercus rugosa</i>	Encino colorado	31	-	-
	<i>Quercus scytophylla</i>	Encino blanco	77	-	-
	<i>Quercus spp</i>	Encino	88	-	-
Gelsemiaceae	<i>Gelsemium sempervirens</i>	Gelsemio	16	-	-
Gesneriaceae	<i>Moussonia spp</i>	Aretillo	2	-	-
	<i>Clinopodium macrostemum</i>	Hierba borracha	21	-	-
Lamiaceae	<i>Mentha pulegium</i>	Poleo	2	-	-
	<i>Salvia cinnabarina</i>	Salvia roja	54	-	-
	<i>Salvia iodantha</i>	Flor de colibri	7	-	-
	<i>Litsea glaucescens</i>	Laurel	39	P	-
Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Aguacate hass	4	-	-
	<i>Persea liebmannii</i>	Aguacate silvestre	247	-	-
Liliaceae	<i>Smilax subpubescens</i>	Bejuco	152	-	-
Lythraceae	<i>Cuphea ignea</i>	Cigarrito	1	-	-
Melastomataceae	<i>Leandra subseriata</i>	Nigüito	235	-	-
	<i>Tibouchina mollis</i>	Sietecueros	19	-	-
Myricaceae	<i>Morella cerifera</i>	Árbol de la cera	119	-	-
Myrsinaceae	<i>Parathesis leptopa</i>	Manzanita	2	-	-
Ochnaceae	<i>Ouratea spp</i>	Chanito	2	-	-
Onagraceae	<i>Fuchsia paniculata</i>	Aretillo morado	12	-	-
Onagraceae	<i>Lopezia racemosa</i>	Cabeza de hormiga	14	-	-
Pentaphylacaceae	<i>Ternstroemia lineata</i>	Flor de tila	99	-	-
	<i>Ternstroemia jelskii</i>	Salli	14	-	-
Peraceae	<i>Pera glabrata</i>	Pilón rosado	98	-	-
Phyllonomaceae	<i>Phyllonoma laticuspis</i>	Sinvergüenza	32	-	-
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca icosandra</i>	Mazorquilla	15	-	-
Pinaceae	<i>Pinus apulcensis</i>	Pino de Apulco	6	-	-
Piperaceae	<i>Piper auritum</i>	Hierba santa	1	-	-
	<i>Piper spp</i>	NO DISPONIBLE	4	-	-
	<i>Chusquea repens</i>	Bambú	75	-	-
Poaceae	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Hierba conejo	6	-	-
	<i>Eragrostis mexicana</i>	Zacate liendrilla	6	-	-
	<i>Podocarpus</i>				
Podocarpaceae	<i>Guatemalensis</i>	Palo de campana	38	-	-
Polygalaceae	<i>Monnina xalapensis</i>	Hierba de la mula	64	-	-
Polygonaceae	<i>Fallopia spp</i>	Enredadera	111	-	-
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i>	Ratoncillo	206	-	-
Rhamnaceae	<i>Frangula spp</i>	Anona	2	-	-
Rosaceae	<i>Holodiscus argenteus</i>	NO DISPONIBLE	67	-	-
	<i>Prunus persica</i>	Durazno	6	-	-
	<i>Prunus serotina</i>	Capulín	45	-	-

Familia	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos	NOM 059 SEMARNA T 2010	CITES
	<i>Prunus spp</i>	Capulín silvestre	9	-	-
Rosoidaeae	<i>Rubus eriocarpus</i>	Zarzamora blanca	12	-	-
	<i>Rubus glaucus</i>	Zarzamora roja	96	-	-
Rubiaceae	<i>Antirhea borbonica</i>	NO DISPONIBLE	7	-	-
	<i>Chiococca alba</i>	Perilla	31	-	-
Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	Tepozán blanco	15	-	-
	<i>Buddleja parviflora</i>	Sayolisco	44	-	-
Smilacaceae	<i>Smilax mollis</i>	Diente de perro	2	-	-
	<i>Smilax spp</i>	Bejuco con espina negra	19	-	-
Solanaceae	<i>Cestrum nocturnum</i>	Dama de noche	57	-	-
	<i>Solanum crysotrichum</i>	La higuera del diablo	1	-	-
	<i>Solanum nigrum</i>	Hierba mora	2	-	-
Staphyleaceae	<i>Turpina occidentalis</i>	Palo verde	1	-	-
Ulmaceae	<i>Ulmus mexicana</i>	Alamo	24	-	-
Valerianaceae	<i>Valeriana spp</i>	Valeriana	16	-	-
TOTAL	114		6,657	3	1
Estrato herbáceo					
Asteraceae	<i>Galinsoga quadriradiata</i>	Margarita peruana	2	-	-
	<i>Hieracium albiflorum</i>	Vellosoilla blanca	1	-	-
	<i>Roldana oaxacana</i>	Sombrero viejo	3	-	-
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i>	Hierba de pollo	1	-	-
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>	Coquillo	3	-	-
Onagraceae	<i>Lopezia racemosa</i>	Cabeza de hormiga	1	-	-
Poaceae	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Hierba conejo	3	-	-
	<i>Eragrostis mexicana</i>	Zacate liendrilla	1	-	-
	<i>Poa annua</i>	Zacate azul	2	-	-
Rosaceae	<i>Alchemilla pectinata</i>	NO DISPONIBLE	2	-	-
Rubiaceae	<i>Crusea coccinea</i>	NO DISPONIBLE	4	-	-
Urticaceae	<i>Pilea peploides</i>	Hierba rastrera	1	-	-
TOTAL	12		24	0	0

Del total de las especies registradas dentro del sistema ambientes (SA), solo tres se encuentran bajo algún estatus de protección bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010, en donde *Comarostaphylis discolor* se encuentra como **protección especial (Pr)**; *Litsea glaucescens* bajo el estatus de **peligro de extinción (P)**; *Tabebuia chrysantha* como **amenazada (A)**.

Además *Tabebuia chrysantha* también se encuentra en el listado del Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de la Fauna y Flora Silvestre (CITES).

En las siguientes graficas se muestran las curvas de acumulación de especie por cada estrato florístico (arbóreo, arbustivo, herbáceo).

Curvas de acumulación de especies por estrato florístico

Las curvas de acumulación de especies permiten evaluar la eficiencia del muestreo realizado y estimar la riqueza específica esperada en un área determinada. En este estudio, se elaboraron curvas independientes para cada uno de los estratos florísticos identificados (arbóreo, arbustivo y herbáceo).

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de las curvas de acumulación de especies obtenidas por estratos.

Estrato arbóreo en el SA

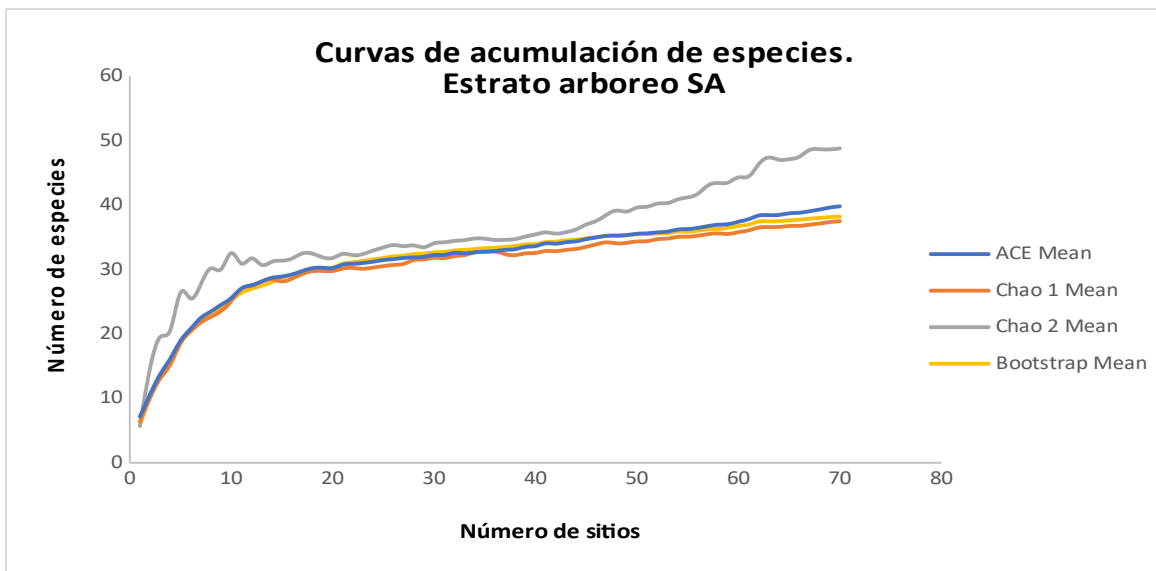


Figura IV-37 Curva de acumulación de especies estrato arbóreo en el SA

La curva mantiene una tendencia creciente que se aproxima al punto de asintotismo. Esto sugiere que, aunque se logró registrar un número representativo de especies arbóreas, aún podrían existir algunas especies poco frecuentes no detectadas, lo cual es común en vegetación secundaria en transición o zonas perturbadas.

Estrato arbustivo en el SA

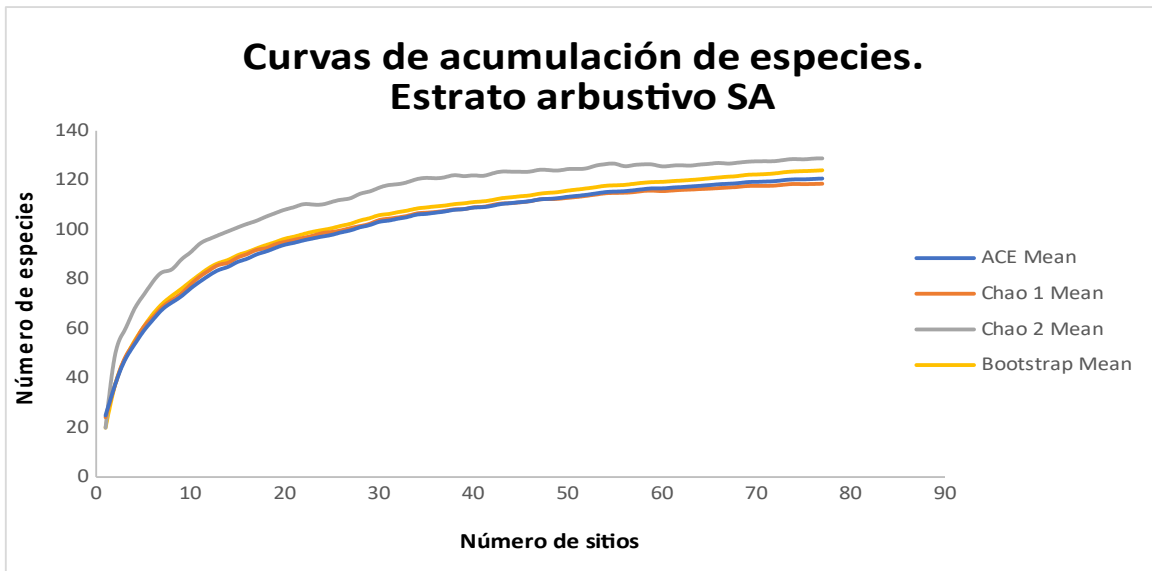


Figura IV-38 Curva de acumulación de especies estrato arbustivo en el SA

Se observa una pendiente prolongada antes de estabilizarse, lo que refleja una alta diversidad de especies arbustivas. El comportamiento de esta curva indica una comunidad vegetal diversa y en proceso activo de sucesión, coherente con las condiciones de un ecosistema secundario.

Estrato herbáceo en el SA

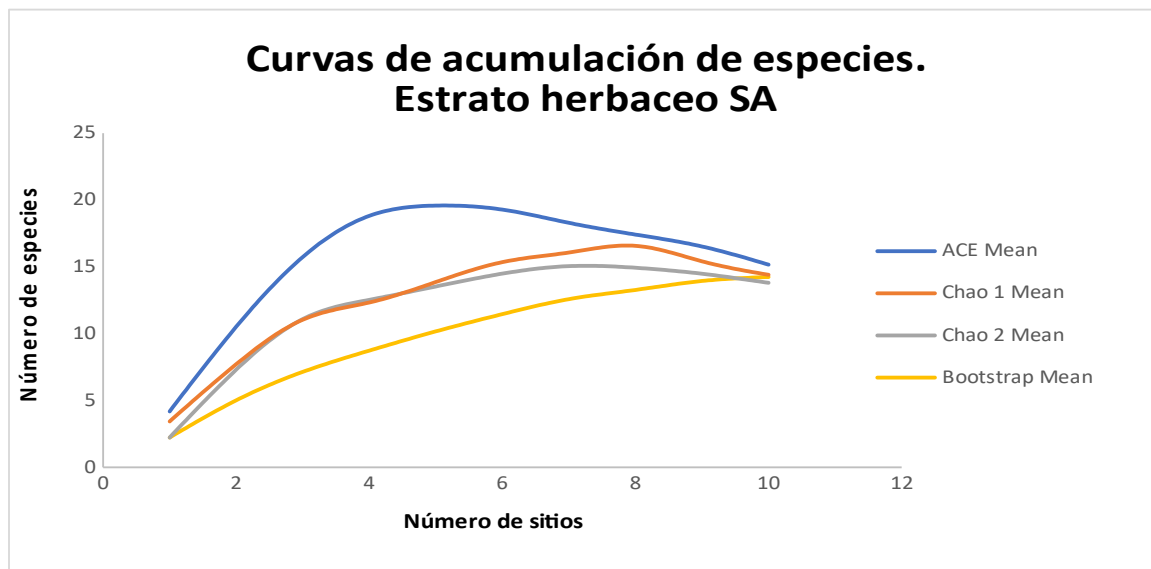


Figura IV-39 Curva de acumulación de especies estrato herbáceo en el SA

Esta curva muestra una rápida saturación, lo que sugiere que el número de especies herbáceas presentes fue completamente captado en el esfuerzo de muestreo. Ello es esperable dado que las especies herbáceas suelen encontrarse en mayor abundancia y homogeneidad espacial, especialmente en claros o áreas perturbadas.

Conclusiones ecológicas

El análisis de las curvas de acumulación por estrato respalda que el esfuerzo de campo fue metodológicamente adecuado y permitió capturar con precisión la riqueza florística del área. El comportamiento de cada curva también permite inferir el grado de heterogeneidad ecológica por estrato:

- El estrato arbustivo representa el componente de mayor diversidad florística del SA, en concordancia con el tipo de vegetación dominante (vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo).
- El estrato herbáceo es más homogéneo y dominado por pocas especies oportunistas.
- El estrato arbóreo, aunque menos diverso, conserva elementos clave del ecosistema original y sugiere procesos activos de regeneración.

Lo anterior contribuye a caracterizar la estructura vegetal del sistema ambiental del proyecto, evidenciando su estado sucesional, su resiliencia ecológica y la pertinencia de las estrategias de conservación y mitigación que deben establecerse.

Estrato arbóreo en el sistema ambiental

Dentro del estrato arbóreo presente en el SA, se registró una riqueza florística de 35 especies. Del total de especies, *Quercus ocoteifolia* (Encino), *Cletra luzmariae* (Palo cucharo) y *Persea liebmannii* (Aguacatillo) presentaron el mayor peso ecológico (IVI) dentro de la estructura florística del estrato, lo anterior se debe a que estas especies presentaron mayor presencia dentro de los sitios muestreados.

Tabla IV-34 Índice de diversidad de Shannon, equitatividad e IVI para el estrato arbóreo en el SA

No	Especie	Nombre común	Cantidad	Abundancia	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Densidad relativa	IVI 300%
1	<i>Weinmannia spp</i>	Huaje silvestre	5	0.0019	1.2987	0.0982	0.1885	1.5855
2	<i>Ageratina ligustrina</i>	Chichitlaco	26	0.0098	2.0779	0.2795	0.9804	3.3378
3	<i>Alnus acuminata</i>	Aile	125	0.0471	4.9351	1.6300	4.7134	11.2785
4	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	134	0.0505	5.4545	2.3482	5.0528	12.8555
5	<i>Baccharis conferta</i>	Chamizo	2	0.0008	0.2597	0.0245	0.0754	0.3597
6	<i>Buddleja cordata</i>	Tepozán blanco	7	0.0026	1.0390	0.5649	0.2640	1.8678
7	<i>Cletra luzmariae</i>	Palo cucharo	447	0.1686	12.7273	9.9387	16.8552	39.5212
8	<i>Comarostaphylis discolor</i>	Nariz de perro	31	0.0117	1.8182	0.6883	1.1689	3.6754
9	<i>Gaultheria acuminata</i>	Arrayán	67	0.0253	4.6753	0.8479	2.5264	8.0496
10	<i>Gaultheria myrsinoides</i>	Reventadera	10	0.0038	0.5195	0.2249	0.3771	1.1214
11	<i>Holodiscus argenteus</i>	NO DISPONIBLE	1	0.0004	0.2597	0.0075	0.0377	0.3050
12	<i>Leandra subseriata</i>	Nigüito	29	0.0109	2.0779	0.4309	1.0935	3.6023
13	<i>Litsea glaucescens</i>	Laurel	1	0.0004	0.2597	0.0075	0.0377	0.3050
14	<i>Morella cerifera</i>	Árbol de la cera	39	0.0147	2.5974	0.5387	1.4706	4.6067
15	<i>Myrsine coriacea</i>	Ratoncillo	32	0.0121	3.8961	0.4844	1.2066	5.5871
16	<i>Pera glabrata</i>	Pilón rosado	147	0.0554	6.2338	3.2789	5.5430	15.0556
17	<i>Persea liebmannii</i>	Aguacatillo	227	0.0856	7.7922	13.2064	8.5596	29.558

No	Especie	Nombre común	Cantidad	Abundancia	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Densidad relativa	IVI 300%
								2
18	<i>Phytolacca icosandra</i>	Mazorquilla	1	0.0004	0.2597	0.0199	0.0377	0.3174
19	<i>Pinus apulcensis</i>	Pino de Apulco	29	0.0109	0.7792	1.2454	1.0935	3.1182
20	<i>Podocarpus guatemalensis</i>	Palo de campana	18	0.0068	1.5584	0.6110	0.6787	2.8482
21	<i>Prunus serotina</i>	Capulín	14	0.0053	1.8182	0.1728	0.5279	2.5189
22	<i>Prunus spp</i>	Capulín silvestre	8	0.0030	1.2987	0.1398	0.3017	1.7402
23	<i>Quercus glaucenses</i>	Encino amarillo	111	0.0419	7.5325	8.7946	4.1855	20.5126
24	<i>Quercus ocoteifolia</i>	Encino	660	0.2489	15.0649	46.7541	24.8869	86.7059
25	<i>Quercus rugosa</i>	Encino colorado	76	0.0287	1.8182	1.5754	2.8658	6.2593
26	<i>Quercus scytophylla</i>	Encino blanco	337	0.1271	3.8961	4.7052	12.7074	21.3087
27	<i>Rubus glaucus</i>	Zarzamora roja	4	0.0015	1.0390	0.1223	0.1508	1.3121
28	<i>Sambucus mexicana</i>	Sauco mexicana	1	0.0004	0.2597	0.0519	0.0377	0.3494
29	<i>Saurauia montana</i>	Moquillo	17	0.0064	1.5584	0.4098	0.6410	2.6093
30	<i>Telanthophora uspantanensis</i>	Oreja de conejo	2	0.0008	0.2597	0.0236	0.0754	0.3587
31	<i>Ternstroemia lineata</i>	Flor de tila	16	0.0060	1.8182	0.3385	0.6033	2.7600
32	<i>Ternstroemia jelskii</i>	Salli	21	0.0079	1.8182	0.3593	0.7919	2.9693
33	<i>Turpina occidentalis</i>	Palo verde	1	0.0004	0.2597	0.0170	0.0377	0.3144
34	<i>Ulmus mexicana</i>	Alamo	2	0.0008	0.2597	0.0151	0.0754	0.3502
35	<i>Vaccinium consanguineum</i>	Cahuichi	4	0.0015	0.7792	0.0451	0.1508	0.9752
Tot al	35		2652	1	100	100	100	300
Riqueza S: 35							H'	2.4928
							H'MAX	3.5553
							J'	0.7012

De acuerdo a los cálculos realizados, para el estrato arbóreo se obtuvo un Índice de Diversidad de Shannon de 2.4928, no obstante, teniendo en cuenta que el valor máximo de Shannon de acuerdo con el H'max, es de 3.5553, se deduce que el estrato presenta una alta diversidad florística, lo cual indica que tanto la riqueza, la abundancia y la distribución de las especies presentan un comportamiento normal para este tipo de vegetación, por lo que las especies registradas dentro del mismo representan la flora característica a este tipo de vegetación.

En cuanto a la Equidad existente entre las poblaciones florísticas registradas en el estrato arbóreo, se obtuvo un valor de 0.7012 infiriendo que existe una alta equitatividad dentro de las poblaciones vegetales, sin embargo, se observa que *Quercus ocoteifolia* (Encino) se sobrepone ante las demás.

Estrato arbustivo en el sistema ambiental

Para el caso del estrato arbustivo registrado dentro del SA, se registró una riqueza florística de 114 especies. Dentro del estrato las especies que presentaron mayor peso ecológico (IVI) son: *Vaccinium consanguineum*, *Ageratina ligustrina*, *Cletra luzmariae*, *Gaultheria acuminata*, *Pteridium arachnoideum* y *Leandra subseriata*. Lo anterior es debido a que las especies antes mencionadas presentaron mayor presencia y abundancia dentro del Sistema Ambiental.

Tabla IV-35 Índice de diversidad de Shannon, equitatividad e IVI para el estrato arbóreo en el SA

No	Especie	Nombre común	Cantidad	Abundancia	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Densidad relativa	IVI 300%
1	<i>Ageratina areolaris</i>	Raíz de serpiente	224	0.0336	2.5292	2.5325	3.3649	8.4265
2	<i>Hedyosmum spp</i>	NO DISPONIBLE	7	0.0011	0.1946	0.1301	0.1052	0.4298
3	<i>Weinmannia spp</i>	Huaje silvestre	19	0.0029	0.4540	0.3483	0.2854	1.0877
4	<i>Ageratina adenophora</i>	Raíz de serpiente	5	0.0008	0.1946	0.0440	0.0751	0.3137
5	<i>Ageratina collodes</i>	Raíz de serpiente	51	0.0077	0.9079	0.3823	0.7661	2.0563
6	<i>Ageratina ligustrina</i>	Chichitlaco	425	0.0638	4.1505	7.0293	6.3843	17.5640
7	<i>Ageratina spp</i>	NO DISPONIBLE	140	0.0210	1.8807	2.7442	2.1030	6.7279
8	<i>Alloispermum integrifolium</i>	Chicalote del monte	89	0.0134	0.5837	0.6645	1.3369	2.5851
9	<i>Alnus acuminata</i>	Aile	139	0.0209	1.8807	3.9332	2.0880	7.9019
10	<i>Angelica atropurpurea</i>	Angelica	7	0.0011	0.1946	0.0681	0.1052	0.3678
11	<i>Antirhea borbonica</i>	NO DISPONIBLE	7	0.0011	0.3243	0.0861	0.1052	0.5155
12	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	92	0.0138	1.8158	1.8365	1.3820	5.0343
13	<i>Archibaccharis serratifolia</i>	Hierba del carbonero	48	0.0072	0.7782	0.2842	0.7210	1.7835
14	<i>Baccharis conferta</i>	Chamizo	32	0.0048	0.9079	0.5500	0.4807	1.9387
15	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	Azomiate	9	0.0014	0.2594	0.0821	0.1352	0.4767
16	<i>Bartlettina sordida</i>	Flor de niebla azul	63	0.0095	1.4916	0.6525	0.9464	3.0905
17	<i>Berberis lanceolata</i>	Palo amarillo	26	0.0039	1.2970	0.3583	0.3906	2.0459
18	<i>Bidens aurea</i>	Pico	7	0.0011	0.0649	0.0600	0.1052	0.2301
19	<i>Bidens spp</i>	NO DISPONIBLE	29	0.0044	0.3891	0.4344	0.4356	1.2591
20	<i>Buddleja cordata</i>	Tepozán blanco	15	0.0023	0.5188	0.1811	0.2253	0.9253
21	<i>Buddleja parviflora</i>	Sayolisco	44	0.0066	0.9728	0.7276	0.6610	2.3613
22	<i>Canna indica</i>	Platanillo	3	0.0005	0.1297	0.0240	0.0451	0.1988
23	<i>Cestrum nocturnum</i>	Dama de noche	57	0.0086	1.1673	0.6856	0.8562	2.7091
24	<i>Chiococca alba</i>	Perilla	31	0.0047	1.1025	0.1952	0.4657	1.7633

No	Especie	Nombre común	Cantidad	Abundancia	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Densidad relativa	IVI 300%
25	<i>Chusquea repens</i>	Bambú	75	0.0113	2.0104	0.5168	1.1266	3.6538
26	<i>Cirsium subcoriaceum</i>	Cardo Santo	17	0.0026	0.5188	0.1151	0.2554	0.8893
27	<i>Cleome magnifica</i>	Popochu	1	0.0002	0.0649	0.0120	0.0150	0.0919
28	<i>Cletra luzmariae</i>	Palo cucharo	378	0.0568	4.0856	7.5441	5.6782	17.3079
29	<i>Clinopodium macrostemon</i>	Hierba borracha	21	0.0032	0.4540	0.2772	0.3155	1.0466
30	<i>Comarostaphylis discolor</i>	Nariz de perro	196	0.0294	2.3346	3.5287	2.9443	8.8076
31	<i>Cornus sericea</i>	Cornejo rojo	2	0.0003	0.1297	0.0280	0.0300	0.1878
32	<i>Cornus spp</i>	NO DISPONIBLE	150	0.0225	0.8431	1.8525	2.2533	4.9488
33	<i>Cuphea ignea</i>	Cigarrito	1	0.0002	0.0649	0.0060	0.0150	0.0859
34	<i>Cupressus lindleyi</i>	Cedro blanco	6	0.0009	0.1946	0.0320	0.0901	0.3167
35	<i>Cyperus rotundus</i>	Coquillo	9	0.0014	0.2594	0.0881	0.1352	0.4827
36	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Hierba conejo	6	0.0009	0.1946	0.0580	0.0901	0.3427
37	<i>Dryopteris wallichiana</i>	Cabeza de chivo	1	0.0002	0.0649	0.0200	0.0150	0.0999
38	<i>Eragrostis mexicana</i>	Zacate liendrilla	6	0.0009	0.0649	0.0320	0.0901	0.1870
39	<i>Erigeron karvinskianus</i>	Margarita cimarrona	6	0.0009	0.1297	0.0260	0.0901	0.2459
40	<i>Fallopia spp</i>	Enredadera	111	0.0167	1.6213	0.9838	1.6674	4.2725
41	<i>Frangula spp</i>	NO DISPONIBLE	2	0.0003	0.1297	0.0300	0.0300	0.1898
42	<i>Fuchsia paniculata</i>	Aretillo morado	12	0.0018	0.4540	0.1261	0.1803	0.7603
43	<i>Gaultheria acuminata</i>	Arrayán	427	0.0641	4.2153	6.2777	6.4143	16.9073
44	<i>Gaultheria myrsinoides</i>	Reventadera	18	0.0027	0.2594	0.2802	0.2704	0.8100
45	<i>Gelsemium sempervirens</i>	Gelsemio	16	0.0024	0.1946	0.2342	0.2403	0.6691
46	<i>Gnaphalium salicifolium</i>	Gordolobo comun	37	0.0056	0.4540	0.2852	0.5558	1.2950
47	<i>Holodiscus argenteus</i>	NO DISPONIBLE	67	0.0101	0.7782	0.9257	1.0065	2.7104
48	<i>Iresine diffusa</i>	Pluma	11	0.0017	0.1946	0.0741	0.1652	0.4339
49	<i>Leandra subseriata</i>	Nigüito	235	0.0353	2.9183	4.2835	3.5301	10.7319
50	<i>Litsea glaucescens</i>	Laurel	39	0.0059	0.7782	0.5374	0.5858	1.9015
51	<i>Lobelia laxiflora</i>	Aretitos	1	0.0002	0.0649	0.0040	0.0150	0.0839
52	<i>Lopezia racemosa</i>	Cabeza de hormiga	14	0.0021	0.3243	0.0791	0.2103	0.6136
53	<i>Matricaria discoidea</i>	Manzanilla silvestre	1	0.0002	0.0649	0.0040	0.0150	0.0839
54	<i>Mentha pulegium</i>	Poleo	2	0.0003	0.1297	0.0120	0.0300	0.171

No	Especie	Nombre común	Cantidad	Abundancia	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Densidad relativa	IVI 300%
55	<i>Microsechium helleri</i>	Chayote Silvestre	2	0.0003	0.1297	0.0100	0.0300	8 0.1698
56	<i>Monnina xalapensis</i>	Hierba de la mula	64	0.0096	1.2970	0.6165	0.9614	2.8749
57	<i>Morella cerifera</i>	Árbol de la cera	119	0.0179	2.0752	2.7618	1.7876	6.6247
58	<i>Moussonia spp</i>	Aretillo	2	0.0003	0.1297	0.0100	0.0300	8 0.1698
59	<i>Myrsine coriacea</i>	Ratoncillo	206	0.0309	3.1777	3.1640	3.0945	9.4361
60	<i>Oreopanax xalapensis</i>	Mano de león	4	0.0006	0.2594	0.0420	0.0601	5 0.3615
61	<i>Ouratea spp</i>	Chanito	2	0.0003	0.0649	0.0460	0.0300	9 0.1409
62	<i>Parathesis leptopa</i>	NO DISPONIBLE	2	0.0003	0.1297	0.0360	0.0300	8 0.1958
63	<i>Pera glabrata</i>	Pilón rosado	98	0.0147	1.3619	1.8255	1.4721	4.6595
64	<i>Persea americana</i>	Aguacate hass	4	0.0006	0.0649	0.0721	0.0601	0.1970
65	<i>Persea liebmannii</i>	Aguacatillo	247	0.0371	3.1128	3.8401	3.7104	10.6633
66	<i>Phyllonoma laticuspis</i>	Sinvergüenza	32	0.0048	0.6485	0.7346	0.4807	1.8638
67	<i>Phytolacca icosandra</i>	Mazorquilla	15	0.0023	0.5837	0.3223	0.2253	2 1.1312
68	<i>Pinus apulcensis</i>	Pino de Apulco	6	0.0009	0.3243	0.1341	0.0901	5 0.5485
69	<i>Piper auritum</i>	Hierba santa	1	0.0002	0.0649	0.0060	0.0150	9 0.0859
70	<i>Piper spp</i>	NO DISPONIBLE	4	0.0006	0.1297	0.1201	0.0601	9 0.3099
71	<i>Podocarpus Guatemalensis</i>	Palo de campana	38	0.0057	0.8431	0.8727	0.5708	2.2866
72	<i>Prunus persica</i>	Durazno	6	0.0009	0.0649	0.2402	0.0901	2 0.3952
73	<i>Prunus serotina</i>	Capulín	45	0.0068	1.3619	0.9638	0.6760	6 3.0016
74	<i>Prunus spp</i>	Capulín silvestre	9	0.0014	0.2594	0.1301	0.1352	7 0.5247
75	<i>Psychotria spp</i>	NO DISPONIBLE	3	0.0005	0.1297	0.0560	0.0451	8 0.2308
76	<i>Pteridium arachnoideum</i>	Helecho marranero	331	0.0497	4.6044	4.7859	4.9722	14.3625
77	<i>Quercus glaucenses</i>	Encino amarillo	31	0.0047	1.2322	0.6405	0.4657	4 2.3384
78	<i>Quercus ocoteifolia</i>	Encino	177	0.0266	2.5292	4.4836	2.6589	7 9.6717
79	<i>Quercus rugosa</i>	Encino colorado	31	0.0047	0.2594	0.4834	0.4657	5 1.2085
80	<i>Quercus scytophylla</i>	Encino blanco	77	0.0116	1.1025	2.0637	1.1567	8 4.3228
81	<i>Quercus spp</i>	Encino	88	0.0132	1.6213	1.9956	1.3219	8 4.9388
82	<i>Rhododendron spp</i>	Azalea	2	0.0003	0.0649	0.0260	0.0300	9 0.1209
83	<i>Roldana oaxacana</i>	Sombrero viejo	113	0.0170	2.1401	0.9968	1.6975	3 4.8343

No	Especie	Nombre común	Cantidad	Abundancia	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Densidad relativa	IVI 300%
84	<i>Rubus eriocarpus</i>	Zarzamora blanca	12	0.0018	0.1946	0.0540	0.1803	0.4289
85	<i>Rubus glaucus</i>	Zarzamora roja	96	0.0144	2.0104	0.7046	1.4421	4.1570
86	<i>Salvia cinnabarina</i>	Salvia roja	54	0.0081	0.4540	0.2732	0.8112	1.5384
87	<i>Salvia iodantha</i>	Flor de colibri	7	0.0011	0.1946	0.0560	0.1052	0.3558
88	<i>Sarcococca spp</i>	Sarcococa	5	0.0008	0.0649	0.0430	0.0751	0.1830
89	<i>Saurauia montana</i>	Moquillo	53	0.0080	1.2970	0.7476	0.7962	2.8408
90	<i>Schistocarpa eupatorioides</i>	NO DISPONIBLE	141	0.0212	1.6213	0.9658	2.1181	4.7051
91	<i>Sloanea laevigata</i>	Suelo	14	0.0021	0.1297	0.2262	0.2103	0.5662
92	<i>Smalanthus maculatus</i>	Giganton	2	0.0003	0.0649	0.0120	0.0300	0.1069
93	<i>Smilax mollis</i>	Diente de perro	2	0.0003	0.0649	0.0220	0.0300	0.1169
94	<i>Smilax spp</i>	Bejuco con espina negra	19	0.0029	0.7782	0.0811	0.2854	1.1447
95	<i>Smilax subpubescens</i>	Bejuco	152	0.0228	2.3995	0.7446	2.2833	5.4274
96	<i>Solanum crysotrichum</i>	La higuera del diablo	1	0.0002	0.0649	0.0020	0.0150	0.0819
97	<i>Solanum nigrum</i>	Hierba mora	1	0.0002	0.0649	0.0040	0.0150	0.0839
98	<i>Solanum nigrum</i>	Hierba mora	1	0.0002	0.0649	0.0060	0.0150	0.0859
99	<i>Stevia lucida</i>	Hierba de la araña	102	0.0153	1.6861	1.1780	1.5322	4.3963
100	<i>Symphyotrichum moranense</i>	Flor de María	6	0.0009	0.0649	0.0240	0.0901	0.1790
101	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Guayacan	1	0.0002	0.0649	0.0240	0.0150	0.1039
102	<i>Telanthophora uspananensis</i>	Oreja de conejo	38	0.0057	0.7134	0.7546	0.5708	2.0388
103	<i>Ternstroemia jelskii</i>	Salli	14	0.0021	0.5188	0.2082	0.2103	0.9373
104	<i>Ternstroemia lineata</i>	Flor de tila	99	0.0149	2.0752	2.1297	1.4872	5.6921
105	<i>Tibouchina mollis</i>	Sietecueros	19	0.0029	0.7134	0.1301	0.2854	1.1289
106	<i>Turpina occidentalis</i>	Palo verde	1	0.0002	0.0649	0.0060	0.0150	0.0859
107	<i>Ulmus mexicana</i>	Alamo	24	0.0036	0.3243	0.6285	0.3605	1.3133
108	<i>Vaccinium confertum</i>	Arrayán	15	0.0023	0.2594	0.0961	0.2253	0.5808
109	<i>Vaccinium consanguineum</i>	Cahuichi	513	0.0771	4.4747	6.5283	7.7062	18.7092
110	<i>Vaccinium spp</i>	NO DISPONIBLE	2	0.0003	0.1297	0.0460	0.0300	0.2058
111	<i>Valeriana spp</i>	Valeriana	16	0.0024	0.1297	0.0761	0.2403	0.4461
112	<i>Verbesina neriifolia</i>	San Nicolás	20	0.0030	0.5188	0.1747	0.3004	0.9940
113	<i>Verbesina spp</i>	NO DISPONIBLE	11	0.0017	0.1946	0.0721	0.1652	0.431

No	Especie	Nombre común	Cantidad	Abundancia	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Densidad relativa	IVI 300%
114	<i>Werauhia werckleana</i>	Bromelia	20	0.0030	0.6485	0.1942	0.3004	9 1.1431
Total	114		6657	1	100	100	100	300
Riqueza S: 114							H'	3.8446
							H'MAX	4.7362
							J'	0.8117

Dentro de la riqueza florística registrada en los trabajos de campo para el estrato arbustivo, se obtuvo un valor de Shannon de 3.8446 indicando que existe una diversidad florística alta, el valor obtenido en el H máx. nos indica que este estrato puede presentar un máximo de Shannon de 4.7362, por lo que se concluye que la diversidad florística registrada en el estrato comprende más del 80% del total de especies por registrar.

En cuanto a la equitatividad existente entre las poblaciones de arbustivas, se obtuvo una alta equitatividad con un valor de 0.8117 lo cual indica que dentro de este estrato las poblaciones arbustivas presentan un comportamiento muy similar en cuanto a distribución espacial y la abundancia de especies, por lo cual ninguna población presenta un comportamiento dominante sobre las demás especies.

Estrato herbáceo en el sistema ambiental

Para el caso del estrato arbustivo registrado dentro del SA, se registró una riqueza florística de 12 especies. Dentro del estrato las especies que presentaron mayor peso ecológico (IVI) son: *Crusea coccinea*, *Cyperus rotundus*, *Digitaria sanguinalis* y *Roldana oaxacana*. Lo anterior es debido a que las especies antes mencionadas presentaron mayor presencia y abundancia dentro del Sistema Ambiental.

Tabla IV-36 Índice de diversidad de Shannon, equitatividad e IVI para el estrato herbáceo en el SA

No	Especie	Nombre común	Cantidad	Abundancia	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Densidad relativa	IVI 300%
1	<i>Alchemilla pectinata</i>	NO DISPONIBLE	2	0.0833	8.6957	7.7720	8.3333	24.8010
2	<i>Commelina diffusa</i>	Hierba de pollo	1	0.0417	4.3478	2.5907	4.1667	11.1052
3	<i>Crusea coccinea</i>	NO DISPONIBLE	4	0.1667	17.3913	18.1347	16.6667	52.1927
4	<i>Cyperus rotundus</i>	Coquillo	3	0.1250	13.0435	15.5440	12.5000	41.0875
5	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Hierba conejo	3	0.1250	13.0435	13.9896	12.5000	39.5331
6	<i>Eragrostis mexicana</i>	Zacate liendrilla	1	0.0417	4.3478	0.5181	4.1667	9.0326
7	<i>Galinsoga quadriradiata</i>	Margarita peruana	2	0.0833	8.6957	7.7720	8.3333	24.8010
8	<i>Hieracium albiflorum</i>	Vellosilla blanca	1	0.0417	4.3478	5.1813	4.1667	13.6958
9	<i>Lopezia racemosa</i>	Cabeza de hormiga	1	0.0417	4.3478	2.5907	4.1667	11.1052

No	Especie	Nombre común	Cantidad	Abundancia	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Densidad relativa	IVI 300%
10	<i>Pilea peploides</i>	Hierba rastrera	1	0.0417	4.3478	5.1813	4.1667	13.6958
11	<i>Poa annua</i>	Zacate azul	2	0.0833	8.6957	7.7720	8.3333	24.8010
12	<i>Roldana oaxacana</i>	Sombrero viejo	3	0.1250	8.6957	12.9534	12.5000	34.1490
Total	12		24	1	100	100	100	300
Riqueza S:12							H'	2.3617
							H'MAX	2.4849
							J'	0.9504

Dentro de la riqueza florística registrada en los trabajos de campo para el estrato arbustivo, se obtuvo un valor de Shannon de 2.3617 indicando que existe una diversidad florística media, no obstante, el valor obtenido en el H máx. nos indica que este estrato puede presentar un máximo de Shannon de 2.4849.

En cuanto a la equitatividad existente entre las poblaciones de arbustivas, se obtuvo una alta equitatividad con un valor de 0.9504 lo cual indica que dentro de este estrato las poblaciones arbustivas presentan un comportamiento muy similar en cuanto a distribución espacial y la abundancia de especies, por lo cual ninguna población presenta un comportamiento dominante sobre las demás especies.

Comparación entre el AP y el SA: IVI (arbóreo, arbustivo, herbáceo), índices de diversidad de shannon, riqueza y equidad

A continuación, se presentan las tablas comparativas con respecto al Índice de Valor de Importancia (IVI), es importante que la mayoría de las especies encontradas en el área del proyecto se encuentren bien representadas dentro del SA.

Estrato arbóreo

En la siguiente tabla se muestra la riqueza de especies arbóreas registradas en el SA y dentro del área del proyecto, en donde se muestra que el SA presentó mayor riqueza florística con 35 especies, en comparación con nueve especies registradas en el área del proyecto.

Tabla IV-37 Comparación del IVI del estrato arbóreo en el proyecto y el SA

No	Especie	IVI Sistema Ambiental	IVI Proyecto
1	<i>Weinmannia spp</i>	0.53	
2	<i>Ageratina ligustrina</i>	1.11	
3	<i>Alnus acuminata</i>	3.76	13.05
4	<i>Arbutus xalapensis</i>	4.29	7.65
5	<i>Baccharis conferta</i>	0.12	
6	<i>Buddleja cordata</i>	0.62	
7	<i>Cletra luzmariae</i>	13.17	23.55
8	<i>Comarostaphylis discolor</i>	1.23	
9	<i>Gaultheria acuminata</i>	2.68	
10	<i>Gaultheria myrsinoides</i>	0.37	

No	Especie	IVI Sistema Ambiental	IVI Proyecto
11	<i>Holodiscus argenteus</i>	0.10	
12	<i>Leandra subseriata</i>	1.20	
13	<i>Litsea glaucescens</i>	0.10	
14	<i>Morella cerifera</i>	1.54	
15	<i>Myrsine coriacea</i>	1.86	
16	<i>Pera glabrata</i>	5.02	1.46
17	<i>Persea liebmannii</i>	9.85	
18	<i>Phytolacca icosandra</i>	0.11	
19	<i>Pinus apulcensis</i>	1.04	
20	<i>Podocarpus guatemalensis</i>	0.95	
21	<i>Prunus serotina</i>	0.84	
22	<i>Prunus spp</i>	0.58	
23	<i>Quercus glaucenses</i>	6.84	8.94
24	<i>Quercus ocoteifolia</i>	28.90	40.70
25	<i>Quercus rugosa</i>	2.09	
26	<i>Quercus scytophylla</i>	7.10	
27	<i>Rubus glaucus</i>	0.44	
28	<i>Sambucus mexicana</i>	0.12	
29	<i>Saurauia montana</i>	0.87	
30	<i>Telanthophora uspantanensis</i>	0.12	
31	<i>Ternstroemia lineata</i>	0.92	1.71
32	<i>Ternstroemia jelskii</i>	0.99	
33	<i>Turpina occidentalis</i>	0.10	
34	<i>Ulmus mexicana</i>	0.12	
35	<i>Vaccinium consanguineum</i>	0.33	
36	<i>Rhododendron spp</i>		1.41
37	<i>Ternstroemia spp</i>		1.54
Total de especies		35	9

En lo que respecta al Valor de importancia ecológico (IVI) de las especies registradas en el proyecto, se observó que alrededor de 3 especies presentaron el mayor peso ecológico para el estrato arbóreo, las cuales son: *Quercus ocoteifolia*, *Cletra luzmariae* y *Alnus acuminata*, por lo otro lado, para la flora registrada dentro del SA tres especies sobresalieron por presentar el mayor peso ecológico dentro del estrato arbóreo, las cuales son: *Quercus ocoteifolia*, *Cletra luzmariae* y *Persea liebmannii*.

A continuación, se presenta un gráfico comparativo del IVI en los dos distintos escenarios, tanto como en el área del proyecto como en el SA.

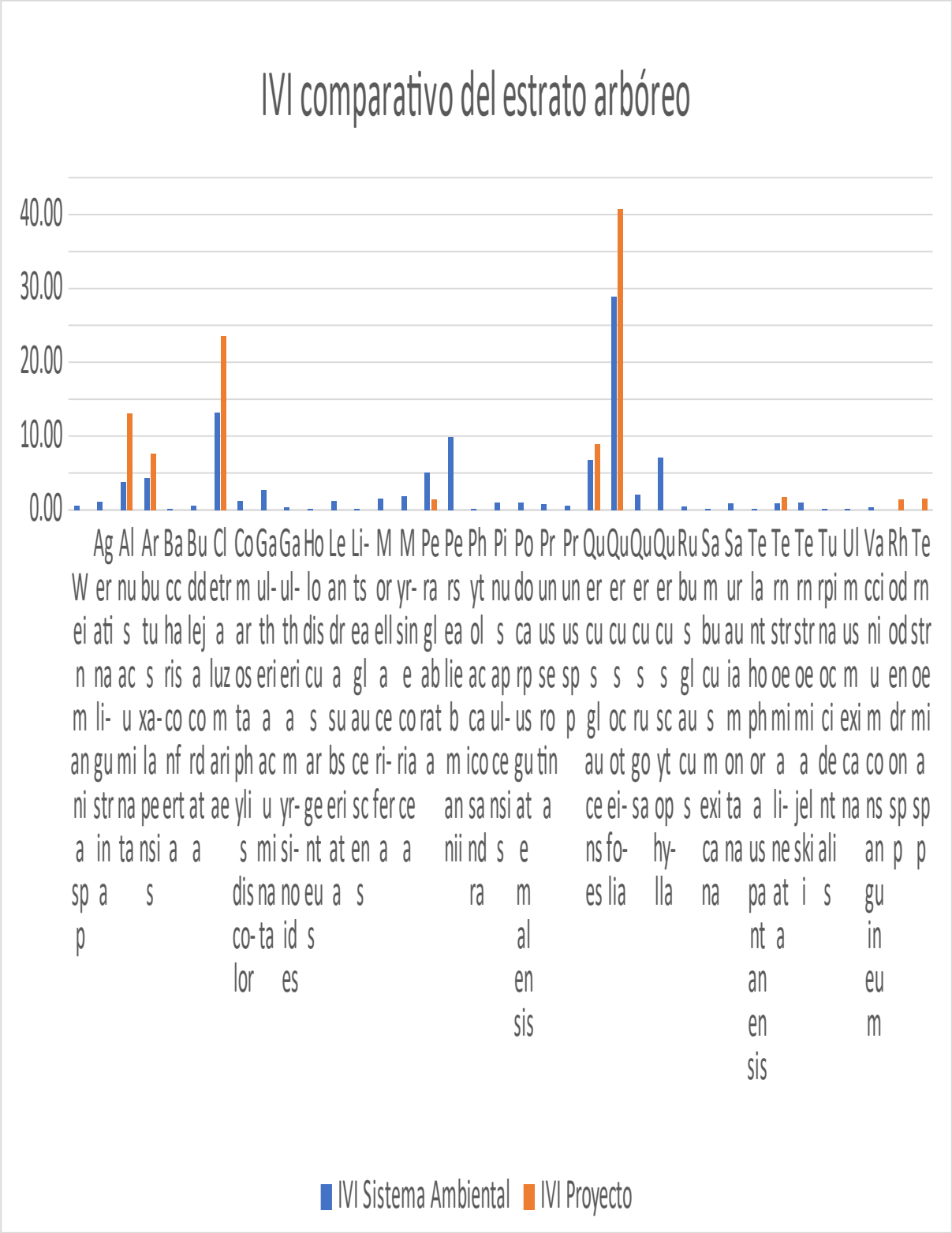


Figura IV-40 Comparativo del valor del IVI en las especies arbóreas en el proyecto y el SA

Estrato arbustivo

En la siguiente tabla se muestran los valores del IVI para el estrato arbustivo tanto en el proyecto como en el SA.

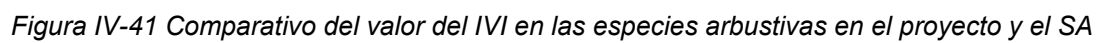
Tabla IV-38 Comparación del IVI del estrato arbustivo en el proyecto y el SA

No	Especie	IVI Sistema Ambiental	IVI Proyecto
1	<i>Ageratina areolaris</i>	2.81	0.06
2	<i>Hedyosmum spp</i>	0.14	
3	<i>Weinmannia spp</i>	0.36	
4	<i>Ageratina adenophora</i>	0.10	
5	<i>Ageratina collodes</i>	0.69	
6	<i>Ageratina ligustrina</i>	5.85	3.85
7	<i>Ageratina spp</i>	2.24	8.81
8	<i>Alloispermum integrifolium</i>	0.86	2.67
9	<i>Alnus acuminata</i>	2.63	3.93
10	<i>Angelica atropurpurea</i>	0.12	
11	<i>Antirhea borbonica</i>	0.17	
12	<i>Arbutus xalapensis</i>	1.68	2.06
13	<i>Archibaccharis serratifolia</i>	0.59	0.47
14	<i>Baccharis conferta</i>	0.65	2.80
15	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	0.16	
16	<i>Bartlettina sordida</i>	1.03	
17	<i>Berberis lanceolata</i>	0.68	0.08
18	<i>Bidens aurea</i>	0.08	
19	<i>Bidens spp</i>	0.42	
20	<i>Buddleja cordata</i>	0.31	
21	<i>Buddleja parviflora</i>	0.79	0.59
22	<i>Canna indica</i>	0.07	
23	<i>Cestrum nocturnum</i>	0.90	0.09
24	<i>Chiococca alba</i>	0.59	
25	<i>Chusquea repens</i>	1.22	
26	<i>Cirsium subcoriaceum</i>	0.30	0.14
27	<i>Cleome magnifica</i>	0.03	
28	<i>Cletra luzmariae</i>	5.77	4.35
29	<i>Clinopodium macrostemon</i>	0.35	
30	<i>Comarostaphylis discolor</i>	2.94	7.95
31	<i>Cornus sericea</i>	0.06	
32	<i>Cornus spp</i>	1.65	
33	<i>Cuphea ignea</i>	0.03	
34	<i>Cupressus lindleyi</i>	0.11	
35	<i>Cyperus rotundus</i>	0.16	
36	<i>Digitaria sanguinalis</i>	0.11	
37	<i>Dryopteris wallichiana</i>	0.03	
38	<i>Eragrostis mexicana</i>	0.06	
39	<i>Erigeron karvinskianus</i>	0.08	
40	<i>Fallopia spp</i>	1.42	
41	<i>Frangula spp</i>	0.06	
42	<i>Fuchsia paniculata</i>	0.25	
43	<i>Gaultheria acuminata</i>	5.64	7.60
44	<i>Gaultheria myrsinoides</i>	0.27	
45	<i>Gelsemium sempervirens</i>	0.22	
46	<i>Gnaphalium salicifolium</i>	0.43	
47	<i>Holodiscus argenteus</i>	0.90	2.85

No	Especie	IVI Sistema Ambiental	IVI Proyecto
48	<i>Iresine diffusa</i>	0.14	
49	<i>Leandra subseriata</i>	3.58	
50	<i>Litsea glaucescens</i>	0.63	
51	<i>Lobelia laxiflora</i>	0.03	
52	<i>Lopezia racemosa</i>	0.20	0.07
53	<i>Matricaria discoidea</i>	0.03	
54	<i>Mentha pulegium</i>	0.06	
55	<i>Microsechium helleri</i>	0.06	
56	<i>Monnina xalapensis</i>	0.96	0.68
57	<i>Morella cerifera</i>	2.21	1.26
58	<i>Moussonia spp</i>	0.06	
59	<i>Myrsine coriacea</i>	3.15	
60	<i>Oreopanax xalapensis</i>	0.12	
61	<i>Ouratea spp</i>	0.05	
62	<i>Parathesis leptopa</i>	0.07	
63	<i>Pera glabrata</i>	1.55	
64	<i>Persea americana</i>	0.07	
65	<i>Persea liebmannii</i>	3.55	0.41
66	<i>Phyllonoma laticuspis</i>	0.62	
67	<i>Phytolacca icosandra</i>	0.38	
68	<i>Pinus apulcensis</i>	0.18	
69	<i>Piper auritum</i>	0.03	
70	<i>Piper spp</i>	0.10	
71	<i>Podocarpus Guatemalensis</i>	0.76	
72	<i>Prunus persica</i>	0.13	
73	<i>Prunus serotina</i>	1.00	0.54
74	<i>Prunus spp</i>	0.17	0.19
75	<i>Psychotria spp</i>	0.08	
76	<i>Pteridium arachnoideum</i>	4.79	2.59
77	<i>Quercus glaucenses</i>	0.78	3.70
78	<i>Quercus ocoteifolia</i>	3.22	3.70
79	<i>Quercus rugosa</i>	0.40	
80	<i>Quercus scytophylla</i>	1.44	
81	<i>Quercus spp</i>	1.65	
82	<i>Rhododendron spp</i>	0.04	
83	<i>Roldana oaxacana</i>	1.61	
84	<i>Rubus eriocarpus</i>	0.14	0.14
85	<i>Rubus glaucus</i>	1.39	0.14
86	<i>Salvia cinnabarina</i>	0.51	0.51
87	<i>Salvia iodantha</i>	0.12	
88	<i>Sarcococca spp</i>	0.06	
89	<i>Saurauia montana</i>	0.95	
90	<i>Schistocarpha eupatorioides</i>	1.57	0.68
91	<i>Sloaena laevigata</i>	0.19	
92	<i>Smallanthus maculatus</i>	0.04	
93	<i>Smilax mollis</i>	0.04	
94	<i>Smilax spp</i>	0.38	0.24
95	<i>Smilax subpubescens</i>	1.81	0.67
96	<i>Solanum crysotrichum</i>	0.03	
97	<i>Solanum nigrum</i>	0.03	
98	<i>Solanum nigrum</i>	0.03	
99	<i>Stevia lucida</i>	1.47	3.49
100	<i>Symphyotrichum moranense</i>	0.06	
101	<i>Tabebuia chrysanth</i>	0.03	

No	Especie	IVI Sistema Ambiental	IVI Proyecto
102	<i>Telanthophora uspantanensis</i>	0.68	
103	<i>Ternstroemia jelskii</i>	0.31	0.86
104	<i>Ternstroemia lineata</i>	1.90	2.27
105	<i>Tibouchina mollis</i>	0.38	1.36
106	<i>Turpina occidentalis</i>	0.03	
107	<i>Ulmus mexicana</i>	0.44	
108	<i>Vaccinium confertum</i>	0.19	
109	<i>Vaccinium consanguineum</i>	6.24	17.72
110	<i>Vaccinium spp</i>	0.07	
111	<i>Valeriana spp</i>	0.15	
112	<i>Verbesina neriifolia</i>	0.33	2.87
113	<i>Verbesina spp</i>	0.14	
114	<i>Werauhia werckleana</i>	0.38	
115	<i>Clinopodium spp</i>		0.41
116	<i>Crataegus mexicana</i>		0.10
117	<i>Salvia lavanduloides</i>		0.32
Total de especies		114	40

De acuerdo a los valores obtenidos en el Índice de Valor de Importancia Ecológico (IVI), dentro del Proyecto Modificado solo cinco especies presentaron el mayor peso ecológico para el estrato arbustivo, destacando especies como: *Vaccinium consanguineum*, *Quercus ocoteifolia*, *Ageratina spp*, *Comarostaphylis discolor* y *Gaultheria acuminata*, por lo contrario, para la flora registrada dentro del SA destacaron por presentar mayor peso ecológico especies como: *Vaccinium consanguineum*, *Ageratina ligustrina*, *Cletra luzmariae*, *Gaultheria acuminata* y *Pteridium arachnoideum*.



Estrato herbáceo

En la siguiente tabla se muestran los valores del IVI para el estrato herbáceo tanto en el proyecto como en el SA.

Tabla IV-39 Comparación del IVI del estrato herbáceo en el proyecto y el SA

Nº	Especie	IVI Sistema Ambiental	IVI Proyecto
1	<i>Alchemilla pectinata</i>	8.27	8.14
2	<i>Commelina diffusa</i>	3.70	5.31
3	<i>Crusea coccinea</i>	17.40	3.90
4	<i>Cyperus rotundus</i>	13.70	
5	<i>Digitaria sanguinalis</i>	13.18	15.63
6	<i>Eragrostis mexicana</i>	3.01	
7	<i>Galinsoga quadriradiata</i>	8.27	
8	<i>Hieracium albiflorum</i>	4.57	9.77
9	<i>Lopezia racemosa</i>	3.70	
10	<i>Pilea peploides</i>	4.57	
11	<i>Poa annua</i>	8.27	7.80
12	<i>Roldana oaxacana</i>	11.38	
13	<i>Achyrocline deflexa</i>		11.42
14	<i>Alchemilla procumbens</i>		7.80
15	<i>Bidens alba</i>		7.80
16	<i>Dichondra spp</i>		8.41
17	<i>Lysimachia arvensis</i>		7.86
18	<i>Tradescantia commelinoides</i>		6.17
Total de especies		12	12

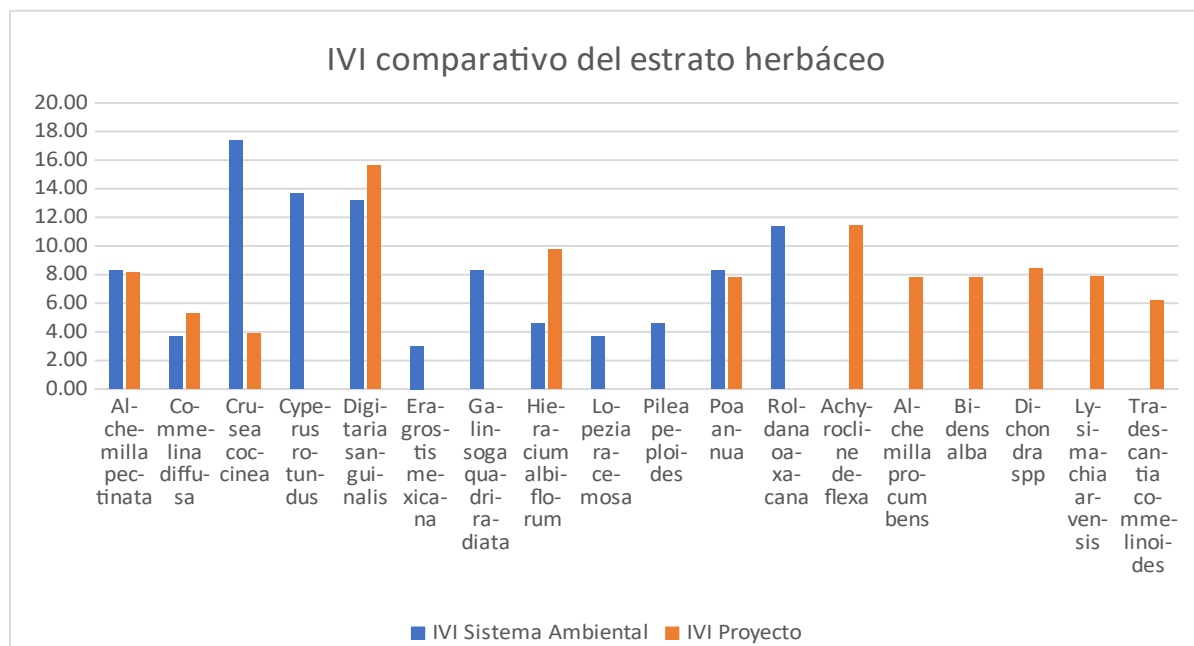


Figura IV-42 Comparativo del valor del IVI en las especies herbáceas en el proyecto y el SA



Comparativo de índices de diversidad

En la siguiente tabla se muestran los índices de diversidad del SA y el proyecto para los estratos arbóreos, arbustivo y herbáceo.

Tabla IV-40 Comparación del índice de diversidad de Shannon, Riqueza y Equidad por estrato en el SA y Proyecto

Estrato arbóreo		
Índices de diversidad	Sistema Ambiental	Proyecto
Riqueza (S)	35	9
H calculada	2.4928	1.7343
H max = LnS	3.5553	2.1972
Equidad=H/Hmax	0.7012	0.7893
Estrato arbustivo		
Índices de diversidad	Sistema Ambiental	Proyecto
Riqueza (S)	114	40
H calculada	3.8446	3.0090
H max = LnS	4.7362	3.6889
Equidad=H/Hmax	0.8117	0.8157
Estrato herbáceo		
Índices de diversidad	Sistema Ambiental	Proyecto
Riqueza (S)	12	12
H calculada	2.3617	2.3285
H max = LnS	2.4849	2.4849
Equidad=H/Hmax	0.9504	0.9371

De acuerdo con los datos obtenidos se observa, de manera general que, el sistema ambiental presentó mayor abundancia de especies florísticas dentro de los estratos arbóreos y arbustivos, para el estrato herbáceo se observó que tanto en el área del proyecto como en el sistema ambiental se presenta una riqueza florística igual, ya que tienen la misma cantidad de especies.

Respecto al índice de Shannon obtenido para los estratos arbóreos, arbustivo y herbáceos se registraron valores más altos en el sistema ambiental en comparación con los valores obtenidos para el proyecto.

Con base en los resultados obtenidos de la equitatividad existente en los diversos estratos, se concluye que las especies registradas dentro de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo correspondientes al SA presentaron una alta equitatividad entre sus poblaciones, debido a que ninguna de las especies antes mencionadas presento algún comportamiento dominante sobre los demás. En cuanto a los estratos en el área del proyecto se obtuvo una media-alta equitatividad entre las poblaciones.

Conclusiones

Es importante mencionar que tanto el proyecto como el Sistema Ambiental se encuentran en una zona con cierto grado de perturbación ecológica debido a las diferentes presiones antropogénicas encausadas en el área como: la urbanización, las actividades agrícolas-pecuarias, entre otras, las cuales han generado impactos.

A pesar de la perturbación ecológica en la región, la riqueza florística dentro del sistema ambiental en su mayoría corresponde a especies representativas del tipo de vegetación presente. Esto demuestra que pese a estar con cierto grado de perturbación en el SA, el ecosistema presenta resiliencia por su alta capacidad de recuperación, debido a que su riqueza florística en su mayoría se encuentra compuesta por especies características del tipo de vegetación presente.

En cuanto a la riqueza florística registrada en el área del proyecto, se observó que ciertos grupos de organismos arbóreos y arbustivos presentaron una pequeña dominancia en relación a las demás especies. Lo anterior se debe a que existe un impacto mayor dentro del área del proyecto por actividades antropogénicas viéndose más y mayor conservada la vegetación forestal dentro del sistema ambiental, aunado a que el área del proyecto representa una superficie menor dentro del sistema ambiental.

Para el caso del índice de diversidad de Shannon (H), los estratos arbóreos y herbáceo presentaron una diversidad florística mediana, mientras que en el estrato arbustivo presentó una diversidad florística alta.

Se reitera que la implementación del proyecto no generará una afectación considerable a la vegetación existente dentro del SA, debido a que el área donde se implementará presenta un cierto grado de perturbación, sin embargo, la riqueza florística del proyecto está ampliamente representada dentro de SA donde el ecosistema presenta una eficiente resiliencia para soportar los impactos dentro de la zona

Fauna

En el Plan Municipal de Desarrollo 2021 del municipio de Tlahuitoltepec (Tlahuitoltepec, 2021), dentro del apartado correspondiente a la fauna, se señala la presencia de diversas especies, clasificadas en las siguientes categorías:

Aves silvestres: *Accipiter spp.* (gavilán), *Coragyps atratus* (zopilote), *Sialia spp.* (pájaro azul), *Passer domesticus* (gorrión), *Melanerpes spp.* (pájaro carpintero), *Trogon mexicanus* (kupyum), *Psarocolius montezuma* (cacalote), *Colinus virginianus* (perdiz), *Catharus spp.* (canta triste), *Buteogallus anthracinus* (güilas), *Callipepla spp.* (codorniz), *Geococcyx californianus* (correcaminos), *Momotus mexicanus* (reloj), *Tyto alba* (lechuza), *Bubo virginianus* (búho), *Megascops spp.* (tecolotes), *Chiroptera spp.* (murciélagos).

Animales silvestres: *Sciurus spp.* (ardilla), *Dasyurus novemcinctus* (armadillo), *Sylvilagus spp.* (conejos), *Urocyon cinereoargenteus* (zorros), *Leopardus wiedii* (tigrillos), *Mephitis macroura* (zorrillos), *Didelphis virginiana* (tlacuaches), *Nasua narica* (tejón), *Cuniculus paca* (tepezcuintle), *Geomys spp.* (tuzas), *Odocoileus virginianus* (venados), *Peromyscus spp.* (ratones), *Mustela frenata* (comadreja), *Pecari tajacu* (jabalí), *Procyon lotor* (mapache).

Insectos: *Odonata spp.* (libélulas), *Diptera spp.* (moscas), *Vespidae spp.* (avispas), *Apis mellifera* (abejas), *Lepidoptera spp.* (mariposas), *Scarabaeidae spp.* (escarabajos), *Coccinellidae spp.* (mariquitas).

Especies acuáticas: *Anura spp.* (ranas), *Tadpoles* (renacuajos), *Cyprinidae spp.* (peces), *Natricinae spp.* (víboras).

Reptiles: *Drymarchon melanurus* (culebra negra), *Crotalus spp.* (cascabel), *Sceloporus spp.* (lagartijas), *Pantherophis guttatus* (ratoneras).

Animales domésticos: *Meleagris gallopavo* (guajolotes), *Gallus gallus domesticus* (gallinas y gallos), *Canis lupus familiaris* (perros), *Felis catus* (gatos), *Anas platyrhynchos domesticus* (patos), *Anser anser domesticus* (gansos), *Capra aegagrus hircus* (chivos), *Equus asinus* (burros), *Equus ferus caballus* (caballos), *Bos taurus* (vacas y toros), *Ovis aries* (borregos, incluyendo las razas pelibuey y otras).

Asimismo, de acuerdo con una búsqueda exhaustiva, se encontró que para el municipio existen las siguientes especies de fauna, esto de acuerdo con la página de Naturalista CR (CR, 2024).

Tabla IV-41 Listado de especies de fauna presentes en el municipio de Santa María Tlahuitoltepec

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranaetus albicaudatus</i>	Aguilla cola blanca
	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura
		<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común
Anura	Hylidae	<i>Hyla euphorbiacea</i>	Ranita de alta montaña
		<i>Sarcohyala celata</i>	Ranita de Oaxaca
Araneae	Araneidae	<i>Neoscona orizabensis</i>	Araña manchada de monte
		<i>Trichonephila clavipes</i>	Araña de seda dorada
	Theridiidae	<i>Latrodectus mactans</i>	Viuda negra norteamericana
Caudata	Plethodontidae	<i>Isthmura boneti</i>	Tlaconete
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris bairdii</i>	Playero de baird
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas
Coleoptera	Cantharidae	<i>Chauliognathus limbicollis</i>	Escarabajo soldado
	Cerambycidae	<i>Arachnis picta</i>	Polilla tigre pintada
		<i>Cerogenes auricoma</i>	Chinche linterna negra
		<i>Copaxa lavendera</i>	Polilla gigante de seda
		<i>Copaxa multifenestrata</i>	Polilla constelación
		<i>Gyrocheilus patrobis</i>	Mariposa sátira de borde rojo
		<i>Lagocheirus araneiformis</i>	--
		<i>Perixeris squamipennis</i>	--
		<i>Quesada gigas</i>	Chicharra gigante
		<i>Ramosiana insignis</i>	--
		<i>Rindgeria ornata</i>	--
	Chrysomelidae	<i>Diabrotica viridula</i>	--
		<i>Leptinotarsa undecimlineata</i>	Escarabajo rayado de la papa
	Coccinellidae	<i>Epilachna nigrocincta</i>	--
	Scarabaeidae	<i>Chrysina adelaida</i>	Mayate esmeralda rayada
		<i>Dynastes hyllus</i>	Escarabajo hércules
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita cola negra
		<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas
		<i>Zenaida macroura</i>	Huilota común
		<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteco
Diptera	Syrphidae	<i>Toxomerus mutuus</i>	Mosca abeja come pulgones
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano
Hemiptera	Cicadidae	<i>Ramosiana insignis</i>	--
	Coreidae	<i>Leptoglossus cretalis</i>	--
	Cynidae	<i>Euthyrhynchus floridanus</i>	--
	Pentatomidae	<i>Euthyrhynchus floridanus</i>	--
Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	Abeja melífera europea
		<i>Bombus ephippiatus</i>	Abejorro mesoamericano
		<i>Bombus weisi</i>	Abejorro terciopelo
	Formicidae	<i>Labidus praedator</i>	Hormigas guerreras

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
	Vespidae	<i>Polistes instabilis</i>	Avispa guitarrilla
Isopoda	Armadillidiidae	<i>Oniscus asellus</i>	Cochinilla brillante
Lepidoptera	Arctiidae	<i>Dysschema howardi</i>	Polilla tigre bandera
	Crambidae	<i>Basilinna leucotis</i>	Colibrí orejas blancas
		<i>Palpita quadristigmalis</i>	Polilla de cuatro puntos
		<i>Pantherdes unciaria</i>	--
	Erebidae	<i>Anaxita decorata</i>	Polilla decorada
		<i>Apantesis proxima</i>	Polilla tigre mexicana
		<i>Ascalapha adorata</i>	Polilla bruja
		<i>Ctenucha venosa</i>	Polilla Tigre Venenosa
		<i>Cyclopis caecutiens</i>	--
		<i>Lomprolaine rhami</i>	Colibrí multicolor
		<i>Lophocampa caryae</i>	Polilla del tigre de nogal
		<i>Melipotis cellaris</i>	Polilla de cava
		<i>Utetheisa ornatrix</i>	Polilla florida
	Geometridae	<i>Pantherdes unciaria</i>	--
	Hepialidae	<i>Phassus basirei</i>	--
	Lycaenidae	<i>Celastrina echo</i>	Mariposa azul mexicana
	Noctuidae	<i>Acronyctodes mexicanaria</i>	Polilla y oruga del tepozán
		<i>Archonias flisa</i>	Mariposa dardo blanco de banda delgada
	Nymphalidae	<i>Adelpha serpa</i>	Mariposa monjita de puntos rojos
		<i>Anthanassa ardys</i>	Mariposa lunita pasionaria
		<i>Chlosyne rosita</i>	Mariposa parche rosita
		<i>Dione juno</i>	Mariposa pasionaria de alas largas
		<i>Nymphalis antiopa</i>	Mariposa velo de duelo
		<i>Phyciodes tharos</i>	Mariposa media luna perlada
		<i>Vanessa virginiensis</i>	Mariposa vanesa americana
	Papilionidae	<i>Heraclides rogeri</i>	Mariposa cometa negra de manchas rosas
		<i>Papilo pilumnus</i>	Mariposa cometa tigre de tres colas
	Pieridae	<i>Abaeis salome</i>	Mariposa amarilla salomé
		<i>Phoebis sennae</i>	Mariposa azufre sin nubes sudamericana
	Saturniidae	<i>Actias truncatipennis</i>	Polilla luna mexicana
		<i>Automeris io</i>	Polilla amarilla ojos de venado
		<i>Chrysocale principalis</i>	Polilla tigre real
		<i>Copaxa lavendera</i>	Polilla gigante de seda
		<i>Copaxa multifenestrata</i>	Polilla constelación
		<i>Eupackardia calleta</i>	Polilla de seda norteamericana
		<i>Lintheria istar</i>	--
		<i>Mania lunus</i>	--
		<i>Paramacera xicaque</i>	Sátira de pino
		<i>Pygodasis ephippium</i>	Avispa caza escarabajos de bandas anaranjadas

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
	Sphingidae	<i>Eumorpha labruscae</i>	Polillas esfinge llamativa
		<i>Manduca morelia</i>	--
		<i>Manduca sexta</i>	Polilla del cuerno del tabaco
Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina vulnerata</i>	Caballito escarlata de montaña
Orthoptera	Acrididae	<i>Boopedon rufipes</i>	(en blanco)
		<i>Rhammatocerus viatorius</i>	Chapulín viajero
	Tettigoniidae	<i>Stilpnochlora azteca</i>	Esperanza azteca
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	Pinzón mexicano
		<i>Pheucticus lodovicianus</i>	Picogordo degollado
		<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo tigrillo
	Corvidae	<i>Aphelocoma woodhouseii</i>	Chara de collar
		<i>Cyanocitta stelleri</i>	Chara copetona
	Emberizidae	<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero corona canela
		<i>Atlapetes pileatus</i>	Rascador gorra canela
		<i>Junco phaeonotus</i>	Junco ojos de lumbre
		<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrión de Lincoln
		<i>Melospiza albicollis</i>	Rascador oaxaqueño
		<i>Pipilo maculatus</i>	Rascador moteado
	Fringillidae	<i>Loxia curvirostra</i>	Picotuerto rojo
		<i>Spinus notatus</i>	Jilguerito encapuchado
		<i>Spinus psaltria</i>	Jilguerito dominico
	Furnariidae	<i>Lepidocolaptes affines</i>	Trepatronos corona punteada
	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina alas aserradas
	Icteridae	<i>Icterus galbula</i>	Bolsero nortefío
		<i>Icterus graduacauda</i>	Calandria capuccha negra
		<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos
	Parulidae	<i>Basileuterus belli</i>	Chipe cejas doradas
		<i>Cardellina pusilla</i>	Reinita gorrinegra
		<i>Cardellina rubra</i>	Chipe rojo
		<i>Mniotilta varia</i>	Reinita trepadora
		<i>Myioborus miniatus</i>	Pavito alas negras
		<i>Parkesia motacilla</i>	Chipe arroyero
		<i>Setophaga coronata</i>	Chipe rabadilla amarilla
		<i>Setophaga graciae</i>	Chipe cejas amarillas
		<i>Setophaga occidentalis</i>	Chipe cabeza amarilla
		<i>Setophaga townsendi</i>	Chipe de townsend
	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión doméstico
	Ptiliogonatidae	<i>Ptiliogonys cinereus</i>	Capulínero gris
	Remizidae	<i>Psaltiriparus minimus</i>	Sastrecillo
	Thraupidae	<i>Diglossa baritula</i>	Picochueco vientre canela
		<i>Piranga flava</i>	Piranga encinera
		<i>Sporophila morelleti</i>	Semillero de collar
		<i>Thraupis abbas</i>	Tangara alas amarillas

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
	Trochilidae	<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibri garganta azul
	Turdidae	<i>Catharus aurantirostris</i>	Zorzal pico naranja
		<i>Catharus guttatus</i>	Zorzal cola canela
		<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato azul
		<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín jilguero
		<i>Sialia sialis</i>	Azulejo garganta canela
		<i>Turdus assimilis</i>	Mirlo garganta blanca
		<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo primavera
	Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquerito Chillón
		<i>Contopus pertinax</i>	Papamoscas José María
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	Cristo fue
		<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano chibíu
		<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano pálido
	Vireonidae	<i>Vireo gilvus</i>	Vireo gorjeador
		<i>Vireo huttoni</i>	Vireo reyezuelo
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero bellotero
		<i>Sphyrapicus varius</i>	Carpintero moteado
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla vientre rojo
Squamata	Anguidae	<i>Abronia viridiflava</i>	Lagarto escorpión enano
	Colubridae	<i>Pituophis lineaticollis</i>	Cincuate sureño
		<i>Salvadora gymnorhachis</i>	--
		<i>Stenorrhina freminvillei</i>	Culebra alacranera de sangre
		<i>Thamnophis lineri</i>	Culebra de agua
		<i>Anolis carliebi</i>	Abaniquillo
	Phrynosomatidae	<i>Sceleporus aureolus</i>	Lagartija espinosa sureña de hendiduras
		<i>Sceleporus formosus</i>	Lagartija espinosa esmeralda norteña
		<i>Sceloporus cupresus</i>	Lagartija espinosa oaxaqueña de cola larga
		<i>Sceloporus siniferus</i>	Lagartija espinosa de cola larga
		<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija espinosa vientre rosado
		<i>Plestiodon brevirostris</i>	Eslizón chato
	Teiidae	<i>Aspidoscelis mexicanus</i>	Huico mexicano
	Viperidae	<i>Crotalus intermedius</i>	Cascabel enana
		<i>Metlapilcoatlus nummifer</i>	Mano de metate de la sierra madre oriental
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon collaris</i>	Trogón de collar

Caracterización de la fauna en el Área de Influencia (AI) y en el Sistema Ambiental (SA)

Para la caracterización de la fauna presente tanto en el Área de Influencia (AI) como en el Sistema Ambiental (SA) del proyecto, se implementó un diseño metodológico de muestreo

basado en **transectos lineales** aplicados en los principales hábitats representativos del sitio. Se llevaron a cabo cuatro recorridos distribuidos en dos tipos de vegetación:

- Bosque mesófilo de montaña,
- Vegetación secundaria arbustiva derivada del bosque mesófilo,
- Caminos secundarios y claros abiertos, donde se evaluó la presencia de fauna silvestre mediante técnicas de observación directa e indirecta.

Adicionalmente, se colocaron cuatro cámaras trampa en sitios estratégicos que reunían condiciones óptimas de hábitat y conectividad, a fin de maximizar la probabilidad de registro de especies de hábitos crípticos o nocturnos.

El esfuerzo de muestreo abarcó 4.82 km lineales, distribuidos en horarios de mediodía, atardecer y noche, tanto en condiciones diurnas como nocturnas, con lo cual se optimizó la detectabilidad de especies activas en distintos periodos del día. Los registros se obtuvieron mediante cuatro técnicas principales: avistamiento directo (visual), detección auditiva (vocalizaciones), rastros (huellas, excretas, madrigueras, restos de alimentación) y cámaras trampa, seleccionadas con base en el comportamiento y el patrón de actividad de los grupos faunísticos presentes.

Respecto al Área de Influencia (AI), se precisa que no se obtuvieron registros visuales ni indirectos de fauna silvestre durante los recorridos realizados. Este resultado se encuentra justificado considerando que el AI corresponde a una superficie muy reducida, menor a 0.2 hectáreas, con características de vegetación sucesional temprana que aún no conforma una estructura suficiente para sostener comunidades faunísticas estables. A esto se suma la proximidad a una carretera secundaria, la cual genera perturbación constante por el paso de vehículos y personas. Esta actividad antrópica genera ruidos, vibraciones y movimiento frecuente, elementos que actúan como factores de molestia para la fauna silvestre, disuadiendo su permanencia en el sitio. En consecuencia, la baja cobertura, la escasa conectividad ecológica y el nivel de disturbio antropogénico contribuyen a que esta zona no presente condiciones favorables para el establecimiento o tránsito regular de fauna. La ausencia de registros no implica una pérdida de biodiversidad regional, sino que refleja las limitaciones ecológicas y espaciales propias del área evaluada.

A continuación, se presenta el siguiente mapa en donde se indica las rutas de monitoreo y la ubicación de las cámaras trampa dentro del Sistema Ambiental





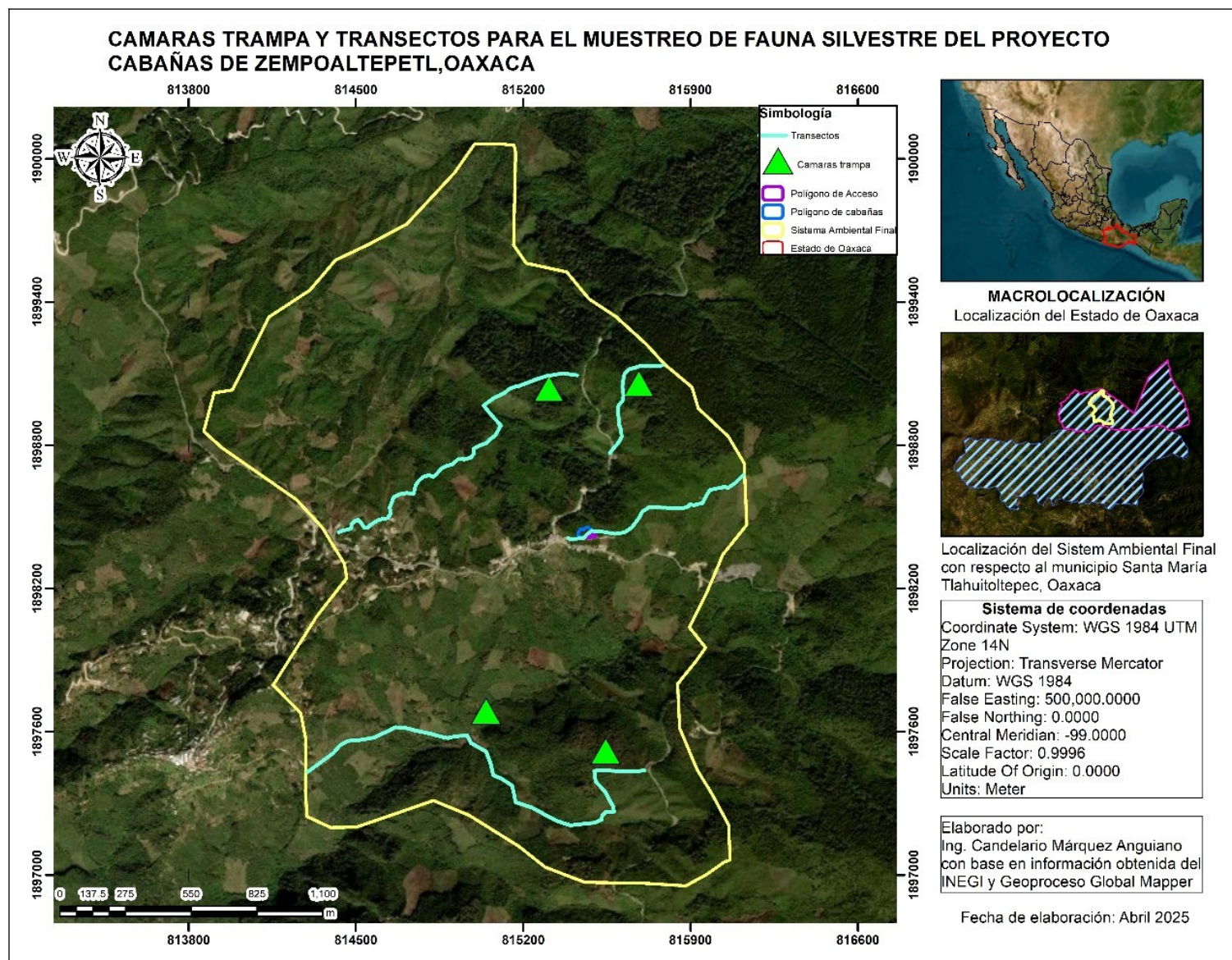


Figura IV-43 Ubicación de cámaras trampa y transectos para el muestreo de fauna

Como resultado, se construyó una base de datos con 84 individuos, correspondientes a 27 especies silvestres, distribuidas en cuatro clases taxonómicas: Aves (18 especies), Mamíferos (6), Reptiles (1) e Insectos (2). Esta información refleja una comunidad faunística representativa del ecosistema local, con una notable diversidad y funcionalidad ecológica. La presencia de diferentes niveles tróficos y gremios ecológicos es indicativa de un ecosistema bien estructurado y en condiciones de conservación.

A continuación, se presenta la tabla que contiene el listado de la fauna encontrada en el Sistema Ambiental:

Tabla IV-42 Listado de especie de fauna encontrados en el Sistema Ambiental

Clase	Nombre científico	Nombre común	No. De individuos	Método de detección	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
Ave	<i>Geranaetus albicaudatus</i>	Aguililla cola blanca	1	Avistamiento	-
	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	5	Avistamiento	-
	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	8	Avistamiento	-
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	11	Avistamiento	-
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	2	Avistamiento	-
	<i>Zenaida macroura</i>	Huilota común	4	Avistamiento	-
	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical	1	Avistamiento	-
	<i>Haemorhous mexicanus</i>	Pinzón mexicano	3	Avistamiento	-
	<i>Aphelocoma woodhouseii</i>	Chara de collar	3	Avistamiento	-
	<i>Cyanocitta stelleri</i>	Chara copetona	3	Avistamiento	-
	<i>Icterus galbula</i>	Bolsero norteño	6	Avistamiento	-
	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos	2	Avistamiento	-
	<i>Setophaga occidentalis</i>	Chipe cabeza amarilla	5	Avistamiento	-
	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión doméstico	8	Avistamiento	-
	<i>Ptiliogonys cinereus</i>	Capulinerio gris	2	Avistamiento	-
	<i>Piranga flava</i>	Piranga encinera	1	Avistamiento	-
	<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibri garganta azul	1	Avistamiento	-
	<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquerito Chillón	7	Avistamiento	-
Subtotal			73		
Reptil	<i>Abronia viridiflava</i>	Lagarto escorpión enano	1	Avistamiento	-
Subtotal			1		
Mamífero	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorro gris	1	Rastro / fototrampeo	-
	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	1	Rastro	-
	<i>Sciurus spp.</i>	Ardilla	1	Avistamiento / fototrampeo	
	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo	1	Rastro / fototrampeo	
	<i>Canis latrans</i>	Coyote	1	Rastro	-
	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	1	Rastro	-
Subtotal			6		
Insecto	<i>Chrysina adelaida</i>	Mayate esmeralda rayada	3	Avistamiento	-
	<i>Latrodectus mactans</i>	Viuda negra norteamericana	1	Avistamiento	-

Clase	Nombre científico	Nombre común	No. De individuos	Método de detección	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
Subtotal			4		
TOTAL			84		

A continuación, se presenta la siguiente gráfica en la que se presenta la distribución de las especies encontradas en el SA.

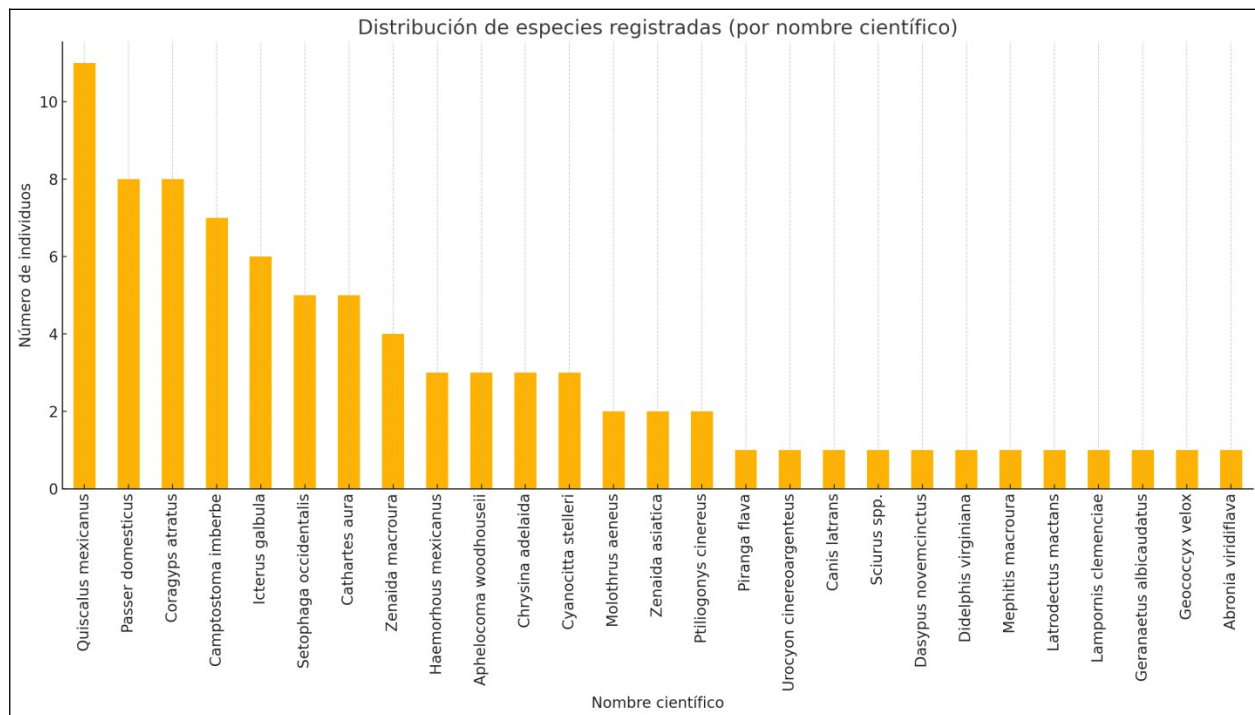


Figura IV-44 Distribución de especies y número de individuos encontradas en el Sistema Ambiental del proyecto

Con base en los resultados obtenidos, se procedió a estimar la completitud del inventario faunístico mediante tres estimadores no paramétricos ampliamente utilizados en estudios ecológicos: Chao1, Chao2 y ACE. Estos estimadores permiten inferir la riqueza total esperada del sitio a partir de la abundancia observada y la proporción de especies raras (aquellas registradas con uno o dos individuos).

Para el cálculo del estimador Chao1 se aplicó la fórmula:

$$Chao_1 = Sob_s + \left(\frac{F_1^2}{2 F_2} \right)$$

Donde:

Sob_s: representa el número de especies observadas (27),

F1: equivale a las especies con un solo individuo (12) y

F2: a aquellas con dos individuos (3).

Sustituyendo estos valores se obtuvo un valor de riqueza estimada de **51 especies**.

El estimador Chao2, que se basa en datos de incidencia, fue calculado bajo el supuesto de que cada especie fue registrada al menos una vez por unidad de muestreo, dado que no se cuenta con una matriz de presencia/ausencia detallada por unidad. Aplicando la fórmula análoga a Chao1, también se obtuvo una estimación de **51 especies**.

Para el cálculo de ACE (Abundance-based Coverage Estimator), se consideraron únicamente las especies con 10 o menos individuos (26 especies en total), que sumaron 71 individuos. A partir de estos datos se calculó la cobertura muestral aproximada ($C_{ace} \approx 0.83$) y se estimó la varianza relativa de la abundancia. El resultado del estimador ACE fue de aproximadamente 48.16 especies.

Estos tres estimadores coinciden en proyectar una riqueza faunística total que oscila entre 48 y 51 especies. A pesar de que el número de especies observadas representa aproximadamente el 53% (27 especies) del total estimado, este nivel de completitud es aceptable para estudios ecológicos rápidos, considerando que el esfuerzo de muestreo fue puntual pero intensivo, con recorridos de 4.82 km realizados en diferentes horarios y aplicando múltiples técnicas de detección. Además, es común que en comunidades naturales una proporción significativa de las especies esté representada por pocos individuos, lo cual refleja la estructura natural de la comunidad y no un sesgo metodológico. En este sentido, el inventario realizado ofrece una base sólida y suficiente para caracterizar la fauna local en el contexto del análisis ambiental del proyecto.

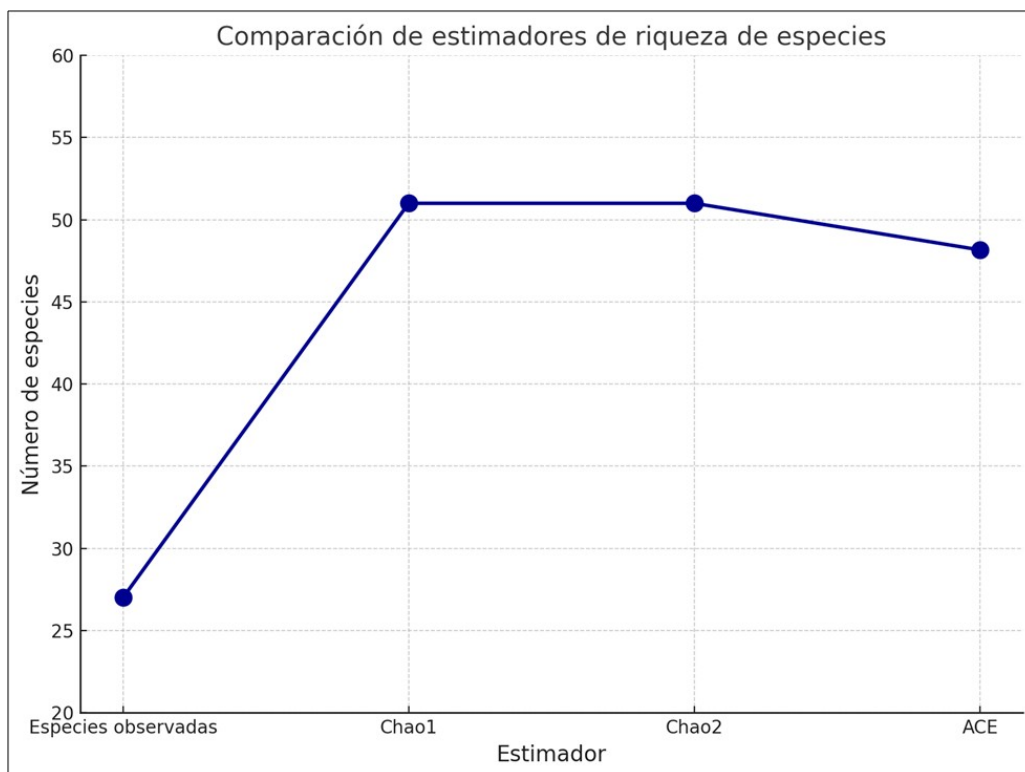


Figura IV-45 Comparación de estimadores de riqueza de especies del proyecto

Análisis ecológico y funcional

A diferencia de paisajes altamente fragmentados o degradados, el conjunto de especies registradas evidencia un entorno **ecológicamente conservado**. La composición faunística incluye especies indicadoras de buena calidad del hábitat, como rapaces (*Geranaetus albicaudatus*, *Buteo jamaicensis*), insectívoros especializados (*Mimus polyglottos*), polinizadores nativos (*Bombus ephippiatus*) y reptiles sensibles como *Sceloporus* sp.. La coexistencia de estos grupos, junto con la presencia de depredadores tope como el coyote (*Canis latrans*), sugiere una **estructura trófica diversificada y operativa**.

Las aves fueron el grupo mejor representado, tanto en número de especies como de individuos, lo cual es común en ambientes donde se mantienen elementos verticales estructurales como árboles, arbustos y vegetación riparia. Además de especies generalistas como *Zenaida asiatica* o *Quiscalus mexicanus*, se registraron especies de hábitos más especializados, lo que confirma la existencia de microhábitats diversos y de recursos tróficos variados. El uso simultáneo de estratos (suelo, sotobosque y dosel) por distintas especies sugiere una alta heterogeneidad estructural, propia de ecosistemas que mantienen su complejidad funcional.

En el caso de los mamíferos, su diversidad específica fue notable a pesar de su baja densidad poblacional. Especies como *Nasua narica* (coatí), *Procyon lotor* (mapache), *Sylvilagus floridanus* (conejo) y *Dasypus novemcinctus* (armadillo) requieren hábitats con cobertura vegetal continua, disponibilidad de alimento y refugio, lo que refuerza la interpretación de que el área mantiene una buena conectividad y calidad ambiental. La presencia de depredadores medianos como *Urocyon cinereoargenteus* (zorro gris) o *Canis latrans* (coyote) permite inferir la existencia de un gradiente trófico equilibrado que incluye presas potenciales suficientes y baja presión antrópica.

El registro de reptiles y de insectos, aunque limitado, aporta información relevante sobre la calidad ambiental del sitio. La detección de *Sceloporus* sp., por ejemplo, está asociada a microhábitats soleados, sin alteración significativa del sustrato ni del microclima. *Bombus ephippiatus*, por su parte, es una especie clave en procesos de polinización, y su presencia revela la existencia de parches florales nativos y condiciones apropiadas de humedad y cobertura.

El patrón general observado muestra un ensamble faunístico compuesto por especies residentes, de hábitos variados (diurnos y nocturnos), nichos ecológicos diferenciados y distintos niveles tróficos, lo cual sugiere una **comunidad madura, estable y con funcionalidad ecológica completa**. La ausencia de especies exóticas invasoras, junto con la no presencia de especies indicadoras de degradación, refuerza la calificación del sitio como conservado.

Consideraciones legales y de conservación

Ninguna de las especies registradas se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 ni en CITES, lo cual indica que la comunidad faunística está conformada por especies de preocupación menor. Sin embargo, la composición y la estructura funcional del ensamble observado reflejan un valor ecológico relevante, ya que contribuyen directamente al sostenimiento de procesos ecosistémicos esenciales como la polinización, el control biológico, la ciclación de nutrientes y la dispersión de semillas.

Desde una perspectiva de manejo ambiental, es prioritario considerar estrategias preventivas para mantener la integridad del ensamblaje faunístico actual, incluyendo restricciones

temporales en actividades constructivas, zonificación del uso del suelo, y el monitoreo constante de indicadores bióticos sensibles a la perturbación.

A continuación, se presentan algunas fotografías obtenidas de las cámaras trampa:



Figura IV-46 Identificación de *Sciurus* spp. (Ardilla)



Figura IV-47 Identificación *Mephitis macroura* (Zorrillo)



Figura IV-48 Identificación de *Urocyon cinereoargenteus* (Zorro gris)

Recomendaciones

- Fortalecer la conectividad ecológica mediante revegetación con especies nativas, preferentemente aquellas que proveen refugio o alimento a especies clave.
- Evitar fuentes de perturbación como ruido, iluminación artificial y residuos, particularmente durante las horas de actividad nocturna de la fauna.
- Establecer zonas de amortiguamiento alrededor de parches con alta riqueza faunística, priorizando la conservación de áreas con vegetación madura o hábitats especializados.

El sitio mantiene condiciones óptimas de conservación que permiten la existencia de una comunidad faunística funcional, diversificada y resiliente, lo cual constituye un activo ecológico que debe ser valorado y preservado en el contexto del desarrollo del proyecto.



Biodiversidad

El componente biológico del área de influencia del proyecto presenta una alta diversidad de especies, acorde con la riqueza biológica de la Sierra Norte de Oaxaca donde se ubica. A continuación, se caracteriza la biodiversidad en distintos niveles espaciales (local, ecosistémico y regional) y se evalúan la riqueza, diversidad, grupos funcionales y especies clave, así como los hábitats críticos presentes. Se incluye además el contexto de conservación regional (Regiones Terrestres Prioritarias) y posibles escenarios de afectación, en relación con políticas nacionales de conservación.

Riqueza y diversidad de especies (enfoque multiescalar)

La **diversidad alfa** se refiere a la riqueza de especies dentro de un ecosistema o localidad particular (espanol, 2025). En el caso del proyecto, la diversidad alfa local (p.ej. en el polígono específico de las cabañas, <0.2 ha) es relativamente limitada debido a la reducida superficie y al hecho de que la vegetación es secundaria (en regeneración). No obstante, en la escala inmediata del **Sistema Ambiental (SA)** del proyecto que abarca el entorno ecológico circundante se registra una diversidad mayor. Estudios de campo indican que los índices de diversidad (p. ej. índice de Shannon) para distintos estratos vegetales son consistentemente más altos en el área de influencia extensa que en el sitio exacto del proyecto. Esto significa que el ecosistema local alberga más especies en conjunto que las que se encuentran solo en la parcela del proyecto, lo cual es esperable dado que el SA incluye vegetación de bosque mesófilo en distintos estados sucesionales.

La **diversidad beta** permite comparar la variación de especies entre ecosistemas o hábitats diferentes (espanol, 2025). En la zona de estudio, existe un notable recambio de especies entre áreas de bosque mesófilo maduro, vegetación secundaria (acahuales) y zonas adyacentes de uso agropecuario. Por ejemplo, ciertas especies de flora y fauna se encuentran exclusivamente en fragmentos de bosque mesófilo conservado y están ausentes en las áreas más perturbadas, y viceversa. Esta diferenciación contribuye a una diversidad beta alta a nivel local, indicando que los distintos parches de hábitat complementan la riqueza biológica regional.

La **diversidad gamma** representa la diversidad total de especies a escala regional (espanol, 2025). En un contexto más amplio, la región Mixe de la Sierra Norte de Oaxaca es reconocida por su elevada diversidad biológica. De hecho, esta área forma parte de la **Región Terrestre Prioritaria No. 130 “Sierras del norte de Oaxaca-Mixe”**, identificada a nivel nacional por su riqueza de ecosistemas montañosos y altos niveles de endemismos. La diversidad gamma regional incluye la suma de especies de los diversos ecosistemas locales (bosque mesófilo de montaña, bosques de coníferas y latifoliadas, selvas caducifolias de las partes bajas, matorrales, etc.), superando fácilmente varios centenares de especies entre flora y fauna. Oaxaca es el estado con mayor diversidad biológica de México, hogar de más de 12,500 especies de plantas y miles de especies de fauna (UNAM, 2021) y la Sierra Mixe contribuye significativamente a esas cifras.

En síntesis, la **riqueza de especies** en el área de influencia es alta. El inventario florístico local incluye árboles, arbustos, hierbas y epífitas típicas del bosque mesófilo de montaña, con decenas de especies registradas en pocas hectáreas. Por ejemplo, en los muestreos botánicos se han identificado especies arbóreas como encinos (*Quercus spp.*), liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*), podocarpos (*Podocarpus spp.*), entre otras, y una variedad de arbustos y hierbas nativas. La fauna registrada abarca desde mamíferos mayores hasta insectos: se han documentado al menos 68 especies de fauna silvestre en el municipio de Santa María Tlahuitoltepec, y decenas de ellas fueron observadas en el área del proyecto. Esta riqueza

biológica local, sumada a la del mosaico de hábitats circundantes, evidencia una **diversidad gamma regional** muy elevada y de importancia para la conservación.

Grupos funcionales y especies claves (sensibles, endémicas o en riesgo)

La biodiversidad de la zona incluye una variedad de **grupos funcionales** ecológicos que sostienen el funcionamiento del ecosistema. Entre ellos se encuentran productores primarios (árboles, arbustos, hierbas), polinizadores (insectos como abejas nativas y mariposas), dispersores de semillas (aves frugívoras y murciélagos), herbívoros (insectos folívoros, roedores), depredadores tope (aves rapaces, pequeños carnívoros) y descomponedores (hongos, insectos saprófagos en el suelo). La presencia equilibrada de estos grupos indica un ecosistema con interacciones ecológicas activas. Por ejemplo, en los estratos arbóreo y arbustivo se observan abundantes epífitas y flora nectarífera que sustentan polinizadores, mientras que la hojarasca en el suelo alimenta comunidades de detritívoros, manteniendo el **ciclo de nutrientes** activo. Estos procesos aseguran cierta homeostasis ecológica, como se detalla más adelante.

Destacan varias **especies sensibles y endémicas** de interés especial. En particular, los anfibios de zonas húmedas montañas actúan como bioindicadores: se ha registrado la **Ranita de Oaxaca** (*Sarcohyla celata*), un pequeño anfibio arborícola endémico de la región. Esta especie es altamente sensible a los cambios microclimáticos y a la calidad del agua, por lo que su presencia sugiere que aún existen hábitats bien conservados (arroyos limpios, ambientes de niebla) en el área. Otra especie notable es el **tlaconete de Bonet** (*Isthmura boneti*), una salamandra endémica de los bosques mesófilos de Oaxaca, cuya detección confirmaría la alta calidad del hábitat boscosa de niebla. Entre la avifauna, se encuentran aves típicas de bosque mesófilo como el *Trogon mexicanus* (cocho o trogón mexicano) y el *Psarocolius montezuma* (cacalote), además de rapaces como el aguililla de cola blanca (*Geranoaetus albicaudatus*) y búhos (Strigiformes), los cuales requieren amplios territorios relativamente arbolados. Su presencia indica un ecosistema con estructura vertical suficiente para sostener presas y sitios de anidación.

En cuanto a mamíferos, sobresale la posible presencia del **tigrillo** (*Leopardus wiedii*), un felino pequeño catalogado como especie en riesgo (Amenazado a nivel nacional). Registros comunitarios mencionan al “tigrillo” en la zona lo cual sugiere que aún existen parches de cobertura forestal continua que le sirven de refugio. Este carnívoro es muy sensible a la perturbación humana, por lo que funge como **especie sombrilla**: su conservación implica la preservación de toda la comunidad ecológica asociada. Asimismo, especies como el **tepezcuintle** (*Cuniculus paca*), un roedor grande de hábito nocturno registrado en el municipio, indican la presencia de sotobosques densos y fuentes de agua cercanas, ya que prefieren quebradas húmedas.

No pueden obviarse los **taxones en riesgo o bajo protección legal** según la NOM-059-SEMARNAT. Aunque en la zona inmediata del proyecto ninguna especie vegetal fue identificada como amenazada, varias de las especies de fauna mencionadas (anfibios endémicos, el tigrillo, aves rapaces) están sujetas a protección especial. Por ello, cualquier impacto sobre sus hábitats críticos debe considerarse cuidadosamente y mitigarse en la implementación del proyecto.

Hábitats críticos y biotipos insulares

El área de estudio forma parte del ecosistema de **bosque mesófilo de montaña**, uno de los hábitats más ricos y a la vez más restringidos de México. En la Sierra Mixe estos bosques aparecen en parches aislados en las partes altas y húmedas, rodeados por otros tipos de vegetación, lo que los convierte en verdaderos **biotopos insulares** dentro del paisaje. Cada fragmento de bosque mesófilo actúa como una “isla” de hábitat para numerosas especies especializadas (particularmente anfibios, aves e invertebrados asociados a la niebla). Esta condición insular los vuelve ecológicamente frágiles: la pérdida de conectividad entre parches puede llevar a la extinción local de especies que no logran desplazarse por áreas no adecuadas.

Se identifican **hábitats críticos** específicos dentro del Sistema Ambiental del proyecto: uno de ellos son las **zonas riparias de arroyos de montaña**. Aunque de caudal intermitente, los arroyos y manantiales locales albergan comunidades acuáticas peculiares (renacuajos de anuros, macroinvertebrados bentónicos) y proporcionan humedad constante al entorno. Estos corredores húmedos son esenciales para la supervivencia de las ranas endémicas y otras especies, a la vez que actúan como vías naturales de dispersión biológica. Su alteración (por ejemplo, desvíos de cauce, pérdida de la vegetación de ribera) tendría un efecto desproporcionado en la biodiversidad local.

Otro hábitat crítico es el propio **bosque mesófilo maduro remanente** en las laderas altas del cerro Zempoaltépetl y zonas aledañas. En dichas áreas se encuentran los árboles de mayor tamaño y antigüedad, con presencia abundante de epífitas (orquídeas, bromelias, musgos) y microhábitats como huecos, troncos caídos y suelos profundos con hojarasca. Estas características soportan especies estrictamente dependientes de bosque maduro. Cada fragmento de bosque mesófilo que permanece intacto es clave para el mantenimiento de la **biodiversidad alfa local** y como fuente de organismos colonizadores que puedan recolonizar áreas perturbadas (potenciando la resiliencia).

Por contraste, las zonas aledañas de **vegetación secundaria y acahuales** (resultado de antiguos desmontes para agricultura de temporal) si bien tienen menor complejidad estructural, cumplen una función de amortiguamiento alrededor de los parches maduros. Estos acahuales, dominados por matorrales y árboles jóvenes, sirven de **hábitat intermedio** para fauna adaptable y contribuyen a la conectividad entre parches de bosque mesófilo. Se les puede considerar hábitats de reemplazo temporal no equivalentes al bosque original, pero importantes para ciertas etapas de vida de las especies silvestres. De hecho, análisis funcionales muestran que esta vegetación secundaria aún realiza procesos ecológicos relevantes como infiltración de agua, captura de carbono y protección contra la erosión, aunque en menor grado que el bosque primario.

Dado lo anterior, puede afirmarse que los **biotopos insulares** de mayor importancia en el área son:

1. los fragmentos de bosque mesófilo de montaña, y
2. los corredores riparios húmedos.

La conservación de estos hábitats críticos es esencial para evitar la pérdida acelerada de biodiversidad. Cualquier intervención debe minimizar la fragmentación adicional y mantener la calidad ambiental de estos refugios ecológicos.

Comunidades acuáticas, halófitas y bentónicas

En la región de Santa María Yacochi no se presentan ecosistemas halófitos (asociados a alta salinidad), dada la ausencia de cuerpos de agua salobres o llanuras costeras. Por tanto, **no existen comunidades halófitas** relevantes en el área de estudio. En contraste, sí están presentes **comunidades acuáticas continentales** de pequeño tamaño: arroyos de montaña, manantiales y pequeños estanques temporales generados por la lluvia. En estos microecosistemas de agua dulce se desarrollan asociaciones particulares de flora y fauna. Se han observado macroinvertebrados acuáticos (larvas de insectos como libélulas *Odonata*, tricópteros, dípteros) y vertebrados asociados al agua como renacuajos de ranas (familia Hylidae) y peces menores de la familia Cyprinidae en corrientes permanentes. Estas **comunidades bentónicas** (organismos que viven en el lecho de los cuerpos de agua) desempeñan un rol en el reciclaje de nutrientes y en la cadena alimenticia acuática, sirviendo de alimento a aves garza, martines pescadores u otras especies que visitan los arroyos en busca de presas.

La condición de los sistemas acuáticos locales es generalmente buena, al tratarse de cursos de agua de origen pluvial en zonas de alta infiltración. La vegetación de ribera (helechos, juncos y árboles riparios) filtra sedimentos y aporta materia orgánica que sustenta la comunidad bentónica. Sin embargo, estas comunidades acuáticas son **vulnerables** a cambios en el uso de suelo y al clima: la disminución de la cobertura vegetal podría aumentar la sedimentación y temperatura del agua, afectando a especies sensibles como las larvas de anfibios; asimismo, eventuales sequías prolongadas podrían secar manantiales temporales, reduciendo hábitats disponibles para peces y renacuajos.

Por otro lado, **comunidades bentónicas terrestres** (edáficas) también son importantes en el bosque mesófilo: la hojarasca húmeda y suelos ricos en *humus* albergan lombrices, milpiés, hongos micorrícicos, etc., que son fundamentales en la descomposición. Estos organismos bentónicos del suelo mantienen la fertilidad y forman la base de la pirámide trófica para animales como aves galliformes y mamíferos insectívoros.

En suma, las **comunidades acuáticas locales** son reducidas pero ecológicamente significativas, mientras que las **comunidades halófitas** están ausentes por las características del entorno. Las comunidades **bentónicas** existen tanto en medios acuáticos como en el suelo forestal, contribuyendo a la biodiversidad y a los procesos ecosistémicos esenciales (ciclos de nutrientes, degradación de materia orgánica). Su preservación, mediante la protección de la calidad del agua y del suelo, es parte integral de la conservación de la biodiversidad general del área.

Contexto de conservación: Regiones prioritarias y políticas nacionales

Desde una perspectiva de planeación ambiental, el sitio del proyecto se inserta en políticas y designaciones de conservación de alcance nacional. Como se mencionó, forma parte de una **Región Terrestre Prioritaria (RTP)** identificada por CONABIO las Sierras del norte de Oaxaca (Mixe) debido a su excepcional biodiversidad y presencia de especies endémicas y ecosistemas frágiles. Esta categoría indica que la zona representa una **oportunidad para la conservación** y también enfrenta amenazas que podrían poner en riesgo sus valores biológicos (Mexicana, 2023). Criterios que califican a esta región como prioritaria incluyen su diversidad de ecosistemas de montaña, alta riqueza de especies (particularmente plantas y anfibios endémicos), y el hecho de servir como corredor biológico entre distintas zonas altitudinales (Mexicana, 2023).

El **nivel de protección formal** en la zona es mayormente comunitario. No existe actualmente un Área Natural Protegida federal o estatal decretada específicamente en Santa María Yacochi. Sin embargo, las comunidades mixes históricamente han aplicado esquemas de conservación consuetudinarios y manejo tradicional del bosque que han contribuido a preservar extensiones significativas de selvas y bosques. Programas federales recientes han potenciado esta vocación: destaca la participación de la región en iniciativas como el **Programa de Conservación Comunitaria de la Biodiversidad (COINBIO)**, orientado a fortalecer a comunidades indígenas para el establecimiento de áreas de conservación voluntaria. Adicionalmente, esquemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA) operados por CONAFOR han beneficiado a propietarios locales que mantienen bosques en buen estado, reconociendo la provisión de servicios ambientales (agua, carbono, biodiversidad).

En el ámbito legal, el proyecto y la región se rigen por la **Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)** y la **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**, entre otras. Estas leyes establecen que en ecosistemas forestales de alto valor, cualquier cambio de uso de suelo debe asegurar la **mantención de la biodiversidad** y la mitigación de impactos como erosión o pérdida de capacidad de captación de agua. Igualmente, de encontrarse especies listadas en NOM-059-SEMARNAT-2010 en el área, se exige implementar **programas de rescate y reubicación** para minimizar daños. En concordancia, el proyecto “Cabañas Zempoaltépetl” ha propuesto medidas de manejo de flora y fauna (como rescate de flora, reforestación con especies nativas y planes de ahuyentamiento/control de fauna durante obras) para alinearse con dichas disposiciones.

Respecto a **escenarios de afectación**, se contemplan dos escalas:

- a) **Afectaciones directas locales** derivadas de la ejecución del proyecto, y
- b) **Afectaciones indirectas o globales** debidas a tendencias ambientales en la región (por ejemplo, cambio climático).

En el primer caso, el proyecto tiene un impacto espacial muy limitado (<0.2 ha de desmonte) y se localiza en un área ya perturbada, por lo que **no se prevé una pérdida significativa de riqueza biológica a nivel regional**, siempre y cuando se apliquen las medidas de mitigación propuestas.

El escenario de afectación local se ha modelado considerando que la vegetación eliminada en la construcción corresponde a comunidades secundarias ampliamente representadas alrededor (es decir, ninguna especie quedaría sin hábitat disponible en las inmediaciones). Aun así, existe

el riesgo de impactos puntuales, como la alteración de un corredor de fauna o la mortalidad accidental de individuos, que el plan de manejo ambiental deberá prevenir.

En cuanto a las **afectaciones globales o de mayor escala**, destaca el **cambio climático** como factor potencial. Proyecciones climáticas regionales apuntan a incrementos de temperatura y modificaciones en el régimen de lluvias para la Sierra Norte de Oaxaca en los próximos 20 años. Escenarios de este tipo podrían agravar problemas ambientales: por ejemplo, un aumento de eventos extremos (sequías severas seguidas de tormentas intensas) resultaría en mayor estrés hídrico para el bosque mesófilo y riesgo de deslaves.

Estudios previos sugieren que dichas condiciones reducirían el potencial de regeneración sucesional del bosque y podrían provocar pérdida de cobertura vegetal protectora del suelo. Esto tendría implicaciones serias para la biodiversidad, como desplazamiento o disminución de poblaciones de fauna asociada y mayor frecuencia de disturbios (plagas, incendios). En este sentido, la resiliencia del ecosistema local frente al cambio climático es limitada, por lo que **cualquier impacto adicional del proyecto debe ser manejado con criterios de adaptación** (por ejemplo, evitando fragmentar aún más el bosque o degradar el suelo, para no incrementar la vulnerabilidad). Este enfoque es congruente con políticas nacionales de cambio climático y biodiversidad, que promueven la adaptación basada en ecosistemas.

En conclusión, la biodiversidad de la zona del proyecto “Cabañas Zempoaltépetl” es **altamente valiosa y diversa**, integrando múltiples niveles ecológicos y especies de relevancia para la conservación. Si bien el proyecto se sitúa en un área previamente intervenida, su entorno inmediato incluye hábitats críticos que requieren protección. Las políticas y programas nacionales ofrecen un marco para asegurar que el desarrollo turístico rural propuesto sea compatible con la conservación de estos recursos naturales. El éxito a largo plazo radicará en implementar las medidas de manejo adecuadas para **minimizar impactos locales** y en aprovechar oportunidades como la educación ambiental y la vigilancia comunitaria, de forma que el proyecto contribuya a mantener la integridad ecológica de esta región prioritaria.

Ecosistemas

Los ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto “Cabañas Zempoaltépetl” constituyen unidades funcionales complejas en las que interactúan elementos bióticos y abióticos a través de múltiples procesos ecológicos que sostienen el equilibrio ambiental de la región. Su importancia radica no solo en la riqueza biológica que albergan, sino en los **servicios ambientales** que proveen como la regulación hídrica, la captura de carbono, la generación de oxígeno, la conservación del suelo y la biodiversidad, así como en su estrecha vinculación con la identidad y los medios de vida de la comunidad indígena de Santa María Yacochi.

Estructura y función ecológica

El tipo de vegetación que domina el área de influencia es **vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña**, producto de procesos sucesionales posteriores a la perturbación humana. Esta unidad sucesional conserva una estructura vertical simplificada en comparación con el ecosistema maduro original, que puede caracterizarse como sigue:

- **Estrato arbóreo escaso:** conformado por individuos en regeneración de especies propias del bosque mesófilo como encinos (*Quercus spp.*), *Persea* y *Carpinus*.
- **Estrato arbustivo predominante:** con especies de rápido crecimiento como *Baccharis*, *Eupatorium* y otras compuestas, que cubren la mayor parte del terreno.
- **Herbáceas y epífitas oportunistas:** helechos, musgos y gramíneas adaptadas a sitios con cobertura intermedia.

Desde una perspectiva funcional, esta vegetación secundaria mantiene procesos ecológicos relevantes:

- **Ciclo del agua:** con capacidad reducida pero significativa para infiltrar lluvia y disminuir escorrentía.
- **Ciclo del carbono:** menor biomasa aérea, pero con potencial de captura en regeneración.
- **Ciclo de nutrientes:** activo gracias a la acumulación de hojarasca y la mineralización rápida en clima húmedo.
- **Relaciones tróficas:** simplificadas, pero con presencia de polinizadores, dispersores y herbívoros.
- **Sucesión ecológica:** en curso, con parches de distintas edades que evidencian capacidad de recuperación ecológica.

Si bien esta vegetación es más resiliente a ciertas perturbaciones, su estado estructural intermedio la hace también **vulnerable** a impactos que interrumpen su recuperación, como el desmonte o el incremento en presión antrópica.

Dinámica de poblaciones y proceso clave

Las observaciones de campo y los antecedentes de la región permiten identificar lo siguiente:

- **Fauna sensible o indicadora:** Aunque la vegetación secundaria ofrece menos refugio para especies exigentes, pueden encontrarse ejemplares de fauna adaptable como tlacuaches, aves comunes y reptiles menores. Especies más sensibles como el tigrillo (*Leopardus wiedii*) o el trogón mexicano (*Trogon mexicanus*) habitan los remanentes de bosque más maduro.
- **Relaciones tróficas afectables:** La pérdida de cobertura secundaria puede afectar el alimento y refugio de polinizadores y dispersores.
- **Corredores biológicos:** Persisten en cañadas y bordes de vegetación secundaria; su interrupción puede generar aislamiento faunístico.
- **Áreas de anidación y crianza:** Presentes en el sotobosque denso y zonas de transición con bosque mejor conservado.

Fragilidad y sensibilidad ecosistémica

Aunque la vegetación secundaria no presenta la misma fragilidad intrínseca que un bosque mesófilo maduro, sigue siendo **ambientalmente sensible** por:

- Su dependencia de procesos sucesionales para recuperarse.
- Su función como amortiguador ecológico entre zonas perturbadas y conservadas.
- La presión antrópica potencial que puede detener su avance hacia estadios más complejos.
- La facilidad con que puede perder cobertura en eventos climáticos extremos.

Adicionalmente, factores como el tipo de suelo (Leptosol), las pendientes y la cercanía a cauces intermitentes aumentan su vulnerabilidad. Aunque la superficie a intervenir es pequeña (<0.2 ha), cualquier afectación mal manejada podría tener repercusiones funcionales mayores si interrumpe corredores, incrementa la erosión o impide la regeneración natural.

Servicios ambientales que podrían ser afectados

El proyecto implicará la remoción de vegetación secundaria, lo cual afectará algunos servicios ambientales, en especial:

Tabla IV-43 Servicios ambientales que podrían verse afectados por el proyecto

Servicio ambiental	Afectación estimada	Contribución al cambio climática
Captura de carbono	Reducción temporal por pérdida de biomasa vegetal	Liberación de CO ₂ almacenado
Emisión de oxígeno	Disminución leve durante etapa de construcción	Marginal
Infiltración de agua	Posible compactación del suelo y menor infiltración	Alteración local del microciclo hidrológico
Regulación térmica y climática	Pérdida de cobertura vegetal puede aumentar temperatura superficial	Local
Conservación de biodiversidad	Pérdida de hábitat, alteración de nichos y corredores	Impacto a fauna sensible

Vulnerabilidad al cambio climático

El proyecto “Cabañas Zempoaltépetl” se localiza en una región montañosa de la Sierra Norte de Oaxaca, dentro del territorio comunal de Santa María Yacochi, y conforme a la información cartográfica y de campo recabada, el tipo de vegetación predominante en el sitio específico del proyecto corresponde a **vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña**, también conocida como acahual intermedio. Esta vegetación es resultado de procesos de sucesión ecológica tras actividades previas de uso del suelo principalmente roza y agricultura de temporal y representa una fase de transición entre áreas degradadas y el bosque mesófilo maduro que aún persiste en zonas mejor conservadas dentro del sistema ambiental regional.

Si bien no se trata de un ecosistema primario, esta vegetación secundaria conserva funciones ecológicas relevantes, como la cobertura del suelo, la filtración de agua, el hábitat para fauna adaptable y el potencial de regeneración hacia estadios más avanzados, por lo que su alteración, aún a pequeña escala, puede afectar procesos tróficos, sucesionales e hídricos en una región ya vulnerable por factores naturales y antrópicos.

De acuerdo con modelos climáticos regionales (Climático, 2017), se anticipan impactos derivados del cambio climático que afectarán directamente la estructura, dinámica y capacidad de regeneración de esta vegetación secundaria, así como del ecosistema en el que se inserta el proyecto . A continuación se presentan las proyecciones en un horizonte de 5 a 20 años:

Tabla IV-44 Proyecciones a futuro de los posibles impactos derivados del proyecto

Horizonte temporal	Temperatura media anual	Precipitación anual	Riesgo de sequía	Eventos extremos esperados	Implicaciones para el proyecto / ecosistema
Año 2025 (5 años)	+ 0.8 °C	-3%	Moderado	Lluvias concentradas en verano	Aumento leve de escorrentía; riesgo de erosión en zonas descubiertas
Año 2030 (10 años)	+1.2 °C	-5%	Alto	Temporales intensos y prologados	Mayor escurrimiento superficial; reducción en flujo de manantiales y presión sobre regeneración secundaria
Año 2035 (15 años)	+ 1.8 °C	-8%	Muy alto	Sequías prolongadas e incendios frecuentes	Disminución del vigor de la vegetación secundaria; afectación a la fauna silvestre.
Año 2040 (20 años)	+2.5 °C	-10%	Extremado	Deslaves por saturación y tormentas severas	Alta vulnerabilidad en suelos Leptosol; riesgo de afectación a infraestructura y ecosistemas.

Entre los **efectos esperados del cambio climático sobre esta vegetación secundaria**, se destacan los siguientes:

- **Reducción del potencial de regeneración sucesional:** el incremento de temperatura y la mayor incidencia de sequías pueden limitar el restablecimiento natural de especies arbóreas típicas del bosque mesófilo, prolongando la permanencia del acahual en estados intermedios o regresivos.
- **Pérdida de cobertura vegetal protectora del suelo:** las lluvias intensas y mal distribuidas pueden generar escorrentías con alta energía erosiva, afectando la integridad de los suelos ya frágiles (Leptosoles), especialmente si la cobertura vegetal es delgada o interrumpida.
- **Afectación a fauna asociada:** aunque menos diversa que el bosque maduro, la vegetación secundaria aún brinda refugio y alimento a aves, roedores, reptiles y anfibios. Su degradación por factores climáticos puede provocar desplazamiento de especies, disminución de poblaciones o pérdida de conectividad ecológica.
- **Mayor riesgo de incendios forestales:** la vegetación secundaria tiende a acumular biomasa seca y especies herbáceas inflamables, por lo que su exposición prolongada a sequías puede aumentar la carga combustible, generando mayor susceptibilidad a incendios en temporada seca.

- **Inestabilidad estructural en laderas:** los suelos delgados, en combinación con cambios extremos en precipitación (lluvias torrenciales tras periodos secos), pueden detonar procesos de deslave o remoción en masa, afectando tanto la vegetación como la infraestructura propuesta del proyecto.

Estas condiciones climáticas y ecológicas proyectadas evidencian la **necesidad de integrar medidas de adaptación** en la planeación, construcción y operación del proyecto. En particular, se recomienda:

- Restaurar la cobertura vegetal removida mediante especies nativas adaptadas a condiciones variables de humedad.
- Evitar cortes agresivos en laderas o eliminación total de la cobertura arbustiva protectora.
- Implementar drenaje controlado y terrazas en caminos y áreas de construcción para evitar erosión.
- Incluir diseño de infraestructura de bajo impacto hídrico y térmico.
- Fortalecer los procesos comunitarios de vigilancia, reforestación y resiliencia local ante fenómenos climáticos extremos.

En síntesis, aunque el ecosistema presente no corresponde a un bosque mesófilo primario, la **vegetación secundaria arbustiva** en la que se inserta el proyecto conserva funciones ecológicas esenciales que se verían alteradas bajo escenarios futuros de cambio climático si no se aplican estrategias de mitigación y adaptación. La viabilidad del proyecto depende, en buena medida, de su capacidad para integrarse a la dinámica ecológica local sin interrumpir procesos de regeneración ni incrementar la fragilidad de un sistema ya sensible.

Riesgo de fragmentación y aislamiento ecológico

Aunque el proyecto se desarrolla en una superficie reducida, podría generar **efectos de borde y aislamiento de parches de vegetación** si no se controla su expansión o se repite el modelo sin planificación. Esto podría:

- Disminuir poblaciones locales de especies con bajo rango de dispersión,
- Facilitar la invasión de especies exóticas o generalistas,
- Aumentar la mortalidad de fauna atropellada en caminos mal ubicados,
- Reducir la conectividad funcional del paisaje.

Consideraciones espaciales y temporales

El análisis de los ecosistemas debe considerar la **variabilidad estacional** (época de lluvias vs estiaje) y las tendencias a mediano plazo. Se proyecta que en los próximos **5, 10 y 20 años** los efectos del cambio climático y de la presión antrópica podrían amplificarse. En este sentido, cualquier proyecto debe asegurar que:

- No contribuya a acelerar la pérdida de cobertura forestal,
 - No incremente la vulnerabilidad hídrica de la comunidad,
 - No fracture la continuidad funcional del ecosistema.
-

Conclusión

Los ecosistemas del área del proyecto presentan una **alta sensibilidad ecológica** y una **importancia estratégica** en términos de conservación de biodiversidad y servicios ambientales. La intervención del proyecto, si bien de escala reducida, **debe ser abordada con precaución y con un enfoque de restauración ecológica y manejo integral**.

El proyecto “Cabañas Zempoaltépetl” puede ser **compatible con la conservación del ecosistema**, en la medida en que se respete su integridad funcional, se minimice la fragmentación, se mantengan los procesos ecológicos y se implementen medidas efectivas de mitigación, restauración y monitoreo ambiental, incluyendo acciones que fortalezcan la resiliencia comunitaria ante el cambio climático.



IV.1.3.1.3 Medio socioeconómico

El presente apartado describe el medio socioeconómico de la comunidad de Santa María Yacochi, ubicada en la Sierra Mixe del estado de Oaxaca, perteneciente al municipio de Santa María Tlahuitoltepec. Se trata de una localidad rural indígena situada en las faldas del cerro Zempoaltépetl, a una altitud aproximada de 2,271 msnm. A continuación, se detallan las condiciones sociales, demográficas, culturales y económicas de Santa María Yacochi, así como su infraestructura básica y la relación de la comunidad con su entorno natural.

Características demográficas

Según el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020), Santa María Yacochi contaba con **807 habitantes**, de los cuales 441 son mujeres (54.6%) y 366 hombres (45.4%). Este asentamiento representa la segunda localidad más poblada del municipio, después de la cabecera municipal Santa María Tlahuitoltepec. La comunidad tiene **183 viviendas** particulares habitadas, con un promedio de 4 a 5 personas por hogar, reflejando familias nucleares y extensas típicas de la zona rural. La población es eminentemente **indígena**: el **94.8%** de los habitantes del municipio de Tlahuitoltepec (que incluye a Yacochi) habla alguna lengua indígena, principalmente **mixe** (Ayuuk), en sus variantes locales de Tlahuitoltepec y Yacochi. Esto indica que la gran mayoría de la población conserva su lengua materna y su identidad étnica originaria.

En términos de estructura por edades, Santa María Yacochi presenta una población joven pero con presencia significativa de adultos mayores. El 28% de sus habitantes tiene entre 0 y 14 años, aproximadamente 58% se encuentra en edad productiva (15 a 64 años), y cerca del 14% son adultos de 65 años o más. La **escolaridad promedio** en la comunidad es de 7.54 años (equivalente a segundo grado de secundaria), ligeramente superior al promedio municipal de 6.83 años. Esto sugiere que la mayoría de la población ha concluido la educación primaria e incluso parte de la secundaria. Pese a ello, persisten rezagos educativos, y una fracción de la población adulta es analfabeta (alrededor de 15% según datos municipales) debido al aislamiento histórico y limitaciones educativas en décadas pasadas.

Es importante destacar que el municipio de Santa María Tlahuitoltepec se caracteriza por **alto grado de marginación** a nivel estatal y nacional. De acuerdo con el índice de marginación de CONAPO (2020), el municipio está clasificado con **marginación “Alto”**. En el año 2020, aproximadamente **90% de la población municipal vivía en situación de pobreza**, incluyendo un **43% en pobreza extrema** (Imparcial, 2022). Estas condiciones socioeconómicas adversas en la cabecera se reflejan también en Santa María Yacochi, donde muchas familias carecen de ingresos suficientes y dependen de la subsistencia. La falta de oportunidades laborales locales ha propiciado procesos migratorios significativos, especialmente de población joven, que busca empleo en otras regiones. Estudios recientes señalan que la **pobreza es el principal factor de migración** en comunidades mixes como Tlahuitoltepec (Imparcial, 2022). En la última década, Santa María Yacochi vio reducir su población (de cerca de 996 habitantes en 2010 a 807 en 2020), lo cual se atribuye en buena medida a la emigración de habitantes en edad laboral hacia centros urbanos en busca de mejores condiciones de vida.

Organización social y usos del territorio

Santa María Yacochi se rige por un **sistema de organización tradicional indígena** conocido como *usos y costumbres*. La máxima autoridad local es la **Asamblea Comunitaria**, en la cual participan los comuneros y ciudadanos de la localidad para la toma de decisiones colectivas. En coordinación con la asamblea, la comunidad es administrada por un **Agente Municipal** (representante de Yacochi ante el ayuntamiento de Tlahuitoltepec) y por un consejo local elegido también en asamblea. El municipio de Tlahuitoltepec forma parte de los 424 municipios

oaxaqueños regidos por sistemas normativos indígenas, donde los cargos comunitarios se asignan por consenso o votación comunitaria, **sin afiliación a partidos políticos** y generalmente **sin remuneración económica**, dentro del esquema tradicional de *cargos* o servicios comunitarios. Cada ciudadano, a lo largo de su vida, asume distintos cargos honoríficos (mayordomo de fiestas, topil o policía comunitario, etc.) como parte de sus obligaciones con la comunidad. Este sistema fortalece la cohesión social y asegura la participación activa de la población en el gobierno local (Tlahuitoltepec, Plan municipal de Desarrollo, 2022).

En cuanto al **uso del territorio**, la comunidad de Yacochi posee tierras de régimen comunal, administradas colectivamente a través del **Comisariado de Bienes Comunales**. El territorio se compone de áreas de asentamiento humano (la zona de vivienda concentrada en el pueblo) y extensiones de tierras destinadas a **actividades agropecuarias y forestales**. La mayor parte de la superficie circundante son laderas montañosas cubiertas de bosques de pino-encino y vegetación natural, intercaladas con parcelas de cultivo en terrazas o en pendientes. Los comuneros practican una gestión tradicional del territorio: existen acuerdos comunitarios para el aprovechamiento de la madera, la recolección de leña y la apertura de nuevas milpas, con el fin de prevenir la sobreexplotación de los recursos. También se realizan *tequios* (trabajos comunitarios voluntarios) para el mantenimiento de caminos, infraestructura básica y faenas relacionadas con la conservación del entorno (por ejemplo, campañas de reforestación o limpieza de manantiales).

La **tenencia de la tierra** es mayoritariamente comunal; cada familia tiene derecho de uso sobre parcelas agrícolas heredadas ancestralmente, pero las decisiones sobre tierras boscosas o cambios de uso de suelo se toman en conjunto. Los *usos del suelo* tradicionales combinan la **agricultura de subsistencia** en pequeñas superficies (minifundios) con la preservación de amplias zonas de bosque. En los alrededores de Yacochi se identifican áreas utilizadas bajo un sistema agroforestal (acahuales intercalados con cultivos), evidenciando la integración de la actividad agrícola con el ciclo de regeneración natural de la vegetación (Tlahuitoltepec, Plan municipal de Desarrollo, 2022). Esta forma de uso del territorio, aunque sostenible a pequeña escala, también enfrenta retos modernos, como la erosión del suelo en laderas y la reducción de terrenos cultivables, factores que han impulsado a la comunidad a buscar proyectos productivos alternativos en otras partes del territorio (p. ej., estanques para acuicultura)..

Culturalmente, la comunidad conserva tradiciones ancestrales. Las festividades patronales y rituales ocupan un lugar importante en la vida comunitaria, y su organización recae en el sistema de **mayordomías**. Cada año se celebran dos fiestas principales: una en marzo (celebración de *Jesús de Nazareno*, tercer viernes de Cuaresma) y otra a inicios de diciembre (fiesta de la Virgen de la Asunción), en las cuales se integra a toda la población en actividades religiosas, musicales y gastronómicas típicas (Morales, 2009). Durante estas fiestas, los *mayordomos* designados preparan ofrendas y convites, y la comunidad entera participa mediante trabajo colectivo y donaciones, reforzando la identidad colectiva. Esta organización social tradicional garantiza que la población de Santa María Yacochi mantenga un **alto grado de participación comunitaria**, solidaridad y apego a sus costumbres, aspectos que inciden en la forma en que se planea e implementa cualquier proyecto de desarrollo local.

Economía Local

La economía de Santa María Yacochi es **predominantemente de subsistencia**, basada en la **agricultura tradicional**. La mayoría de las familias se dedican al **cultivo de granos básicos** – principalmente **maíz y frijol**, complementados con calabaza, chile, papa y chícharo– en pequeñas parcelas de ladera (Tlahuitoltepec, 2022). Estos cultivos conforman la base alimentaria local y se practican mediante técnicas tradicionales (sistema de milpa), a menudo

con **roza-tumba-quema** para abrir espacios de cultivo en el monte. El maíz, en particular, no solo es el alimento principal sino también un elemento central de la cultura mixe, con funciones rituales y ceremoniales asociadas (Tlahuitoltepec, 2022). La producción agrícola es principalmente para **autoconsumo**; en buenas cosechas, algún excedente de maíz o frijol puede comercializarse o intercambiarse en mercados locales, pero normalmente la comunidad **importa alimentos** adicionales (como arroz, azúcar, aceite) del exterior debido a que la producción local no cubre todas las necesidades, generando dependencia de abastecimientos foráneos (Tlahuitoltepec, 2022). La topografía accidentada limita la mecanización y el riego: se labra la tierra con arado de yunta en muchos casos, y la agricultura de riego es prácticamente inexistente, dependiendo casi totalmente de las lluvias estacionales.

Además de la agricultura, la **crianza de animales domésticos** es una actividad complementaria de gran importancia. Las familias suelen mantener aves de corral (gallinas, guajolotes) y cerdos en traspatio para autoconsumo o venta ocasional. La ganadería mayor (bovinos, equinos) se desarrolla a muy baja escala debido a la falta de pastizales amplios; sin embargo, es común el uso de **bueyes** como fuerza de trabajo agrícola (yunta) y de **burros o caballos** para el transporte de carga por los senderos. La crianza de ovejas y cabras también existe en pequeña escala, principalmente como ahorro o para consumo en festividades, aunque su comercialización es limitada por las dificultades de transporte y la falta de mercados cercanos.

El **sector terciario** en Yacochi es incipiente. **Comercio:** En la comunidad operan algunas **tienditas** de abarrotes que proveen artículos básicos. Muchos habitantes acuden al **tianguis semanal** del municipio (mercado público que se instala los sábados en la cabecera de Tlahuitoltepec) para vender o intercambiar sus productos (frijol, maíz, frutas locales) y para abastecerse de mercancías de primera necesidad (Oaxaca G. d., 2022). **Servicios:** Algunos pobladores obtienen ingresos a través de **remesas** enviadas por familiares migrantes en Estados Unidos u otras ciudades, lo cual inyecta recursos económicos a ciertos hogares.

En cuanto a **empleos formales**, una minoría de habitantes trabaja como empleados gubernamentales (por ejemplo, maestros de educación básica en las escuelas locales, personal del municipio, promotores de salud) o en programas sociales temporales. La **Población Económicamente Activa (PEA)** de Yacochi asciende a 225 personas (INEGI, 2020), lo que representa aproximadamente el 38% de la población de 12 años y más. Esto indica que el resto de la población adulta se dedica al hogar, actividades no remuneradas o está desempleada/subempleada. Dado el contexto rural, es común que todos los miembros de la familia contribuyan de alguna manera a las labores productivas (siembra, cuidado de animales, recolección) sin estar integrados en una economía monetizada.

No obstante las limitaciones, en años recientes la comunidad, en coordinación con autoridades municipales y agencias de desarrollo, ha incursionado en **proyectos productivos alternativos** para diversificar sus fuentes de ingreso. Un ejemplo destacado es la **acuicultura**: Santa María Yacochi ha implementado un proyecto de **crianza de truchas** en estanques, con la participación de un grupo de mujeres de la localidad (Tlahuitoltepec, 2022). Este proyecto piscícola incluye una pequeña granja integral con servicio de comedor en Yacochi, orientada al ecoturismo, que se espera genere empleos permanentes y oportunidad de comercializar pescado fresco. Asimismo, a nivel municipal se han introducido equipos para la **producción de pan y de calzado artesanal (huaraches)**, con el fin de impulsar microempresas familiares, y se han establecido huertos comunitarios para hortalizas en Yacochi y comunidades vecinas, aprovechando técnicas de riego en ladera bajo asesoría técnica (Tlahuitoltepec, 2022). Si bien estas iniciativas aún son incipientes, representan esfuerzos importantes hacia la **diversificación productiva** y la economía social.

En síntesis, la economía local está fundamentada en la autosuficiencia agrícola y el apoyo mutuo comunitario, con **escasa participación en mercados externos**. Las **tasas de pobreza** son elevadas y los ingresos monetarios promedio muy bajos, lo que ha motivado que la comunidad vea en el turismo de naturaleza (proyecto *Cabañas Zempoaltépetl*) una posible fuente complementaria de desarrollo económico sostenible que aproveche sus recursos naturales y culturales.

Servicios e infraestructura

En contraste con las carencias económicas, Santa María Yacochi presenta algunos indicadores favorables en cobertura de servicios básicos, gracias a esfuerzos comunitarios y programas gubernamentales de infraestructura rural. A continuación, se resumen las condiciones de infraestructura y servicios públicos de la localidad.

- **Agua potable:** El acceso al agua es prácticamente universal. **98.9% de las viviendas (181 de 183)** disponen de **agua entubada** dentro de la vivienda proveniente de manantiales locales captados y distribuidos por gravedad mediante tomas domiciliarias. (INEGI, 2020) La calidad del agua es aceptable para uso doméstico (aunque generalmente requiere hervirla para consumo). La gestión del agua se realiza a nivel comunitario, con comités locales de agua potable encargados del mantenimiento de la red y la distribución equitativa del recurso (Tlahuitoltepec, 2022).
 - **Electricidad:** Existe una **cobertura eléctrica** muy alta. **181 de 183 hogares (98.9%)** cuentan con **suministro de energía eléctrica** mediante la red pública. La comunidad está conectada al tendido de la Comisión Federal de Electricidad desde hace varias décadas, lo que ha facilitado la adopción de alumbrado público en las calles principales y la electrificación de las viviendas. El servicio eléctrico es continuo, aunque pueden ocurrir interrupciones temporales durante tormentas fuertes debido a la lejanía (INEGI, 2020).
 - **Saneamiento:** Este rubro presenta serios **rezagos**. Solo **2 viviendas (1.1%)** están conectadas a un **sistema de drenaje** formal, ya que no existe red de alcantarillado municipal en Yacochi. La gran mayoría de las viviendas manejan excretas mediante **letrinas rústicas**; se estima que **74.9% de las casas** disponen de **letrina** y apenas **24.6%** cuentan con un retrete o sanitario con descarga de agua (alojando los desechos en fosas sépticas individuales). Cerca del **98%** de las viviendas carecen de drenaje y eliminan aguas residuales de manera dispersa (por infiltración en pozos sumidero o directamente al terreno) (INEGI, 2020). Esta situación implica riesgos sanitarios y contaminación local del subsuelo, identificándose la mejora del saneamiento como una prioridad de desarrollo. No hay planta de tratamiento de aguas residuales; las iniciativas en este tema han sido incipientes a nivel municipal (Tlahuitoltepec, 2022).
 - **Salud:** La comunidad cuenta con una **Casa de Salud** de atención primaria, atendida por personal de enfermería o un promotor de salud, donde se brindan servicios básicos (primeros auxilios, curaciones, control prenatal básico, vacunación). Para atenciones de mayor complejidad, los habitantes deben trasladarse a la **Clínica municipal** en Santa María Tlahuitoltepec (cabecera), que es la instalación de salud más cercana con servicios médicos generales (Oaxaca G. d., 2022). Dicha clínica y las seis casas de salud distribuidas en el municipio son administradas por los Servicios de Salud de Oaxaca (SSO). Según el censo (INEGI, 2020), **724 personas** de Yacochi (aprox. 89.7% de la población) estaban afiliadas a algún sistema de salud pública. La mayoría (más del 80% de la población) cuenta con **INSABI** (Instituto de Salud para el Bienestar, antes Seguro Popular) destinado a población sin seguridad social; solo 51 personas están
-

afiliadas al IMSS y 15 al ISSSTE, lo que refleja la escasez de empleo formal con prestaciones. La **cobertura de vacunación** en niños es alta gracias a campañas locales, pero persisten problemas de desnutrición y enfermedades gastrointestinales asociados a la pobreza. No hay farmacias establecidas en Yacochi, por lo que los medicamentos se adquieren en la cabecera municipal (donde existen dos farmacias básicas) (Oaxaca G. d., 2022) o se solicitan a los promotores de salud.

- **Educación:** Santa María Yacochi dispone de infraestructura educativa para los niveles básicos. En la localidad operan tres planteles: un Centro de Educación Preescolar (Centro de Castellanización “Gregorio Torres Quintero”), una Escuela Primaria rural (Abraham Castellanos) y una Escuela Telesecundaria que imparte educación secundaria a distancia (Oaxaca G. d., 2022). Estas instituciones educativas públicas atienden no solo a niños de Yacochi sino también a alumnado de rancherías cercanas. La modalidad es bilingüe (mixe-español) en preescolar y primaria, lo que facilita la transición de los niños de su lengua materna al español. Para estudios de nivel medio superior (bachillerato) o superior, los jóvenes deben trasladarse fuera de la comunidad – generalmente al COBAO (Colegio de Bachilleres) en la cabecera municipal u otros centros en la región Mixe, e incluso a la ciudad de Oaxaca, lo que contribuye a la migración temporal de los estudiantes. La tasa de alfabetización en Yacochi ha mejorado con las nuevas generaciones; sin embargo, aún existe población adulta mayor monolingüe en mixe o con baja escolaridad, lo que demanda programas de educación para adultos (alfabetización en español) a fin de reducir el rezago educativo.
 - **Vivienda:** Las viviendas de Yacochi son mayormente de tipo rural tradicional. Según datos del censo (INEGI, 2020), una porción importante de las casas están construidas con materiales combinados: paredes de adobe o block, techos de lámina (galvanizada o asbestos) y pisos de cemento o tierra compactada (Oaxaca G. d., 2022). El hacinamiento es común; aproximadamente 25% de las viviendas presentan congestión (más de 2.5 personas por cuarto en promedio). Los indicadores de calidad de vivienda muestran necesidad de mejoras en materiales y espacios: por ejemplo, en 2020 alrededor de 18% de las casas aún tenían piso de tierra y 8% techos de material endeble (tejamanil, lámina de cartón). El programa estatal de vivienda indígena ha atendido parcialmente estas carencias con apoyo para pisos firmes y techos seguros, pero persiste un rezago considerable en la consolidación de las viviendas.
 - **Comunicación y transporte:** La comunidad se conecta a la cabecera municipal mediante un **camino de terracería** de aproximadamente 3 km que entronca con la carretera local hacia Santiago Zacatepec. Si bien es transitable en vehículo automotor, en época de lluvias el acceso puede dificultarse por deslaves o lodo. No existe servicio de transporte público regular; los habitantes se organizan con camionetas particulares para trasladarse en días de plaza o asuntos urgentes. En términos de comunicaciones, la cobertura de **telefonía celular** es limitada en la región (solo algunos puntos altos captan señal). De hecho, solo **24.6% de los hogares** reportaron tener al menos un **teléfono celular** en 2020 (INEGI, 2020). La **telefonía fija** es aún más escasa (11% de las viviendas) y depende de líneas rurales comunitarias susceptibles a fallas (INEGI, 2020) . El **acceso a internet** es prácticamente inexistente en la comunidad: apenas **3 viviendas (1.6%)** disponían de conexión a internet en 2020 (INEGI, 2020) típicamente vía datos móviles intermitentes. La principal vía de información local sigue siendo la radio comunitaria y, en menor medida, la televisión satelital (alrededor de 47% de las casas tienen televisor, aunque muchas solo captan canales nacionales básicos). Esta brecha digital refleja el aislamiento relativo de Yacochi en cuanto a tecnologías de la
-

información, lo cual se considera en la MIA para diseñar estrategias de comunicación social adecuadas con la población.

En resumen, Santa María Yacochi cuenta con buena cobertura en servicios esenciales como agua potable y energía eléctrica, logros significativos tratándose de una comunidad serrana de difícil acceso. Sin embargo, persisten importantes carencias en infraestructura de saneamiento, comunicaciones y equipamientos urbanos, indicadores que reflejan su condición de alta marginación. Estos aspectos representan áreas prioritarias de atención para mejorar la calidad de vida local, y también constituyen el contexto de partida sobre el cual el proyecto de cabañas ecoturísticas deberá articularse.

Relación con el entorno natural y cultural

La comunidad de Santa María Yacochi mantiene una **relación estrecha con el entorno natural**, tanto por necesidad como por herencia cultural. Al estar enclavada en la Sierra Mixe, la vida cotidiana depende en gran medida de los recursos naturales locales: el **agua** que abastece al poblado proviene de fuentes y manantiales del bosque; la **leña** es el principal combustible para cocinar y calentar, recolectada sosteniblemente en los montes comunales; y los **bosques circundantes** proveen madera para construcción tradicional, plantas medicinales y alimentos silvestres (hongos, frutos) que complementan la dieta. Esta interdependencia ha generado un profundo conocimiento ecológico tradicional en la población, manifestado en prácticas como el manejo comunitario de bosques, el respeto a periodos de veda para caza o colecta, y rituales de petición de lluvias para las cosechas.

Desde el punto de vista cultural, el entorno natural forma parte integral de la **cosmovisión mixe** de los habitantes. Un elemento emblemático es el **cerro Zempoaltépetl**, que domina el paisaje regional. Conocido como la “montaña de las veinte divinidades”, el Zempoaltépetl representa un lugar sagrado para la cultura mixe (Oaxaca J. , 2022). En la tradición oral se le atribuye ser morada de deidades tutelares; los mixes se autodenominan *Ayuukjää’y* (“gente del idioma florido”) pero también se les llama *Na~miky* (“gente del Zempoaltépetl, gente jamás conquistada”), en alusión a la resistencia cultural asociada a este cerro. Es común que la comunidad realice peregrinaciones o ceremonias en las cercanías de la montaña, especialmente en fechas agrícolas importantes, para agradecer las cosechas o pedir protección. La presencia de este referente natural y espiritual refuerza la identidad colectiva y el respeto por la naturaleza: los habitantes consideran al cerro, los manantiales y el bosque como **elementos vivos y con espíritu**, lo que conlleva un sentido de responsabilidad en su cuidado.

Las prácticas agrícolas y festivas también ilustran la íntima conexión con la naturaleza. El ciclo agrícola (preparación de la milpa, siembra, cosecha) está marcado por rituales tradicionales: antes de la siembra de maíz se acostumbra realizar una bendición de semillas y un *ritual de lluvia* para propiciar buen clima; tras la cosecha, parte del maíz se destina a ofrendas en el templo local en agradecimiento. Asimismo, ciertos festivales religiosos se vinculan a fenómenos naturales, como la festividad de la **Virgen de la Asunción** en diciembre, que coincide con el fin de la temporada de lluvias y se cree que protege a la comunidad de enfermedades y desastres naturales (Oaxaca G. d., 2022). La gastronomía local aprovecha productos del entorno inmediato (hongos de temporada de lluvias, hierbas silvestres como el *chilaxtle* para condimentos, pescados de ríos cercanos como truchas ahora cultivadas localmente), mostrando un aprovechamiento sostenible de la biodiversidad.

En términos de manejo ambiental, la comunidad participa en iniciativas de **conservación** impulsadas desde el municipio. Por ejemplo, se han formado brigadas comunitarias de combate a incendios forestales durante la época de estiaje, dadas las frecuentes quemas agrícolas; también se coordinan reforestaciones anuales en zonas erosionadas o degradadas. Existe

conciencia de que la pérdida de bosques afectaría el ciclo del agua del cual dependen, por lo que se han establecido *acuerdos comunitarios de conservación*: ciertas áreas de alto valor hídrico se designan como zonas de recarga donde no se desmonta ni cultiva. Al mismo tiempo, la comunidad enfrenta desafíos ambientales como la erosión del suelo agrícola en pendiente (agravada por las lluvias torrenciales) y la contaminación localizada por falta de drenaje sanitario. Son problemas reconocidos que requieren soluciones con apoyo externo sin contravenir sus prácticas tradicionales.

En síntesis, **la población de Santa María Yacochi posee un fuerte vínculo con su entorno natural**, viéndolo no solo como fuente de sustento material sino también como parte de su patrimonio cultural y espiritual. Esta relación se manifiesta en un modo de vida austero pero armonizado con los ciclos naturales, y en una identidad comunitaria que valora la conservación de la tierra ancestral. Estos aspectos resultan fundamentales al considerar cualquier impacto ambiental en la zona, pues las alteraciones al medio físico repercuten directamente en el bienestar social y cultural de la comunidad.

Consideraciones ambientales y sociales

Las condiciones socioeconómicas descritas para Santa María Yacochi revelan una comunidad **vulnerable pero resiliente**. Por un lado, enfrenta indicadores de **alto rezago social**: niveles elevados de pobreza extrema, aislamiento geográfico, deficiencias en infraestructura sanitaria y oportunidades económicas limitadas. Estos factores han frenado el desarrollo local e impulsado la migración, amenazando la continuidad demográfica y cultural de la comunidad. Por otro lado, Yacochi cuenta con fortalezas intrínsecas de gran relevancia: una sólida **organización social comunitaria**, un acervo cultural indígena rico, y una estrecha integración con su medio ambiente. Tales atributos han permitido a la comunidad persistir y autogestionarse a pesar de las adversidades históricas.

De cara al proyecto “Cabañas Zempoaltépetl”, es fundamental reconocer que el **desarrollo local sostenible** deberá construirse sobre estas fortalezas, al mismo tiempo que aborda las necesidades apremiantes. La iniciativa de ecoturismo puede convertirse en una oportunidad de generar empleos locales e ingresos complementarios, contribuyendo a disminuir la presión migratoria y la dependencia económica. Sin embargo, para lograr impactos positivos, el proyecto deberá **articularse con la organización tradicional** (respetando los *usos y costumbres* en la toma de decisiones) y **potenciar las capacidades locales** por ejemplo, incorporando a los habitantes en la operación de las cabañas, guías de naturaleza, venta de artesanías y otros servicios turísticos. Asimismo, se debe asegurar la **protección del entorno natural**, dado que la base del atractivo turístico es precisamente el paisaje serrano y la riqueza cultural de la comunidad. Cualquier alteración significativa del bosque, los manantiales o el paisaje podría no solo afectar el medio ambiente, sino también lesionar valores culturales profundamente arraigados en Yacochi.

En el equilibrio entre conservación ambiental y desarrollo social, se vislumbran **sinergias importantes**. La población local, con su conocimiento ecológico tradicional, puede participar activamente en programas de manejo sustentable de recursos (reforestación, turismo de bajo impacto, monitoreo ambiental comunitario) que a la vez mejoren sus condiciones de vida. Por ejemplo, la experiencia en proyectos como la cría de truchas o la producción artesanal puede complementarse con el turismo, integrando un modelo donde los visitantes consuman productos locales y convivan con la cultura mixe, generando un valor agregado a la economía comunitaria. Adicionalmente, la mejora de infraestructura que acompaña al proyecto (como senderos interpretativos, sistemas ecológicos de manejo de aguas residuales para las cabañas, energías alternativas) podría dejar beneficios permanentes a la comunidad, siempre y cuando se planifique con la participación de sus habitantes.

En conclusión, el **Medio Socioeconómico** de Santa María Yacochi se caracteriza por una dualidad de **carencias y potencialidades**. Cualquier intervención, incluida la presente propuesta de ecoturismo, debe enmarcarse en esta realidad: atendiendo los rezagos sociales (empleo, salud, educación, servicios) sin erosionar la cohesión social ni el entorno natural que sustenta a la comunidad. La información diagnóstica aquí presentada servirá de base para identificar impactos ambientales y sociales en los capítulos siguientes de la MIA, garantizando que las medidas de manejo contempladas promuevan el bienestar de la población local y la conservación de su patrimonio cultural y ecológico. De esta manera, el desarrollo del proyecto podrá vincularse positivamente con el desarrollo local, contribuyendo a mejorar la calidad de vida en Santa María Yacochi en armonía con su entorno natural.

IV.1.3.1.4 Paisaje

El paisaje es la expresión espacial y visual del medio. Es un recurso natural escaso, valioso y con demanda creciente, fácilmente depreciable y difícilmente renovable. El paisaje visual considera la estética y la capacidad de percepción por un observador. Para evaluar un paisaje existen diferentes métodos y procedimientos; aquí se propone un método mixto con valoración directa de subjetividad representativa y análisis posterior indirecto con análisis de componentes principales. Una evaluación equivaldrá a una fotografía instantánea, que podrá ser comparada con una fotografía homóloga del futuro. Esto permitirá cuantificar las pérdidas (o ganancias) de paisajes valiosos, sus agentes destructivos y sus medidas mitigantes (Pedreros, 2004).

El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre **geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópica** (MOPT, 2014)

De acuerdo con (Antrop, 1997), el paisaje es uno de los aspectos más afectados por los procesos de cambio territorial. Los paisajes tradicionales han sido paisajes muy estables durante siglos, con pocos periodos de cambio y largos periodos de conservación. En el pasado las transformaciones territoriales eran lentas, pacientes, prolongadas en el tiempo y fácilmente absorbidas por los seres humanos, de manera que los nuevos elementos se injertaban gradualmente en el cuadro psicológico de las personas.

Por lo tanto, realizar una evaluación de la alteración del paisaje es compleja bajo un punto de vista global, no obstante, desde un punto de vista ambiental, podemos llegar a evaluar ciertos aspectos como rasgos geomorfológicos, densidad vegetal, visibilidad, etc. Los cuales nos permiten establecer un grado de desviación de la naturalidad original del sitio.

La presente evaluación se lleva a cabo con el objetivo de identificar las alteraciones positivas como negativas en la geometría del paisaje, teniendo en cuenta que en el proceso de evaluación deben introducirse factores que permitan considerar que el paisaje es parte de una colectividad.

- **Metodología para la evaluación de la calidad del paisaje**

El presente análisis consistió en una evaluación visual de siete factores representativos de los ecosistemas, a partir de esta evaluación se realizó un análisis de la visibilidad del paisaje, así como los elementos que intervienen en la formación actual del mismo.

Para el análisis de la calidad visual se caracterizaron componentes ambientales asociados al estado actual del sitio, estos factores ambientales fueron:

1. Forma del terreno
2. Suelo y roca
3. fauna
4. Flora
5. Clima
6. Agua
7. Acción humana

La valoración fue visual en un punto de observación, basados en el conocimiento y criterio del ponderador (tratando de mantener la objetividad en la asignación de los valores y categorizándolos subjetivamente en tres parámetros):

Tabla IV-45 Parámetros de evaluación para el paisaje en el sitio

Parámetros	Descripción	Nivel de calidad	Valor
Calidad paisajística alta	Se aplica cuándo los factores ambientales no han sido modificados, es decir conservan las condiciones del lugar, no presentan deterioro y estado de degradación ambiental	Original	5
		Escasamente modificados	4
Calidad paisajística media	Se aplica cuándo los factores ambientales han sido moderadamente modificados, es decir aún conservan las condiciones del lugar y un leve deterioro y degradación ambiental	Moderadamente modificados	3
Calidad paisajística baja	Se aplica cuándo los factores ambientales han sido completamente modificados, es decir las condiciones del lugar presentan deterioro y un completo estado de degradación ambiental	Altamente modificados	2
		Totalmente modificados	1

Con base en lo expuesto, se presenta a continuación la **Tabla IV -46**, en la cual se detalla la evaluación de los componentes ambientales relacionados con el estado actual del sitio en el que se desarrolla el proyecto.

Tabla IV-46 Evaluación de la calidad del paisaje en el sitio

Componentes ambientales	Características visuales	Nivel de calidad del paisaje	Valor
Forma del terreno	El terreno conserva su configuración topográfica original, sin presentar modificaciones significativas ni indicios de deterioro físico o procesos de degradación ambiental visibles.	Original	5
Suelo y roca	Con base en la capa de edafología Serie II del INEGI, el sitio se caracteriza por la presencia de suelos clasificados como " <i>Leptosol</i> ", los cuales, según dicha institución, son suelos delgados típicos de zonas montañosas y cuyo uso principal está orientado a áreas de pastoreo. No obstante, en la zona del proyecto no se observan actividades agropecuarias en desarrollo. Las modificaciones identificadas en este componente se atribuyen principalmente a la existencia de caminos que actúan como vías de conexión hacia el área e influencia.	Escasamente modificados	4
Fauna	Durante las actividades de monitoreo y muestreo de fauna silvestre realizadas en el sitio, se registraron algunas especies que podrían considerarse propias del Sistema Ambiental (SA) evaluado; sin embargo, el conjunto faunístico observado está mayoritariamente compuesto por especies generalistas y adaptadas a ambientes antropizados, tales como <i>Cathartes aura</i> (Zopilote aura), <i>Coragyps</i>	Moderadamente modificados	3

Componentes ambientales	Características visuales	Nivel de calidad del paisaje	Valor
	<i>atratus</i> (Zopilote común) y <i>Quiscalus mexicanus</i> (Zanate mexicano). Estas especies, por su ecología y alta tolerancia a la presencia humana, son indicadoras de hábitats moderadamente modificados. Esta situación es coherente con el contexto del sitio, el cual se encuentra próximo a un núcleo urbano y colindante con una carretera que actúa como barrera física y funcional, contribuyendo a la fragmentación del hábitat y limitando la presencia de fauna silvestre especializada o sensible a la perturbación.		
Flora	Conforme a la Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie VII, elaborada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el área de estudio se encuentra clasificada como vegetación secundaria Arbustiva de Bosque Mesófilo (Vsa/BM). Esta categorización fue confirmada a través de los muestreos efectuados en sitio, en los cuales se registró la presencia de especies características y representativas de dicha tipología vegetal.	Original	5
Agua	De acuerdo con información del INEGI, cercana al área e influencia existen corrientes del tipo intermitentes que se encuentran en la parte Norte, Este, Sur y Sureste y una corriente de tipo perenne que se encuentra en dirección Oeste del proyecto y no se encuentran cuerpos de agua cercanos. No obstante, es preciso señalar que, aunque la corriente es perenne, el volumen de agua que transporta es reducido.	Escasamente modificados	4
Clima	De acuerdo con la bibliografía reportada el tipo de clima presente en la zona corresponde a C (f), el cual pertenece al grupo de climas templados húmedos con temperaturas media anual entre 12°C a 18°C temperatura del mes más frío entre -3° C y 18° C y temperatura del mes más caliente bajo 22° C. Esta información fue comprobada y corroborada en el sitio del proyecto.	Original	5
Acción humanas	El área e influencia se localiza en una zona ligeramente alterada por actividades	Escasamente modificados	4

Componentes ambientales	Características visuales	Nivel de calidad del paisaje	Valor
	humanas, principalmente debido a la construcción de caminos de conexión. Sin embargo, el sitio conserva en gran medida sus interacciones bióticas, lo que permite concluir que mantiene, en términos generales, sus condiciones naturales.		

Como resultado de la evaluación integral de los siete componentes ambientales, se obtuvo un valor promedio de **4.28**, lo que posiciona al paisaje como **escasamente modificado**. Este resultado es congruente, toda vez que la mayoría de los componentes evaluados presentan un grado bajo o nulo de alteración, conservando en gran medida su estado natural, particularmente en lo que respecta al relieve, la flora y el clima.

Por otra parte, los elementos que muestran un mayor grado de modificación, como la fauna y el recurso hídrico, se ven influenciados principalmente por la proximidad del sitio a infraestructura urbana y por la presencia puntual de caminos de acceso. No obstante, estas alteraciones no comprometen de manera significativa la calidad visual ni la funcionalidad ecológica del paisaje.

En este sentido, se concluye que el sitio mantiene una **alta calidad paisajística**, con un potencial favorable para su conservación y/o integración armónica en desarrollos sustentables, siempre que se consideren e implementen medidas de mitigación adecuadas en los componentes más sensibles.

Es importante señalar que, dado el carácter y los objetivos del proyecto, así como la naturaleza focalizada de su desarrollo, **no se prevé la generación de impactos ambientales adversos significativos** en la zona. Por el contrario, el proyecto está orientado a la prestación de servicios turísticos bajo un enfoque de conservación y respeto al medio ambiente, mediante la implementación de acciones que favorezcan la permanencia de los servicios ambientales y contribuyan a preservar la calidad paisajística del lugar a largo plazo.

IV.1.4. Diagnóstico ambiental

En este apartado se presenta un **diagnóstico integral** del estado actual del sistema ambiental en el área de influencia del proyecto “Cabañas Zempoaltépetl”. Se evalúa objetivamente el nivel de conservación o deterioro del ambiente, la presencia de especies indicadoras de las condiciones ecológicas, y la capacidad de respuesta del ecosistema ante diversas presiones (homeostasis y resiliencia). Adicionalmente, se identifican áreas ambientalmente críticas mediante análisis espacial (sobreposición de factores) y se realiza un análisis de **vulnerabilidad ecosistémica**, estimando un índice de vulnerabilidad ambiental que incorpora variables físico-naturales (amenazas climáticas, elevación, pendiente, cobertura) y socioeconómicas (marginación, infraestructura, usos de suelo). Este diagnóstico sirve de base para reconocer los principales problemas ambientales en la zona y para orientar las estrategias de manejo y mitigación.

Estado de conservación actual e indicadores ecológicos

El **estado de conservación** del sistema ambiental local puede calificarse, en términos generales, como **moderadamente bueno**, con ciertas evidencias de perturbación histórica pero con tendencias recientes hacia la recuperación. La mayor parte del área de influencia inmediata está cubierta por vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña en distintas etapas sucesionales. Esto indica que, si bien hubo actividades pasadas (agricultura de temporal, desmontes), actualmente el terreno no está en uso intensivo y la vegetación ha rebrotado de forma natural en amplias zonas. En los alrededores se observan parches de bosque mesófilo maduro en laderas menos intervenidas, lo cual eleva el nivel de conservación de la región en su conjunto.

A pesar de la perturbación parcial, el ecosistema muestra signos de **buena salud ambiental**. La estructura vegetacional, aunque simplificada en los acahuales, aún provee cobertura del suelo y hábitat para muchas especies. La riqueza florística presente en el predio del proyecto y sus alrededores es representativa de la región y está “ampliamente representada” en el paisaje circundante, lo que implica que las especies vegetales locales no están aisladas ni son relictas únicas, sino que forman parte de poblaciones mayores en el entorno. Asimismo, no se han detectado evidencias de contaminación significativa del agua o del suelo; los cursos de agua mantienen un caudal limpio (sin descargas residuales) y los suelos, si bien con erosión moderada en pendientes, conservan horizontes orgánicos gracias a la regeneración de la cubierta vegetal.

Un enfoque para diagnosticar el estado ambiental es analizar la presencia de **especies bioindicadoras**. En la zona, la **presencia de anfibios endémicos** como *Sarcohya celata* (ranita de Oaxaca) y de una comunidad de macroinvertebrados acuáticos en los arroyos sugiere que las condiciones de humedad, pureza del agua y cobertura vegetal son todavía las adecuadas para requerimientos estrictos. Los anfibios, muy sensibles a contaminantes y cambios microclimáticos, funcionan como indicadores de calidad ambiental; su supervivencia aquí señala que, por ejemplo, no hay agroquímicos en niveles mortales ni pérdidas completas de sombra en los arroyos. Es importante indicar que aunque debido a la estación no pudieron observarse, se actúa de buena fé en los listados mencionados por el municipio y la información encontrada bibliográficamente.

Por otro lado, la **composición de fauna de mamíferos y aves** ofrece pistas sobre el grado de alteración. La coexistencia de especies típicas de áreas conservadas con especies asociadas a ambientes humanizados sugiere un ecosistema en transición. Por ejemplo, se registran carnívoros medianos como zorros grises (*Urocyon cinereoargenteus*), comadrejas (*Mustela*

frenata) e incluso el tigrillo (*Leopardus wiedii*), además de herbívoros silvestres como venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y pecarí de collar (*Pecari tajacu*), los cuales generalmente requieren hábitats forestales amplios. La presencia de estos mamíferos de niveles tróficos altos indica que la cadena alimenticia mantiene cierta integridad y que existen áreas con baja perturbación donde pueden refugiarse. Simultáneamente, también se observan aves y animales **generalistas** o tolerantes a humanos, como el gorrión común (*Passer domesticus*) y las ardillas (*Sciurus* spp.), que suelen proliferar en entornos urbanos o periurbanos. Su presencia cerca de la comunidad refleja la influencia antrópica en las zonas bajas (poblado, cultivos), pero su incursión hacia el área natural indica que la matriz del paisaje es heterogénea y mosaica (bosque intercalado con poblados).

En resumen, los **indicadores biológicos** apuntan a un sistema ambiental relativamente **equilibrado**, con capacidad para sustentar especies exigentes, aunque con ciertas señales de fragmentación. No se reporta la desaparición local de especies clave; por el contrario, el listado faunístico municipal y local es amplio. Esto sugiere que, por ahora, el **nivel de deterioro ambiental es bajo a moderado**. Las principales alteraciones existentes (tala selectiva histórica, pequeñas parcelas agrícolas) no han sido suficientes para colapsar las funciones ecológicas esenciales, en parte gracias a las prácticas tradicionales de la comunidad que tienden a usar el territorio de forma extensiva y cíclica, permitiendo periodos de descanso del bosque.

No obstante, existen **factores de preocupación**. La fragmentación, aunque no extrema, sí podría ser problemática para algunas especies muy sedentarias o de requerimientos de territorio amplio. Además, la proximidad de asentamientos humanos implica amenazas latentes como la posible cacería furtiva de fauna (por ejemplo, los mamíferos de caza mencionados) o la introducción de especies exóticas (ganado, perros y gatos ferales que pudieran depredar fauna nativa). Hasta el momento, no hay indicios de invasiones biológicas graves ni de contaminación industrial en la zona, por lo que el estado actual puede considerarse **aceptable con tendencia a la recuperación**, siempre y cuando se maneje adecuadamente cualquier nuevo desarrollo.

Capacidad de respuesta del ecosistema: homeostasis y resiliencia

El concepto de **homeostasis ecológica** alude a la capacidad de un ecosistema para autorregularse y mantener condiciones relativamente estables ante perturbaciones pequeñas. En el caso del ecosistema local (vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo), existen varios mecanismos homeostáticos en funcionamiento. Uno de ellos es la **regulación hídrica**: la densa vegetación secundaria, aunque de menor altura que el bosque original, contribuye a infiltrar el agua de lluvia y moderar la escorrentía, evitando cambios bruscos en el flujo de los arroyos. Asimismo, la cubierta vegetal reduce la amplitud térmica del suelo y conserva la humedad ambiental, creando un microclima más benigno para la biota local (esto se aprecia en que aun en épocas secas, el interior del acahual conserva sombra y humedad relativa). Otro mecanismo de homeostasis es el **ciclo de nutrientes**: la hojarasca que cae y se descompone rápidamente en el suelo libera nutrientes que son reabsorbidos por la vegetación pionera, manteniendo la fertilidad del suelo. Este reciclaje interno permite que el ecosistema no se empobrezca tras la perturbación, favoreciendo la continuación de la sucesión vegetal.

La **resiliencia**, por su parte, es la capacidad del ecosistema para recuperarse después de perturbaciones más fuertes o cambios en las condiciones. En el área de estudio, la resiliencia ecológica se manifiesta claramente en la **recuperación sucesional** que el paisaje ha experimentado tras pasadas actividades agrícolas. Muchas laderas que fueron desmontadas hace décadas hoy están cubiertas por acahuales en diferentes etapas, evidenciando un proceso de sucesión secundaria en curso. Se observan parches de distinta edad, desde herbáceas tempranas hasta matorrales densos y rodales jóvenes de árboles lo cual indica que

el ecosistema está **auto-regenerándose** gradualmente. Esta heterogeneidad sucesional es una señal positiva: muestra que el sistema tiene memoria ecológica (banco de semillas, rebrotes, fauna remanente) suficiente para volver a formar un bosque. De hecho, algunos parches de vegetación secundaria han alcanzado ya la fase de pre-bosque, con presencia de especies arbóreas típicas del bosque mesófilo (*encinos*, *Carpinus*, *Persea*) regenerándose de manera natural.

Otro indicador de resiliencia es la continuidad de **relaciones tróficas fundamentales**. A pesar de la simplificación estructural, el ecosistema secundario mantiene polinizadores (abejas silvestres, mariposas) y dispersores (aves frugívoras) activos, lo que favorece la recolonización vegetal. Igualmente, la presencia de depredadores como serpientes, aves rapaces pequeñas (ej. lechuzas) e incluso carnívoros como el zorro sugiere que las cadenas alimenticias se están reconstruyendo. El sistema, por tanto, exhibe **auto-organización** después del disturbio: las especies oportunistas colonizadoras han estabilizado el sitio y están permitiendo gradualmente el retorno de especies más exigentes.

No obstante, la **resiliencia tiene límites**. El diagnóstico revela que ciertas condiciones podrían superar la capacidad de respuesta natural. Por ejemplo, la vegetación secundaria depende de la ausencia de perturbaciones mayores para avanzar hacia etapas climácicas; si volviera a ocurrir una tala rasa o incendios recurrentes, la sucesión se vería reiniciada continuamente, empobreciendo el banco de semillas y reduciendo la biodiversidad con cada ciclo. Así, aunque **resiliente a perturbaciones moderadas**, el ecosistema sigue siendo **sensible** a perturbaciones severas o crónicas. Un factor de fragilidad identificable es la **dependencia de procesos sucesionales continuos** para restaurar el bosque original; si estos procesos se interrumpen repetidamente, la trayectoria de recuperación podría desviarse hacia un estado degradado permanente (por ejemplo, matorral dominado por pocas especies oportunistas).

En cuanto a la homeostasis, se observa que bajo presiones acumuladas incluso los mecanismos regulatorios comienzan a fallar: por ejemplo, ante la **pérdida de cobertura vegetal significativa**, aumentaría la escorrentía superficial y la erosión, rompiendo el equilibrio hídrico del sistema. De igual modo, la entrada de especies invasoras o patógenos (que por ahora no es evidente) podría alterar las redes ecológicas internas.

En resumen, el sistema ambiental muestra **buena capacidad de respuesta** dentro de un rango de disturbios bajo a medio: es ecológicamente **resiliente** a impactos como pequeñas aperturas de claro o cambios graduales, manteniendo procesos clave y recuperando estructura con el tiempo. Presenta mecanismos de **homeostasis** que mitigan variaciones ambientales (microclima estable, nutrientes reciclados, etc.). Sin embargo, frente a disturbios intensos o constantes, su resiliencia podría verse sobrepasada. Este balance delicado realza la importancia de que cualquier nueva intervención (como el proyecto ecoturístico) se diseñe minimizando impactos y respetando los umbrales ecológicos, de forma que el ecosistema pueda absorber y recuperarse de dicha intervención sin perder su funcionalidad.

Presiones ambientales y áreas críticas identificadas

El diagnóstico distingue varias **presiones ambientales** existentes o potenciales en el área de influencia, y analiza cómo el sistema responde a cada una de ellas. Asimismo, mediante técnicas de **sobreposición cartográfica** de variables (uso de suelo, pendiente, hidrología, vegetación, asentamientos) se han identificado zonas que concentran factores de riesgo, consideradas **áreas ambientales críticas**.

- **Cambio de uso de suelo local:** Históricamente, la principal presión ha sido la conversión de bosque a áreas de cultivo o pastoreo. Actualmente esta presión ha disminuido, pero el proyecto mismo implicará un cambio de uso de <0.2 ha de terreno forestal a uso turístico (infraestructura de cabañas). Esta es una **presión puntual** y controlada. El ecosistema ha mostrado capacidad de soportar este tipo de presión a pequeña escala, por ejemplo, áreas previamente desmontadas se recuperaron con rapidez, por lo que un desmonte acotado, si se maneja adecuadamente, podría ser **absorbido por la resiliencia** del sistema (la regeneración natural alrededor compensará la pérdida local). No obstante, deben cuidarse aspectos específicos: la construcción conlleva tránsito, ruido, introducción de personas y posiblemente luminarias, todo lo cual puede tener micro-efectos (ahuyentar fauna temporalmente, compactar suelos). Son impactos manejables con buenas prácticas, pero representan presión en tanto alteran condiciones locales durante la fase de obras.
- **Fragmentación del hábitat:** Relacionada con lo anterior, cualquier infraestructura nueva puede aumentar la fragmentación. Actualmente, el paisaje presenta fragmentos de distintos tamaños, pero la conectividad ecológica aún existe en buena medida (los acahuales sirven de puentes entre bosques). Si el desarrollo turístico crece sin orden (más caminos de acceso, expansión futura de la zona construida), podría incrementarse la **fragmentación** al aislar parches de bosque por construcciones. La respuesta del ecosistema a mayor fragmentación sería negativa: especies de rango amplio como el tigrillo podrían verse confinadas a parches pequeños, incrementando conflictos o disminuyendo sus poblaciones.
- **Extracción de recursos naturales:** Otra presión potencial es la extracción de leña, madera o fauna. En la comunidad, gran parte de la población depende de la leña para cocinar y de la madera para construcción local, prácticas tradicionales que ejercen presión difusa sobre el bosque. Mientras se realice de forma sostenible (selectiva y permitiendo rebrotes), el ecosistema lo ha tolerado. Sin embargo, **extracciones intensivas** o comerciales romperían ese balance. Hasta la fecha no se han registrado talas comerciales a gran escala; la extracción es de autoconsumo. En cuanto a fauna, la cacería tradicional de subsistencia (pocas especies como zorros o tuzas) existe pero es reducida; una intensificación de la cacería (por ejemplo, si aumentara la demanda de carne de monte por turismo) sí podría diezmar poblaciones de ciertos animales. El plan del proyecto debe considerar medidas para evitar incentivar esa presión (educación ambiental, vigilancia).
- **Eventos naturales extremos:** La Sierra Mixe es propensa a eventos climáticos fuertes, como lluvias torrenciales o, en temporadas secas prolongadas, incendios forestales. Estas son **presiones episódicas**. La respuesta del ecosistema varía: frente a tormentas muy intensas, se pueden generar deslaves en laderas y crecidas súbitas en arroyos. Se identificaron áreas de ladera con pendientes >45% y suelos delgados (Leptosoles) cerca de cauces, las cuales son particularmente vulnerables. Estas zonas críticas, si se ven sometidas a lluvias excepcionales, podrían experimentar erosión severa y arrastre de material, alterando tanto el suelo como los cursos de agua. De hecho, la **combinación de fuertes pendientes, suelos frágiles y proximidad a cauces** constituye la principal área crítica geo-ambiental identificada. En mapas temáticos, tales sitios aparecen donde coinciden elevadas pendientes topográficas con la red hidrológica principalmente barrancas estrechas. En ellas, cualquier remoción de la vegetación de soporte o modificación del terreno aumenta mucho el riesgo de derrumbes. Por eso, se considera de alta prioridad mantener la cobertura vegetal en laderas ribereñas y no construir infraestructura en esos sectores. En cuanto a incendios, la región presenta régimen de

incendios bajo (por la alta humedad), pero en años excepcionalmente secos puede arder el pastizal y matorral. Una quema grande sería catastrófica para este ecosistema; la resiliencia del bosque mesófilo al fuego es baja. Afortunadamente, las comunidades locales suelen controlar culturalmente el uso del fuego.

- **Contaminación y actividades antrópicas:** Actualmente no hay industrias ni fuentes de contaminación significativas. La actividad humana principal es la agricultura tradicional, que conlleva quema de roza y eventualmente agroquímicos en pequeña escala. No se detectaron residuos peligrosos ni basura abundante lejos del poblado. Una **presión futura posible** derivada del proyecto sería el aumento de residuos sólidos (basura turística) o aguas residuales si no se manejan adecuadamente. Tales presiones químicas podrían afectar a las comunidades acuáticas (eutrofización, suciedad) y a la fauna (atrayendo plagas como ratas o generando fauna nociva). Es crucial planificar manejos de residuos y saneamiento para evitar instaurar una nueva fuente de presión en un sistema actualmente limpio.

En cuanto a la **diferenciación de respuestas**, cabe señalar que el ecosistema responde de manera distinta según la naturaleza de la presión. Por ejemplo, ante una perturbación física limitada (apertura de claros pequeños), la respuesta ha sido la **regeneración relativamente rápida** por rebrote y semillas del entorno, es decir, la vegetación secundaria cubre el claro en pocos años, restaurando parcialmente la función original. En cambio, ante presiones continuas como **perturbación crónica** (p. ej. pastoreo intenso constante que impide regeneración), la respuesta del sistema es el empobrecimiento: puede estabilizarse en un estado degradado (matorral ralo) incapaz de volver espontáneamente a bosque, lo que indica que se superó su capacidad de resiliencia. Otro ejemplo: frente a una **sequía severa prolongada** (presión climática), el sistema reacciona con estrés hídrico en la vegetación; algunas especies pueden morir y otras adaptarse temporalmente. Cuando las lluvias regresan, el bosque mesófilo tardará en recobrar su frondosidad; si las sequías son frecuentes (efecto del cambio climático), la composición de especies podría alterarse a favor de las más tolerantes a la sequía, reduciendo la diversidad. Por tanto, vemos que **presiones agudas de corta duración** (v.g. un chubasco fuerte, una tala controlada) tienden a tener impactos de los que el sistema se recupera, mientras **presiones crónicas o recurrentes** (deforestación continua, cambio climático, sobreexplotación) conllevan respuestas más preocupantes como pérdida de especies, erosión acumulativa y colapso de funciones.

Áreas críticas identificadas:

Mediante la integración de información geoespacial, se han mapeado zonas de especial sensibilidad ambiental. Estas **áreas críticas** combinan factores que las hacen vulnerables o valiosas, de modo que cualquier impacto allí sería particularmente serio. Destacan las siguientes:

- **Corredores ribereños en pendientes pronunciadas:** Como se mencionó, las quebradas con pendientes >40% cubiertas de bosque o matorral son áreas críticas. Son a la vez sitios de alta biodiversidad (refugio de anfibios y flora higrofila) y alta fragilidad (riesgo de erosión y deslaves). La superposición de capas de pendiente, suelo y vegetación mostró que las laderas orientadas al norte del cerro (más húmedas) concentran tales condiciones.

Manejo recomendado: estricta conservación de la vegetación de ribera, no cambio de uso ni obras civiles en una franja de al menos 30 m a cada lado de arroyos, y monitoreo periódico de estabilidad de taludes.

- **Remanentes de bosque mesófilo primario:** Son parches reducidos (quizá decenas de hectáreas en total, fragmentadas) pero de enorme importancia biológica. Funcionan como “núcleos” de biodiversidad dentro del paisaje. Una cartografía de NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada) y uso de suelo detectó parches con vegetación muy densa y perenne, coincidentes con bosque maduro, en zonas altas de la comunidad. Estos parches son críticos en tanto de ellos dependen especies endémicas y también la recolonización hacia áreas adyacentes.

Manejo recomendado: evitar cualquier actividad que implique fragmentar o aislar más estos fragmentos; idealmente establecerlos como áreas voluntarias de conservación comunitaria o de manejo forestal restringido. En el contexto del proyecto, asegurar que los senderos ecoturísticos no causen compactación excesiva ni apertura dentro de esos bosques, y más bien aprovecharlos para educación ambiental sin impacto (senderos interpretativos de bajo impacto).

- **Zonas de recarga hídrica:** A partir de la sobreposición de mapas de flujo subterráneo y uso de suelo, se identifican ciertas áreas planas o depresiones en la parte media de la cuenca que actúan como sitios de infiltración importantes (manantiales, suelos profundos). Aunque no son “frágiles” en sí mismas, son críticas porque cualquier contaminación o sellado allí afectaría la disponibilidad de agua para la comunidad. Estas zonas incluyen humedales pequeños donde afloran manantiales.

Manejo recomendado: protegerlas de contaminación (no vertederos, no letrinas cercanas) y mantener su vegetación para facilitar la recarga; en el proyecto, no desviar escorrentías que alimenten dichos sitios.

- **Entorno del asentamiento humano (interfaz urbano-rural):** La periferia del pueblo de Santa María Yacochi, donde termina la zona habitada y comienza el monte, es un área crítica socio-ambiental. Ahí convergen impactos del pueblo (residuos, ruido, presencia de perros) con fauna silvestre que se acerca (atracción por cultivos, etc.). Se han reportado incidentes menores de depredación de gallinas por zorros, lo que indica esa interfase.

Manejo recomendado: programas de manejo de residuos sólidos para que la fauna silvestre no sea atraída a la basura; control de animales domésticos; sensibilización comunitaria sobre coexistencia con fauna (no cacería de oportunistas que se acerquen, sino ahuyentar).

En general, la **sobreposición cartográfica** confirma que las áreas más sensibles coinciden con las de mayor pendiente y cobertura forestal. Esto subraya que la **ordenación del territorio** debe considerar estas variables para zonificar el uso de suelo. Afortunadamente, el **Programa de Ordenamiento Ecológico Regional** vigente ya había clasificado la UGA (Unidad de Gestión Ambiental) donde se ubica el proyecto con **política de protección y uso recomendado: ecoturismo**. Esto implica que, a nivel de planeación, se reconoce la vocación de bajo impacto de la zona, alineada con la idea de desarrollar turismo de naturaleza en vez de actividades industriales o agrícolas expansivas.

El diagnóstico ambiental aquí presentado reitera esa directriz: el único uso viable sin comprometer la integridad ecológica es aquel cuidadosamente manejado que coexista con la conservación.

Vulnerabilidad ecosistémica e índice de vulnerabilidad ambiental

La **vulnerabilidad ambiental** de un sistema se refiere al grado en que este es susceptible de sufrir daños ante perturbaciones externas, considerando tanto su exposición a amenazas como su sensibilidad y capacidad adaptativa. Para la región del proyecto “Cabañas Zempoaltépetl” se realizó un análisis multicriterio incorporando variables físico-naturales (amenazas naturales, características geográficas) y variables socioeconómicas, con el fin de estimar un **Índice de Vulnerabilidad Ambiental** (IVA) de manera cualitativa.

A continuación se presentan los principales factores evaluados y su incidencia en la vulnerabilidad:

- **Exposición a eventos extremos (amenazas climáticas):** La zona está expuesta a lluvias torrenciales frecuentes en temporada de huracanes, y posiblemente a sequías estacionales más intensas debido al cambio climático. También, aunque con menor frecuencia, puede experimentar sismos fuertes por estar en región sísmica C (Oaxaca es altamente sísmico).

Evaluación: Alta exposición. Los eventos de lluvia extrema pueden detonar deslaves y crecidas (como se mencionó en áreas críticas), mientras que las sequías prolongadas afectan la regeneración forestal. Esto aumenta la vulnerabilidad porque son amenazas difíciles de controlar y de creciente intensidad.

- **Topografía, suelos y pendientes (fragilidad física):** El terreno es montañoso, con pendientes muy pronunciadas en varias secciones y suelos Leptosoles de poca profundidad. Estas condiciones implican alta susceptibilidad a la erosión y deslizamientos si la cobertura vegetal es reducida. Estudios climáticos a futuro incluso proyectan “alta vulnerabilidad en suelos Leptosol; riesgo de afectación a infraestructura y ecosistemas” bajo escenarios extremos de lluvia.

Evaluación: Vulnerabilidad física alta. La geografía accidentada actúa como factor agravante: pequeñas intervenciones pueden desencadenar grandes efectos (deslave, colapso de ladera), lo que demanda precaución extrema en el uso del suelo.

- **Cobertura del suelo y uso de la tierra:** Actualmente la cobertura es mayoritariamente forestal/vegetación secundaria (en torno al 80-85% del área, según la zonificación del POERTEO). Un 12-13% es agricultura y prácticamente 0% corresponde a asentamientos en la UGA específica. Esto es positivo desde la perspectiva de vulnerabilidad, ya que un paisaje con buena cobertura vegetal es más resiliente a amenazas como lluvias (menos escorrentía) y deslizamientos (raíces estabilizan suelos). Sin embargo, el hecho de que gran parte sea bosque secundario implica que el ecosistema aún se recupera de perturbaciones y no tiene la estabilidad de un bosque primario.

Evaluación: Vulnerabilidad moderada. La alta cobertura vegetal reduce vulnerabilidad, pero la juventud de esa cobertura la aumenta frente a ciertos impactos (p.ej. los acahuales pueden arder más fácilmente que un bosque maduro, o perder suelo más rápido si se talan). En suma, la condición de uso de suelo actual brinda cierta protección natural, pero cualquier cambio brusco (deforestación) repercutiría fuertemente.

- **Recursos hídricos y disponibilidad de agua:** La comunidad depende de manantiales locales y arroyos para agua potable y riego en pequeña escala. No hay ríos caudalosos ni cuerpos de agua permanentes grandes; esto significa que en época seca el agua es un recurso crítico. La **vulnerabilidad hídrica** se manifiesta en que una sequía severa
-

puede dejar a la población sin abasto suficiente y al ecosistema bajo estrés. De hecho, Tlahuitoltepec ha enfrentado crisis de agua en años recientes según informes municipales, debido a la baja capacidad de almacenamiento y la variabilidad de lluvias (municipal, 2010)

Evaluación: **Vulnerabilidad moderada-alta.** Si bien la vegetación contribuye a la captación, el sistema hídrico es frágil por su pequeña escala. Cualquier contaminación o disminución de manantiales tiene impacto inmediato en comunidad y ambiente.

- **Socioeconomía y marginación:** El índice de marginación del municipio es **muy alto**, con un valor de 1.39 (INEGI, 2020). Esto implica que la población local tiene carencias significativas: bajos ingresos, acceso limitado a servicios básicos y opciones de infraestructura reducidas. Desde el punto de vista de vulnerabilidad, una población altamente marginada tiene menor capacidad adaptativa para enfrentar desastres o impactos ambientales. Por ejemplo, viviendas precarias son más susceptibles a daños por deslaves, y la falta de recursos dificulta implementar medidas de protección ambiental o recuperación post-evento.

Evaluación: **Vulnerabilidad socioeconómica alta.** La comunidad cuenta con gran conocimiento tradicional (capital social) que ayuda a enfrentar algunos retos, pero carece de inversiones fuertes en sistemas de alerta, obras de contención, etc. La marginación también puede llevar a presión sobre los recursos (uso de bosque por necesidad económica), incrementando la vulnerabilidad ambiental en un círculo vicioso.

- **Infraestructura y ordenamiento:** Relacionado con lo anterior, la infraestructura para mitigar riesgos (drenaje pluvial, muros de contención, caminos seguros) es escasa. El camino de acceso es sinuoso y podría verse obstruido si ocurriera un deslave, dificultando la respuesta.

Evaluación: **Vulnerabilidad infraestructural moderada.** No es un centro urbano con infraestructura crítica en riesgo, pero sí hay limitaciones que, ante un evento, complicarían la resiliencia comunitaria.

Considerando en conjunto estos factores, se infiere que el **Índice de Vulnerabilidad Ambiental (IVA)** de la zona es **alto** en varias dimensiones. La exposición a amenazas naturales es significativa y la sensibilidad del medio físico también lo es, a la vez que la capacidad adaptativa humana está limitada por factores socioeconómicos. A modo de síntesis, podemos calificar cualitativamente la vulnerabilidad ambiental como sigue:

- **Amenazas naturales (exposición):** Alta (clima extremo, sismicidad).
- **Fragilidad físico-ecológica (sensibilidad):** Alta (pendientes fuertes, suelos delgados, ecosistema especializado).
- **Capacidad adaptativa ecológica:** Moderada (ecosistema regenerándose pero aún sensible).
- **Capacidad adaptativa social:** Baja (marginación muy alta, poca infraestructura).

Con base en este diagnóstico de vulnerabilidad, se refuerza la necesidad de implementar medidas preventivas en el proyecto y en la planificación local: reforestación en zonas clave, sistemas de alerta temprana para lluvias intensas, obras de conservación de suelos y, muy importante, el **fortalecimiento de las capacidades locales de respuesta** (organización

comunitaria, planes de emergencia). De hecho, parte de la visión del proyecto ecoturístico es contribuir al bienestar local, lo que podría canalizarse hacia reducir vulnerabilidades por ejemplo, destinando recursos a mejorar senderos y taludes para evitar derrumbes, o capacitando brigadas comunitarias de combate de incendios forestales.

En conclusión, el **diagnóstico ambiental** del proyecto “Cabañas Zempoaltépetl” revela un sistema ambiental biodiverso y actualmente en recuperación, con un nivel de conservación aceptable pero enclavado en un contexto físico y social vulnerable. Se identificaron áreas críticas que requieren atención prioritaria y se constató la presencia de procesos ecológicos resilientes pero no infalibles.

La elaboración de este diagnóstico permite reconocer que el éxito del proyecto y la sustentabilidad de la región dependen de atender proactivamente estos hallazgos: proteger la biodiversidad excepcional presente, mantener y fortalecer la capacidad de carga del ecosistema, y reducir los factores de vulnerabilidad tanto naturales como antropogénicos. Solo así podrá asegurarse que la implementación del proyecto turístico sea compatible con la **preservación del equilibrio ecológico** y el desarrollo seguro de la comunidad, en línea con las políticas ambientales vigentes y el anhelo local de vivir en armonía con su entorno natural.

V. CAPÍTULO V

V.1. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1.1. Identificación de impactos

La evaluación del impacto ambiental es uno de los instrumentos de política ambiental con aplicación específica e incidencia directa en las actividades, que permiten planear opciones para el desarrollo, la preservación del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales. Comprendiendo que la evaluación del impacto ambiental presenta sus bases jurídicas en las disposiciones que establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (**LGEEPA, 2024**) en el artículo 28 menciona lo siguiente:

“el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría”

Párrafo reformado DOF 23-02-2005

En el presente apartado se realizará la identificación y descripción de los posibles impactos significativos o relevantes que se pudieran generar por la operación del presente proyecto, para lo cual se hará uso de la información descrita a lo largo del presente documento.

V.1.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Un impacto ambiental es cualquier alteración en las condiciones ambientales o la creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales, adverso o benéfico, causado o inducido, por la acción o conjunto de acciones consideradas.

En este sentido, la evaluación de impacto ambiental está enfocada a identificar, predecir e interpretar los impactos de un proyecto, en los parámetros ambientales que tienen un fuerte significado para el ambiente, incluyendo el medio natural y el socioeconómico.

La operación del proyecto que nos ocupa, presenta diversos impactos a los medios, físicos, natural y socioeconómico.

En función de las actividades a realizarse en el presente proyecto, éstas pueden ser de diversa magnitud e importancia, por lo cual, teniendo en consideración esta aseveración y tomando en cuenta la recopilación, análisis y evaluación de la información disponible para el presente proyecto, se estiman técnicas idóneas para la identificación y evaluación de los impactos ambientales.

V.1.2. Caracterización de los impactos

La presente labor se desarrollará mediante la construcción de una matriz de identificación, en la cual las columnas representan las etapas del proyecto y sus principales obras o actividades, mientras que las filas corresponden a los elementos y características ambientales susceptibles de ser afectados. Las interacciones en esta matriz se visualizan mediante una codificación por

colores, que señala la naturaleza de las relaciones identificadas, clasificándolas de la siguiente manera:

	Cuando el impacto esperado es adverso
	Cuando el impacto esperado es benéfico
	Cuando no hay interacción

Es importante señalar que, en esta etapa, no se evalúa ninguna característica cualitativa o cuantitativa de los posibles impactos; dicha tarea queda reservada para las matrices de evaluación.

Para la correcta elaboración de la matriz de identificación de impactos, es esencial realizar previamente la selección de los componentes del proyecto. Posteriormente, se identifican los impactos ambientales, los cuales serán clasificados como adversos o benéficos en la matriz correspondiente, con el objetivo de facilitar su evaluación en etapas subsiguientes.

Esta metodología destaca por su practicidad al momento de identificar interacciones, asegurando que no se omita ningún componente o actividad del proyecto durante la evaluación. Además, es un método sencillo de aplicar y elaborar. La matriz permite, de forma clara, evaluar los efectos sobre un factor ambiental específico a lo largo de una línea horizontal, mientras que en las columnas se analiza el impacto de una acción o actividad particular.

De esta forma, la selección de los componentes del proyecto constituye, metodológicamente, el primer paso en el proceso de identificación de impactos ambientales. La descripción e identificación de dichos impactos se realiza de manera sistemática para cada etapa del proyecto y factor ambiental involucrado.

• Componentes del proyecto

Los componentes del proyecto, consisten en las actividades específicas que se realizarán en cada una de las etapas del proyecto (Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, abandono).

A continuación, se presenta la Tabla V -47 que contiene las actividades específicas contempladas en el presente proyecto Cabañas Zempoaltépetl.

Tabla V-47 Componentes del presente proyecto

Etapas	Actividades
Planeación	Talleres de elaboración del proyecto
	Gestión de recursos
	Realización de estudios
Preparación del sitio	Desmonte y despalme del terreno
	Trazo del lugar
	Nivelación del terreno
	Excavación del terreno
Construcción	Construcción de la cabaña chica
	Construcción de la cabaña mediana
	Construcción de la cabaña grande
	Construcción del restaurante

Etapa	Actividades
	Construcción de 3 asadores
	Apertura de camino de acceso
	Construcción de cabaña de administración y recepción
	Realización de estacionamiento
	Realización de instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas
	Realización de áreas verdes con juegos y caminos comunicadores de cabañas
Operación y mantenimiento	Atención a turísticas que harán uso del inmueble
	Inspecciones periódicas de infraestructuras
	Limpieza de instalaciones
	Mantenimiento de accesos
Cierre y abandono de sitio	Desmantelamiento de instalaciones
	Restauración ambiental del sitio

A continuación, se presenta la Tabla V -48 que contiene la identificación de los medios, factores y atributos.

Tabla V-48 Identificación del medio, factor y atributo

Medio	Factor	Atributo
Físico	Morfología	Características topográficas
	Aire	Calidad – Gases de combustión
		Calidad – Partículas suspendidas
		Ruido
	Suelo	Compactación
		Erosión
		Calidad – Contaminación
	Agua	Calidad
		Curso
		Demanda
		Recarga de acuíferos
Biótico	Vegetación	Distribución
		Riqueza
		Abundancia
	Fauna	Distribución
		Diversidad
		Abundancia
Perceptual	Paisaje	Endemismo o especies protegidas
		Visibilidad
		Calidad
Socioeconómico	Económico	Fragilidad
		Empleo
		Infraestructura y servicios
		Economía
		Medios de comunicación
		Costumbres y tradiciones
		Migración

V.1.2.1 Indicadores de impactos

La relación de indicadores, desglosada según los distintos componentes del ambiente y que se ofrece a continuación, será útil para las distintas fases del Proyecto. Esta selección de indicadores se realizó en medida que pudieran cumplir con los requisitos de: representatividad, relevancia, excluyente, cuantificable y fácil identificación.

1. Morfología

- i. Cambios en la topografía del terreno

2. Aire

- i. Calidad del aire – emisión de gases de combustión
- ii. Calidad del aire – generación de partículas suspendidas
- iii. Incremento del nivel de ruido

3. Suelo

- i. Compactación del suelo
- ii. Riesgo de erosión
- iii. Calidad del suelo

4. Agua

- i. Calidad de los cuerpos de agua – contaminación
- ii. Posible afectación en los patrones de hidrología superficial
- iii. Demanda de agua
- iv. Recarga de acuíferos

5. Vegetación terrestre

- i. Cambio en los patrones de distribución
- ii. Riqueza específica, posible afectación de especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.
- iii. Pérdida de cobertura vegetal (abundancia)

6. Fauna

- i. Distribución de individuos terrestres
- ii. Diversidad
- iii. Uso de hábitat
- iv. Abundancia
- v. Posible afectación de especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

7. Paisaje

- i. Pérdida de la visibilidad
- ii. Disminución de la calidad paisajística
- iii. Fragilidad paisajística

8. Socioeconómicos

- i. Demanda de la mano de obra (empleos)
 - ii. Incremento en la demanda de infraestructura y servicios
 - iii. Incremento en el desarrollo de la economía
 - iv. Aumento en los medios de comunicación
 - v. Introducción de otras costumbres y tradiciones
-

vi. Incremento en la migración hacia fuera o dentro del sitio

V.1.3. Valoración de impactos

Para la evaluación cuantitativa de los impactos se adoptó y aplicó la metodología matricial, con el objetivo de contar con la misma base y sistema de evaluación y de esta forma estar en posibilidad de analizar y evaluar las interacciones del proyecto, bajo la misma base metodológica de la identificación.

De ahí que se haya adoptado y aplicado la metodología propuesta por **Bojórquez-Tapia et. al. 1998** (Rubio, 1988) en la que se plantea el uso de matrices causa-efecto, así como de la memoria de cálculo para sistematizar la importancia de los impactos y su significancia real.

La parte fundamental de la selección de esta técnica es que reduce la manipulación de la calificación de los impactos, existiendo una valorización más apegada a la realidad, considerando la discrepancia social que puede generar la realización del Proyecto, convirtiéndose en una técnica que disminuye el grado de subjetividad, lo que puede facilitar la toma de decisiones en la determinación de medidas de atenuación de impactos.

Además, la metodología permite el uso de índices (previamente establecidos o acordados) que facilitan la asignación de valores, que pueden determinarse partiendo de la simulación con datos primarios, simulaciones cuantitativas y la opinión de expertos.

- **Evaluación de impactos ambientales**

Esta metodología, agrupa diversos criterios de evaluación en dos categorías:

1. Los criterios básicos que son indispensables para definir la interacción entre la actividad y el componente ambiental
2. Los criterios complementarios que son los que detallan la descripción que puede estar faltando en la interacción

A estos criterios se les otorga un valor en escala ordinal que corresponden al efecto de una actividad sobre la variable del componente ambiental seleccionado. Para tal fin, se limitó la escala de 1 a 3 para los criterios básicos y de 0 a 3 para los criterios complementarios, modificando la propuesta de la metodología original, que considera valores de 0 a 9. En la tabla siguiente se muestra la agrupación de los criterios, así como su escala y valor o significancia otorgados.

A continuación, se presenta la Tabla V -49 que contiene los criterios de evaluación.

Tabla V-49 Criterios de evaluación

Criterios integrados	Criterios	Escala	Valor
Básicos	Magnitud (M)	1	Mínima
		2	Moderada
		3	Alta
	Extensión (E)	1	Puntual
		2	Local
		3	Regional
	Duración (D)	1	Corta
		2	Mediana
		3	Permanente
Criterios complementarios	Sinergia (S)	0	Nula

Criterios integrados	Criterios	Escala	Valor
		1	Ligera
		2	Moderada
		3	Fuerte
	Acumulación (A)	0	Nula
		1	Ligera
		2	Moderada
	Controversia social (C)	3	Fuerte
		0	Nula
		1	Ligera
		2	Moderada
		3	Fuerte

Se tomará cada celda de interacción la cual estará dividida en 6, siendo el número de criterios por evaluar, mostrando solo el valor obtenido, manteniendo el color para identificar si el valor será negativo o positivo, el arreglo de evaluación será el siguiente:

M	E	D
S	A	C

A continuación, y con la finalidad de indicar de manera más precisa la variable de los rangos otorgados, se describe para cada uno de los criterios básicos y complementarios, el concepto correspondiente:

Tabla V-50 Magnitud del impacto

Magnitud (M)		
Intensidad de la afectación en el sitio definida por la superficie afectada		
Valor	Escala	Concepto
1	Mínima	Cuando la afectación cubre la menor proporción del total de los recursos existentes en el SA (< 15%) o cuando los valores de la afectación son menores a un 30% respecto del sitio
2	Moderada	Cuando la afectación cubre una proporción intermedia del total de los recursos o si los valores de la afectación se ubican entre los rangos de >30% y 75 % respecto al sitio
3	Alta	Cuando la afectación cubre la mayor proporción del total de los recursos existentes o si los valores de la afectación rebasan el 75% respecto al AI

Tabla V-51 Extensión del impacto

Extensión (E)		
Área de afectación con respecto al área disponible en el sitio		
Valor	Escala	Concepto
1	Puntual	Ocurre únicamente dentro del sitio de construcción o área e influencia del componente del Proyecto
2	Local	Ocurre en el sitio de construcción o área e influencia y se pueden afectar áreas colindantes de su origen, pero no sale del sitio
3	Regional	Los efectos podrían extenderse y afectar el sitio del Proyecto y podría implicar cambios a nivel del SA

Tabla V-52 Duración del impacto

Duración (D) Definida por la extensión en el tiempo de la acción y la repercusión del impacto ambiental		
Valor	Escala	Concepto
1	Corta	Cuando la acción dura menos de 90 días
2	Media	Cuando la acción dura entre 91 días y 5 años
3	Permanente	Cuando el efecto será definitivo o residual.

Tabla V-53 Sinergia del impacto

Sinergia (S) Interacciones de orden mayor entre impactos		
Valor	Escala	Concepto
0	Nula	Cuando no se presentan interacciones entre impactos
1	Ligera	Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas
2	Moderada	Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas
3	Fuerte	Cuando el efecto producido por las sumas de las interacciones (efectos simples) duplica o rebasa a las mismas.

Tabla V-54 Acumulación del impacto

Acumulación (A) Definida por el carácter aditivo en el tiempo de los efectos ocasionados por un impacto		
Valor	Escala	Concepto
0	No existe	Cuando el efecto del impacto es simple, manifestándose en un solo componente ambiental y no induce efectos secundarios ni acumulativos ni sinérgicos
1	Mínima	Cuando el efecto del impacto incrementa y tiene contacto con dos a cinco componentes ambientales, pero no tiene efectos secundarios ni prolonga la acción que lo genera
2	Moderada	Cuando el efecto del impacto es moderadamente acumulativo, se manifiesta en más de cinco componentes ambientales y tiene efectos secundarios
3	Alta	Cuando el efecto es acumulativo pues incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera.

Tabla V-55 Controversia de impacto

Controversia (C) Definida por la existencia de normatividad ambiental aplicable y la percepción del recurso por la sociedad civil. Oposición de los actores sociales al proyecto por el impacto		
Valor	Escala	Concepto
0	No existe	Cuando la sociedad civil local y regional manifiesta aceptación o No demuestra preocupación por la acción o el recurso.
1	Mínima	Cuando la sociedad civil local SI manifiesta preocupación por la acción o el recurso
2	Moderada	Cuando la sociedad civil local SI manifiesta preocupación por la acción o el recurso y se presentan acciones al respecto
3	Alta	Cuando la sociedad civil-local y regional tiene una postura en contra del proyecto

• Valoración del índice de intensidad del impacto y significancia del impacto

Para la aplicación de los criterios antes descritos durante la evaluación de impactos se realizó un cribado de la matriz de identificación de impactos, colocando solo los factores en donde las actividades tuvieran al menos una interacción, ya sea positivo o adverso dando como resultado una valoración de impactos.

El resultado de la matriz de valoración de impactos fue con base en los criterios integrados de: Magnitud (M), Extensión (E) y Duración: Sinergia (S), Acumulación (A) y Controversia Social (CS). Las interacciones fueron resultado del análisis de coincidencias entre las actividades de las etapas del proyecto de exploración de los factores y atributos del ecosistema donde se encuentra presente el proyecto.

Una vez determinados los valores y escala para cada uno de los criterios, se procede a determinar la intensidad del impacto (I) y la significancia del impacto (G), para los cuales, es necesario realizar el cálculo de dos índices, denominados por el autor como: índice básico (MED) y el índice complementario (SAC), de acuerdo con las siguientes fórmulas:

- a) Índice básico (MED_{ij}). Este índice se obtiene midiendo tres parámetros básicos (magnitud, extensión y duración), mediante la siguiente ecuación:

$$MED_{ij} = \frac{1}{3}(M_{ij} + E_{ij} + D_{ij})$$

Dónde:

M_{ij}: Magnitud del impacto ambiental

E_{ij}: Extensión del impacto ambiental

D_{ij}: Duración de la acción del impacto ambiental

- b) Índice complementario (SAC_{ij}). Para el cálculo de este índice se utilizan los siguientes parámetros (Sinergia, Acumulación y Controversia)

$$SAC_{ij} = \frac{1}{3}(S_{ij} + A_{ij} + C_{ij})$$

Dónde:

S_{ij}: Sinergia del impacto ambiental

A_{ij}: Acumulación del impacto ambiental

C_{ij}: Controversia de la acción del impacto ambiental

- c) Intensidad del impacto (I_{ij}). El índice del impacto se define combinando a los índices básicos y complementarios.

$$I_{ij} = MED_{ij} + (1.1 * SAC_{ij})$$

Dónde:

MED_{ij}: Índice básico

SAC_{ij}: Índice complementario

Y, por último, la magnitud de los impactos ambientales se clasifica según el intervalo del valor obtenido conforme a las cuatro categorías que se muestran a continuación en la tabla X.

Tabla V-56 Clasificación de la magnitud de los impactos ambientales

Categoría	Intervalo
Imperceptible	1.99 – 2.38
Compatible	2.39 – 3.85
Significativo	3.86 – 4.72
Muy significativo	➤ 4.73

V.1.3.1 Matriz de interacciones

A continuación, se presenta la Tabla V -57 que contiene el reconocimiento de los encuentros de las actividades del proyecto con el medio físico, biótico, perceptual y socioeconómico. El orden de la tabla enumera en su eje horizontal las etapas del proyecto: Preparación de sitio, construcción, operación y mantenimiento y abandono o restauración del sitio y en su eje vertical a los factores: morfología, aire, etc. con sus respectivos atributos: cambios en la topografía, gases de combustión, etc.

[illegible]

Con base en el análisis realizado a partir de la Matriz de Identificación de Impactos, se obtuvo un total de 104 impactos potenciales, lo que representa el 100% del universo evaluado. De este total, se identificaron 47 impactos de carácter adverso, equivalentes al 45.19%, mientras que los impactos de naturaleza benéfica sumaron 57, lo que corresponde al 54.81%.

A continuación, se presenta una figura que permite apreciar de manera visual la distribución de los impactos identificados.

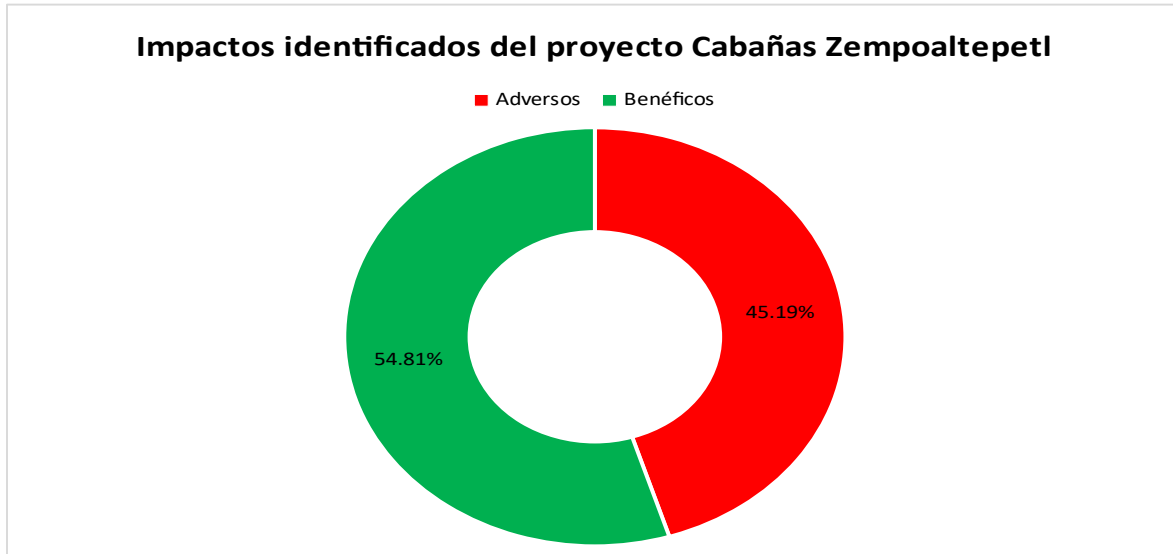


Figura V-49 Impactos identificados del proyecto Cabañas de Zempoaltépetl

A continuación, se presenta el gráfico correspondiente, en el cual se pueden observar los impactos identificados por componente del medio ambiente, derivados del desarrollo del proyecto.

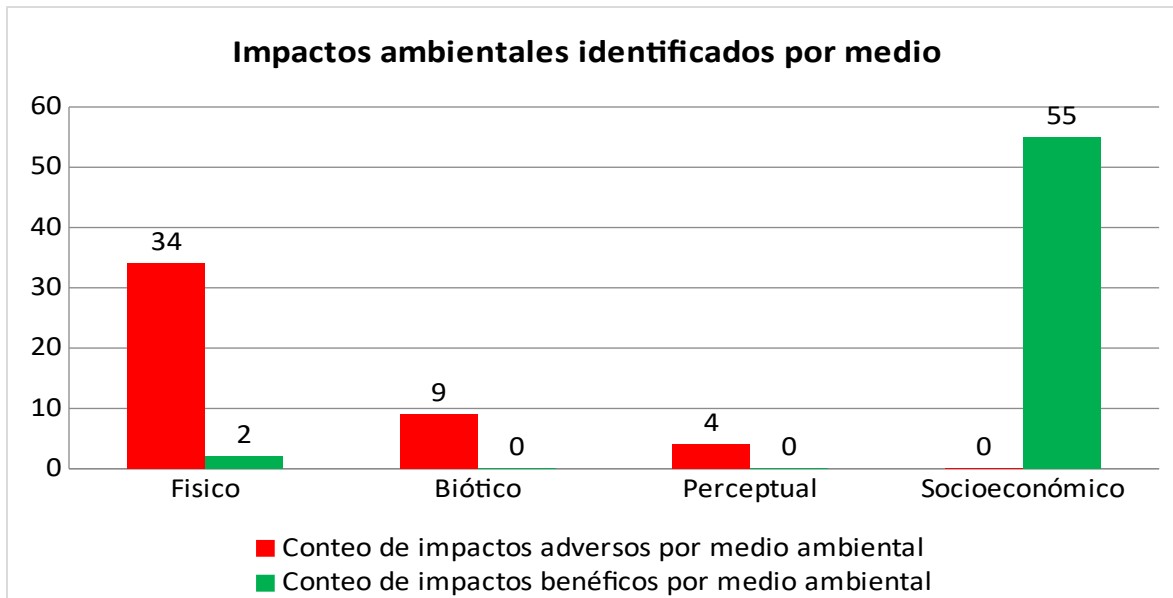


Figura V-50 Impactos identificados por medio ambiental

Del análisis de la figura previamente presentada, se desprende que el mayor número de impactos derivados del desarrollo del proyecto corresponde al medio socioeconómico, con un total de 55 impactos, lo que equivale al 52.88% del total identificado. En segundo lugar se encuentra el medio físico con 36 impactos (34.62%), seguido del medio biótico con 9 impactos (8.62%) y, finalmente, el medio perceptual con 4 impactos, correspondientes al 3.85%.

El medio ambiental socioeconómico resultó ser el componente más impactado, registrando un total de 55 impactos vinculados a los factores de economía (17), empleo (17), migración (12), infraestructura y servicios (7), medios de comunicación (1), así como costumbres y tradiciones (1). Es importante destacar que la totalidad de estos impactos ha sido clasificada como **benéfica**.

En contraste, el medio ambiental físico fue el que concentró el mayor número de impactos negativos, con un total de 34, los cuales se relacionan con los factores: aire (13), suelo (10), morfología (6) y agua (5). La mayoría de estos impactos negativos se deben a la generación de gases de combustión producto del uso de maquinaria y vehículos durante las etapas de preparación del sitio y construcción. No obstante, dentro de este mismo componente se identificaron dos impactos positivos: uno asociado a la implementación de un área verde que contribuirá a la recarga del acuífero, y otro relacionado con las actividades proyectadas para la etapa de cierre y abandono del sitio, las cuales contemplan acciones de restauración del área intervenida.

Por su parte, el componente biótico y perceptual registraron el menor número de impactos, con 9 y 4 respectivamente, todos ellos clasificados como adversos. Esta condición se atribuye a que el desarrollo del proyecto implica la remoción de vegetación forestal, lo cual afecta directamente elementos clave como la fauna y la vegetación. En el caso del medio perceptual, el impacto se asocia al factor paisaje, el cual se verá alterado por las modificaciones en el entorno visual.

A continuación, se presentan las siguientes figuras en las que se ilustran de manera gráfica los datos anteriormente expuestos.

Identificación de impactos ambientales por factor ambiental del proyecto

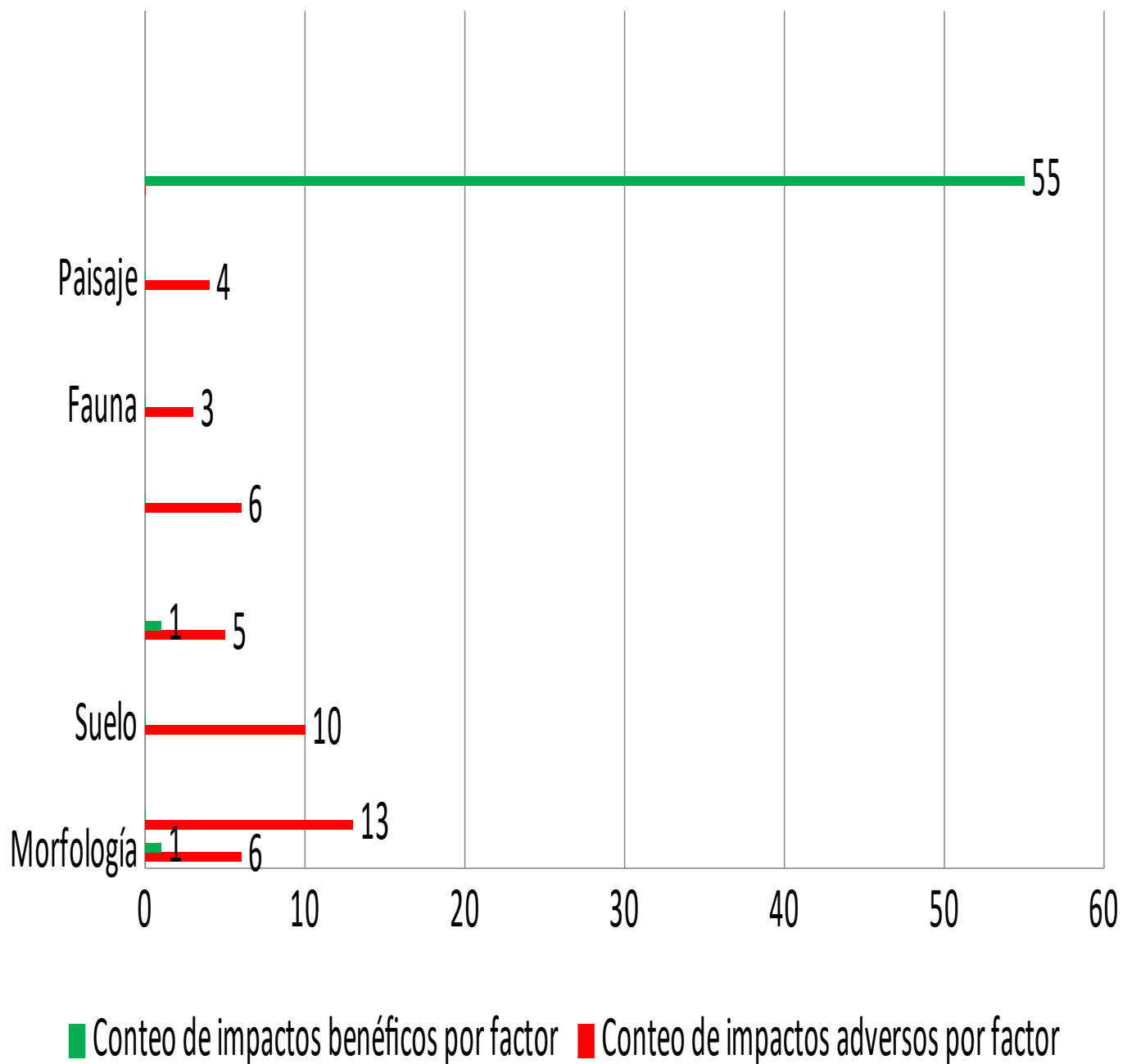


Figura V-51 Identificación de impactos ambientales por factor ambiental del proyecto

Impactos ambientales por atributos identificados en el proyecto

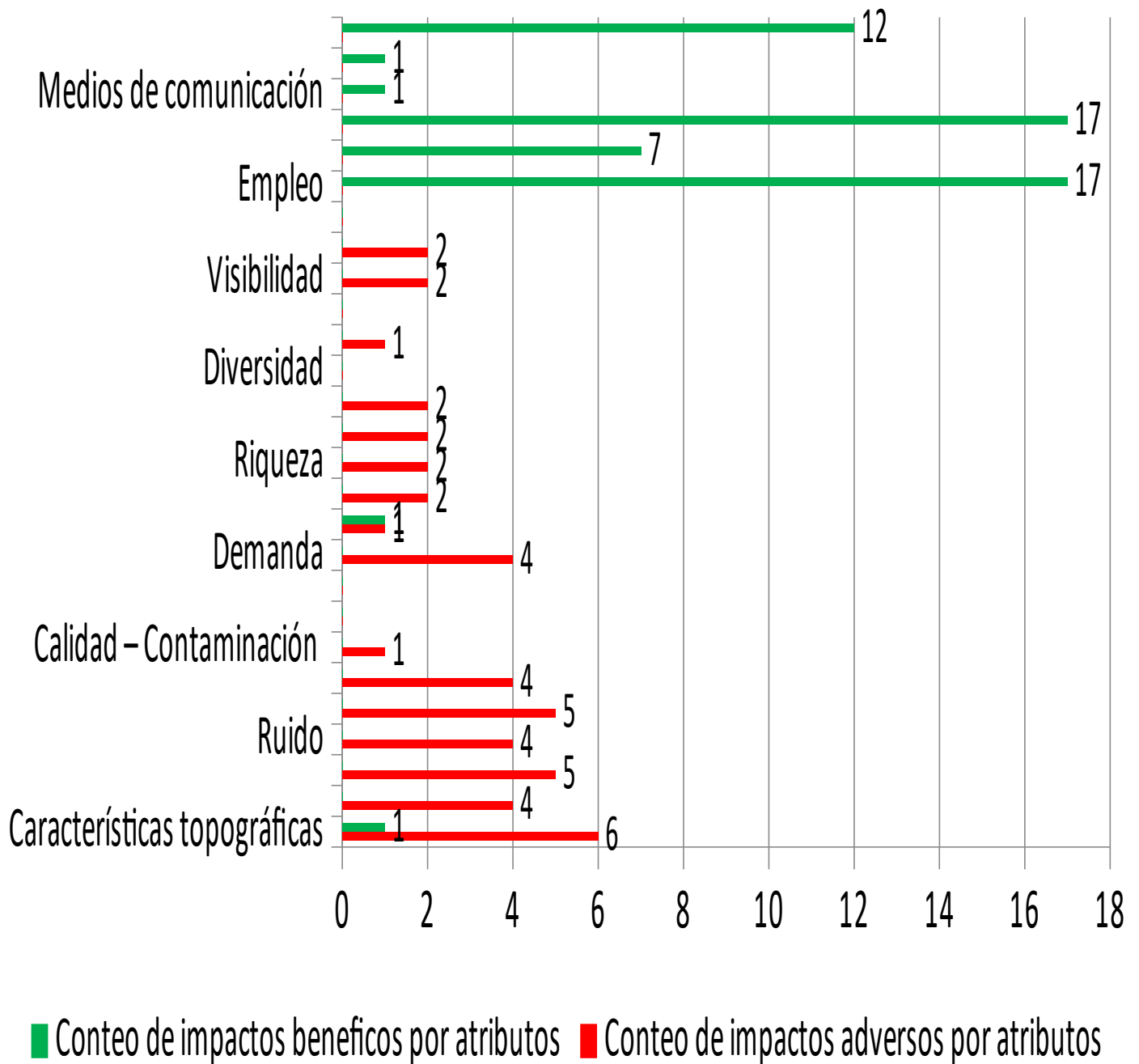


Figura V-52 Impactos ambientales por atributos identificados en el proyecto

A continuación, se presenta la siguiente tabla que contiene los impactos ambientales identificados, clasificados de acuerdo con sus atributos. En ella se detallan el número de impactos adversos, benéficos y el total correspondiente para cada uno de ellos, lo que permite visualizar de forma clara la distribución e intensidad de los efectos ambientales derivados del desarrollo del proyecto.

Tabla V-58 Impactos ambientales identificados por atributos

Atributo	Conteo de impactos adversos por atributos	Conteo de impactos benéficos por atributos	Total de impactos
Características topográficas	6	1	7
Calidad – Gases de combustión	4	0	4
Calidad – Partículas suspendidas	5	0	5
Ruido	4	0	4
Compactación	5	0	5
Erosión	4	0	4
Calidad – Contaminación	1	0	1
Calidad	0	0	0
Curso	0	0	0
Demanda	4	0	4
Recarga de acuíferos	1	1	2
Distribución	2	0	2
Riqueza	2	0	2
Abundancia	2	0	2
Distribución	2	0	2
Diversidad	0	0	0
Abundancia	1	0	1
Endemismo o especies protegidas	0	0	0
Visibilidad	2	0	2
Calidad	2	0	2
Fragilidad	0	0	0
Empleo	0	17	17
Infraestructura y servicios	0	7	7
Economía	0	17	17
Medios de comunicación	0	1	1
Costumbres y tradiciones	0	1	1
Migración	0	12	12
Total	47	57	104

A partir de la identificación de los impactos ambientales, se presenta a continuación la matriz de evaluación correspondiente, en la cual se cuantifican los impactos previamente identificados. Esta matriz permite apreciar de manera estructurada la magnitud y relevancia de los efectos ambientales generados por el desarrollo del proyecto, facilitando así su análisis y valoración integral.

Tabla V-59 Matriz de valoración de impactos ambientales del proyecto Cabañas Zempoaltépetl

[illegible]

Medio	Factor	Atributo	PREPARACIÓN DEL SITIO				CONSTRUCCIÓN								OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				ABANDONO SITIO	DEL Y
			Desmonte y despalle del terreno	Trazo del lugar	Nivelación del terreo	Excavación del terreno	Construcción de cabañas (chica, mediana, grande)	Construcción del restaurante	Construcción de tres asadores	Apertura de camino de acceso	Construcción de cabaña de administración y recepción	Realización de estacionamiento	Realización de instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas	Realización de áreas verdes y caminos que conectan a las cabañas	Atención a turistas que harán uso de las instalaciones	Inspecciones periódicas de infraestructuras	Limpieza de instalaciones	Mantenimiento de accesos	Desmantelamiento de instalaciones	Restauración ambiental del sitio
Socioeconómico	Económico	Empleo	2.43	2.43	2.43	2.07	3.47	3.47	2.10	2.10	2.10	2.10	1.37	1.00	3.07	0.00	3.80	2.40	3.13	3.13
		Infraestructura y servicios	0.00	0.00	0.00	0.00	3.47	3.47	3.47	0.00	3.47	3.47	1.37	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Economía	2.43	2.43	2.43	1.73	3.47	3.47	3.47	2.73	2.73	2.73	1.37	1.37	3.07	0.00	3.80	2.40	3.13	3.13
		Vías de comunicación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Costumbres y tradiciones	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Migración	0.00	0.00	0.00	1.73	3.47	3.47	0.00	2.40	3.47	3.47	1.00	1.00	2.77	2.00	2.00	1.00	0.00	0.00

De acuerdo con la valoración de los impactos ambientales derivada del análisis integral del proyecto, se obtuvo un valor de **2.52**. Conforme a lo establecido en la Tabla V -56 Clasificación de la magnitud de los impactos ambientales,”, dicho valor se encuentra dentro de la categoría **Compatible**.

A continuación, se presenta la Figura V -53, la cual muestra la valoración de los promedios de impacto generados por el proyecto, así como una tabla complementaria que permite una mejor visualización e interpretación de los resultados obtenidos.



Figura V-53 Valoración promedio de los impactos

Tabla V-60 Valoración promedio de los impactos

Etapa	Actividades específicas	Valoración
Preparación del sitio	Desmonte y despalme del terreno	2.52
	Trazo del lugar	1.96
	Nivelación del terreno	1.90
	Excavación del terreno	1.83
Construcción	Construcción de cabañas (chica, mediana, grande)	3.47
	Construcción del restaurante	3.47
	Construcción de tres asadores	3.01
	Apertura de camino de acceso	2.66
	Construcción de cabaña de administración y recepción	2.94
	Realización de estacionamiento	2.86
	Realización de instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas	1.18
	Realización de áreas verdes y caminos que conectan a las cabañas	1.61
Operación y mantenimiento	Atención a turistas que harán uso de las instalaciones	2.99
	Inspecciones periódicas de infraestructuras	2.00
	Limpieza de instalaciones	3.20
	Mantenimiento de accesos	1.56
Cierre y abandono	Desmantelamiento de instalaciones	3.13
	Restauración ambiental del sitio	3.13
PROMEDIO GENERAL OBTENIDO		2.52

V.1.4. Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos del análisis integral del proyecto, se determinó un **promedio general de impacto ambiental de 2.52**, el cual, conforme a la “**Tabla V -56 Clasificación de la magnitud de los impactos ambientales**”, se encuentra dentro de la categoría de **impacto “Compatible”**. Esta clasificación indica que los efectos generados por la ejecución del proyecto no representan un riesgo significativo para el medio ambiente, ya que su magnitud es baja y pueden ser absorbidos por los componentes del entorno natural sin comprometer su funcionalidad ecológica. Asimismo, en caso de manifestarse impactos adversos, estos resultan ser previsibles, localizados y fácilmente mitigables mediante la aplicación de medidas de prevención, corrección y compensación ambiental técnicamente viables.

El análisis detallado por etapa permite identificar con mayor precisión **los momentos críticos en los que se generan mayores cargas ambientales**, lo cual es fundamental para la implementación focalizada de estrategias de manejo y mitigación. Durante la **etapa de preparación del sitio**, la actividad con mayor impacto fue el **desmonte y despalme del terreno**, que obtuvo una valoración de **2.52**. Esta actividad representa un impacto relevante debido a la remoción directa de la vegetación existente y la alteración inicial del suelo, afectando microhábitats y procesos ecológicos del área. No obstante, otras actividades de esta etapa, como el **trazo del lugar (1.96)**, la **nivelación (1.90)** y la **excavación del terreno (1.83)**, presentan valores considerablemente menores, lo que indica que se trata de impactos puntuales, de corta duración y fácilmente controlables mediante **buenas prácticas de conservación del suelo y manejo adecuado de residuos vegetales**.

En la **fase de construcción**, se registraron los valores más altos dentro del análisis, particularmente en la **construcción de cabañas y del restaurante**, ambas con una valoración de **3.47**, seguidas por la **construcción de asadores (3.01)**, la **cabaña de administración y recepción (2.94)** y el **estacionamiento (2.86)**. Estas actividades concentran el uso de maquinaria, materiales de construcción y energía, provocando transformaciones físicas significativas del terreno, además de un potencial efecto de fragmentación del hábitat y alteración del paisaje natural. A pesar de ello, todos estos valores permanecen dentro de la categoría de impacto compatible, lo cual sugiere que, si se aplica de manera oportuna el plan de manejo ambiental y se utilizan tecnologías limpias y sostenibles, es posible minimizar los efectos adversos y mantener la integridad ecológica del área intervenida.

Las actividades complementarias como la **instalación de infraestructura hidráulica, sanitaria y eléctrica (1.18)**, así como el **acondicionamiento de áreas verdes y caminos internos (1.61)**, reflejan un impacto ambiental bajo y focalizado. Esto se debe a su carácter auxiliar y a que, en la mayoría de los casos, no implican una afectación directa sobre elementos sensibles del ecosistema. No obstante, se recomienda aplicar criterios de diseño sustentable y minimizar el uso de recursos no renovables en su ejecución.

En cuanto a la **etapa de operación y mantenimiento**, destacan dos actividades con impacto positivo significativo: la **atención a turistas (2.99)** y la **limpieza de instalaciones (3.20)**. Estos valores altos se relacionan con la funcionalidad del proyecto y sus beneficios sociales y económicos, pero también reflejan posibles impactos indirectos relacionados con la **generación de residuos sólidos, consumo de agua y energía, y el ruido derivado de las actividades humanas**. Por tanto, será esencial implementar un sistema de gestión ambiental en operación que incluya el manejo eficiente de residuos, estrategias de ahorro de agua y energía, y mecanismos de educación ambiental dirigidos a los visitantes para reducir su huella ecológica.

Finalmente, la **fase de cierre y abandono del proyecto**, que contempla tanto el **desmantelamiento de instalaciones** como la **restauración ambiental del sitio**, presentó un valor de **3.13** en ambas actividades. Aunque estas acciones están orientadas a devolver al entorno sus condiciones originales o mejorar su estado ecológico, implican movilización de equipos, manejo de residuos de construcción y posibles alteraciones temporales del paisaje. Por ello, su planificación adecuada, con criterios de restauración ecológica y reforestación con especies nativas, será clave para garantizar una **transición ambientalmente responsable hacia el cierre definitivo del proyecto**.

En conjunto, los resultados obtenidos permiten concluir que el proyecto es **ambientalmente compatible y viable**, ya que los impactos generados en sus diferentes etapas son **de baja a moderada magnitud**, están acotados espacial y temporalmente, y pueden **ser gestionados eficazmente** mediante la aplicación oportuna de las **medidas de mitigación, prevención y restauración** contenidas en el programa de manejo ambiental. La correcta implementación de dichas medidas garantizará que el desarrollo de las actividades proyectadas **no comprometa la funcionalidad ecológica del sitio**, favoreciendo un equilibrio entre el **aprovechamiento turístico sustentable** y la **conservación de los recursos naturales y paisajísticos del entorno**.

VI. CAPÍTULO VI

VI.1. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VI.1.1. Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental

Con el propósito de presentar de manera clara y precisa las medidas de prevención, mitigación y compensación necesarias para evitar, reducir o, en última instancia, compensar los impactos ambientales significativos generados por el proyecto, tanto en el Área de Influencia (AI) como en el Sistema Ambiental (SA), este capítulo integra las acciones propuestas para minimizar la magnitud de dichos impactos. Estas medidas buscan garantizar la conservación de los recursos naturales involucrados y la protección del medio ambiente, tanto a nivel local como regional.

En este contexto, y de conformidad con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental (RLGEEPA), el artículo 3, fracciones XIII y XIV, (DOF, 2014) establece las definiciones de las medidas de prevención y mitigación:

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas;

Dicho lo anterior, el promovente ha decidido implementar un conjunto de acciones y medidas de prevención y de mitigación, las cuales están consideradas dentro del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), mismo que incluye una serie de programas para el proyecto, descritos en este apartado.

El presente PVA es un instrumento de seguimiento y control que garantiza el cumplimiento de la aplicación de las diferentes medidas de prevención, mitigación y restauración que en él se presenta, a fin de minimizar los impactos generados por el desarrollo del proyecto. La mayoría de estas medidas atienden los impactos potenciales considerados como significativos.

En la Tabla VI -61, se presenta a modo de resumen el número de medidas, el nombre de la ficha técnica y el tipo de medida a implementar por la realización del proyecto que podrán ser aplicadas para prevenir y mitigar posibles impactos ambientales.

Tabla VI-61 Líneas estratégicas de las medidas de prevención y mitigación

Número Medida	Nombre de ficha técnica/Medida	Tipo de medida
M-01	Control de emisiones a la atmósfera	Prevención y mitigación
M-02	Manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos	Prevención y mitigación
M-03	Señalización	Prevención
M-04	Rescate y reubicación de flora	Prevención y mitigación
M-05	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	Prevención y mitigación
M-06	Reforestación	Mitigación y compensación



A continuación, se presentan de manera individual, a través de fichas descriptivas, las acciones contempladas para cada una de las medidas indicadas en la Tabla VI -61. Estas fichas detallan el tipo de medida, la etapa y el periodo de aplicación, los factores y parámetros ambientales abordados (incluyendo elementos bióticos y abióticos), una descripción de las acciones o actividades específicas, los objetivos establecidos, los métodos de medición y cuantificación, así como los mecanismos de supervisión y el grado de cumplimiento asociado.

Es importante destacar que las medidas propuestas para este proyecto han sido evaluadas como técnicas y económicamente viables, asegurando su implementación efectiva en el contexto del proyecto.

Tabla VI-62 Ficha medida control de emisiones a la atmósfera

ID	M-01					
Línea estratégica	Control de emisiones a la atmósfera					
Factor ambiental atendido						
Atmósfera	Geomorfología	Suelo	Agua	Fauna	Vegetación	Socioeconómico
X						
Parámetro ambiental atendido						
Calidad del aire y ruido						
Tipo de acción			Etapa de aplicación			
Prevención		X	Preparación de sitio		X	
Mitigación		X	Construcción y Operación		X	
Compensación			Abandono		X	
Acciones						
1. Riego de caminos y áreas críticas con agua tratada con la frecuencia necesaria.						
2. Establecimiento de límites de velocidad para el tránsito de vehículos, asegurando que la velocidad de rodamiento levante la menor cantidad de polvo posible.						
3. Verificar que las maquinarias y equipos señalados se encuentren en óptimas condiciones de operación para evitar se sobrepasen los niveles permitidos de emisión de contaminantes.						
4. Verificación vehicular						
5. Implementar la utilización de silenciadores adecuados en la maquinaria a utilizar para atenuar la generación de ruido y evitar que se rebasen los límites máximos permisibles.						
6. Establecimiento de horario de trabajo diurno.						
Sitio (s) de aplicación de las medidas		En camino y áreas críticas de trabajo.				

ID	M-01	
Línea estratégica	<u>Control de emisiones a la atmósfera</u>	
	En vehículos, maquinaria y equipo	
Eficiencia y eficacia	Alta	
Medición y Cuantificación		
○ Registro fotográfico de riegos a caminos de acceso ○ Bitácora del equipo y maquinaria, en donde se registrará el tipo de mantenimiento realizado y fecha de ejecución.		
Recursos necesarios, equipos, obras, instrumentos¹		
○ El riego se realizará con agua tratada. ○ Se requiere del señalamiento vial, en los caminos internos y de acceso ○ Se requiere de bitácora para registrar las verificaciones y servicios que se realicen a vehículos, maquinaria o equipos y verificar que se cumple con la periodicidad conforme a las especificaciones de los respectivos fabricantes.		
Responsable de la implementación, seguimiento y valoración de las medidas		
○ Promovente y supervisor ambiental		

Tabla VI-63 Ficha medida control de manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos

ID	M-02					
Línea estratégica	Manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos					
Factor ambiental atendido						
Atmósfera	Geomorfología	Suelo	Agua	Fauna	Vegetación	Socioeconómico
X		X	X	X		
Parámetro ambiental atendido						
Calidad del aire, suelo, agua y fauna						
Tipo de acción			Etapas de aplicación			
Prevención		X	Preparación de sitio		X	
Mitigación		X	Construcción y Operación		X	
Compensación			Abandono		X	
Acciones						

¹ Los recursos que se indican para las acciones de los diferentes programas, podrán ser actualizados, mejorados o modificados, conforme a las circunstancias que prevalezcan en el proyecto al momento de su ejecución, sin poner en riesgo o afectar la efectividad de la medida ambiental a aplicar.

ID	M-02
Línea estratégica	Manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos
1. En el área del proyecto se deberán colocar 3 recipientes en donde se colocarán los residuos en donde se identifiquen los residuos orgánicos, inorgánicos y peligrosos para evitar la dispersión. 2. Se deberá buscar la minimización de la generación de residuos, además de revalorizar los mismos 3. Se deberán realizar platicas de concientización y capacitación a los trabajadores para la identificación, manejo y disposición de los residuos del proyecto 4. Una vez terminado las actividades de construcción, se deberá realizar un monitoreo del sitio, para visualizar que haya quedado libre de residuos.	
Sitio (s) de aplicación de las medidas	En el área de influencia del proyecto
Eficiencia y eficacia	Alta
Medición y Cuantificación	
○ Registro fotográfico de pláticas de concientización y capacitación ○ Registro fotográfico de los recipientes colocados ○ Registro en bitácoras de recolección de residuos	
Control de cumplimiento	
Se designará al personal responsable de llevar a cabo la revisión y documentación de las medidas implementadas para el manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos. Dicha labor deberá realizarse mediante el uso de bitácoras y registros fotográficos que den evidencia clara y verificable de las acciones efectuadas en cumplimiento de las disposiciones establecidas.	

Tabla VI-64 Ficha medida control de señalización

<u>ID</u>	<u>M-03</u>					
<u>Línea estratégica</u>	<u>Señalización</u>					
Factor ambiental atendido						
Atmósfera	Geomorfología	Suelo	Agua	Fauna	Vegetación	Socioeconómico
		X			X	X
Parámetro ambiental atendido						
Calidad de suelo y vegetación						
Tipo de acción				Etapas de aplicación		
Prevención		X		Preparación de sitio		X

ID		M-03	
Línea estratégica	Señalización		
Mitigación		Construcción y Operación	X
Compensación		Abandono	X
Acciones			
1. Colocación de señalización preventiva y restrictiva en caminos en caminos de acceso y áreas de trabajo			
2. Ubicación de letreros informativos sobre medidas ambientales			
3. Demarcación de áreas restringidas o sensibles para evitar impactos			
Sitio (s) de aplicación de las medidas		Caminos de acceso, áreas de trabajo y zonas de protección	
Eficiencia y eficacia		Alta	
Medición y Cuantificación			
Registro fotográfico de la señalización colocada			
Verificación periódica de su estado			
Recursos necesarios, equipos, obras, instrumentos ²			
Letreros, pintura, estacas, equipo de instalación			
Responsable de la implementación, seguimiento y valoración de las medidas			
Promovente y personal responsable			

² Los recursos que se indican para las acciones de los diferentes programas, podrán ser actualizados, mejorados o modificados, conforme a las circunstancias que prevalezcan en el proyecto al momento de su ejecución, sin poner en riesgo o afectar la efectividad de la medida ambiental a aplicar.

Tabla VI-65 Ficha medida control de rescate y reubicación de flora

<u>ID</u>	<u>M-04</u>					
<u>Línea estratégica</u>	<u>Rescate y reubicación de flora</u>					
Factor ambiental atendido						
Atmósfera	Geomorfología	Suelo	Agua	Fauna	Vegetación	Socioeconómico
					X	
Parámetro ambiental atendido						
Conservación de especies vegetales nativas						
Tipo de acción				Etapa de aplicación		
Prevención		X		Preparación de sitio		X
Mitigación		X		Construcción y Operación		X
Compensación		X		Abandono		
Acciones						
1. Inventario y georreferenciación de individuos vegetales de interés biológicos						
2. Trasplante de especies a sitios previamente definidos como áreas de conservación						
3. Monitoreo de éxito del trasplante durante al menos un año posterior a la intervención						
4. Señalización de áreas rescatadas y reubicadas para evitar impactos secundarias						
Sitio (s) de aplicación de las medidas		Zona de influencia directa del proyecto y áreas receptoras de flora				
Eficiencia y eficacia		Alta				
Medición y Cuantificación						
Registro fotográfico y georreferenciación del proceso de rescate						
Informe técnico del porcentaje de sobrevivencia post-trasplante						
Recursos necesarios, equipos, obras, instrumentos ³						

³ Los recursos que se indican para las acciones de los diferentes programas, podrán ser actualizados, mejorados o modificados, conforme a las circunstancias que prevalezcan en el proyecto al momento de su ejecución, sin poner en riesgo o afectar la efectividad de la medida ambiental a aplicar.

ID	M-04
Línea estratégica	Rescate y reubicación de flora
Herramientas de extracción, contenedores de traslado, equipo de GPS, señalética	
Responsable de la implementación, seguimiento y valoración de las medidas	
Promovente y personal responsable	

Tabla VI-66 Ficha medida control de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre

ID	M-05					
Línea estratégica	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna					
Factor ambiental atendido						
Atmósfera	Geomorfología	Suelo	Agua	Fauna	Vegetación	Socioeconómico
				X		
Parámetro ambiental atendido						
Conservación de especies de fauna silvestre						
Tipo de acción			Etapas de aplicación			
Prevención		X	Preparación de sitio		X	
Mitigación		X	Construcción y Operación		X	
Compensación			Abandono			
Acciones						
1. Ejecución de recorridos previos a actividades de desmonte para ahuyentamiento pasivo de fauna silvestre						
2. Rescate manual o con trampas en caso necesario por personal especializado						
3. Liberación de fauna silvestre en áreas seguras con condiciones ecológicas similares						
4. Registro y monitoreo con condiciones similares						
Sitio (s) de aplicación de las medidas		Zona de influencia directa del proyecto y áreas receptoras de fauna silvestre				

ID	M-05	
Línea estratégica	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	
Eficiencia y eficacia	Alta	
Medición y Cuantificación		
Lista de especies rescatadas y sitio de liberación		
Registro fotográfico y/o audiovisual del procedimiento		
Recursos necesarios, equipos, obras, instrumentos ⁴		
Trampas, transportadoras, guantes, guías de fauna, vehículos adecuados		
Responsable de la implementación, seguimiento y valoración de las medidas		
Promovente y personal responsable en fauna silvestre		

Tabla VI-67 Ficha medida control de reforestación

ID	M-06					
Línea estratégica	Reforestación					
Factor ambiental atendido						
Atmósfera	Geomorfología	Suelo	Agua	Fauna	Vegetación	Socioeconómico
		X			X	
Parámetro ambiental atendido						
Cobertura vegetal y calidad de suelo						
Tipo de acción			Etapas de aplicación			
Prevención		X	Preparación de sitio		X	
Mitigación		X	Construcción y Operación		X	
Compensación			Abandono			
Acciones						
1. Selección de especies nativas y adecuadas a las condiciones del sitio						

⁴ Los recursos que se indican para las acciones de los diferentes programas, podrán ser actualizados, mejorados o modificados, conforme a las circunstancias que prevalezcan en el proyecto al momento de su ejecución, sin poner en riesgo o afectar la efectividad de la medida ambiental a aplicar.

ID	M-06
<u>Línea estratégica</u>	<u>Reforestación</u>
2. Preparación del sitio y plantación 3. Establecimiento de un programa de mantenimiento y monitoreo (riego, control de plagas, reemplazo de plantas) 4. Evaluación anual de la tasa de sobrevivencia	
Sitio (s) de aplicación de las medidas	Áreas impactadas por el proyecto y zonas designadas como compensación ecológica
Eficiencia y eficacia	Media – Alta (ya que depende enteramente del mantenimiento)
Medición y Cuantificación	
Censo de plantas establecidas Reporte de sobrevivencia	
Recursos necesarios, equipos, obras, instrumentos⁵	
Herramientas, personal capacitado	
Responsable de la implementación, seguimiento y valoración de las medidas	
Promovente y personal responsable en fauna silvestre	

⁵ Los recursos que se indican para las acciones de los diferentes programas, podrán ser actualizados, mejorados o modificados, conforme a las circunstancias que prevalezcan en el proyecto al momento de su ejecución, sin poner en riesgo o afectar la efectividad de la medida ambiental a aplicar.

VI.1.2. Programa de vigilancia ambiental

Un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) tiene por función básica establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas de mitigación incluidas en el Estudio de Impacto Ambiental. Incluirá la supervisión de la acción u obra de mitigación, señalando de forma clara y precisa los procedimientos de supervisión para verificar el cumplimiento de la medida de mitigación, estableciendo los procedimientos para hacer las correcciones y los ajustes necesarios. (SEMARNAT, 2016).

El PVA tiene como objetivos:

- Establecer un método de evaluación de las medidas de prevención y mitigación propuestas para los posibles impactos ambientales generados en las distintas etapas del proyecto
- Identificación de los posibles impactos no detectados en el Estudio de Impacto Ambiental y establecer medidas de reducción o eliminación.
- El programa incluye los tiempos de ejecución y las áreas de responsabilidad.

A continuación, se presenta la **Tabla VI -68** que contiene un PVA tentativo de las etapas del proyecto, las medidas de prevención y mitigación, frecuencia de verificación y evidencia de cumplimiento.

Tabla VI-68 Plan de Vigilancia Ambiental "Cabañas Zempoaltépetl"

Etapas	Actividad	Impacto producido	Medida de mitigación	Frecuencia de verificación	Evidencia de cumplimiento
Planeación	Talleres de elaboración del proyecto, gestión de recursos, realización de estudios	No se generan impactos directos, pero una planeación ambiental inadecuada podría derivar en afectaciones innecesarias.	M-05: Capacitación del personal y prevención de afectaciones a la fauna durante el diseño.	Previo al inicio de obras.	Lista de asistencia; plan ambiental del proyecto documentado.
Preparación del sitio	Desmonte y despalme del terreno	Pérdida de vegetación y hábitat de fauna silvestre.	M-04 y M-05: Rescate y reubicación de flora y fauna.	Antes y durante la limpieza del terreno.	Informe técnico, fotografías, actas de delimitación del sitio.
	Construcción de accesos y campamento de obra	Generación de residuos sólidos y aguas grises.	M-02: Separación y manejo adecuado de residuos; disposición final.	Monitoreo diario, retiro semanal.	Bitácora de recolección, comprobantes, fotografías.
Construcción	Obras civiles (cabañas, restaurante, asadores, etc.)	Emisión de polvo y ruido; compactación del suelo.	M-01: Riego, mantenimiento de maquinaria, horario diurno.	Vigilancia diaria y semanal.	Registros de riego, mantenimiento, reportes de calidad del aire y ruido.
	Manejo de residuos de construcción	Acumulación de escombros; afectación visual y del suelo.	M-02: Recolección y disposición adecuada de residuos.	Supervisión quincenal, verificación final.	Manifiestos de disposición, fotografías post-obra.
	Señalización en caminos y áreas de trabajo	Confusión operativa; ingreso a zonas sensibles.	M-03: Señalización preventiva, restrictiva e informativa.	Previo y durante obras.	Registro fotográfico, verificación de estado de señales.
Operación y mantenimiento	Uso de sanitarios y limpieza	Contaminación por residuos y aguas residuales.	M-02: Manejo de residuos	Inspección diaria y mensual.	Bitácora de operación, recibos de limpia, evidencias fotográficas.
	Actividades turísticas	Perturbación de fauna; dispersión de basura.	M-05: Educación ambiental y control de actividades humanas.	Diaria (rondas y vigilancia).	Bitácora de vigilancia, registro de incidentes.
Cierre y abandono	Desmantelamiento de instalaciones	Generación de residuos y escombros.	M-02: Retiro total y disposición legal de residuos.	Durante y al finalizar actividades.	Informe final, fotografías del sitio limpio, comprobantes de disposición.
	Restauración ecológica	Degradación del sitio; pérdida de hábitat.	M-06: Reforestación con especies nativas, monitoreo de supervivencia.	Ejecutar al cierre, seguimiento semestral por 1–2 años.	Reporte de reforestación, monitoreo de supervivencia, fotografías.

VI.1.3. Seguimiento y control (monitoreo)

El componente de **seguimiento y control**, también denominado monitoreo ambiental, tiene como propósito verificar de manera sistemática la correcta implementación y eficacia de las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), así como detectar oportunamente desviaciones o impactos no previstos durante las diferentes etapas del proyecto “Cabañas Zempoaltépetl”.

Este seguimiento permitirá llevar un registro continuo del desempeño ambiental del proyecto, asegurando la conservación de los recursos naturales en el área de influencia y facilitando la toma de decisiones correctivas en caso necesario.

VI.1.3.1 Objetivos específicos del monitoreo

- Evaluar la efectividad de las medidas ambientales implementadas conforme a las fichas técnicas M-01 a M-06.
- Comprobar el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable.
- Detectar impactos residuales o emergentes no previstos en la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA).
- Proporcionar información verificable que permita a las autoridades ambientales y al promovente tomar decisiones adecuadas respecto al manejo ambiental del proyecto.

VI.1.3.2 Alcance del monitoreo

El monitoreo abarcará tanto elementos **bióticos** (flora y fauna) como **abióticos** (suelo, agua, atmósfera), así como aspectos operativos (manejo de residuos, emisiones, señalización, uso del suelo, etc.), conforme a las medidas del PVA. Se realizará en las siguientes etapas:

- **Preparación del sitio:** Enfocado al rescate de flora y fauna, delimitación de áreas sensibles y control de emisiones.
- **Construcción:** Supervisión del manejo de residuos, emisiones atmosféricas, señalización, ruido y residuos de obra.
- **Operación y mantenimiento:** Monitoreo de residuos sólidos, funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales, perturbación de fauna por actividades turísticas y mantenimiento de señalización.
- **Cierre y abandono:** Verificación del retiro de instalaciones, disposición final de residuos y éxito del programa de reforestación.

VI.1.3.3 Metodología

El seguimiento se llevará a cabo mediante:

- **Inspecciones visuales periódicas**, conforme a las frecuencias establecidas en el PVA.
 - **Registro fotográfico y videográfico** de las acciones implementadas y condiciones ambientales.
-

- **Bitácoras de campo** donde se consignen las actividades realizadas, observaciones, hallazgos, desviaciones y acciones correctivas.
- **Listas de verificación** con base en los parámetros establecidos en las fichas técnicas.
- **Indicadores de cumplimiento** cualitativos y cuantitativos para cada medida (por ejemplo, porcentaje de sobrevivencia de plantas reforestadas, número de residuos recolectados, número de ejemplares de fauna reubicados, etc.).

VI.1.3.4 Responsables

El promovente será responsable de la implementación del programa de seguimiento y de garantizar la asignación de personal técnico capacitado para llevar a cabo el monitoreo ambiental. De igual manera, se deberá contar con un **personal ambiental** que verifique el cumplimiento de las medidas y coordine las acciones correctivas necesarias en caso de incumplimientos.

VI.1.3.5 Informes de seguimiento

Los resultados del monitoreo deberán integrarse en **informes técnicos periódicos**, que serán entregados a las autoridades competentes (cuando aplique) e incluirán:

- Descripción de las actividades realizadas.
 - Evidencias documentales y fotográficas.
 - Resultados obtenidos de cada indicador.
 - Evaluación del grado de cumplimiento.
 - Recomendaciones y medidas correctivas adoptadas.
-

VI.1.4. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

Con el objetivo de garantizar la implementación efectiva de las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental propuestas en el presente estudio, se presenta la estimación de costos asociados a cada una de ellas. Esta información servirá como base para que la autoridad ambiental determine el monto correspondiente a las fianzas o garantías económicas que el promovente deberá cubrir.

A continuación, se presenta la Tabla VI -69, que contiene los costos que consideran materiales, mano de obra, equipos, herramientas y actividades de seguimiento necesarias para cumplir adecuadamente con las acciones establecidas en las fichas técnicas M-01 a M-06. Asimismo, se indican los tiempos estimados de ejecución y observaciones relevantes para cada medida.

Tabla VI-69 Estimación de costos para la fijación de montos de fianza por medidas ambientales

Medida ambiental	Acciones asociadas	Tiempo estimado de ejecución	Observaciones	Costo estimado (MXN)
M-01: Control de emisiones a la atmósfera	Riego de caminos, mantenimiento de maquinaria, control de ruido	Durante toda la etapa de construcción	Costo incluye agua tratada, señalización vial y bitácoras	\$25,000.00
M-02: Manejo de residuos sólidos urbanos, especiales y peligrosos	Colocación de contenedores, recolección, disposición y monitoreo	Durante todas las etapas del proyecto	Incluye capacitación y disposición final por gestor autorizado	\$ 30,000.00
M-03: Señalización	Colocación de letreros informativos, restrictivos y de advertencia	Antes de y durante construcción y operación	Incluye fabricación, instalación y mantenimiento de señalética	\$ 15,000.00
M-04: Rescate y reubicación de flora	Inventario, extracción, traslado y monitoreo de vegetación	Durante la preparación del sitio y monitoreo por un año	Incluye personal especializado, GPS, herramientas y monitoreo	\$ 45,000.00
M-05: Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	Recorridos de ahuyentamiento, rescate y liberación de fauna	Durante la preparación del sitio y construcción	Incluye equipo de captura, transportadoras y personal capacitado	\$35,000.00
M-06: Reforestación	Selección, plantación, mantenimiento y monitoreo de especies nativas	Después del cierre del proyecto, con seguimiento por 2 años	Incluye adquisición de plantas, herramientas y mantenimiento	\$50,000.00
TOTAL GENERAL				\$200,000.00

VII. CAPÍTULO VII

VII.1. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto

En el escenario sin la ejecución del proyecto “Cabañas Zempoaltépetl”, el medio ambiente en la zona de Santa María Yacochi permanecería en su condición actual, sin la influencia de las obras propuestas. El sitio del proyecto comprende una superficie de **1,853.33 m²** de terreno con vegetación forestal secundaria (principalmente **acahual**) ubicada en la comunidad de Santa María Yacochi, municipio de Santa María Tlahuitoltepec, Oaxaca. En ausencia del proyecto, esta cobertura vegetal se mantendría intacta, preservando el hábitat existente para la flora y fauna local. De acuerdo con la información de campo, la vegetación presente está compuesta mayormente por acahuales (matorral de regeneración secundaria), lo que indica que el área ha estado previamente intervenida de manera moderada y actualmente se encuentra en proceso natural de sucesión ecológica.

Bajo este escenario, no ocurrirían las actividades de desmonte ni construcción, por lo que **no habría cambios significativos en los factores ambientales**: el suelo conservaría su cubierta vegetal, evitando procesos de erosión adicionales; la calidad del aire permanecería como la actual, sin emisiones de maquinaria o polvo de obras; y el régimen de escorrentía superficial se mantendría sin alteraciones, al no agregarse superficies impermeables ni cortes topográficos en el terreno. La fauna local continuaría utilizando el área sin perturbaciones antrópicas nuevas; se preservaría la continuidad del hábitat y los ciclos biológicos existentes. Actualmente, el municipio de Santa María Tlahuitoltepec alberga fauna diversa, incluyendo **anfibios** como *Hyla euphorbiacea* (ranita de alta montaña) (y **mamíferos** como el *Dasypus novemcinctus* (armadillo de nueve bandas), entre muchas otras especies silvestres. En el escenario sin proyecto, estas especies seguirían habitando la región sin el riesgo de perturbación directa asociada a la construcción u operación turística.

Cabe señalar que, de no realizarse el proyecto, también **persistirían las tendencias ambientales y socioeconómicas actuales** en la localidad. Por el lado ambiental, el área continuaría cubierta de vegetación secundaria que brinda ciertos servicios ecosistémicos (protección del suelo, captura de carbono, hábitat para fauna) sin cambios abruptos. Cualquier dinámica de cambio climático o procesos naturales (por ejemplo, variaciones en la precipitación, eventos extremos) impactarían al sitio de la misma forma que al resto de la región, con la vegetación presente aportando resiliencia frente a amenazas como la erosión por lluvias intensas. Por el lado social y económico, la comunidad no recibiría los beneficios previstos del proyecto; es decir, **no se generarían los empleos ni la derrama económica local asociados al ecoturismo**, manteniéndose las condiciones de subsistencia actuales. La oportunidad de diversificar la economía local mediante turismo rural sostenible se vería truncada. En resumen, el escenario sin proyecto evitaría los impactos ambientales negativos directos, pero **también impediría los beneficios socioeconómicos y las acciones de conservación propuestas** que el proyecto conlleva, dejando el *status quo* ambiental y comunitario tal como se documentó en el diagnóstico ambiental de la MIA.

VII.1.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto

En el **escenario con la realización del proyecto**, se materializarían las acciones de construcción y operación de “Cabañas Zempoaltépetl” en el sitio descrito. El proyecto contempla la **construcción de tres cabañas** ecológicas para hospedaje (de distintas dimensiones), una cabaña adicional destinada a recepción/administración, un área de comedor tipo restaurante, una zona de recreación con **tres asadores** tipo palapa, así como la apertura de un camino de acceso principal. Adicionalmente, se instalará infraestructura básica: **tres fosas sépticas** para el tratamiento de aguas residuales, líneas de abastecimiento de agua potable, drenaje sanitario, red eléctrica, un pequeño estacionamiento y senderos peatonales con áreas verdes y juegos infantiles. El objetivo es brindar servicios de hospedaje, alimentación y esparcimiento a los visitantes en un esquema de turismo de naturaleza. La implementación de estas obras implicará cambios directos en los componentes ambientales del sitio, los cuales han sido identificados y evaluados detalladamente mediante metodologías técnicas de evaluación de impacto ambiental (e.g. matrices de impacto y criterios de magnitud, extensión, duración, etc.).

Alteraciones físicas del entorno: Para la construcción, será necesario remover la vegetación existente en la huella del proyecto (1,853 m² de acahual). Esta **pérdida de cobertura vegetal** conlleva la eliminación de matorrales y especies herbáceas del sitio, y potencialmente el trasplante o derribo de algunos individuos arbóreos jóvenes. Consecuentemente, la fauna silvestre será desplazada del área inmediata: fauna de hábitos sedentarios o de movilidad limitada (como anfibios, reptiles y pequeños mamíferos) podría verse afectada durante las actividades de desmonte y movimiento de tierra. Sin medidas de mitigación, existe riesgo de mortalidad de algunos organismos durante la limpieza del terreno y la construcción. Asimismo, la reducción de la vegetación podría **disminuir temporalmente la disponibilidad de hábitat y alimento** para la fauna local en el polígono del proyecto, fragmentando ligeramente el entorno (aunque dada la reducida extensión del predio, el efecto estaría limitado al microhábitat removido).

El **suelo** del sitio será perturbado por las actividades de preparación del terreno: se realizarán labores de limpieza, trazo y nivelación, excavación de zanjas para cimentaciones e instalaciones, y conformación del camino de acceso). Estos trabajos implican el uso de maquinaria pesada (retroexcavadora, compactadora, camión de volteo) y equipo menor, lo que provocará **compactación del suelo** en áreas de tránsito y puede incrementar la susceptibilidad a la erosión hídrica mientras el terreno queda expuesto (especialmente en temporada de lluvias). Durante la etapa de obra, es previsible la generación de **polvo y emisiones** por el tránsito de maquinaria y la remoción de capas superficiales, afectando la calidad del aire local de forma puntual. Igualmente, se generará **ruido** y vibraciones por la operación de motores y equipo de construcción, lo que podría ahuyentar a la fauna silvestre circundante más sensible y potencialmente causar molestias menores a la comunidad si existen viviendas cercanas (aunque el proyecto se encuentra en un entorno rural relativamente aislado).

En cuanto al **agua**, dado que en el área inmediata no se reportan cuerpos de agua superficiales de importancia (el proyecto no interviene cauces ni zonas ribereñas, los impactos hídricos directos serían limitados). Sin embargo, la erosión y el arrastre de sedimentos durante la construcción podrían aumentar la turbidez de escorrentías pluviales que drenen fuera del sitio, si no se controlan adecuadamente. Además, durante la etapa de operación, el **uso de agua potable** para servicios de hospedaje (sanitarios, regaderas) y restaurante incrementará la demanda sobre las fuentes locales de abastecimiento, aunque en volúmenes relativamente bajos dada la escala del proyecto. La generación de **aguas residuales domésticas** (aguas negras de baños y grises de cocina) será continua durante la operación turística; de no contar con un tratamiento adecuado, estas aguas podrían contaminar el subsuelo o cursos de agua

cercanos. El proyecto prevé resolver esto mediante fosas sépticas, pero en este apartado (escenario con proyecto **per se**) asumimos inicialmente la situación previa a la efectividad de medidas de control: cualquier falla o saturación de estos sistemas podría conllevar descargas de efluentes con carga orgánica al terreno, afectando la calidad de agua subterránea. De igual modo, la generación de **residuos sólidos y de manejo especial** (basura de la construcción y residuos urbanos de la operación, como envases, restos de comida, etc.) representa un impacto potencial si no se gestionan correctamente, ya que la **disposición inadecuada de residuos** podría derivar en contaminación del suelo, agua y afectación a la estética del lugar.

En términos de **paisaje y estética**, la materialización del proyecto supone la introducción de elementos arquitectónicos y recreativos en un entorno natural actualmente libre de construcciones. Esto modifica la visual del paisaje local: las cabañas, senderos y demás instalaciones romperán parcialmente la continuidad visual de la vegetación. No obstante, cabe destacar que el diseño propuesto es de estilo **rústico** (muros de tabique rojo combinado con madera, techos tipo teja galvanizada) buscando integrarse armónicamente con el entorno. Aun así, durante la construcción habrá un impacto visual temporal negativo (aparición de terreno removido, presencia de maquinaria y acopio de materiales), y en la operación un impacto permanente menor por la presencia de edificaciones y luz artificial en la noche, lo cual podría reducir ligeramente la calidad escénica original del sitio.

Desde la perspectiva **socioeconómica**, el escenario con proyecto genera varios efectos. Por un lado, se **crearían empleos** locales durante la fase de construcción (contratación de mano de obra local: albañiles, ayudantes, carpinteros, etc.) y durante la operación de las cabañas (personal de mantenimiento, atención a visitantes, guías, etc.). Esto supone un impacto positivo importante al impulsar la economía de Santa María Yacochi, aliviando la migración y fortaleciendo los ingresos comunales. El proyecto se origina justamente como una iniciativa de desarrollo de **turismo rural sustentable**, promoviendo la conservación de la biodiversidad a la par de un aprovechamiento turístico responsable. En ese sentido, la presencia de visitantes puede también tener impactos culturales y sociales: interacción con la cultura mixe local, venta de artesanías o servicios adicionales, pero también requiere manejar adecuadamente la capacidad de carga turística para evitar saturación o alteraciones sociales. Otro posible impacto a considerar es el **incremento en el tránsito vehicular** en la localidad debido a la afluencia de turistas (aunque se prevé modesto, dado el tamaño limitado del alojamiento). Este aumento de tráfico podría generar pequeñas emisiones adicionales y ruido en los caminos de acceso, así como riesgos de atropello de fauna si no se circula con precaución.

En síntesis, el escenario con proyecto involucra **impactos ambientales directos** asociados al cambio de uso de suelo forestal por las instalaciones turísticas. Los principales efectos identificados incluyen: pérdida de vegetación secundaria y fauna asociada en el predio, perturbación de suelo y posible erosión, emisiones a la atmósfera (polvo, gases) y ruido durante construcción, generación de aguas residuales y residuos sólidos en etapas de obra y operación, y modificación del paisaje natural. La Manifestación de Impacto Ambiental ha **identificado, descrito y valorado** estos impactos con rigor técnico, aplicando criterios estandarizados de evaluación (magnitud, extensión, duración, reversibilidad, periodicidad, etc.) conforme a los lineamientos de SEMARNAT. Mediante matrices de impacto (ver, por ejemplo, la Matriz de identificación de impactos ambientales del proyecto en la **Tabla V -57** y la Matriz de valoración de impactos en la **Tabla V -59**, se determinó la significancia de cada impacto. Sin la aplicación de medidas adicionales, algunos impactos podrían ser **moderados a significativos** (especialmente en componentes como suelo, flora/fauna y paisaje), aunque acotados espacialmente al área del proyecto y, en la mayoría de los casos, de efectos temporales concentrados en la fase de construcción. Este análisis constituye la base para definir las

correspondientes medidas de mitigación y prevenir que los efectos identificados se conviertan en daños ambientales permanentes.



VII.1.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

En este apartado se integra el **escenario con proyecto incorporando todas las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección** propuestas, de acuerdo con lo establecido en la MIA. Es decir, se evalúa la condición ambiental del sitio y su área de influencia **con la implementación efectiva de las medidas de mitigación** diseñadas para atenuar los impactos identificados en el apartado anterior. Al aplicar estas acciones, se espera una mejora sustancial en el desempeño ambiental del proyecto, minimizando los efectos negativos residuales y, en algunos casos, generando **beneficios ambientales adicionales**.

Las principales medidas de mitigación y protección ambiental consideradas incluyen, entre otras: **rescate y reubicación de flora y fauna**, reforestación compensatoria, control de erosión y restauración de suelos, manejo integral de residuos, control de emisiones atmosféricas (polvo y equipo), mitigación de ruido, señalización ambiental, y un programa de seguimiento y vigilancia ambiental. A continuación se analizan los efectos del proyecto *con* dichas medidas, por factor ambiental:

- **Flora y vegetación:** Antes del desmonte, se llevará a cabo un **programa de rescate de la vegetación** existente de valor, particularmente plántulas y ejemplares de especies nativas presentes en el área de obra. Estas plantas serán extraídas con cuidado y **reubicadas** en las zonas verdes y áreas ajardinadas del propio predio, de modo que se conserven *in situ* en la medida de lo posible. De hecho, el diseño paisajístico del proyecto contempla espacios ajardinados con vegetación nativa, priorizando el uso de las especies rescatadas durante la construcción para **preservar el entorno natural** dentro del complejo. Adicionalmente, se implementará una **reforestación compensatoria** una vez concluidas las obras civiles, utilizando exclusivamente especies **nativas de la región** para recuperar la cobertura vegetal perdida. Esta reforestación que forma parte de las medidas de compensación ambiental se realizará conforme a la normatividad vigente y con densidades similares a las naturales del entorno, evitando la introducción de especies exótica. El objetivo es **garantizar la recuperación ecológica del área intervenida** en el corto y mediano plazo restaurando las funciones del ecosistema (protección del suelo, microhábitats, ciclo de nutrientes) y evitando así un desequilibrio ecológico duradero. Con estas acciones, el impacto sobre la vegetación se reduce drásticamente: la pérdida neta de biomasa es mínima y temporal, dado que muchas plantas regresarán al sitio mediante reubicación o reforestación. Asimismo, al reforestar se contribuye a la captura de carbono y se mejora la conectividad vegetal con las áreas circundantes.
 - **Fauna:** Paralelamente, se ejecutará un **programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre** durante la etapa de preparación del sitio. Esto implica que, previo al desmonte y obras, personal capacitado realizará recorridos para ahuyentar manualmente a la fauna móvil (ej. haciendo ruido para espantar aves, reptiles y mamíferos) y **capturar de manera controlada** aquellos ejemplares que no se desplacen por sí solos (anfibios, crías, fauna subterránea), para luego liberarlos en sitios seguros con condiciones ecológicas similares en las cercanías. De esta forma se evita en gran medida la mortandad de animales durante la construcción. Además, el rescate de flora mencionado ayuda a conservar microhábitats (por ejemplo, mantillo y arbustos donde habitan insectos y pequeños vertebrados) trasladándolos a áreas verdes del proyecto. Una vez en operación, la reforestación y revegetación del predio generará nuevamente áreas de refugio y alimentación para la fauna local, facilitando que especies desplazadas puedan retornar. El proyecto también contempla la **concientización ambiental** del personal y visitantes, prohibiendo expresamente la caza, captura o
-

molestia de fauna. Con estas medidas, el impacto sobre la fauna silvestre será *atenuado a un nivel bajo*: se espera que la mayoría de los individuos simplemente se desplacen durante la obra y eventualmente se reacomoden en el entorno reforestado, sin pérdidas significativas para las poblaciones locales. No se prevé afectación a especies clasificadas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya que de identificarse ejemplares de flora o fauna catalogados, se actuará conforme al protocolo de rescate y a las disposiciones legales para su protección.

- **Suelo y erosión:** Para evitar la degradación del suelo, se aplicarán medidas de **prevención de erosión y control de escorrentía**. Entre ellas, la ejecución de las obras civiles se programará preferentemente en época seca para reducir el arrastre de sedimentos por lluvias; se instalarán barreras de contención (como trincheras o geotextiles) en las pendientes expuestas durante la construcción, de modo que el suelo suelto no sea removido fuera del sitio. Asimismo, se hará un manejo adecuado de los **escombros y materiales**: éstos se confinarán en un almacén temporal y se dispondrán fuera del sitio en sitios autorizados, evitando acumular tierra o residuos sobre áreas descubiertas que puedan ser fuente de contaminación o inestabilidad. Al finalizar la construcción, se realizará la **restauración de suelos** en las áreas perturbadas: por ejemplo, la nivelación final del terreno, recubrimiento con capa orgánica (topsoil) previamente acopiada y la siembra o plantación de vegetación nativa de rápido crecimiento (cubresuelos, pastos) para estabilizar inmediatamente el suelo expuesto. Adicionalmente, las pendientes del camino de acceso y otras obras se compactarán y dotarán de obras de drenaje (cunetas) para encauzar las lluvias de manera controlada, evitando cárcavas. Con todas estas acciones, el incremento de erosión debido al proyecto será **despreciable**; de hecho, los análisis técnicos estiman que la tasa de pérdida de suelo, aun con la ejecución del proyecto, **no rebasará los niveles considerados bajos a nivel de área de influencia**, manteniéndose dentro de rangos tolerables y temporales (mientras se realiza la revegetación).
 - **Agua (calidad y aprovechamiento):** La protección de los recursos hídricos está garantizada mediante el adecuado manejo de las aguas residuales y pluviales del proyecto. Las **fosas sépticas** proyectadas serán construidas conforme a la normativa que establece los criterios de diseño para sistemas sépticos eficientes. Estas unidades asegurarán un tratamiento primario de las aguas negras y grises generadas, separando sólidos sedimentables y disminuyendo la carga orgánica antes de infiltrar el efluente al subsuelo. **No se comprometerá la calidad del agua subterránea ni superficial**, ya que las aguas residuales recibirán tratamiento adecuado y no se verterán crudas al ambiente. Por otra parte, se implementarán medidas de **uso eficiente del agua**: instalaciones hidráulicas con dispositivos ahorradores (ej. sanitarios de bajo volumen, regaderas ahorradoras) y concientización a visitantes sobre la importancia del cuidado del agua en instalaciones ecológicas. Esto minimizará el volumen extraído de la fuente local, reduciendo la huella hídrica del proyecto. En cuanto al manejo de aguas pluviales, el diseño incluirá drenajes y pozos de absorción para captar el escurrimiento de techos y superficies impermeables, promoviendo la **infiltración** y evitando escorrentías incontroladas fuera del sitio. De esta forma, el ciclo hidrológico local se ve afectado mínimamente, manteniendo la recarga natural y previniendo inundaciones o escurrimientos de lodos fuera del predio.
 - **Calidad del aire y ruido:** Las emisiones atmosféricas y la generación de polvo serán controladas a través de medidas de mitigación estándar. Durante las obras, se efectuará la **humidificación periódica** de los caminos de terrecería y zonas de trabajo para evitar la emisión de partículas (polvo) al aire. La maquinaria y vehículos deberán contar con
-

mantenimiento al día, a fin de limitar emisiones de gases de combustión (CO, NO_x, PM₁₀) dentro de los estándares permisibles (NOM-044-SEMARNAT-2017 y demás aplicables a motores diésel). Dado lo acotado de las actividades, no se esperan concentraciones de contaminantes que excedan los criterios de calidad del aire normados localmente (por ejemplo, los niveles se mantendrían muy por debajo de los umbrales del Índice de Aire de acuerdo con NOM-172-SEMARNAT-2019). En cuanto al **ruido**, se restringirán las labores de construcción a horarios diurnos y se empleará equipo en buenas condiciones (silenciadores efectivos), cumpliendo con los límites de emisión de ruido para maquinaria de construcción establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994. De este modo, el ruido generado no rebasará los niveles permitidos en las zonas habitacionales más cercanas. Durante la operación turística, las fuentes de ruido serán mínimas (principalmente conversaciones de visitantes, vehículos ocasionales) y se mantendrán dentro de parámetros aceptables; no se prevén actividades nocturnas ruidosas, y la tranquilidad rural del entorno prácticamente se conservará.

- **Residuos sólidos y materiales peligrosos:** El proyecto implementará un **Programa de Manejo Integral de Residuos** que abarca tanto la construcción como la operación. En la etapa de obra, los residuos de construcción (escombros, restos de materiales) serán recolectados y dispuestos en sitios autorizados por la autoridad municipal, asegurando que no queden dispersos en el medio. Los residuos domésticos generados por los trabajadores (envases, plásticos, restos orgánicos) se separarán en contenedores y se entregarán al servicio de recolección local, evitando basureros clandestinos. Para la etapa de operación turística, se habilitará infraestructura de separación de basuras (orgánicas, inorgánicas y reciclables) en las instalaciones, promoviendo entre los visitantes y el personal las **buenas prácticas de manejo de residuos** (reducir, reutilizar, reciclar). Los residuos orgánicos podrán compostarse *in situ* para uso en áreas ajardinadas, siempre que sea factible. Los materiales inorgánicos reciclables (plástico, vidrio, aluminio) se acopiarán y enviarán a centros de reciclaje en coordinación con las autoridades locales. Solo una fracción mínima de residuos no reciclables irá a disposición final, cumpliendo con la NOM-083-SEMARNAT-2003 en cuanto a sitio en rellenos sanitarios controlados. De igual forma, cualquier residuo de manejo especial o peligroso que pudiera generarse (por ejemplo, aceite usado de motor, envases de pintura, baterías) será manejado conforme a la normativa (NOM-161-SEMARNAT-2011 para residuos de manejo especial, NOM-052-SEMARNAT-2005 para clasificación de peligrosos), asegurando su entrega a gestores autorizados. Con este plan, **se elimina prácticamente el riesgo de contaminación por residuos**: no habrá dispersión de basura en el ecosistema ni quema o enterramiento inadecuado. El entorno mantendrá su limpieza y calidad escénica, incluso podría mejorarse la cultura de manejo de residuos en la comunidad a partir del ejemplo del proyecto.
 - **Paisaje y aspectos visuales:** Muchas de las acciones mencionadas (revegetación, rescate de flora, diseño rústico) actúan también como mitigantes del impacto paisajístico. Al **conservar parte de la vegetación nativa en jardines y reforestar áreas despejadas**, el proyecto mantendrá en buena medida la apariencia verde del sitio, integrando las construcciones en un entorno arbolado. La arquitectura de baja altura, con materiales tradicionales (madera, teja) y colores tierra, minimizará la discordancia visual con el paisaje. Además, se evitará la contaminación lumínica mediante el uso de luminarias dirigidas hacia el suelo y de bajo brillo, para no afectar el cielo nocturno ni desorientar a la fauna nocturna. En conjunto, estas medidas aseguran que el proyecto, una vez establecido, **se fusione razonablemente con el paisaje** rural existente, manteniendo el atractivo escénico de la zona (posiblemente incluso realzándolo al embellecer un área que antes podría estar enmontada sin manejo).
-

- **Medidas complementarias y plan de seguimiento:** Como parte integral del proyecto con mitigaciones, se implementará un **Plan de Vigilancia Ambiental** (“monitoreo ambiental”) durante las fases de construcción, operación y eventualmente cierre del proyecto. Este plan establece indicadores y procedimientos para supervisar el cumplimiento de las medidas y detectar oportunamente **impactos residuales o emergentes no previstos** en la MIA. Por ejemplo, se monitoreará la sobrevivencia de las plantas reforestadas y rescatadas, la calidad del efluente de las fosas sépticas, la efectiva segregación de residuos, la reincidencia de fauna en el área, entre otros aspectos. De identificar desviaciones (p.ej. erosión no controlada, ruido excesivo, presencia de fauna afectada), se tomarán acciones correctivas inmediatas. Este seguimiento participará a la comunidad local, integrando a los responsables del proyecto y a las autoridades ambientales en un proceso de mejora continua. Adicionalmente, el proyecto se apega a los lineamientos de **desempeño ambiental sustentable en ecoturismo**, congruentes con la Norma Mexicana *NMX-AA-133-SCFI-2013* de Ecoturismo Sustentable, que establece criterios de buenas prácticas para minimizar impactos en este tipo de desarrollos. Por ende, muchas de las acciones mencionadas (uso de recursos eficientes, protección cultural y natural, educación ambiental) no solo cumplen la regulación, sino que siguen las *mejores prácticas internacionales de ecoturismo*. Esto brinda un margen adicional de seguridad de que la operación será responsable y proambiental.

En suma, el escenario “con proyecto + mitigación” muestra un **panorama ambiental significativamente más favorable** que el escenario con proyecto sin mitigación. Gracias a la aplicación rigurosa de las medidas preventivas y correctivas, **ninguno de los impactos identificados alcanzará niveles críticos o irreversibles**. La pérdida de recursos naturales será compensada, los riesgos de contaminación serán controlados dentro de límites normativos, y los procesos ecológicos locales se mantendrán funcionales. Incluso, es posible afirmar que el proyecto podría detonar **impactos positivos secundarios**: reforestación de áreas, fortalecimiento de la cultura ambiental local, diversificación productiva sustentable, entre otros. Este escenario demuestra la viabilidad de compatibilizar el desarrollo turístico con la conservación del medio ambiente, siempre y cuando se implementen a cabalidad las medidas de mitigación propuestas.

VII.1.4. Pronóstico ambiental

Derivado del análisis integral de los tres escenarios anteriores (sin proyecto, con proyecto base y con proyecto mitigado), se elabora el **pronóstico ambiental** del proyecto “Cabañas Zempoaltépetl”. Este pronóstico evalúa la tendencia futura de la calidad ambiental en el área de influencia, considerando la realización del proyecto con todas sus medidas, en comparación con la evolución sin el proyecto. Se concluye que, bajo las condiciones de mitigación planteadas, **no se generarán desequilibrios ecológicos significativos ni se sobrepasarán los límites o condiciones establecidos en la normatividad ambiental vigente**. Es decir, el proyecto no ocasionará daños permanentes que comprometan la integridad de los ecosistemas locales, ni violará los estándares de calidad ambiental (agua, aire, suelo) impuestos por las disposiciones aplicables para la protección del ambiente.

En el **sitio del proyecto** y su entorno inmediato, el pronóstico indica que tras la construcción y una vez establecidas las medidas compensatorias, el ambiente tenderá a estabilizarse en un estado similar o incluso ligeramente mejor al original en ciertos aspectos. La reforestación y revegetación lograrán, en el mediano plazo, restablecer la cobertura boscosa secundaria, con lo cual la **biodiversidad local** se verá preservada. Es esperable que, uno o dos años después de plantadas, las especies nativas crezcan ocupando el nicho de la vegetación removida, garantizando hábitat para la fauna y protección del suelo. A largo plazo, el predio del proyecto podría funcionar como un **espacio conservado y manejado sustentablemente**, actuando en la práctica como un pequeño parque ecoturístico. La fauna silvestre, tras rehuir la perturbación inicial, tiende a regresar y coexistir con la presencia controlada de visitantes; por ejemplo, aves y pequeños mamíferos podrán frecuentar las áreas verdes y arboladas del centro ecoturístico, habituándose a la actividad humana moderada. De este modo, la funcionalidad ecológica del área de influencia no se verá mermada de forma apreciable.

En cuanto a los componentes abióticos, se pronostica que la **calidad del aire** se mantendrá en rangos óptimos durante la operación, dado que las únicas emisiones en fase operativa (vehículos de visitantes esporádicos, emisiones de estufas o fogatas controladas) son mínimas y es dispersada por la ventilación natural de la zona montañosa. Los niveles de contaminación atmosférica continuarán muy por debajo de los umbrales permisibles, manteniendo un aire limpio característico de la región serrana. De manera análoga, la **calidad de las aguas subterráneas** no sufrirá afectaciones detectables; el correcto funcionamiento de las fosas sépticas y la ausencia de descargas directas aseguran que no habrá infiltración de contaminantes. Este pronóstico es respaldado por el compromiso de operar y dar mantenimiento a dichas instalaciones conforme a diseño. El **suelo** del área intervenida, tras la mitigación, conservará su estabilidad: la vegetación reestablecida y las obras de conservación impedirán procesos de erosión acelerada. No se esperan problemas de compactación severa fuera de las áreas fundadas (las cuales permanecerán con uso turístico), ni signos de contaminación residual en el terreno, puesto que cualquier derrame potencial (combustibles, aceites) será atendido inmediatamente durante la obra.

A nivel del **Sistema Ambiental (SA)**, el aporte del proyecto es casi imperceptible por su pequeña escala. La región de Santa María Tlahuitoltepec continuará influenciada principalmente por las tendencias macro (cambio de uso de suelo agrícola vs forestal en la zona, variaciones climáticas, desarrollos de mayor envergadura si los hubiera). En ese contexto, la contribución del proyecto a cargas ambientales regionales (p.ej. emisiones de GEI, deforestación, generación de residuos) es **marginal**. Por el contrario, el proyecto podría fungir como modelo de **uso sustentable de recursos** en la comunidad, fomentando prácticas como la reforestación comunitaria, el manejo adecuado de residuos y la educación ambiental de

visitantes y pobladores. Esto abonaría positivamente al estado del medio ambiente regional de manera cualitativa.

Es importante destacar que, según las proyecciones, el escenario con proyecto **no rebasará la capacidad de carga ambiental** del sitio ni de la zona. La cantidad de visitantes esperada y la escala de las instalaciones fueron definidas prudentemente para ser compatibles con la fragilidad del entorno natural. El pronóstico considera que la operación atenderá las recomendaciones de no superar ciertos umbrales (por ejemplo, número máximo de huéspedes simultáneos, volumen de agua extraída, etc.), de modo que no se ejerza una presión excesiva sobre los recursos locales. Asimismo, se incorporarán **estrategias de adaptación al cambio climático** en la medida de lo posible: las construcciones siguen códigos de diseño sísmico y de seguridad estructural (tomando en cuenta que la región se ubica en zona sísmica según CFE, 1993, Figura III -12), y las medidas de reforestación y manejo de agua contribuyen a **disminuir la vulnerabilidad a efectos del clima extremo** (p.ej. aumentando la infiltración para mitigar sequías, y la cobertura vegetal para minimizar impactos de lluvias torrenciales).

En conclusión, el pronóstico ambiental con proyecto + mitigación es **favorable**: el proyecto podrá desarrollarse *sin provocar deterioro significativo en los ecosistemas* y cumpliendo con la legislación ambiental. No se identifican impactos residuales de alta magnitud tras la mitigación; los que persistan (p.ej. las instalaciones físicas en sí mismas y una mayor afluencia de personas) se consideran asumibles y controlables en el contexto local, y se compensan con creces mediante los beneficios ecológicos (reforestación, vigilancia ambiental) y socioeconómicos generados. Así, el medio ambiente, a mediano y largo plazo, **conservará su equilibrio y calidad**, coexistiendo con la presencia del proyecto en forma armónica.

VII.1.5. Evaluación de alternativas

Durante la planeación del proyecto “Cabañas Zempoaltépetl” se evaluaron distintas **alternativas** para determinar la opción más conveniente desde los puntos de vista ambiental, técnico y social. A continuación se resumen las principales alternativas consideradas y las razones para la selección de la alternativa propuesta, en congruencia con los lineamientos metodológicos de la evaluación de impacto ambiental:

- **Alternativa 0 – No realizar el proyecto (escenario sin proyecto):** Consiste en no llevar a cabo ninguna de las obras ni actividades propuestas, manteniendo el predio en su estado natural actual. Esta alternativa elimina por completo los impactos ambientales negativos, dado que no habría desmonte, construcción ni generación de residuos o emisiones. Podría considerarse, en principio, la opción ambientalmente más conservadora. Sin embargo, **no satisface el propósito ni la necesidad del proyecto:** la comunidad de Santa María Yacochi perdería la oportunidad de desarrollar turismo de naturaleza y de obtener los beneficios económicos y sociales asociados. La problemática de falta de opciones de empleo local seguiría vigente, desaprovechándose el potencial ecoturístico de la región. Además, con la alternativa cero no se implementarían las acciones positivas de conservación planteadas (p. ej. reforestación); el predio probablemente continuaría en acahual, sujeto a eventualmente otros usos menos sustentables (agricultura migratoria, extracción informal de leña, etc.). Por tanto, aunque esta alternativa evita impactos, **tampoco genera mejoras ambientales ni bienestar social**, resultando inviable frente a los objetivos de desarrollo sustentable que motivan el proyecto.
 - **Alternativa de localización (Ubicación distinta del proyecto):** Se analizó la posibilidad de situar el desarrollo ecoturístico en otro predio de la región, con el fin de minimizar impactos o conflictos de uso de suelo. Una opción teórica sería usar un terreno ya impactado (por ejemplo, un claro agrícola o pastizal) para evitar cambio de uso de suelo forestal. No obstante, en la realidad local, las áreas agrícolas disponibles son parte del sustento alimentario de la comunidad, y desviar una parcela productiva para turismo podría generar afectaciones sociales. El sitio actual fue elegido deliberadamente por pertenecer a la comunidad y presentar **vegetación secundaria degradada (acahual)** en vez de bosque maduro, lo que implica menor valor de conservación y facilita su transformación sin pérdidas ecológicas notables. Otra ventaja del sitio es su atractivo escénico y cercanía a los accesos existentes, cualidades que no necesariamente se replican en terrenos alternos. Una localización distinta más alejada podría requerir mayor abertura de caminos o carecer de vistas panorámicas, haciendo el proyecto menos viable turística y ambientalmente. En síntesis, la alternativa de ubicar el proyecto en otro lugar **no ofrecía ventajas significativas en la reducción de impactos** y en cambio podía introducir incertidumbres (nueva autorización de tenencia de tierra, menos interés turístico, infraestructura adicional). La ubicación seleccionada demostró ser la más adecuada al **cumplir con el propósito del proyecto de forma óptima y con impactos manejables**, en comparación con otras localizaciones.
 - **Alternativa de diseño y dimensión del proyecto:** Se evaluaron variaciones en el tamaño y configuración del desarrollo turístico. Por un lado, una alternativa de **menor escala** (ejemplo: solo una o dos cabañas en lugar de tres, sin restaurante) reduciría ligeramente la huella ambiental y la generación de residuos, pero también **mermaría la funcionalidad económica** del proyecto. Con muy poca infraestructura, la atraktividad para turistas sería baja y los ingresos podrían no justificar la inversión, comprometiendo la sustentabilidad financiera y social (menos empleos creados). Por otro lado, una
-

alternativa de **mayor escala** (más cabañas o servicios adicionales) fue descartada debido a que incrementaría desproporcionadamente los impactos: implicaría remover más vegetación, un uso de agua mayor y potencialmente sobrepasar la capacidad de carga ambiental del sitio. El diseño actual de 3 cabañas más área de servicios fue definido buscando un **equilibrio entre minimizar impactos y lograr la viabilidad técnica y económica**. Asimismo, se optó por un diseño arquitectónico rústico de baja altura, en armonía con el paisaje, en lugar de alternativas de diseño más agresivas (como construcciones verticales o materiales industriales) que hubieran conllevado mayor impacto visual y posiblemente menor aceptación por la comunidad. También se consideraron opciones tecnológicas para los sistemas de servicio: por ejemplo, el proyecto podría integrar en el futuro **energías renovables** (paneles solares para electricidad o calentamiento de agua) para reducir aún más su huella ambiental, aunque inicialmente se conectará a la red eléctrica existente en forma convencional. En definitiva, la configuración seleccionada (número moderado de cabañas, sistemas tradicionales bien manejados) resulta ser la **alternativa más balanceada**, cumpliendo con los objetivos turísticos con éxito y manteniendo los impactos por debajo de niveles significativos.

- **Alternativa propuesta (Proyecto actual con medidas ambientales):** Es la opción resultante del proceso de análisis, en la cual se lleva a cabo el proyecto en el **sitio seleccionado** de Santa María Yacochi, con la **escala y diseño optimizados** descritos en la MIA, incorporando todas las medidas de mitigación y mejores prácticas disponibles. Esta alternativa es la preferida ya que **atiende la necesidad de desarrollo ecoturístico de la comunidad de manera eficaz**, generando empleos y derrama económica, **con el menor impacto ambiental posible** gracias a las acciones de prevención, mitigación y compensación integradas. En comparación con las otras opciones, la alternativa propuesta **cumple el propósito del proyecto con mayor éxito que las demás, y presenta el menor potencial de impactos ambientales significativos** dado su enfoque sustentable y de pequeña escala. Si bien requiere un cambio de uso de suelo forestal, este se limita a un predio de acahual de bajo valor de conservación, y se compensa con creces mediante reforestación y programas ambientales. Además, su ubicación dentro del territorio comunal garantiza que los beneficios económicos queden en la comunidad local, lo cual no estaba asegurado en otras alternativas (por ejemplo, si el proyecto se ubicaba fuera de la comunidad o en terrenos privados). Por estas razones fundamentales, la alternativa seleccionada es superior y ha sido adoptada como la propuesta del proyecto.

En resumen, la evaluación comparativa de alternativas justificó la selección de la opción actualmente propuesta. Se privilegió aquella que ofrece **mayor beneficio socioeconómico con impactos ambientales mitigables**, frente a alternativas que o bien no satisfacían los objetivos (no hacer el proyecto) o presentaban desventajas en eficacia o efectos (cambios de ubicación o de escala). Esta decisión es consistente con las razones comunes para elegir una alternativa preferida en proyectos de este tipo cumplimiento de objetivos, minimización de impactos y factibilidad económica y refleja un proceso de planeación responsable. La alternativa adoptada será refinada continuamente durante la ejecución, incorporando si es necesario medidas adicionales de prevención, reducción o adaptación, para asegurar que siga siendo la mejor opción ante cualquier escenario futuro.

VII.1.6. Conclusiones

Del análisis efectuado en los apartados anteriores se concluye que, **con la implementación estricta de las medidas de mitigación propuestas**, el proyecto “Cabañas Zempoaltépetl” es *ambientalmente viable* en el contexto de Santa María Yacochi. Los pronósticos ambientales desarrollados muestran que el escenario con el proyecto y sus medidas no rebasa la capacidad del medio ambiente local para absorber los impactos, ni contraviene los **criterios y disposiciones legales** aplicables para la protección ecológica. Por el contrario, muchos de los efectos adversos identificados serán prevenidos, reducidos o compensados a niveles aceptables, asegurando la preservación de los elementos ambientales clave (ecosistemas, calidad de agua, aire, suelo y bienestar de la comunidad).

En términos cuantitativos y cualitativos, **no se prevén impactos residuales de importancia mayor** una vez consideradas las acciones de mitigación. Los impactos negativos potenciales (pérdida de vegetación secundaria, desplazamiento de fauna, erosión, generación de residuos, etc.) serán atendidos con medidas eficaces, resultando en efectos residuales bajos, temporales o acotados. Adicionalmente, el proyecto generará **impactos positivos** tangibles, tales como reforestación de la zona, educación ambiental de visitantes y pobladores, fortalecimiento de la economía local mediante turismo sustentable, y valorización del patrimonio natural y cultural de la comunidad. Estos beneficios contribuyen al desarrollo sustentable regional y coadyuvan al cumplimiento de políticas públicas de turismo rural y conservación. Cabe destacar que el proyecto se alinea con los criterios de **ecoturismo sustentable** promovidos a nivel nacional (NMX-AA-133-SCFI-2013), lo que implica que adoptará mejores prácticas ambientales en su operación, reduciendo su huella ecológica y aumentando su aceptación social.

Desde la perspectiva normativa, el proyecto cumple con las obligaciones establecidas por la legislación ambiental mexicana: se inscribe en el marco de la LGEEPA y su Reglamento en materia de impacto ambiental, que requieren la evaluación previa de proyectos de cambio de uso de suelo forestal (Art. 28 fracción VII de LGEEPA); asimismo, atiende lo dispuesto por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, que exige medidas de compensación (reforestación) y programas de rescate de flora y fauna al autorizar cambios de uso de suelo en terrenos forestales. Durante su ejecución y operación, el proyecto observará las Normas Oficiales Mexicanas pertinentes en materia ambiental (ej.: NOM-059-SEMARNAT-2010 para protección de especies silvestres, NOM-081-SEMARNAT-1994 para ruido, entre otras mencionadas), garantizando con ello un desempeño conforme a estándares legales y técnicos reconocidos.

Finalmente, integrando la evaluación de impactos, el pronóstico ambiental y la comparación de alternativas, **se estima que el proyecto “Cabañas Zempoaltépetl” es técnica, jurídica, socioeconómica y ambientalmente viable**, siempre y cuando se cumpla con todas las medidas de mitigación propuestas y aquellas adicionales que la autoridad ambiental competente pudiera estipular. No se identificó ningún impedimento ambiental insalvable; por el contrario, se confirmó la factibilidad de realizar el proyecto de manera sustentable. En consecuencia, se pronostica que la ejecución del proyecto, bajo las condicionantes señaladas, **no causará efectos adversos significativos al medio ambiente**, y más bien contribuirá al desarrollo equilibrado de la región, demostrando que es posible armonizar la actividad turística con la conservación de los ecosistemas locales. Las conclusiones de esta Manifestación de Impacto Ambiental respaldan la autorización del proyecto en la modalidad particular turístico, recomendando encarecidamente la observancia puntual de las medidas y el seguimiento ambiental propuesto, a fin de asegurar que los escenarios favorables aquí descritos se materialicen en la realidad. En suma, con el compromiso de todos los involucrados y una gestión ambiental responsable, “Cabañas Zempoaltépetl” se perfila como un proyecto

sustentable, capaz de generar bienestar social y económico sin comprometer la integridad del valioso entorno natural de Santa María Yacochi.



VIII. CAPÍTULO VIII

VIII.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN AMBIENTAL

VIII.1.1. Presentación de la información

De acuerdo con la normativa vigente, específicamente el Artículo 19 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) del proyecto se ha entregado **un ejemplar impreso y 3 copias digitales completas** del estudio en soporte electrónico (memoria USB), incluyendo formato editable de todos los textos, tablas, planos e imágenes que complementan el documento. Esta presentación garantiza que la información esté disponible de manera accesible tanto para la autoridad evaluadora como para el público interesado, cumpliendo con los requisitos formales de entrega y facilitando la **consulta integral del estudio** en medios impresos y digitales.

VIII.1.1.1 Cartografía

La **información cartográfica** juega un papel fundamental en el sustento técnico de esta MIA, ya que permite ubicar espacialmente el proyecto y describir el sistema ambiental de referencia. Para ello, se elaboró un conjunto de **mapas temáticos georreferenciados** que ilustran los distintos aspectos del entorno del proyecto “Cabañas Zempoaltépetl”. En primer término, se presenta un **mapa de localización general** (Figura I -1) que muestra la ubicación del proyecto a nivel regional y su acceso desde la comunidad de Santa María Yacochi; adicionalmente, un **mapa de ubicación específica** () sitúa el polígono del proyecto dentro de la localidad y sus colindancias inmediatas.

Para la caracterización del medio físico y biótico, el estudio integró cartografía temática de diversos componentes ambientales, tales como **relieve y topografía, hidrología (cuencas y cuerpos de agua), geología, edafología (tipos de suelo), uso de suelo y vegetación**, entre otros. Estos mapas fueron generados a partir de información oficial (por ejemplo, cartas topográficas y de uso de suelo del INEGI) complementada con **imágenes satelitales recientes** de alta resolución. En caso de imágenes satelitales empleadas como base cartográfica, se documentaron sus características técnicas relevantes (fuente del satélite, fecha de captura, resolución espacial, etc.), asegurando la trazabilidad de la información.

Todos los planos y mapas incluidos en la Manifestación fueron elaborados con una presentación uniforme y estándares técnicos consistentes. Se utilizó el sistema de coordenadas **UTM WGS84 Zona 14N** para la georreferenciación, garantizando la compatibilidad con fuentes oficiales y la precisión en la localización geográfica. Cada mapa presenta en su pie de figura los elementos convencionales: **título descriptivo, clave de identificación** (ej. “Figura IV -25 Geología presente en el área e influencia”), escala numérica y gráfica, orientación (norte geográfico) y simbología o leyenda necesaria para interpretar la información. Por ejemplo, la **Figura IV -14** muestra el delimitado del área de influencia del proyecto, mientras que la **Figura IV -32** presenta el uso de suelo y cobertura vegetal dentro del sistema ambiental definido para el proyecto. Adicionalmente, los mapas temáticos completos se han compilado en un apartado especial de **anexos cartográficos** (véase *Anexo 4: Mapas temáticos*), incluyendo copias legibles de la cartografía base consultada y versiones ampliadas de los planos más relevantes. Esta cartografía constituyó la base para identificar la localización exacta de las obras, entender las condiciones ambientales existentes y sustentar el análisis de impactos de manera visual y objetiva.

VIII.1.1.2 Fotografías

Como complemento de la cartografía, se integró un **anexo fotográfico** exhaustivo que documenta las condiciones actuales del sitio del proyecto y su área de influencia mediante evidencia visual. En dicho anexo (p. ej., *Anexo 5: Registro Fotográfico del Sitio*), se incluyen **fotografías representativas** numeradas consecutivamente (Fotografía 1, Fotografía 2, etc.), acompañadas de un pie de foto descriptivo que resalta los aspectos de interés en cada toma. Las imágenes abarcan vistas panorámicas y específicas del terreno propuesto para las cabañas, la vegetación predominante, el estado actual de los accesos, y en general aquellos elementos ambientales y socioeconómicos visibles relevantes para el proyecto.

Esta documentación gráfica proporciona un soporte visual coherente a la descripción del entorno, de modo que refuerza la veracidad y consistencia de la información presentada en la MIA. Cabe destacar que la correcta correspondencia entre las fotografías, sus descripciones y su localización geográfica es fundamental; cualquier discrepancia u omisión en este registro podría restar credibilidad al estudio e incluso derivar en observaciones durante el proceso de evaluación ambiental por parte de la autoridad.

VIII.1.2. Otros anexos

Además de la información gráfica (mapas, fotografías y video), la Manifestación incluye **anexos técnicos adicionales** que respaldan los análisis y resultados presentados a lo largo del estudio. Estos anexos contienen la documentación complementaria empleada en la elaboración de la MIA, aportando mayor detalle o evidencia de apoyo en diversos temas. A continuación, se describen los principales anexos incorporados en este capítulo.

VIII.1.2.1 Memorias

Se presentan las **memorias documentales** de los procesos de consulta y estudios específicos realizados en apoyo al desarrollo del presente estudio. En particular, se incluyen las memorias de las **sesiones de participación comunitaria** llevadas a cabo en la localidad como parte del proceso de planeación del proyecto. Dichas memorias consisten en actas o relatorías de reuniones informativas con los habitantes de Santa María Yacochi, en las cuales el promovente expuso las características del proyecto “Cabañas Zempoaltépetl” y recabó las opiniones, preocupaciones y sugerencias de la comunidad. Cada memoria de reunión contiene un resumen del método seguido (asamblea general comunitaria, entrevistas con autoridades locales, etc.), la lista de participantes y sus afiliaciones, los principales temas discutidos y los acuerdos o conclusiones obtenidos. Estas evidencias de participación social se acompañan, en anexos, de **listas de asistencia firmadas y fotografías de las reuniones**, como constancia de la realización de la consulta pública voluntaria.

Otros documentos de apoyo: Como parte de los anexos, también se han incorporado diversos documentos técnicos y fuentes de información utilizadas durante el estudio, con el fin de otorgar plena transparencia y sustento a los resultados. Entre esta documentación complementaria destacan:

Todos estos **anexos adicionales** han sido organizados y numerados dentro del Capítulo IX *Anexos* de este documento, proporcionando al lector la posibilidad de consultar la fuente original de cada dato o metodología empleada. La integración de esta información de soporte técnico refuerza la **coherencia interna del estudio**, ya que permite corroborar que cada afirmación o resultado presentado en la MIA está debidamente sustentado en evidencias verificables. De esta manera, se asegura la transparencia del proceso de evaluación ambiental

y se facilita la labor de revisión por parte de la autoridad y demás interesados, quienes cuentan con todos los elementos necesarios para validar la calidad y veracidad de los resultados de la manifestación.

VIII.1.3. Glosario de términos

Finalmente, el documento incluye un **Glosario de Términos** que define los conceptos técnicos, siglas y vocablos especializados utilizados a lo largo de la Manifestación de Impacto Ambiental, con el propósito de facilitar la comprensión del contenido por parte de todos los lectores. A continuación se presentan algunas de las definiciones incluidas en el glosario:

- **Acuífero:** Formación geológica que contiene agua subterránea y permite su flujo a través de poros o fisuras. Los acuíferos funcionan como reservorios naturales de agua subterránea, de los cuales puede extraerse el recurso mediante pozos o manantiales.
 - **Climograma:** Gráfica combinada que representa el comportamiento promedio de las variables climáticas principales de una zona, típicamente la precipitación (mediante barras) y la temperatura (mediante una curva) a lo largo de los 12 meses del año. Permite visualizar de forma resumida el patrón climático estacional (p. ej., épocas de lluvias y secas).
 - **Impacto ambiental:** Modificación positiva o negativa del ambiente ocasionada por la ejecución de un proyecto o actividad humana. Los impactos ambientales se evalúan en términos de su naturaleza (benéfica o adversa), magnitud, extensión, duración, reversibilidad y otras características, con el fin de determinar su **significancia** y la necesidad de medidas de mitigación.
 - **LGEEPA:** Siglas de la *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*, marco legal federal que regula, entre otros aspectos, el proceso de evaluación de impacto ambiental en México. Esta ley y su reglamento establecen los criterios, procedimientos y responsabilidades para prevenir y controlar los impactos ambientales de proyectos como el propuesto.
 - **Manifestación de Impacto Ambiental (MIA):** Documento técnico-administrativo mediante el cual el promovente de una obra o actividad describe las características de su proyecto, el entorno ambiental en el que se desarrollará, identifica y evalúa los posibles impactos ambientales, y propone medidas para prevenir, mitigar o compensar dichos impactos. La MIA es el instrumento base para que la autoridad ambiental determine la viabilidad del proyecto y, en su caso, imponga condiciones para su ejecución.
 - **Microcuenca:** Subdivisión de una cuenca hidrográfica de menor escala, usualmente definida por el drenaje de un arroyo o tributario específico. Las microcuencas conforman unidades territoriales útiles para el manejo local del agua y suelo; en este estudio se utilizaron para delimitar el sistema ambiental, tal como la *microcuenca FIRCO 28-120-01-354* en la que se ubica el proyecto (ver Figura IV2).
 - **POERTEO:** Acrónimo del *Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca*. Instrumento de planeación ecológica que zonifica el territorio oaxaqueño en **Unidades de Gestión Ambiental (UGA)** y establece lineamientos de uso del suelo y estrategias de protección ambiental para cada una. En el contexto de esta MIA, el proyecto se localiza en la UGA-54 definida por el POERTEO, por lo que se
-

evaluó la congruencia del proyecto con los criterios ecológicos y políticas ambientales aplicables a dicha unidad.

- **Unidad de Gestión Ambiental (UGA):** Delimitación territorial con características ambientales relativamente homogéneas, definida dentro de un ordenamiento ecológico para fines de planificación. Cada UGA cuenta con objetivos de manejo, lineamientos ecológicos y criterios de regulación específicos. La UGA sirve como base para analizar la compatibilidad de proyectos con el uso del suelo permitido y las estrategias de conservación o desarrollo establecidas en el ordenamiento (en este caso, la UGA-54 del POERTEO donde se inserta el proyecto turístico).
- **Uso de suelo:** Clasificación del territorio de acuerdo con la actividad o cobertura predominante (por ejemplo, uso habitacional, agrícola, forestal, de conservación). En la cartografía ambiental, el mapa de uso de suelo y vegetación muestra la distribución espacial de dichos usos en el área de estudio. Cualquier cambio de uso de suelo derivado del proyecto (como la apertura de brechas o la construcción de cabañas en terreno natural) es analizado en términos de impacto ambiental y normatividad aplicable.

Nota: El glosario completo se encuentra al final del documento, listando alfabéticamente todos los términos que ameritan una definición o aclaración. La inclusión de este glosario refuerza la claridad y precisión del estudio, permitiendo que tanto especialistas como miembros del público en general entiendan correctamente la terminología empleada en la evaluación del proyecto “Cabañas Zempoaltépetl”.

IX. ANEXOS

1. Decreto presidencial de la comunidad Santa María Yacochi
 2. Documentación legal del presidente ejidal (Acta de elección de autoridades, credencial del RAN, INE)
 3. Documentación legal del responsable de elaboración (RFN, RFC, Cédula)
 4. Mapas temáticos
 1. Ubicación del proyecto Cabañas de Zempoaltépetl en la comunidad de Santa María Yacochi (Figura I2)
 2. Distribución de las instalaciones del proyecto "Cabañas Zempoaltépetl" (Figura II7)
 3. UGA del POERTEO vinculada al proyecto (Figura III2)
 4. Área de influencia del proyecto (Figura IV1)
 5. Microcuenca FIRCO 28-120-01-354 en donde se encuentra inmerso el proyecto (Figura IV2)
 6. Delimitación del SA con base en la Microcuenca FIRCO 28-120-01-354 y geoproceso SIG (Figura V6)
 7. Corrección del Sistema Ambiental (SA) con base en la topografía y escurrimientos hidrológicos del proyecto (Figura IV7)
 8. Sistema Ambiental final (SA) del proyecto cabañas de Zempoaltépetl, Oaxaca. (Figura IV8)
 9. Climatología presente el proyecto (Figura IV10)
 10. Estación climática más cercana al proyecto (6.83 km) (Figura IV11)
 11. Geología presente en el área e influencia (Figura IV12)
 12. Edafología presente en el proyecto (Figura IV13)
 13. Orden hidrológica cercana al área e influencia (Figura IV15)
 14. Condición hidrológica cercana al área e influencia (Figura IV16)
 15. Acuífero Tuxtepec (2010) en donde se encuentra presente el proyecto (Figura IV17)
 16. Uso de Suelo y Vegetación en el SA donde se encuentra el proyecto (Figura IV19)
 17. Localización fototrapas y transectos de fauna silvestre (Figura IV30)
 18. Sitios de muestreo para el tipo de vegetación VSa/BM en el SA (Figura IV21)
 19. Sitios de muestreo para el tipo de vegetación BM en el SA (Figura IV22)
 5. Evaluación de impactos ambientales
 6. Datos de campo (flora y fauna)
 7. Fotográfico (Flora y fauna)
 8. Shapefiles
-



X. BIBLIOGRAFÍA

- (IIEG), I. d. (2012). *Carta municipal de San Pedro Tlaquepaque*. Obtenido de Carta municipal de San Pedro Tlaquepaque: <https://iieg.gob.mx/contenido/Municipios/San%20Pedro%20Tlaquepaque19.pdf>
- (SGM), S. G. (2001). *Santa María Tlahuitoltepec*. Obtenido de https://mapserver.sgm.gob.mx/Cartas_Online/geofisica/1981_E14-D49_GF.pdf
- Agency, U. E. (2008). *Tribal Complice Assistance Center*. Obtenido de Wastewater Topics.
- Aires, U. d. (03 de Abril de 2012). *Contaminación atmosférica*. Obtenido de Contaminación atmosférica: <https://www.agro.uba.ar/users/semmarti/Atmosfera/contatmosf.pdf>
- Antrop, M. (1997). *The concept of traditional landscapes as a base for landscape evaluation and planning. The example of Flanders Region. Landscape and Urban Planning 38 (1-2), 105 – 117.*
- aguae, f. (25 de 11 de 2021). *El madroño, un árbol de coloridos frutos*. Obtenido de <https://www.fundacionaguae.org/wiki/madrono/>
- Camelo, L. G. (08 de 2000). *Introducción a la edafología*. Obtenido de <https://bibliotecavirtualaserena.files.wordpress.com/2017/05/principios-de-edafologia-conti.pdf>
- Climático, I. N. (10 de 07 de 2017). *Escenarios de cambio climático*. Obtenido de <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/escenarios-de-cambio-climatico-80126>
- CNDH. (23 de 10 de 2021). *Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente para el Estado de Oaxaca*. Obtenido de https://normas.cndh.org.mx/Documentos/Oaxaca/Ley_EEPAE_Oax.pdf
- CONAGUA. (2010). *Información Estadística Climatológica*. Obtenido de Información de Estaciones Climatológicas: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>
- CONAGUA. (2017). *Actualización de la disponibilidad media anual en el acuífero Tuxtepec (2010), Estado de Oaxaca*. Obtenido de <https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Edos/oaxaca/oaxaca.html>
- CONAGUA. (2017). *Ordenamientos de aguas subterráneas de CONAGUA*. Obtenido de <https://datos.gob.mx/busca/dataset/ordenamientos-de-aguas-subterraneas-de-conagua>
- CONAGUA. (Diciembre de 2020). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Toluquilla (1402)*. Obtenido de Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Toluquilla (1402): https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/jalisco/DR_1402.pdf
- CONAGUA. (Diciembre de 2020). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Villa Victoria - Valle de Bravo (1505), Estado de México*. Obtenido de https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/edomex/DR_1505.pdf
-

- CONAGUA. (2020). *Aguas subterráneas / Acuíferos*. Obtenido de <https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Edos/edomex/edomex.html>
- CONAGUA. (17 de Septiembre de 2020). *Disponibilidad Medial Anual de Aguas Subterráneas*. Obtenido de Subdirección General Técnica: <https://www.arcgis.com/apps/instant/interactivelegend/index.html?appid=2278bdeaffb44a34b09207e1ee54b9c6>
- CONAGUA. (s.f.). *Normales climatológicas*. Obtenido de Normales climatológicas: <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=jal>
- CR, N. (12 de 2024). *Santa María Tlahuitoltepec, Oaxaca*. Obtenido de <https://costarica.inaturalist.org/places/58445#taxon=1>
- Diputados, C. d. (16 de julio de 2021). *Consideraciones del impacto de la recuperación económica de los Estados Unidos sobre la economía mexicana*. Obtenido de Consideraciones del impacto de la recuperación económica de los Estados Unidos sobre la economía mexicana: <https://www.cefp.gob.mx/publicaciones/boleco/2021/becefp0212021.pdf>
- Diputados, C. d. (15 de 11 de 2024). *CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS*. Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>
- DOF. (16 de 02 de 1994). *NOM-EM-01-SARH3-1994*. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4669893&fecha=16/02/1994#gsc.tab=0
- DOF. (28 de 09 de 2006). *NOM-026-SEMARNAT-2005*. Obtenido de [http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SEMARNAT/Normas/Oficiales/2006/28092006\(1\).pdf](http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SEMARNAT/Normas/Oficiales/2006/28092006(1).pdf)
- DOF. (01 de Junio de 2011). *NOM-032-SSA2-2010*. Obtenido de NORMA Oficial Mexicana NOM-032-SSA2-2010, Para la vigilancia epidemiológica, prevención y control de las enfermedades transmitidas por vector.: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5192591&fecha=01/06/2011#gsc.tab=0
- DOF. (31 de 10 de 2014). *Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*. Obtenido de Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/131734/20._REGLAMENTO_DE_LA_LEY_GENERAL_DE_DESARROLLO_FORESTAL_SUSTENTABLE.pdf
- DOF. (31 de 10 de 2014). *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental*. Obtenido de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf
- DOF. (31 de Octubre de 2014). *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental*. Obtenido de Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/131765/30._REGLAMENTO_DE_LA_LGEEPA_EN_MATERIA_DE_EVALUACION_DEL_IMPACTO_AMBIENTAL.pdf
-

- DOF. (09 de 12 de 2020). *Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*. Obtenido de Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGDFS_091220.pdf
- DOF. (20 de 05 de 2021). *Ley Federal de Responsabilidad Ambiental*. Obtenido de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA_200521.pdf
- DOF. (20 de 05 de 2021). *Ley General de Vida Silvestre*. Obtenido de Ley General de Vida Silvestre: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_200521.pdf
- DOF. (08 de 03 de 2022). *Ley Agraria*. Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAgra.pdf>
- DOF. (28 de 04 de 2022). *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*. Obtenido de Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf>
- DOF. (11 de 04 de 2022). *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. Obtenido de Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>
- DOF. (11 de Abril de 2022). *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. Obtenido de Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>
- DOF. (01 de 04 de 2024). *Ley Agraria*. Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAgra.pdf>
- DOF. (01 de 04 de 2024). *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*. Obtenido de Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf>
- DOF. (01 de 04 de 2024). *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. Obtenido de Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>
- ECONOMÍA, S. D. (2020). *Data México*. Obtenido de San Pedro Tlaquepaque: <https://datamexico.org/es/profile/geo/san-pedro-tlaquepaque#:~:text=En%20febrero%20de%202022%2C%20las,fue%20de%20%2DUS%24108M>.
- espanol, L. t. (10 de 04 de 2025). *7: Diversidad alfa, beta y gamma*. Obtenido de [https://espanol.libretexts.org/Biologia/Ecologia/Biodiversidad_\(Bynum\)/7%3A_Diversidad_alfa%2C_beta_y_gamma#:~:text=Diversidad%20alfa](https://espanol.libretexts.org/Biologia/Ecologia/Biodiversidad_(Bynum)/7%3A_Diversidad_alfa%2C_beta_y_gamma#:~:text=Diversidad%20alfa)
- FIRCO. (2015). *Microcuencas FIRCO*. Obtenido de https://datos.gob.mx/busca/organization/1d1b3994-f640-4c7e-8c20-7e73281ec4cf?res_format=vnd.google-earth.kmz
- Gobierno, G. d. (13 de 12 de 2001). *Ley de Protección al Ambiente para el Desarrollo Sustentable del Estado de México*. Obtenido de Ley de Protección al Ambiente para el Desarrollo Sustentable del Estado de México: <https://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/ley/abr/leyabr033.pdf>
-

Gobierno, G. d. (19 de 12 de 2006). *Actualización del Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México*. Obtenido de Actualización del Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México:
<https://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/gct/2006/dic193.pdf>

Gómez, R. C. (s.f.). *Localización de instalaciones*. Obtenido de Localización de instalaciones:
http://nulan.mdp.edu.ar/1619/1/14_localizacion_instalaciones.pdf

Guanajuato, U. d. (27 de Junio de 2017). *Herramientas para el control de proyectos*. Obtenido de Herramientas para el control de proyectos:
<https://nodo.ugto.mx/wp-content/uploads/2017/03/Herramientas-para-el-control-de-proyectos.pdf>

H. Ayuntamiento de San Pedro Tlaquepaque, J. (10 de Julio de 2013). *Reglamento municipal del equilibrio ecológico y la protección al ambiente*. Obtenido de Reglamento municipal del equilibrio ecológico y la protección al ambiente:
<https://transparencia.info.jalisco.gob.mx/sites/default/files/Reglamento%20Municipal%20del%20Equilibrio%20Ecol%C3%B3gico%20y%20la%20Protecci%C3%B3n%20al%20Ambiente%20del%20Municipio%20de%20Tlaquepaque.pdf>

Imparcial, E. (16 de 07 de 2022). *Pobreza, principal factor de migración*. Obtenido de
<https://imparcialoaxaca.mx/oaxaca/pobreza-principal-factor-de-migracion/>

INECC. (04 de Octubre de 2005). *Índicadores del subsistema natural*. Obtenido de Índicadores del subsistema natural: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/434/indic1.pdf>

INECC. (2019). Obtenido de <https://cambioclimatico.gob.mx/estadosymunicipios/Aire.html>

INEGI. (1983). *Conjunto de datos vectoriales de la carta edafológica escala 1:250000 serie I Morelia*. Obtenido de
https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/Edafologia_hist/1_250_000/serie%20I/702825677558_s.zip

INEGI. (1983). *Geología*. Obtenido de Conjunto de datos vectoriales geológicos Serie I. Morelia E14-1: https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/Geologia_hist/1_250_000/702825674564_s.zip

INEGI. (1984). *Geología*. Obtenido de Conjunto de datos vectoriales geológicos Serie I. E-14-9: https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/Geologia_hist/1_250_000/702825674656_s.zip

INEGI. (2001). *Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Provincias fisiográficas*. Obtenido de
https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/FISIOGRAFIA/702825267575_s.zip

INEGI. (2004). *Guía de interpretación de cartografía: edafología*. Obtenido de
https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/1329/702825231736/702825231736_1.pdf

- INEGI. (2005). *Guía para la interpretación de cartografía*. Obtenido de https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/1329/702825231767/702825231767_1.pdf
- INEGI. (2007). *Conjunto de datos vectoriales de la carta edafológica escala 1:250000 serie I Morelia*. Obtenido de https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/Edafologia_hist/1_250_000/702825235291_s.zip
- INEGI. (2010). *Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM)*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/>
- INEGI. (2010). *Red hidrográfica Escala 1:50000 Edición 2.0 Subcuenca hidrográfica RH18 R. Tílostoc. Cuenca R. Cutzamala RH. Balsas*. Obtenido de https://www.inegi.org.mx/img/ico/ico_shp.png
- INEGI. (2011). *Guía para la interpretación de cartografía Serie II Escala 1:250,000*. Obtenido de https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825231606.pdf
- INEGI. (18 de 11 de 2014). *Síntesis geográfica del Estado de Hidalgo*. Obtenido de Provincia del Eje Neovolcánico: https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825220945/702825220945_7.pdf
- INEGI. (2017). *Glosario INEGI*. Obtenido de Glosario INEGI: <https://www.inegi.org.mx/app/glosario/default.html?p=CNGSPSPE2018>
- INEGI. (2017). *Guía para la interpretación de cartografía Uso de Suelo y Vegetación*. Obtenido de https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825092030.pdf
- INEGI. (2017). *Uso de Suelo y Vegetación*. Obtenido de Descargas: <https://www.inegi.org.mx/temas/ususuelo/#Descargas>
- INEGI. (2 de Marzo de 2020). *Censo de Población y Vivienda*. Obtenido de Subsistema de información Demográfica: https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ccpv/2020/datosabiertos/iter/iter_14_cpv2020_csv.zip
- INEGI. (18 de Noviembre de 2021). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*. Obtenido de Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas: <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>
- INEGI. (19 de 11 de 2021). *Uso de Suelo y Vegetación Escala 1: 250,000 Serie VII*. Obtenido de <http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/usv250s7gw.html>
- INEGI. (01 de 02 de 2022). *Fisiografía*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/temas/fisiografia/>
- Jalisco, G. d. (11 de Mayo de 2006). *Documento técnico del municipio de Tlaquepaque*. Obtenido de Documento técnico del municipio de Tlaquepaque: <http://siga.jalisco.gob.mx/moet/assets/pdf/documentos/tlaquepaque.pdf>

- Jalisco, G. d. (17 de Junio de 2011). *Guía técnica para elaborar programas de trabajo*. Obtenido de Guía técnica para elaborar programas de trabajo :
https://info.jalisco.gob.mx/sites/default/files/leyes/dom-p005-d2_003_guia_tecnica_para_elaborar_programas_de_trabajo_de_organizacion_y_metodos.pdf
- Jalisco, I. d. (mayo de 2022). *Trabajadores asegurados al IMSS por municipio de Jalisco*. Obtenido de Trabajadores asegurados al IMSS del municipio de San Pedro Tlaquepaque, Jalisco: https://iieg.gob.mx/ns/?page_id=13537
- LGDFS. (01 de 04 de 2024). *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*. Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf>
- LGEEPA. (01 de 04 de 2024). *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>
- Manahan, S. E. (2007). *Introducción a la química ambiental. Traducido por Ivette Mora Leyva*. México D.F.: Reverte. Obtenido de Introducción a la química ambiental .
- Mexicana, B. (17 de 10 de 2023). *Regiones terrestres prioritarias de México*. Obtenido de <https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/regiones-terrestres-prioritarias-de-mexico>
- MOPT. (Febrero de 2014). *Guía para la elaboración de estudios del medio físico*. Obtenido de Guía para la elaboración de estudios del medio físico:
https://oa.upm.es/55224/1/Guia_para_la_elaboracion_de_estudios_del_medio_fisico_2.pdf
- Morales, V. J. (7 de 12 de 2009). *Santa María Yacochi*. Obtenido de Festividades de la comunidad:
<https://yacochimixe.blogspot.com/2009/12/mapa.html#:~:text=FESTIVIDADES%20DE%20LA%20COMUNIDAD>
- Morrison, M. B. (1992). *Wildlife habitat relationships*. The University of Wisconsin Press.
- municipal, C. (2010). *Plan municipal de desarrollo rural sustentable: Santa María Tlahuitoltepec*. Obtenido de https://finanzasoxaca.gob.mx/pdf/inversion_publica/pmds/08_10/437.pdf#:~:text=De%20acuerdo%20a%20los%20indicadores,dispone%2C%20personas%20econ%C3%B3micamente%20activas%20y
- Oaxaca, G. C. (27 de 02 de 2016). *Periodico Oficial*. Obtenido de <https://www.oaxaca.gob.mx/medioambiente/wp-content/uploads/sites/59/2022/10/Publicacion-P.O.-POERTEO.pdf>
- Oaxaca, G. d. (2022). *Enciclopedia de los Municipios de México. Santa María Tlahuitoltepec*. Obtenido de <https://www.mexicantextiles.com/library/mixe/TLAHUITOLTEPEC.pdf>
- Oaxaca, J. (03 de 02 de 2022). Obtenido de https://www.facebook.com/story.php?story_fbid=4872709566146860&id=1809056925845488
- ONU-Habitat, I. y. (S/F de Novimebre de 2018). *Índice básico de las ciudades prósperas*. Obtenido de Índice básico de las ciudades prósperas:
<https://transparencia.tlaquepaque.gob.mx/wp-content/uploads/2018/12/CPI-SAN-PEDRO-TLAQUEPAQUE.pdf>
-

Paso, U. d. (10 de 04 de 2025). *Gordolobo mexicano*. Obtenido de <https://www.utep.edu/herbal-safety/hechos-herbarios/hojas-de-datos-a-base-de-hierbas/gordolobo-mexicano.html>

Pedrerros, A. M. (marzo de 2004). *Scielo*. Obtenido de La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0716-078x2004000100011&script=sci_arttext

Pérez, J. I. (26 de 02 de 2013). *Los huertos familiares en una provincia del subtropico mexicano*. Obtenido de <https://www.eumed.net/libros-gratis/2013/1251/1251.zip>

Prologis. (2022). *Prologis en México*. Obtenido de Prologis en México: <https://www.prologis.mx/acerca-de#:~:text=Prologis%20es%20el%20propietario%2C%20operador,terrenos%20bien%20ubicados%20y%20edificables>.

Rodríguez, J. A. (Nov de 2019). *Clasificación de pendientes y sus características*. Obtenido de <https://idoc.pub/documents/clasificacion-de-pendientes-y-su-caracteristicas-x4e6vqq16gn3>

Rubio, L. A. (1988). *Las evaluaciones de impacto ambiental*. Obtenido de <https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/838/1/LAS%20EVALUACIONES%20DE%20IMPACTO%20AMBIENTAL%20CONCEPTOS%20Y%20METODOLOGIA.pdf>

Salud, M. (s/f de s/f de 2016). *Partículas en suspensión y salud*. Obtenido de Partículas en suspensión y salud: <https://madridsalud.es/particulas-en-suspension-y-salud/>

Scielo. (12 de 2008). *Algunas características anatómicas y tecnológicas de la madera de 24 especies de Quercus (encinos) de México*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712008000300003

SEDESOL. (2011). *Atlas de riesgos Naturales de Santa María Tlahuitoltepec, Mixe, Oaxaca*. Obtenido de https://rmgir.proyectomesoamerica.org/PDFMunicipales/2011/vr_20437_AR_STA_MARIA_TLAHUITOLTEPEC.pdf

SEMADES. (27 de Julio de 2006). *Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco*. Obtenido de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco: http://siga.jalisco.gob.mx/moet/assets/pdf/Acuerdo_MOETJ_27-07-2006.pdf

SEMAEDES. (Diciembre de 2024). *Calidad del aire*. Obtenido de <https://www.oaxaca.gob.mx/medioambiente/calidad-del-aire/>

SEMAEDES. (23 de 12 de 2024). *Calidad del aire de la Secretaría de Medio Ambiente, Biodiversidad, Energías y Sostenibilidad*. Obtenido de <https://www.oaxaca.gob.mx/medioambiente/calidad-del-aire/>

SEMARNAT. (2009). *Informe de situación del medio ambiente de México*. México: Compendio de Estadísticas Ambientales México.

SEMARNAT. (31 de Mayo de 2012). *Compendio de estadísticas ambientales edición 2013*. Recuperado el 27 de October de 2024, de Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2013/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/ibi_apps/WFServlet43c3.html

- SEMARNAT. (29 de Julio de 2016). *Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental*. Obtenido de Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/121007/Guia_MIA-Particular_Industrial.pdf
- SEMARNAT. (06 de 06 de 2016). *Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POETG)*. Obtenido de <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poetg>
- SEMARNAT. (30 de Noviembre de 2018). *Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA)*. Obtenido de Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA): <https://mapas.semarnat.gob.mx/sigeia/#/sigeia>
- Spendding, J. (1981). *Contaminación atmosférica*. España: Reverte.
- Superior, E. N. (2023). *Hidrografía*. Obtenido de [https://www.eis.unl.edu.ar/z/adjuntos/3384/Hidrograf%C3%ADa_\(primer_parte\).pdf](https://www.eis.unl.edu.ar/z/adjuntos/3384/Hidrograf%C3%ADa_(primer_parte).pdf)
- Tlahuitoltepec, S. M. (2021). *Plan municipal de desarrollo*. Obtenido de https://sisplade.oaxaca.gob.mx/bm_sim_services/PlanesMunicipales/2021_/437.pdf
- Tlahuitoltepec, S. M. (2022). *Plan municipal de Desarrollo*. Obtenido de https://sisplade.oaxaca.gob.mx/bm_sim_services/PlanesMunicipales/2022_/437.pdf
- Tlaquepaque, G. m. (30 de Julio de 2020). *Gaceta Municipal de San Pedro Tlaquepaque*. Obtenido de Gaceta Municipal de San Pedro Tlaquepaque: <https://transparencia.tlaquepaque.gob.mx/wp-content/uploads/2016/01/Gaceta-Municipal-Tomo-XXIX.pdf>
- Tlaquepaque, H. A. (24 de 09 de 2021). *Planes parciales de Desarrollo Urbano*. Obtenido de Planes parciales de Desarrollo Urbano: <https://transparencia.tlaquepaque.gob.mx/wp-content/uploads/2016/01/Gaceta-Municipal-PPDU-1.pdf>
- trabajo, A. E. (07 de Enero de 2005). *Los efectos del ruido en el trabajo*. Obtenido de Los efectos del ruido en el trabajo: <https://seorl.net/wp-content/uploads/2020/03/Los-efectos-del-ruido-en-el-trabajo.pdf>
- UACH. (12 de 2011). *Atlas de riesgos naturales de Santa María Tlahuitoltepec, Mixe, Oaxaca*. Obtenido de https://rmgir.proyectomesoamerica.org/PDFMunicipales/2011/vr_20437_AR_STA_MARIA_TLAHUITOLTEPEC.pdf
- UNAM. (11 de 2021). *Un bosque en las nubes*. Obtenido de <https://blogs.ciencia.unam.mx/lahuella/2021/11/10/un-bosque-en-las-nubes/#:~:text=Un%20bosque%20en%20las%20nubes,especies%20de%20flora%20y>
- vida, E. (10 de 04 de 2025). *Enciclo vida*. Obtenido de https://enciclovida.mx/busquedas/resultados?nivel=%3D&cat=7000&busqueda=avanzada&id=135584&por_pagina=50
- Wikipedia. (28 de 10 de 2023). *Ternstroemia lineata*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Ternstroemia_lineata
-

Wikipedia. (01 de 05 de 2024). *Vaccinium myrtillus*. Obtenido de
https://es.wikipedia.org/wiki/Vaccinium_myrtillus





Medio Ambiente

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

I. Nombre del área que clasifica.

Oficina de Representación de la SEMARNAT en el Estado de Oaxaca

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

Manifestación de Impacto Ambiental, No. de Bitácora: 20/MP-0336/04/25

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

La información correspondiente al domicilio, Registro Federal de Contribuyentes, correo electrónico y teléfono en las páginas 11 y 12.

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 115 y 120 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública, por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

V. Firma del titular del área

Dr. Filemón Manzano Méndez

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

ACTA_15_2025_SIPOT_2T_2025_ART-67_FVI en la sesión concertada el 11 de julio del 2025

Disponible para su consulta pública en:
http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXVII/2025/SIPOT/ACTA_15_2025_SIPOT_2T_2025_ART67_FVI.pdf