



I.1 Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental.....	2
I.2 Introducción	2
I.3 Proyecto	3
I.3.1 Nombre del Proyecto	3
I.3.2 Ubicación del proyecto	3
I.3.3 Vías de acceso	3
I.3.5 Tiempo de vida útil del proyecto	3
I.3.6 Presentación de la documentación legal.....	3
I.4 Promovente.....	4
I.4.1 Nombre o razón social	4
I.4.2 Registro federal de contribuyentes del promovente	4
I.4.3 Representante legal	4
I.4.4 Dirección del promovente	4
I.5 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental	4
I.5.1 Nombre o razón social	4
I.5.2 Registro federal de contribuyentes.....	4
I.5.3 Nombre del responsable de la elaboración del estudio	5
I.5.4 Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal, y en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo	6
I.5.5 Dirección del responsable de la elaboración del estudio.....	6



I.1 Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental

Resumen del proyecto

El proyecto consiste en un desarrollo turístico con la implementación de villas de descanso con áreas recreativas y servicios básicos. La ubicación del proyecto fue elegida con base en la cercanía del predio con la playa turística Zipolite, además de que se encuentra en una UGA compatible con desarrollo turístico, tanto en el ámbito regional como en el local.

Las villas se construirán sobre un predio que cuenta con una superficie de 5,189.07 m² de Selva Baja Caducifolia, por lo que se requerirá de Cambio de Uso de Suelo para llevar a cabo el proyecto. Se construirá una villa principal, 6 villas independientes, áreas de uso común con alberca, asoleaderos, barra, andadores y un estacionamiento.

El proyecto tiene como objetivos:

- Atender la creciente demanda de espacios de desarrollo turístico, con áreas para el esparcimiento y la recreación.
- Realizar un desarrollo turístico-habitacional que cumpla con la totalidad de la normatividad establecida por la legislación en materia ambiental, así como de los planes de ordenamiento estatal y local, para reducir al máximo los impactos negativos que generan las actividades antropogénicas, con el fin de mediar las alteraciones que sufrirá el entorno natural y procurar una armonía entre el desarrollo urbano planificado y el medio natural.
- Contribuir con el desarrollo económico de la región mediante la generación de oportunidades de inversión

I.2 Introducción

El área donde se desarrollará el proyecto consiste en un predio de 5,189.07 m²; el desplante será establecido en una superficie de 1,134.903 m². En ella se establecerán los siguientes componentes: Áreas verdes, alberca, asoleadero, villas independientes, villa principal, andadores y estacionamiento.



I.3 Proyecto

I.3.1 Nombre del Proyecto

El presente proyecto se denomina “Villas Zipolite”.

I.3.2 Ubicación del proyecto

El sitio donde se plantea llevar a cabo el proyecto “Villas Zipolite” se encuentra en un predio dentro del municipio de Santa María Tonameca, en la sección sureste del mismo, en cercanía con la playa turística Zipolite, que a su vez se encuentra en la región Costa Pacífica de México.

I.3.3 Vías de acceso

Para llegar al sitio del proyecto es necesario tomar la Carretera Federal 175 desde Zipolite hacia el Oeste (en dirección a Puerto Escondido), hasta la Calle Arcoíris, la cual se recorre por aproximadamente 200 metros hasta cruzar la Calle sin nombre con la que colinda el predio.

El predio en el que se pretende realizar el proyecto presenta una superficie total de 5,189.07 m², colindando al norte y poniente con propiedad privada, y al sur y oriente con una calle de 4 metros de ancho.

I.3.5 Tiempo de vida útil del proyecto

Se pretende que el proyecto cuente con una vida útil de al menos 50 años. Sin embargo, como se menciona en el *Capítulo II. Descripción del proyecto*, la duración del mismo dependerá de las actividades de mantenimiento que se realicen y su constancia, por lo que podría llegar a extenderse el periodo antes mencionado. A su vez, las etapas de preparación y construcción se llevarán a cabo en un periodo de 24 meses.

I.3.6 Presentación de la documentación legal

Como **Anexo I.1** se presenta el acta constitutiva de la empresa denominada “LIFUS ZIPOLITE” S.A. DE C.V. y como **Anexo I.2** la identificación oficial de la apoderada legal, la C. Irais Rivera Márquez. Asimismo, se incluye como **Anexo I.3** la constancia de posesión número 0803 del predio en el municipio de Santa María Tonameca.



I.4 Promovente

I.4.1 Nombre o razón social

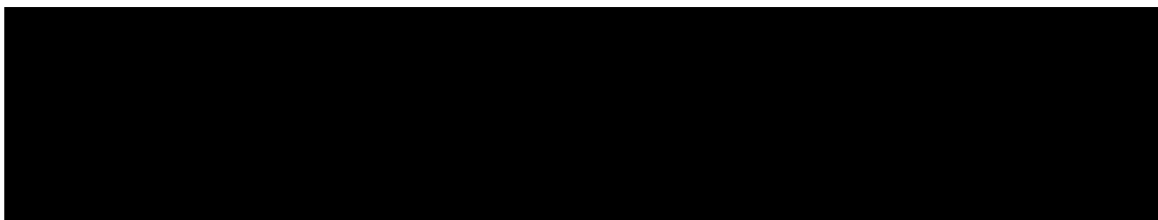
El promovente del proyecto es la sociedad mercantil denominada “LIFUS ZIPOLITE”, SOCIEDAD ANÓNIMA DE CAPITAL VARIABLE, como se desprende del Acta Constitutiva Volumen Número 503 Instrumento Número 17,664, del día 05 de febrero del 2019, en el municipio de Oaxaca de Juárez, Oaxaca, y que obra como **Anexo I.1** del presente estudio.

I.4.2 Registro federal de contribuyentes del promovente

Esta sociedad se encuentra inscrita en el padrón del Registro Federal de Contribuyentes bajo la clave RFC: LZI1902055JA

I.4.3 Representante legal

La representante legal del proyecto es la C. Irais Rivera Márquez, la cual cuenta con un poder general para actos de administración, como se desprende de la escritura pública de volumen número 510 e instrumento número 17,887, de fecha 17 de julio del 2019 (**Anexo I.4**). Se presenta copia certificada de su identificación oficial como **Anexo I.2**.



I.5 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.5.1 Nombre o razón social

La sociedad denominada **Biosferazul, Consultoría en Desarrollo y Conservación Ambiental, S.C.** fue la encargada de llevar a cabo la elaboración del presente Documento Técnico Unificado Modalidad “B” Particular

I.5.2 Registro federal de contribuyentes

Esta sociedad se encuentra inscrita en el padrón del Registro Federal de contribuyentes bajo la clave RFC: BCD0507138V5



I.5.3 Nombre del responsable de la elaboración del estudio

Para la elaboración del presente Documento Técnico Unificado se conformó un grupo multidisciplinario de profesionales en el ámbito ambiental con el fin realizar un análisis de los puntos señalados por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en su Guía para la elaboración de estudios de manera fidedigna y veraz. El responsable de la coordinación y supervisión para la elaboración de este documento técnico, fue el Biól. Luis Osvaldo Toro Vaca, mismo que funge como Director General de la sociedad, y de quien se presenta como **Anexo I.7** su Identificación Oficial emitida por el Instituto Nacional Electoral. El resto del grupo está conformado por Licenciados en Biología, Licenciados en Derecho, Geógrafos e Ingenieros Ambientales.

Luis Osvaldo Toro Vaca

Lic. Biología

Coordinador del estudio

Nombre	Profesión	Área de participación	Firma
Christian Fernando Barajas Daniel	Lic. Biología	Descripción del proyecto y elaboración de pronósticos ambientales	
Cecilia Yesenia Cabral Noyola	Lic. Biología	Valoración económica y Servicios Ambientales	
Ana Cristina Sosa Sánchez	Ing. Ambiental	Valoración de impactos ambientales	
Carlos Martín Ascencio Robles Gil	Lic. Biología	Medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales	
María Guadalupe Romero Bravo	Lic. Biología	Descripción de medio biótico y abiótico	
Christian Omar Valdés Ibarra	Lic. Biología	Muestreo de flora y determinación de volumen forestal	
Leslie Esther Razo Abundis	Lic. Geografía	Cartografía	
María Fernanda Piña Briones	Lic. Derecho	Vinculaciones legales con los ordenamientos ecológicos y la normatividad aplicable	



I.5.4 Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal, y en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo

Responsable del Estudio Forestal

Ing. Oscar Raúl Jáuregui Ortiz _____

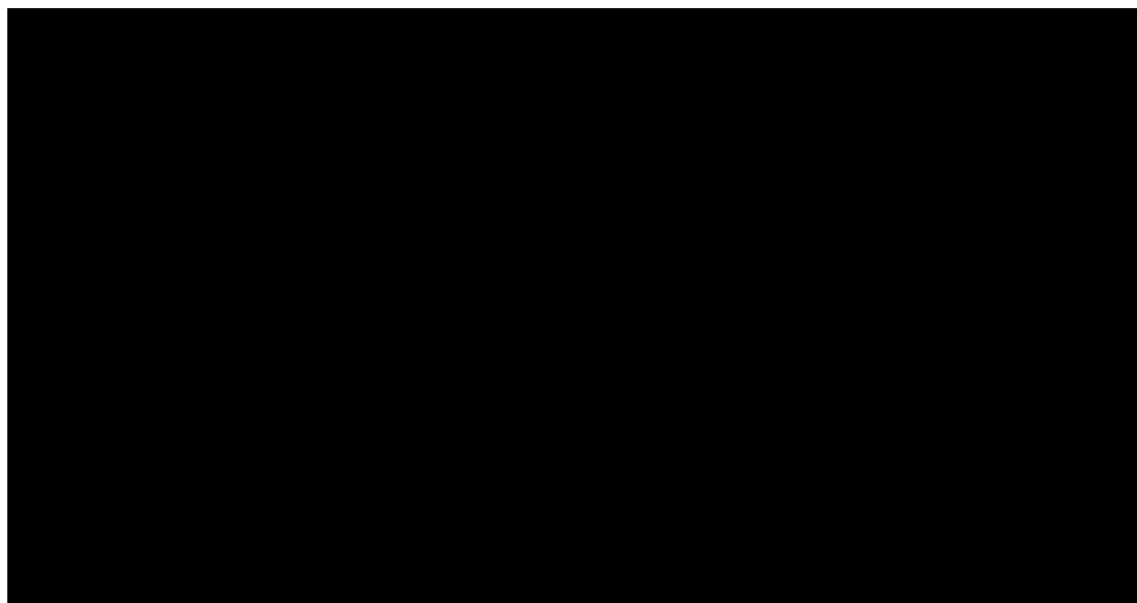
No. Registro en el Registro Forestal Nacional:

Conforme al oficio: SEMARNAT.014.02.02.05.SINAT.A1-0249/05/06 emitido por la Delegación Jalisco de la SEMARNAT, quedó inscrito con fecha de 24 de Mayo de 2006, con tipo UI Personas Físicas Prestadoras de Servicios Técnicos Forestales. Inscripción Volumen 2, Número 43. (**Anexo I.5**).

Se hace entrega a su vez de Copia de Cedula Profesional (**Anexo I.6**) No. 4206182 a nombre del Ing. Oscar Raúl Jáuregui Ortiz, emitida por la Secretaria de Educación Pública el 18 de Julio de 2004.

Responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo en terrenos forestales

Biosferazul, Consultoría en Desarrollo y Conservación Ambiental, S.C.





Declaramos bajo protesta de decir verdad, que los resultados del presente Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso en Terrenos Forestales en su modalidad “B” se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales identificados en el presente estudio.

ATENTAMENTE

C. IRAIS RIVERA MÁRQUEZ
Apoderada General para Actos de
Administración de la Sociedad Mercantil
Denominada “LIFUS ZIPOLITE” S.A. DE C.V

ING. OSCAR RAÚL JÁUREGUI ORTIZ

Biosferazul, Consultoría en Desarrollo y Conservación Ambiental, S.C.

BIOL. LUIS OSVALDO TORO VACA

Administrador General Único

Biosferazul, Consultoría en Desarrollo y Conservación Ambiental, S.C.



II.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
II.1 Información general	3
II.1.1 Naturaleza del proyecto	4
II.1.2 Objetivo del proyecto.....	4
II.1.3 Ubicación física.....	6
II.1.4 Urbanización del área	8
II.1.5 Inversión requerida	8
II.2 Características particulares del proyecto.....	8
II.2.1 Dimensiones del proyecto.....	8
II.2.2 Representación gráfica regional.....	17
II.2.3 Representación gráfica local	20
II.2.4 Preparación del Sitio y Construcción	23
II.2.5 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.....	32
II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto	33
II.2.7 Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo	34
II.2.7.1 Tipo de vegetación	34
II.2.7.2 Muestreo y análisis estadístico	37
II.2.7.3 Determinación volumétrica y número de individuos a remover resultado del Cambio de Uso de Suelo proyectado	41
II.2.8 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo	50
II.2.8.1 Valoración económica directa de las especies de plantas presentes en las áreas propuestas a CUSTF.....	52
II.2.8.2 Valoración económica directa de las especies animales presentes en el área del proyecto.	58
II.2.8.3 Valoración económica directa de los microorganismos presentes en las áreas propuestas a CUSTF.....	60
II.2.8.4 Valoración económica indirecta de los servicios ambientales.....	61
II.2.8.5 Estimación económica total de los recursos biológicos forestales	63
II.2.9 Operación y Mantenimiento	64
II.2.10 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.....	66
II.2.11 Programa de trabajo	67



II.2.12 Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera	69
II.2.13 Residuos	74
II.3 Localización del proyecto respeto de las Áreas Naturales Protegidas, Regiones Terrestres Prioritarias, Regiones Hidrológicas Prioritarias o Regiones Marinas Prioritarias	75
II.3.1 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)	77
II.3.2 Regiones Marinas Prioritarias (RMP)	79
II.3.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)	81
II.3.4 Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)	83

II.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general

En la actualidad, Oaxaca posee una riqueza cultural y natural que lo posiciona como uno de los estados con las ofertas turísticas más ricas y amplias del territorio nacional. Esto se debe a la gran diversidad geográfica y paisajística, así como su oferta de playas, bosques, montañas, lagos, grutas, valles y cañadas que le brindan un atractivo particular. En el caso de Santa María Tonameca, existe un potencial turístico amplio, pues cuenta con centros turísticos como las playas de Mazunte, San Agustínillo, Ventanilla, Aragón, Agua Blanca y Tilzapote. Además, cerca del extremo suroeste del municipio se encuentra la localidad de Zipolite, la cual se caracteriza por ser la única playa nudista autorizada del país.

Una de las prioridades de desarrollo a nivel estatal, es la de *“Promover eficazmente los destinos turísticos de Oaxaca para su mejor posicionamiento en los mercados nacionales e internacionales”* (Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Oaxaca 2016-2022), por lo que las inversiones, tanto públicas como privadas, para el desarrollo turístico del estado, son de particular importancia para contribuir en el desarrollo económico del mismo.

Sin embargo, también es de suma importancia que todo proyecto de desarrollo turístico cuente con criterios de sustentabilidad, por lo que deben evaluarse los posibles impactos y repercusiones ambientales, no sólo para estar en regla con los lineamientos establecidos por la normatividad ambiental vigente, sino para garantizar que el desarrollo del proyecto no provoque daños ambientales que puedan causar desequilibrios ecológicos o daños ambientales irreversibles.

El presente proyecto es de naturaleza turística; se pretende realizar el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales en un predio cercano a la playa dentro del municipio de Santa María Tonameca, por lo que según el artículo 28 fracciones VII y IX de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, es necesario contar con la autorización en Materia de Impacto Ambiental para el desarrollo del mismo. Por otro lado, el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece que se requiere de autorización de la Secretaría para la realización del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales. Por esta razón, se somete a evaluación en materia ambiental y forestal el presente proyecto, denominado **“Villas Zipolite”**.

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto consiste en un desarrollo turístico con la implementación de villas de descanso con áreas recreativas y servicios básicos. La ubicación del proyecto fue elegida con base en la cercanía del predio con la playa turística Zipolite, además de que se encuentra en una UGA compatible con desarrollo turístico, tanto en el ámbito regional como en el local.

Las villas se construirán sobre un predio que cuenta con una superficie de 5,189.07 m² de Selva Baja Caducifolia, por lo que se requerirá de Cambio de Uso de Suelo para llevar a cabo el proyecto. Se construirá una villa principal, 6 villas independientes, áreas de uso común con alberca, asoleaderos, barra, andadores y un estacionamiento.

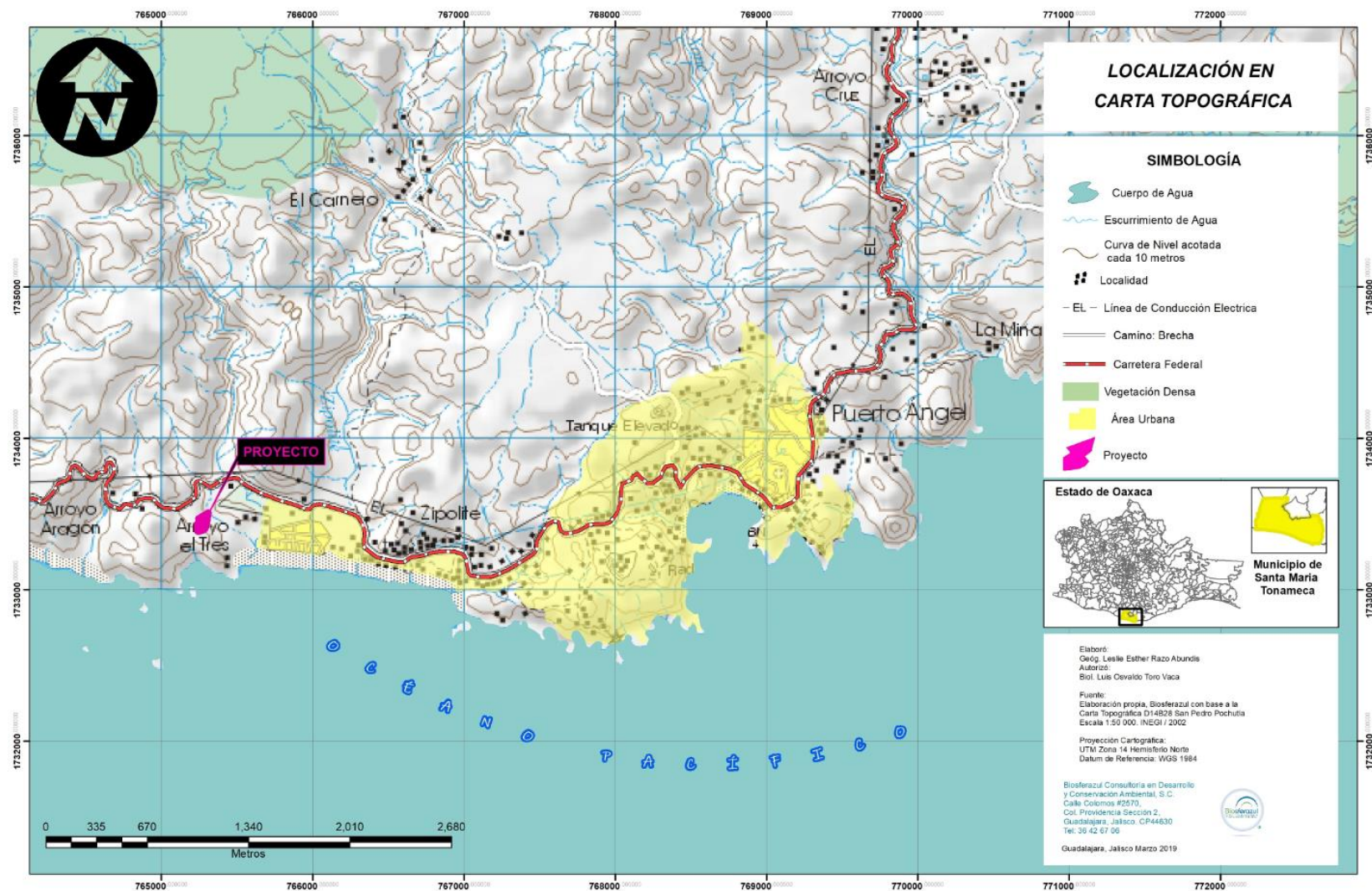
Como se observa en el **Plano II.1**, el predio colinda con un área urbana conocida como El Zipolite, que se extiende en dirección Poniente hasta Puerto Ángel. Cabe mencionar que la playa de Zipolite presenta la peculiaridad de ser la única playa nudista autorizada de México.

Ambas localidades están conectadas por la Carretera Federal 175, que es la vialidad importante más cercana al proyecto, y que conecta en sentido opuesto con las localidades de Mazunte y San Agustín. Esta misma carretera, conecta más adelante con la Carretera 200, la cual llega a Puerto Escondido, lugar donde se encuentra el Aeropuerto más cercano al sitio del proyecto.

II.1.2 Objetivo del proyecto

- Atender la creciente demanda de espacios de desarrollo turístico, con áreas para el esparcimiento y la recreación.
- Realizar un desarrollo turístico-habitacional que cumpla con la totalidad de la normatividad establecida por la legislación en materia ambiental, así como de los planes de ordenamiento estatal y local, para reducir al máximo los impactos negativos que generan las actividades antropogénicas, con el fin de mediar las alteraciones que sufrirá el entorno natural y procurar una armonía entre el desarrollo urbano planificado y el medio natural.
- Contribuir con el desarrollo económico de la región mediante la generación de oportunidades de inversión

Plano II. 1 Localización del proyecto en carta topográfica



II.1.3 Ubicación física

El sitio donde se plantea llevar a cabo el proyecto “**Villas Zipolite**” dentro del municipio de Santa María Tonameca en la sección sur del mismo, en cercanía con la playa turística Zipolite, que a su vez se encuentra en la región Costa Pacífica de México.

Para llegar al sitio del proyecto es necesario tomar la Carretera Federal 175 desde Zipolite hacia el Oeste (en dirección a Puerto Escondido), hasta la Calle Arcoíris, la cual se recorre por aproximadamente 200 metros hasta cruzar la Calle sin nombre con la que colinda el predio.

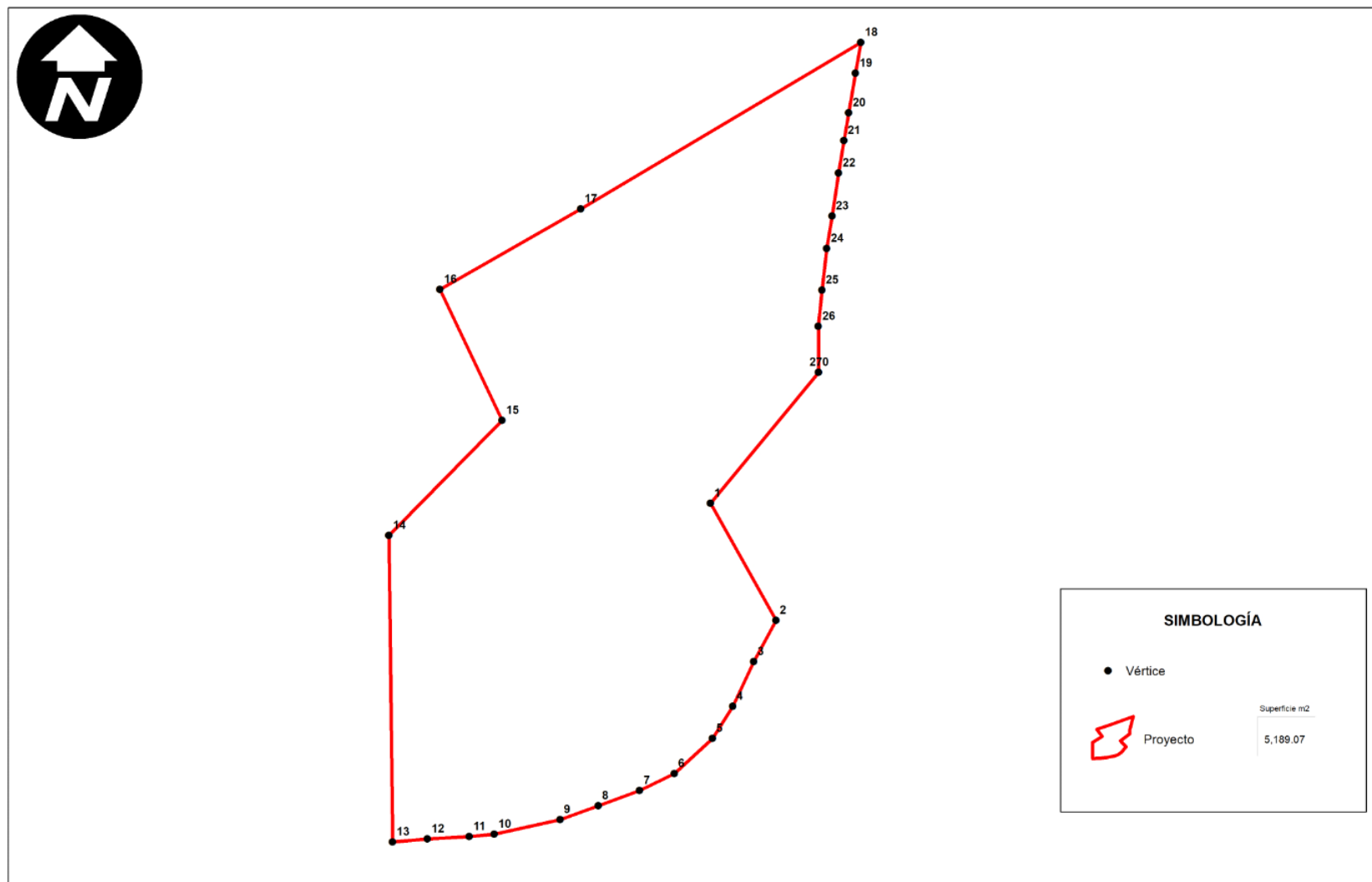
El predio en el que se pretende realizar el proyecto presenta una superficie total de 5,189.07 m², colindando al norte y poniente con propiedad privada, y al sur y oriente con una calle de 4 metros de ancho.

A continuación, se presentan las coordenadas que corresponden a cada uno de los vértices que delimitan el predio del proyecto.

Tabla II. 1 Coordenadas del proyecto

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1	765285.194	1733437.45	15	765253.222	1733450.15
2	765295.236	1733419.53	16	765243.711	1733470.21
3	765291.821	1733413.2	17	765265.286	1733482.57
4	765288.624	1733406.35	18	765308.267	1733508.02
5	765285.514	1733401.46	19	765307.452	1733503.3
6	765279.653	1733396.04	20	765306.423	1733497.24
7	765274.347	1733393.45	21	765305.65	1733493
8	765267.989	1733391.15	22	765304.855	1733488.02
9	765262.149	1733388.99	23	765303.834	1733481.43
10	765252.049	1733386.77	24	765303.034	1733476.5
11	765248.2	1733386.42	25	765302.286	1733470.09
12	765241.798	1733386.06	26	765301.722	1733464.57
13	765236.457	1733385.58	27	765301.792	1733457.51
14	765235.87	1733432.52			

Plano II. 2 Cuadro de construcción



II.1.4 Urbanización del área

El proyecto se localiza en cercanía con la localidad turística Zipolite y se encuentra en colindancia con algunos predios urbanizados, por lo que este contará con los servicios básicos de suministro de agua potable, alcantarillado y energía eléctrica.

Para el caso de las aguas residuales del proyecto, se instalará una planta de tratamiento fabricada en polipropileno de alta densidad, con tapa desmontable y canastilla para retención de sólidos no biodegradables.

II.1.5 Inversión requerida

Se tiene previsto realizar una inversión privada de aproximadamente \$13,000,000.00 pesos para las etapas de preparación y construcción, que durarán aproximadamente 24 meses.

II.2 Características particulares del proyecto

II.2.1 Dimensiones del proyecto

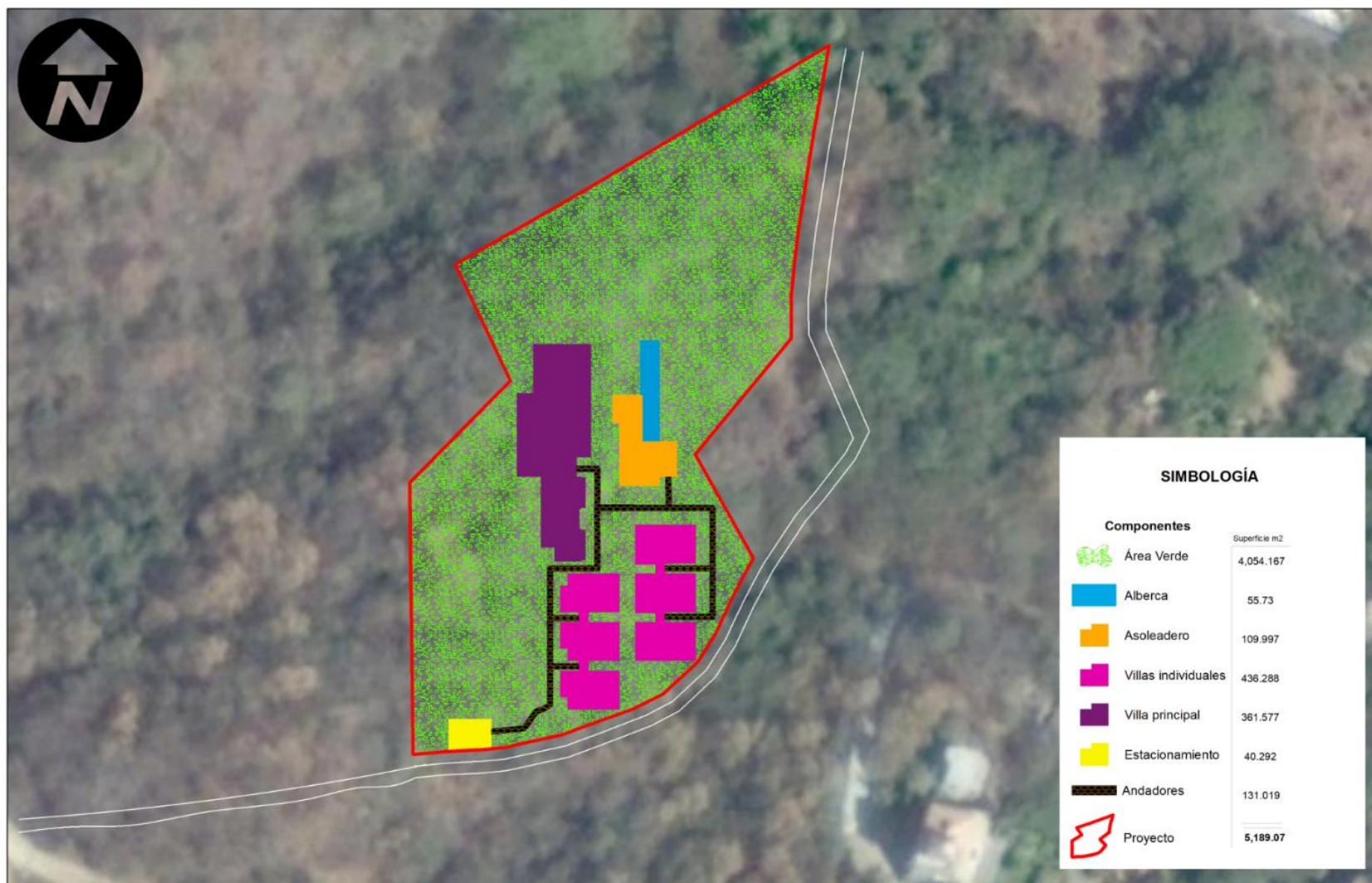
El área donde se desarrollará el proyecto consiste en un predio de 5,189.07 m²; el desplante será establecido en una superficie de 1,134.903 m². En ella se establecerán los siguientes componentes: Alberca, asoleadero, villas independientes, villa principal, andadores y estacionamiento. La superficie restante (4,054.1 m²) consistirá en la instalación de las áreas verdes del proyecto.

Debido a que el predio presenta mayor porcentaje de superficie de mediana a fuertemente inclinada (**Plano II.3**) se realizarán trabajos de nivelación, relleno y cimentación de acuerdo con la infraestructura a establecer.

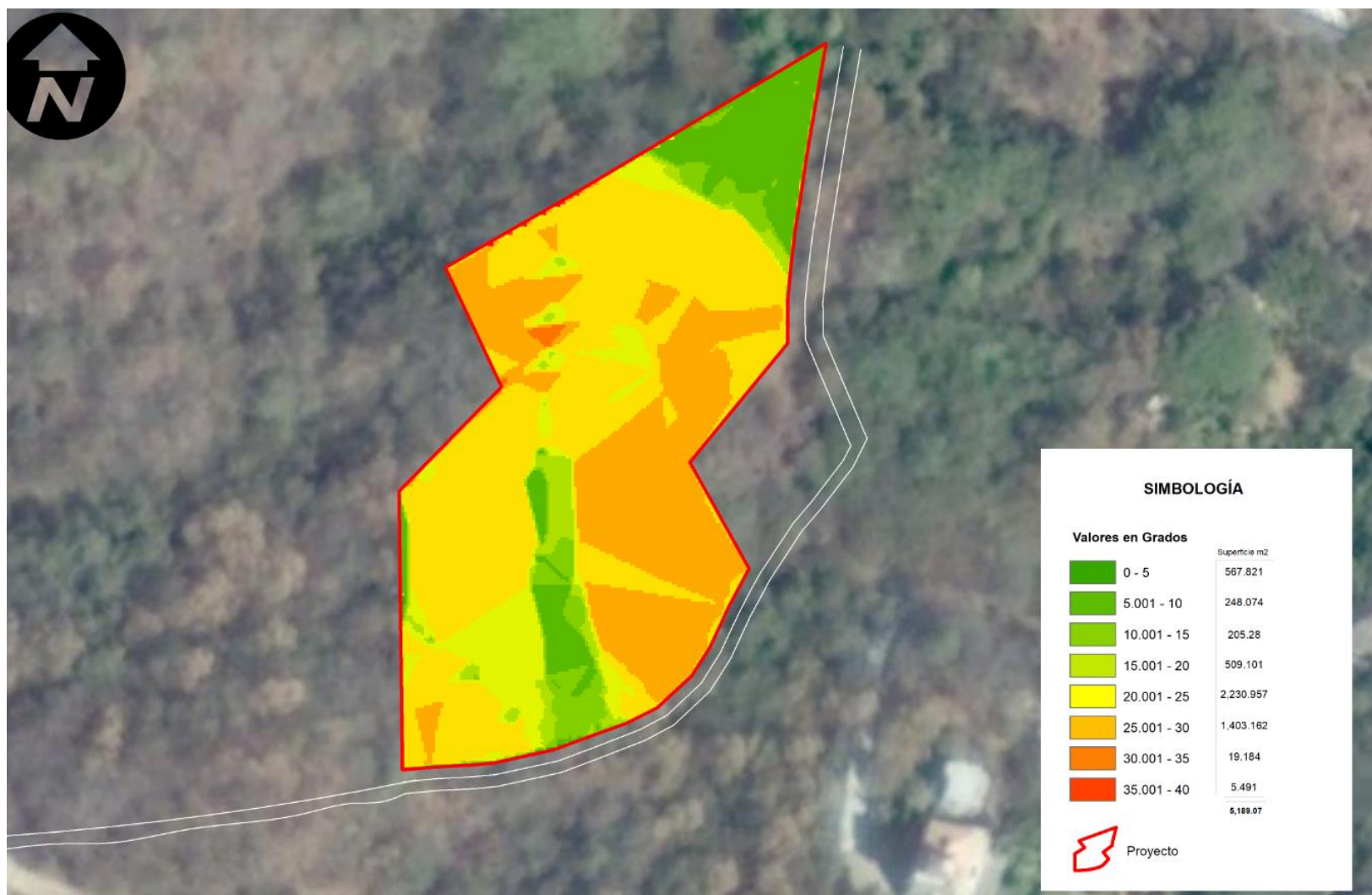
Tabla II. 2 Componentes del Proyecto

Componentes	Superficie m ²
Áreas Verdes	4054.167
Alberca	55.73
Asoleadero	109.997
Villas independientes	436.288
Villa principal	361.577
Estacionamiento	40.292
Andadores	131.019
Total	5189.07

Plano II. 3 Plan Maestro del proyecto "Villas Zipolite"



Plano II. 4 Pendiente del predio



Áreas verdes

El proyecto contará con una superficie de 4,054.167 m² de áreas verdes, donde habrá un porcentaje de vegetación nativa de la región para brindar al proyecto una mayor calidad de paisaje. El mantenimiento de dichas áreas correrá por cuenta del promovente.

Alberca y asoleadero

Se instalará una alberca de 55.73 m² y a un costado, el asoleadero que medirá 109.99 m². En el espacio del asoleadero se instalará equipamiento móvil, tales como camastros y mesas de sol. Asimismo, se contará con baños, regaderas y una barra de bebidas en dicho espacio común.

Estacionamiento

El proyecto contará con un estacionamiento de 40.292 m² al suroeste del predio, a un costado de la vialidad existente y se conectará a las villas y áreas comunes por medio de andadores.

Villa Principal

Se construirá una Villa Principal sobre una superficie de 361.577 m², y contará con una planta baja, un sótano, un cuarto de máquinas y cisterna. En la **Figura II.1** se observa un modelo de la fachada norte de la Villa, mientras que en la **Figura II.2** se presenta un corte transversal de la misma.

La planta baja de la Villa será la sección más amplia, pues tendrá 2 habitaciones sencillas, 3 baños, la cocina, el comedor, la sala, un patio, una terraza con vista al jardín, y una terraza-balcón con vista hacia la selva.

En el sótano se contará con la habitación principal, una habitación sencilla adicional, dos baños, una oficina y una terraza-balcón. Asimismo, habrá una lavandería y las escaleras que conectarán con la planta baja.

Debajo del sótano se instalará una cisterna capaz de almacenar una cantidad de hasta 17,000 litros del agua, y que abastecerá a los usuarios del proyecto en su etapa de operación y mantenimiento. Asimismo, se contará en este mismo nivel con un cuarto de máquinas.

Figura II. 1 Modelo de la fachada norte de la Villa Principal

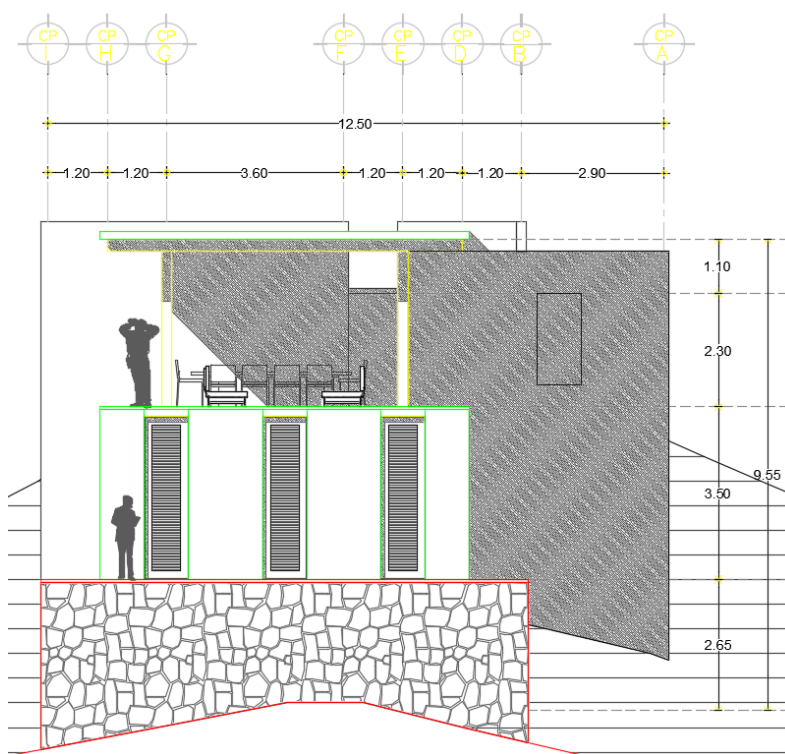
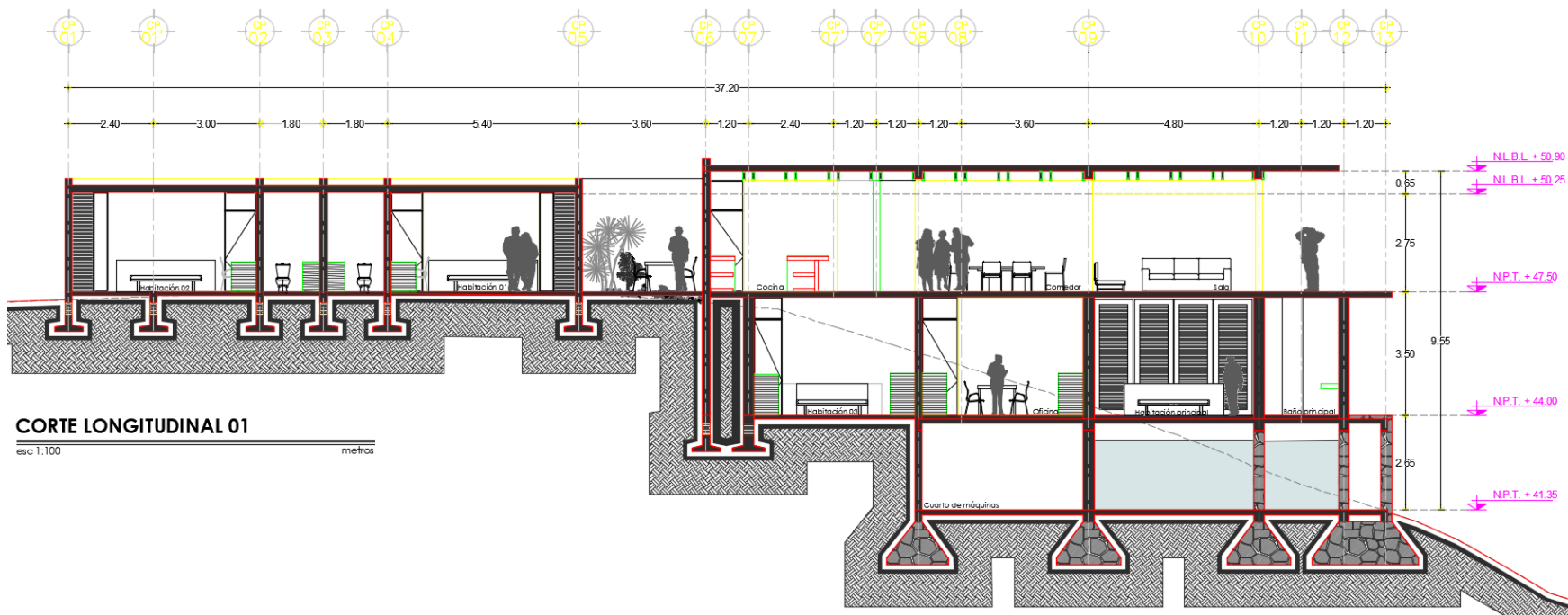


Figura II. 2 Corte Longitudinal del Modelo de la Villa Principal



Villas Independientes

Las villas independientes se construirán en dos edificios separados que contarán con 3 villas cada uno. Como se observa en la **Figura II.3**, ambos edificios se encontrarán a una altitud distinta con respecto del otro, por lo que se requerirán correctos trabajos de nivelación, relleno y cimentación para garantizar que las 3 villas de cada edificio se encuentren al mismo nivel.

Cada villa independiente contará con una habitación, baño, cocina y terraza-balcón. Asimismo, debajo del edificio inferior se construirá un sótano que contendrá el cuarto de máquinas, mientras que en el edificio superior se construirá otro cuarto de máquinas pero al nivel de la planta baja.

En la **Figura II.4** es posible observar un corte longitudinal y transversal del modelo arquitectónico del edificio de villas independientes inferior (con el cuarto de máquinas debajo del mismo), mientras que en la **Figura II.5** se representa un corte transversal con la representación del desnivel entre un edificio y otro.

Figura II. 3 Modelo de la fachada del lado este de las 6 villas independientes

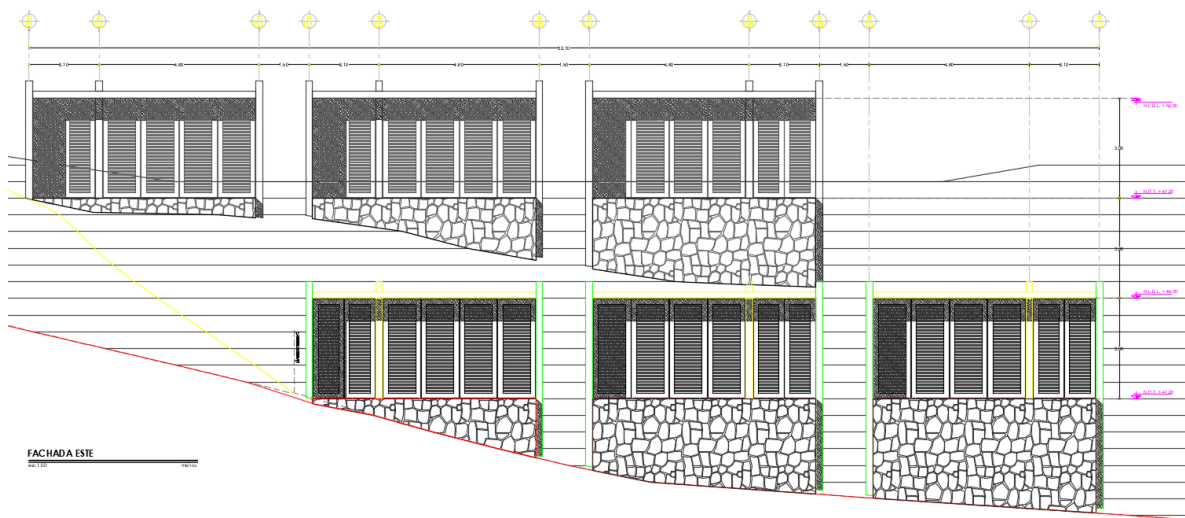


Figura II. 4 Corte longitudinal y transversal del modelo de villas independientes

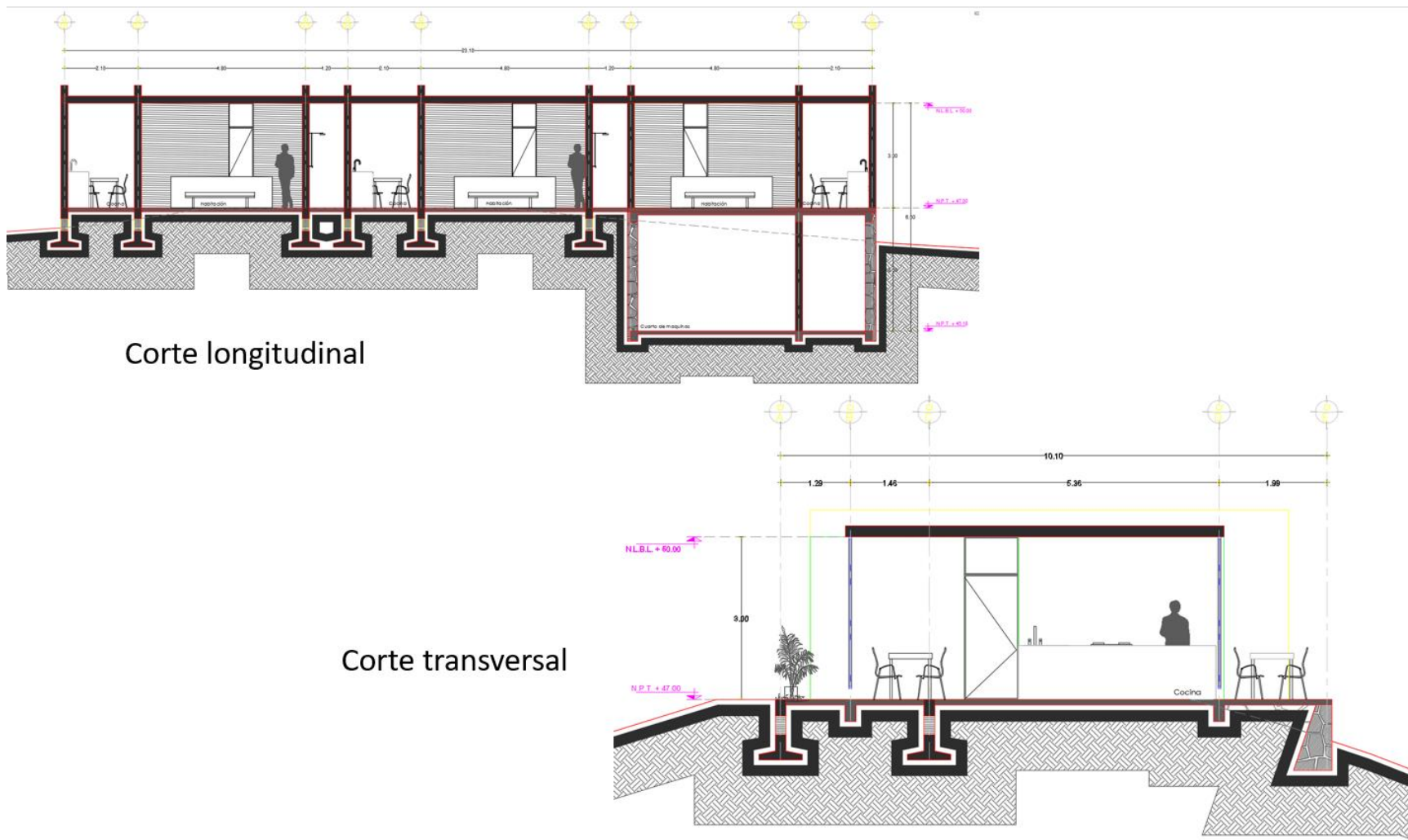
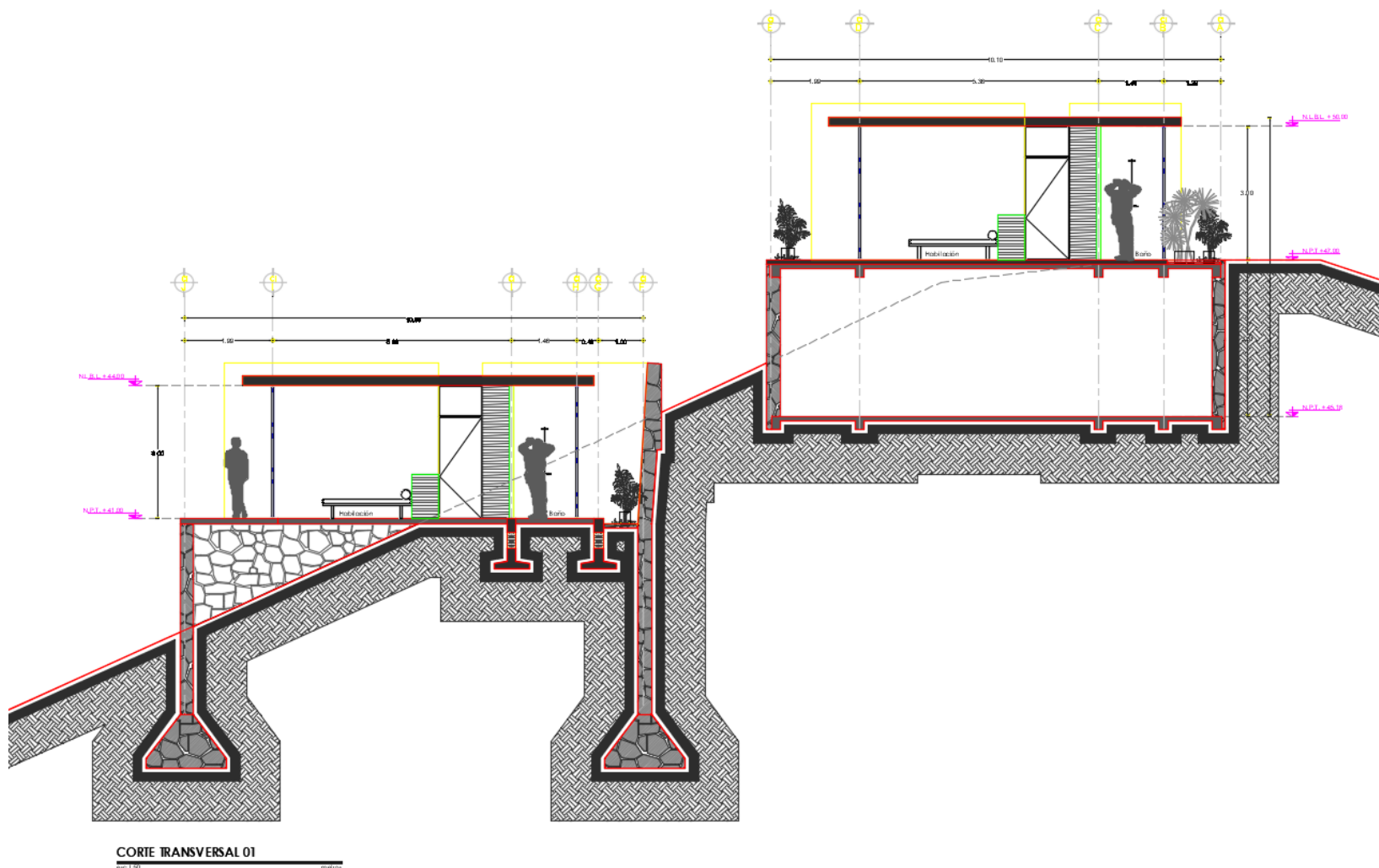


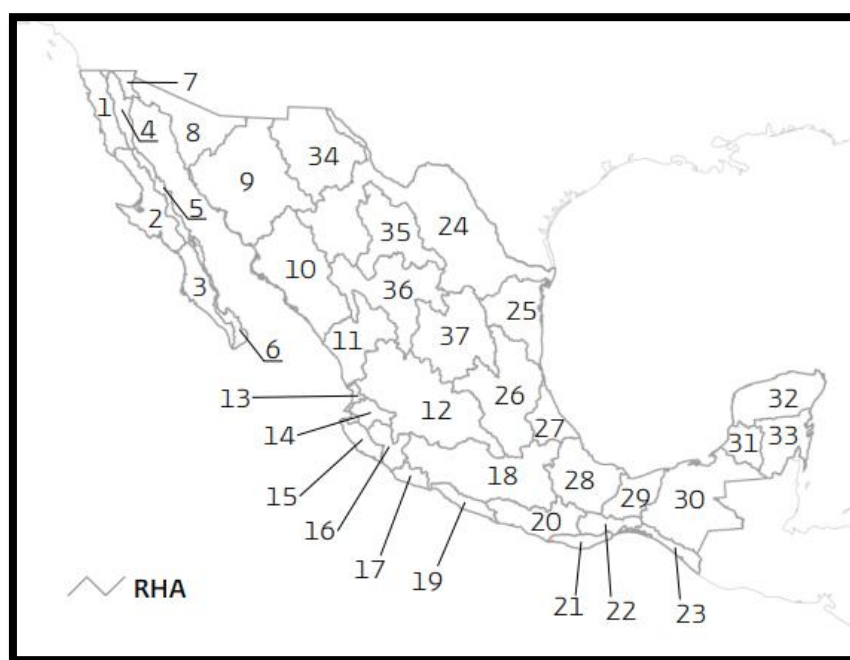
Figura II. 5 Corte transversal del modelo de villas independientes (diferencia en nivel)



II.2.2 Representación gráfica regional

Las cuencas del país se encuentran organizadas en 37 regiones hidrológicas (**Figura II.6**) Región Hidrológica No. 21 Costa de Oaxaca Puerto Ángel, asentada en la cuenca B del Río Copalita. Esta cuenca presenta una superficie de captación de 5,098 km², Tonameca con 598 km², Cozoaltepec con 560 km² y Valdeflores con 330 km²; con patrones detríticos, sub-detríticos y sub-paralelos, con corrientes secundarias de tipo perenne e intermitente.

Figura II. 6 Regiones hidrológicas del país



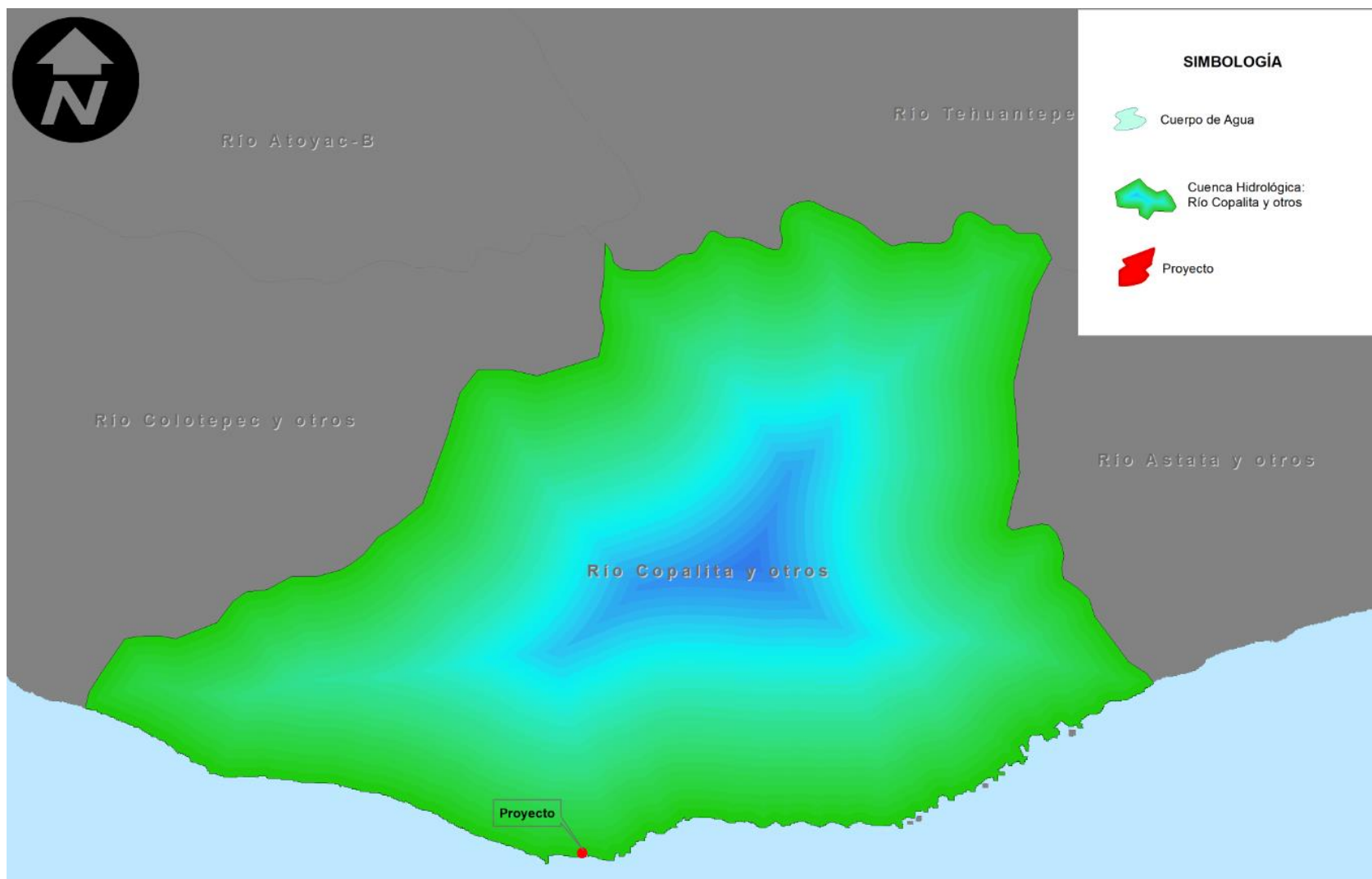
El área donde se planea desarrollar el proyecto “**Villas Zipolite**” se ubica dentro de la Región Hidrológica Administrativa (RHA) V Pacífico Sur. De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (2012), anualmente esta Región Hidrológica Administrativa cuenta con 32,824 de hm³ de agua dulce renovable al año, lo que se le denomina disponibilidad natural media, lo que la coloca como la cuarta de la República en términos de disponibilidad natural media. Sin embargo, esta región hidrológica es la que presenta los menores volúmenes concesionados de todas las del país por lo que el grado de presión sobre este recurso en esta RHA es de 18.57% ubicándola dentro del grado de presión baja.

Tabla II. 3 Agua renovable per cápita, por RHA

RHA	Agua renovable (hm ³ /año)	Población a diciembre de 2009 (Mill. Hab)	Agua renovable per cápita 2009 (m ³ /hab/año)	Escurrimiento natural medio superficial total ^a (hm ³ /año)	Recarga media total de acuíferos (hm ³ /año)
I Península de Baja California	4 667	3.78	1 234	3 367	1 300
II Noroeste	8 499	2.62	3 250	5 074	3 426
III Pacífico Norte	25 630	3.96	6 473	22 364	3 267
IV Balsas	21 680	10.62	2 040	17 057	4 623
V Pacífico Sur	32 824	4.13	7 952	30 800	2 024
VI Río Bravo	12 163	10.98	1 107	6 857	5 306
VII Cuencas Centrales del Norte	7 898	4.19	1 887	5 506	2 392
VIII Lerma-Santiago-Pacífico	34 533	20.97	1 646	26 431	8 102
IX Golfo Norte	25 564	4.97	5 145	24 227	1 338
X Golfo Centro	95 866	9.65	9 937	91 606	4 260
XI Frontera Sur	157 754	6.62	23 835	139 739	18 015
XII Península de Yucatán	29 645	4.06	7 294	4 330	25 316
XIII Aguas del Valle de México	3 513	21.42	164	1 174 ^b	2 339
Total nacional	460 237	107.97	4 263	378 530	81 707

Más específicamente, el área del proyecto se encuentra en la Región Hidrológica No. 21 (RH-21) Costa de Oaxaca, la cual abarca una extensión de 10, 514 km², ósea el 11% de la superficie del estado, abarcando la zona costa centro de la entidad.

Plano II. 5 Cuenta hidrológica donde se encuentra el proyecto

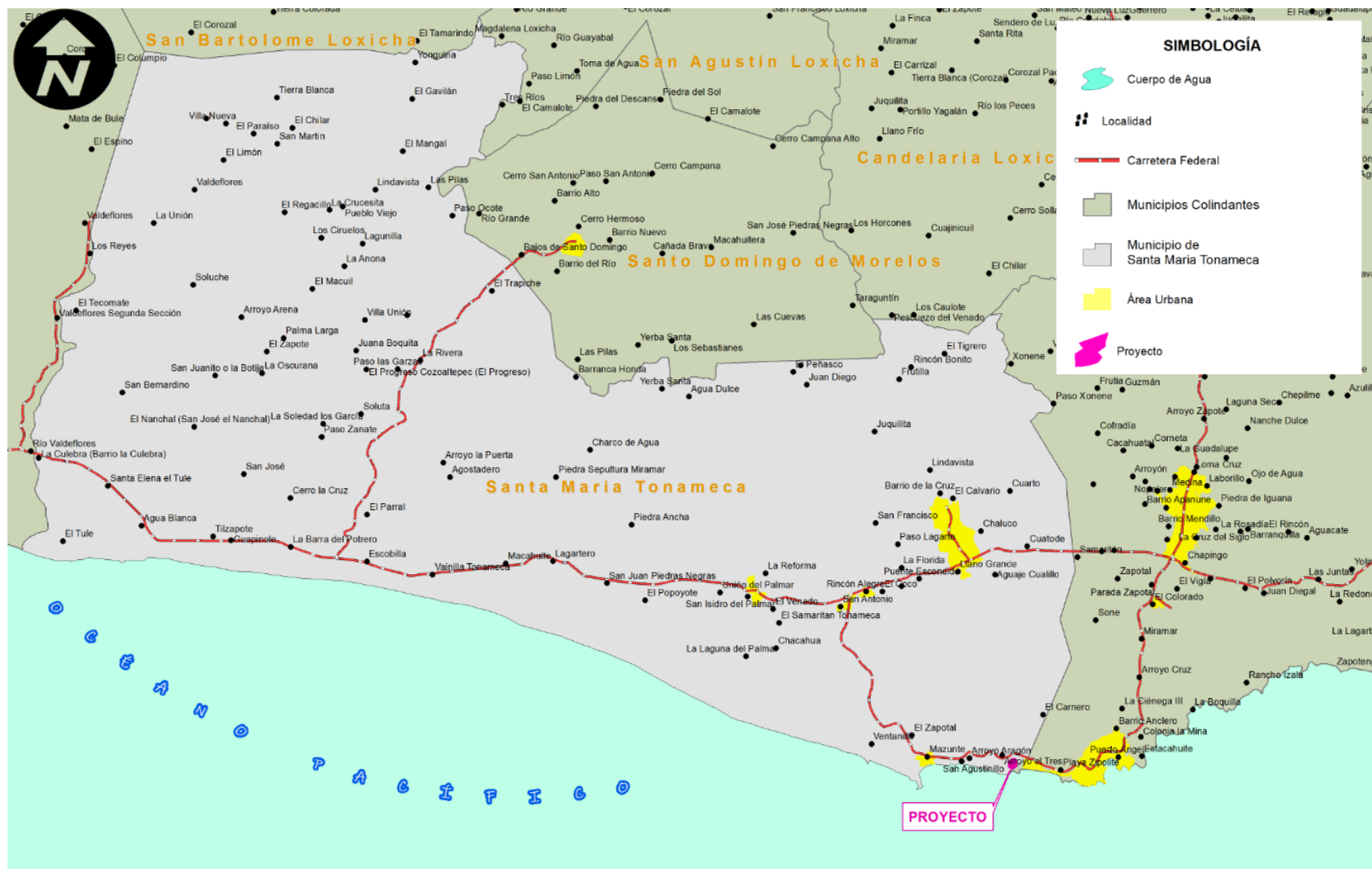


II.2.3 Representación gráfica local

El municipio de Santa María Tonameca, colinda al norte con San Agustín Loxicha y Santo Domingo de Morelos, con el Golfo de Tehuantepec en el Océano Pacífico al sur, Santa María Colotepec hacia el oriente, y al poniente con San Pedro Pochutla (**Plano II.6**). Así mismo, el área del proyecto se encuentra ubicada en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 10, según el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Santa María Tonameca, Oaxaca, y en la Unidad de Gestión 017 según el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Oaxaca.

El predio cuenta con una superficie de 5,189.07 m², dentro de los cuáles será realizado el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales en su totalidad (**Plano II.7**).

Plano II. 6 Representación gráfica regional



Plano II. 7 Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales



II.2.4 Preparación del Sitio y Construcción

Etapa de preparación

P1 Inversión económica

Se tiene previsto realizar una inversión privada de aproximadamente \$13,000,000.00 durante las etapas de preparación y construcción del proyecto. Entre otros conceptos, la inversión se utilizará para la adquisición de insumos y contratación de personal de la región.

P2 Contratación de personal

La contratación de mano de obra se ha llevado a cabo preferentemente dentro de las localidades cercanas (Zipolite, Puerto Ángel y Mazunte), para evitar desplazamientos largos. Dado que existen medios de transporte entre dichas localidades y el camino al predio es transitable, los trabajadores podrán acceder al predio desde este.

P3 Plática de asesoramiento al personal en materia ambiental

Previo al inicio de las siguientes actividades del proyecto, se dará una plática informativa ambiental para todas las personas que estarán involucradas en el desarrollo del proyecto, esto con el fin de generar conciencia ambiental en el personal contratado y evitar que el trabajo que realice cada uno de ellos impacte al ambiente más de lo necesario. Se generará un documento de educación ambiental que será entregado y explicado en la plática a los empleados contratados antes de que comiencen cualquier tipo de actividad.

P4 Instalación de obras provisionales (sanitarios portátiles para los trabajadores, almacenes de equipo y material)

Previo al inicio de la construcción de las villas, serán instaladas obras provisionales para el proyecto, las cuales sean auxiliares para el desarrollo de las actividades requeridas, dichas obras se describen a continuación.

Sanitarios portátiles:

Se instalará 1 sanitario dentro del proyecto en las etapas iniciales de la obra. Para el servicio de instalación y mantenimiento de este baño se contratará a una empresa especializada en el manejo

de aguas residuales, renta y servicio periódico de sanitarios, con esta medida se evitará el fecalismo al aire libre.

Almacén temporal:

Dentro de la zona donde se desarrollará el proyecto, se destinará un área para la construcción de una bodega provisional para el almacenamiento de los materiales de construcción (herramientas, cemento, varillas, etc.); con el propósito de llevar un mejor control de los materiales a usarse dentro de la obra, así como para evitar la acumulación o dispersión de los mismos en zonas donde no sea requerido.

Instalación de contenedores de residuos sólidos urbanos:

Se realizará una separación primaria de los residuos, para lo cual se colocará un contenedor para residuos orgánicos y otro para residuos inorgánicos domésticos como cartón, plástico, envolturas de comida, latas.

Por el tamaño del predio, se colocaran únicamente dos contenedores de capacidad de 200 litros en zonas estratégicas, es decir, en zonas con gran afluencia de empleados, para la disposición temporal de los residuos sólidos generados por los trabajadores y por la obra, como cartón, plástico, envolturas de comida, residuos orgánicos, etc.

Almacén de residuos peligrosos:

No se estima que por las características del proyecto, se produzcan residuos peligrosos, sin embargo en caso de que lugre a suceder una eventualidad durante el manejo de la maquinaria, se colocara un almacén pequeño para resguardar los residuos peligrosos como aceite, pintura o estopas hasta llevar a cabo su disposición final.

P5 Rescate y reubicación de fauna

Previo y durante las actividades de desmonte y despalme se llevará a cabo la reubicación de las especies que por sus características de movilidad no hayan podido desplazarse a una zona mejor conservada.

En la situación de reubicación de especies de fauna silvestre, éstas serán llevadas a las áreas de reserva de vegetación nativa que por sus características proporcione los mismos atributos que el hábitat del que fueron capturadas, para incrementar la posibilidad del éxito de la reubicación. Las técnicas de captura, traslado y reubicación específicas se describen en el Programa de rescate y reubicación de fauna.

Si una vez comenzadas las obras se detecta alguna especie animal de baja movilidad dentro del predio, se procederá a dar aviso al supervisor, quien procederá a realizar una captura temporal para su posterior liberación a un lugar más seguro. Al momento de realizar el desmonte y el despalme se tendrá cuidado de no lastimar ningún mamífero sobre todo aquellos que tienen sus refugios y madrigueras en el suelo; el supervisor estará al pendiente para permitir que el animal se desplace a otro sitio antes de que pase la maquinaria. Si el animal se encuentra herido, éste será trasladado a un centro veterinario especializado en el cual se llevará a cabo un tratamiento para su curación y su posterior reintroducción a las áreas forestales.

P6 Rescate y reubicación de flora

Dentro del predio del proyecto, se observaron árboles pequeños, los cuales presentan condiciones para ser reubicados. Es por ello que a través de esta actividad se plantea un rescate y reubicación de flora, lo cual asegurará la supervivencia de los individuos forestales durante las etapas de desmonte y despalme.

P7 Desmonte

La remoción del arbolado en el predio se hará de forma gradual, esto permitirá a las especies locales el desplazamiento a zonas que cumplan con las condiciones necesarias para su desarrollo, además esto hará posible la identificación de nidos, madrigueras y especies de baja movilidad para darles un manejo adecuado, además esto permitirá el aprovechamiento de los fustes de los árboles en la misma obra.

P8 Despalme

Para el desplante se llevará a cabo el retiro de una capa superficial de tierra vegetal de aproximadamente 15 cm de profundidad. Se realizará el despalme conforme vayan avanzando las etapas del proyecto y se realice el CUSTF.

El despalme se realizará con retroexcavadoras y el personal experto en fauna estará presente para realizar el rescate de fauna de baja movilidad que en ese momento se detecte. El material despalmado será colocado en la sección baja del predio que presenta un terreno plano, en forma de montículos; serán cubiertos con lona o plástico para evitar que se generen polvos fugitivos y sólidos suspendidos en el aire. El material será utilizado en actividades de relleno, y en zonas donde se instale jardinería.

P9 Manejo de residuos vegetales

Los materiales producto de las actividades de desmonte y despalme serán manejados y dispuestos mediante cualquiera de las siguientes formas:

- Los individuos arbóreos que por su tamaño y condición física sean susceptibles a un trasplante, serán trasplantados a las secciones que se conservaran como áreas verdes.
- El material vegetal puede ser utilizado para la realización de obras de conservación de suelos.
- La vegetación extraída será triturada y almacenada para posteriormente reincorporarse al suelo, específicamente en las áreas destinadas a conservación o jardinería de ornato.

En el momento de que el suelo quede desnudo, se regará con agua constantemente, en una cantidad moderada que humedezca el suelo, pero no alcance a formar escurrimientos, con el objetivo de prevenir la dispersión de partículas sólidas al aire, disminuir la erosión eólica y no provocar erosión hídrica con el riego.

P10 Cortes y excavación del terreno

Los cortes y excavaciones se harán de acuerdo al plan maestro del proyecto, previéndose que estas serán al aire libre y que contarán con las medidas de protección adecuadas para los operarios de las diversas maquinarias. Se realizará por etapas procurando el aprovechamiento de la tierra sobrante de cada área.

P11 Rellenos y nivelación del terreno

La nivelación y adaptación del suelo para sentar las bases y cimientos donde se construirá el proyecto, realizado ya sea con maquinaria o a mano, según sea la complejidad y necesidad de la obra, cada una de las villas tiene características distintas de profundidad y por ende requerimientos de nivelación y rellenos particulares.

Se procurara llevar a cabo el aprovechamiento de tierras sobrantes de las diferentes etapas para rellenar otras, evitando la perdida de tierra en la medida de lo posible.

P12 Generación y manejo de residuos sólidos

Durante la etapa de preparación suelen generarse los siguientes tipos de residuos sólidos urbanos:

- Residuos orgánicos: restos de comida, vegetación producto de las actividades de despalde, material proveniente de la excavación del sitio.
- Residuos inorgánicos, así como envolturas, latas, envases etc.
- Residuos sanitarios: Materiales que se desechan en los sanitarios portátiles del proyecto
- Residuos de construcción: material cementante, restos de grava y arena, cascajo, alambres, clavos, restos de varillas, malla, madera.

Durante la fase de operación, se realiza una separación secundaria de los residuos en conformidad con la Norma Ambiental Estatal de manejo de residuos; para lo anterior se colocaran en cada una de las villas, contenedores de residuos rotulados y de diferentes colores. La recolección la realiza el promovente del proyecto y el manejo de ellos una empresa autorizada para el manejo integral de RSU

Etapas de construcción

C1 Cimentación

Una vez delimitadas, compactadas y niveladas las áreas de construcción correspondientes a cada una de las edificaciones, se procederá a formar los cimientos de las estructuras, siguiendo el plan maestro, bajo las especificaciones necesarias para cumplir con lo establecido.

C2 Construcción de infraestructura

Se planea el levantamiento de castillos, vigas y similares como sustento de los muros, a la par de la instalación de la tubería y adaptaciones para equipos hidrosanitarios, así como la adecuación de los muros para los conductos eléctricos que serán instalados en esta etapa.

También esta fase se comienza a adaptar los espacios de la construcción para proceder posteriormente con los acabados.

C3 Instalación de redes generales de servicios

La red hidrosanitaria estará compuesta por tres redes principales, hidráulicas, pluviales y sanitarias. La red hidráulica se complementará con una cisterna de 17,000 litros donde se almacenará el agua potable misma que servirá para su uso doméstico en la operación del proyecto. Para el caso de la red hidrosanitaria, se contará con una planta de tratamiento para las aguas residuales generadas en el proyecto, la cual se describe más adelante.

La red eléctrica será instalada de acuerdo a los cálculos y estimaciones realizadas por la compañía constructora y/o la empresa contratista especializada, siempre apegándose al plan maestro de obra y a las especificaciones solicitadas por la constructora. Se plantea la instalación de paneles solares en las azoteas de las villas.

C4 Instalación de planta de tratamiento de aguas residuales

Se instalará una planta de tratamiento fabricada en polipropileno de alta densidad, con tapa desmontable resistente a los rayos UV y canastilla para retención de sólidos no biodegradables. Contará con un motor soplador y 5 metros de manguera flexible para la línea de aire.

Figura II. 7 Ejemplo de modelo similar de planta de tratamiento a la que se utilizará



Se requerirá realizar una excavación a la profundidad determinada para el modelo a elegir, y construir una base de concreto de 150-200 m de espesor. Es importante que la planta se encuentre correctamente nivelada, pues está diseñada para que el agua recorra cada compartimento por gravedad. El soplador debe instalarse bajo techo a una distancia no mayor a 5 metros y colocar la manguera como protector bajo tierra de la tubería de aire.

Posteriormente se conectarán las tuberías de entrada y salida de la planta verificando que no existan fugas. Se rellenará alrededor con tierra o arena y al mismo tiempo se llenará la planta con agua potable, de tal forma que el nivel del agua sea mayor de suelo. El agua tratada se podrá almacenar para su reúso en jardines, lavado de autos, entre otros.

Figura II. 8 Modelo simplificado de operación de planta de tratamiento



C5 Acabados

En esta etapa se llevará a cabo la instalación de los accesorios y equipos, tales como la grifería, la adaptación de cocinas, diseño de interiores, trabajos de carpintería, herrería, colocación de ventanas y pinturas.

C6 Instalación de áreas verdes

El proyecto contará con una superficie total de 4,054.167 m² de áreas verdes que a su vez contará con un porcentaje de vegetación nativa.

C7 Generación y Manejo de Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial y Peligrosos

Durante la etapa de construcción se prevé que se generarán los siguientes tipos de residuos sólidos urbanos:

- Residuos orgánicos: restos de comida, vegetación producto de las actividades de despalle, material proveniente de la excavación del sitio.
- Residuos inorgánicos, así como envolturas, latas, envases etc.

- Residuos sanitarios: Materiales que se desechan en los sanitarios portátiles del proyecto
- Residuos de construcción: material cementante, restos de grava y arena, cascajo, alambres, clavos, restos de varillas, malla, madera

Para el manejo de residuos generados por los trabajadores se colocarán contenedores en zonas estratégicas para la disposición temporal de los residuos, estos deberán estar debidamente identificados para residuos inorgánicos como cartón, plástico, envolturas de comida, y otros para residuos orgánicos como restos de comida.

Para el manejo de los residuos de construcción se destinará un área dentro del Proyecto para el almacenamiento temporal hasta el momento de su reutilización o de recolección y disposición final por una empresa autorizada por el Estado.

Para el manejo de residuos peligrosos, como podrán ser latas de combustible, aceites, grasa, estopas u otros materiales tóxicos o inflamables, se tendrá que contratar a una empresa autorizada por la SEMARNAT para su recolección, transporte y disposición final.

Tabla II. 4 Generación de Residuos Sólidos Urbanos en Etapa de Construcción

Cargo	Individuos	Días a laborar	Tasa de generación (kg/persona/día)	Total RSU (kg)
Oficiales	2	300	0.5	300
Trabajadores en obra,	18	300	0.5	2,700
Total de Kg de RSU generados por la etapa				3,000

C8 Desinstalación de obras provisionales y limpieza general de la obra

Al término de la obra todas estas instalaciones provisionales que se establecieron desde la etapa de preparación deberán ser removidas, procurando que no haya resto alguno a la llegada de los usuarios del proyecto.

Los posibles residuos sobrantes deberán ser dispuestos de la forma correcta y esto será responsabilidad de la constructora y/o de las empresas involucradas en la gestión de residuos.

II.2.5 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Se instalarán sitios para los residentes y supervisores de obra, almacén de materiales y de residuos. Este tipo de infraestructura utilizará materiales temporales los cuales disminuyan la cantidad de residuos al ser retirados y puedan ser reutilizados en un futuro. La infraestructura se ubicará en sitios los cuales no presenten ningún riesgo de contaminación a los cuerpos de agua presentes en el área de influencia, de igual manera se buscarán sitios los cuales no tengan grandes cambios topográficos en ellos y que queden ubicados estratégicamente dentro del predio para su utilización.

Sanitarios portátiles: se instalará 1 baño portátil por cada 15 trabajadores en zonas estratégicas dentro de la obra. Para el servicio de instalación y mantenimiento de estos baños portátiles se contratará a una empresa especializada en el manejo de aguas residuales, renta y servicio periódico de sanitarios.

Almacén temporal: durante cada una de las etapas será necesario habilitar bodegas y almacenes temporales. Se destinará un área para la construcción de una bodega provisional para el almacenamiento de los materiales de construcción; con el propósito de llevar un mejor control de los materiales a usarse dentro de la obra, así como para evitar la acumulación o dispersión de los mismos en zonas donde no sea requerido.

Ésta será construida con estructuras desmontables, tales como hojas multi-panel. Las sustancias que puedan causar derrames como productos químicos, combustibles, aceites y lubricantes (en caso de utilizarse), serán almacenadas en recipientes sellados, con su correspondiente identificación y serán colocados sobre una superficie de concreto con sistemas de contención de derrames. Este almacén contará con los señalamientos establecidos por la normatividad aplicable y su respectivo extinguidor con la capacidad necesaria de acuerdo con los volúmenes que se pretendan almacenar.

Contenedores de residuos sólidos: se colocarán diversos contenedores en zonas estratégicas en la etapa que se esté desarrollando, para la disposición temporal de los residuos sólidos. Se colocará un contenedor para residuos orgánicos y otro para residuos inorgánicos domésticos como cartón,

plástico, envolturas de comida, latas. Se recomienda colocar un contenedor de almacenamiento tenga una capacidad de 200 litros y se ubique en una zona estratégica de la obra.

II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto

El proyecto “Villas Zipolite” no requerirá obras asociadas al mismo debido a que toda la infraestructura que se plantea construir se encuentra dentro de la superficie del predio. Asimismo, no serán necesarias otras actividades fuera del predio del proyecto.

II.2.7 Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo

La estimación del volumen de las materias primas forestales por especie que se encuentran en las superficies destinadas a cambio de uso del suelo parte de la identificación de: **1)** los tipos de vegetación que se encuentran en el sitio del proyecto, **2)** la obtención de una muestra representativa de la vegetación presente en el conjunto predial, y **3)** el cálculo del volumen individual (para cada árbol muestreado), el cálculo del volumen por especie (muestreada), el cálculo del volumen para la totalidad de la superficie del área muestreada, y el cálculo del volumen para la totalidad de la superficie que se pretende afectar por especie y para la suma de todas las especies.

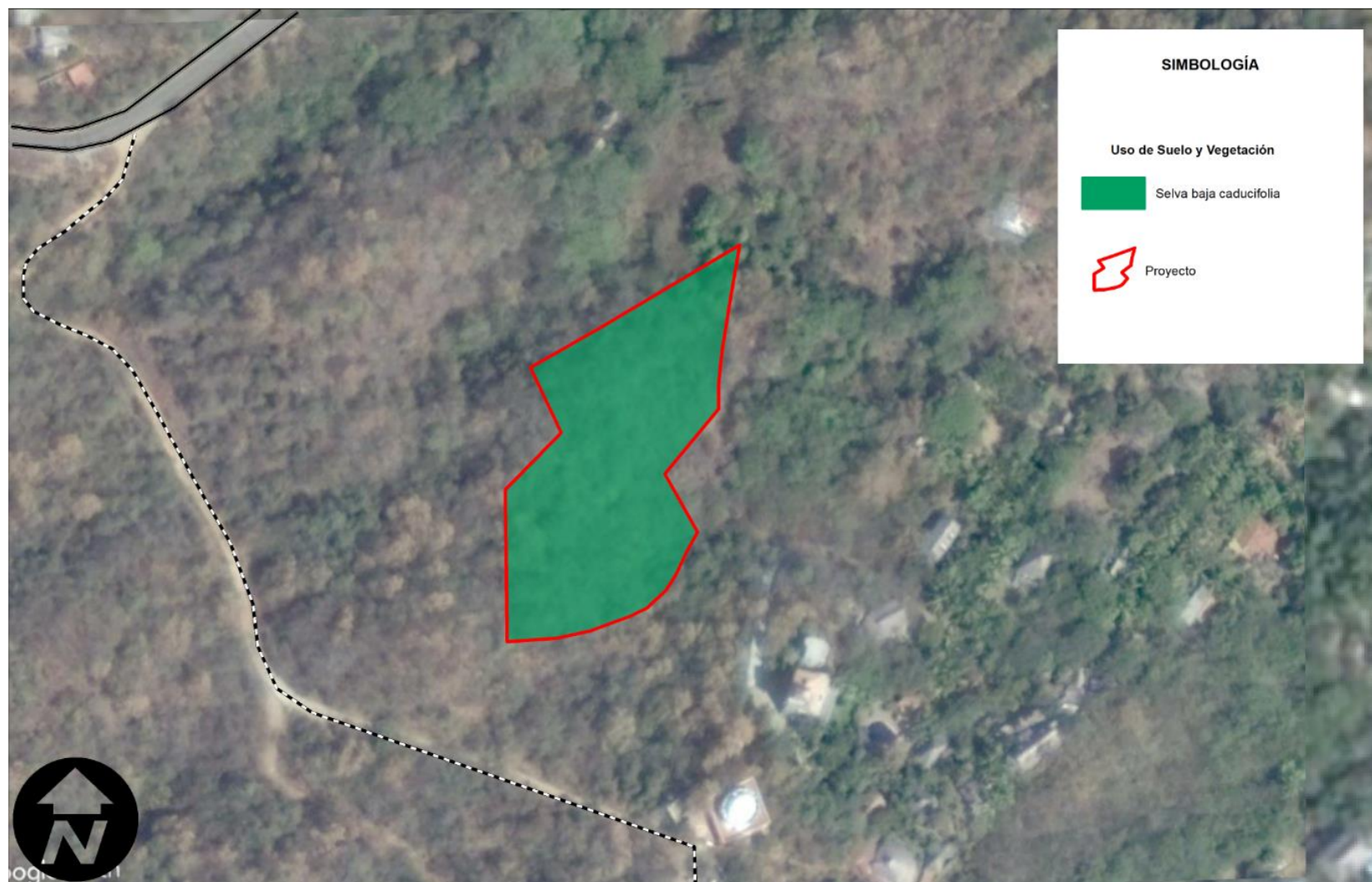
II.2.7.1 Tipo de vegetación

Para la identificación de los tipos de vegetación, se realizó una tipificación con ayuda de la carta de uso del suelo y vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) para el área en estudio mediante el Conjunto de Datos Vectoriales con una escala 1:50000 en su serie II. También se identificó el tipo de cobertura con la ayuda de literatura y la consulta del programa Google Earth. Por último, se realizó la identificación del tipo de vegetación en el sitio del proyecto realizando visitas de campo. A continuación, se muestra el tipo de vegetación identificado dentro del conjunto predial en dos planos; el primero corresponde a la propuesta de clasificación de INEGI, el segundo corresponde al tipo de vegetación que se identificó en campo. Ambos corresponden al conjunto predial donde se pretende llevar a cabo el emplazamiento del proyecto.

Plano II. 8 Uso de Suelo y Vegetación del proyecto según INEGI



Plano II. 9 Uso de Suelo y Vegetación del proyecto actual



II.2.7.2 Muestreo y análisis estadístico

Método de muestreo

El método utilizado se deriva de las practicas realizadas por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y que fue establecida por Velasco *et. al.*, (2005), aunque con modificaciones por el personal técnico que lo realizo. Los muestreos realizados fueron aleatorios y llevados a cabo dentro del área donde se pretende el emplazamiento del proyecto. A continuación, se describen las características de los sitios de muestreo y las variables medidas para cada estrato:

Árboles: Las muestras establecidas dentro de este estrato fueron circulares de 500 m² con un radio de 12.62 m. Las variables a determinar para cada individuo arbóreo que se encontrara dentro del sitio de muestreo fueron; el DAP (Diámetro a la Altura del Pecho = 1.30m); la altura total en metros, y; la especie a la que corresponde de acuerdo con la clasificación taxonómica que se encuentra vigente. Solo se incluyen los árboles que tengan un diámetro a la altura del pecho mayor a 7.5 cm (De acuerdo a los parámetros que establece el Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales para la realización de Inventario Nacional Forestal). Se georreferenció cada Sitio de muestreo con la ayuda de un dispositivo GPS.

Arbustos: Las muestras distribuidas dentro de este estrato fueron establecidas a su vez dentro de los sitios de muestreo de los árboles, lo que las convirtió en sitios anidados. Los sitios de muestreo cuentan con un área de 28.27 m² y un radio de 3 m. Las variables a determinar para cada individuo arbustivo que se encontrara dentro del sitio fueron; la altura en m; su cobertura, es decir el largo por ancho que cubre su follaje (o copa) en m; y la especie a la que corresponde de acuerdo con la clasificación taxonómica que se encuentra vigente.

Herbáceas: Las muestras distribuidas dentro de este estrato fueron establecidas dentro de los sitios de muestreo de los árboles, lo que los convierte en sitios anidados. Los sitios tienen una dimensión de 1 m², tiene la forma de un cuadro y miden 1m de largo x 1m de ancho. Las variables a determinar en la toma de datos para este estrato fueron; las especies encontradas dentro del sitio; el porcentaje de cobertura de cada especie que le corresponde dentro del sitio de muestreo (1m²=100%) y; el número de individuos que corresponden a cada especie. La identificación de la especie a la que corresponde cada individuo se realizó acorde a la clasificación taxonómica que se encuentra vigente.

Distribución de las muestras

A continuación, se presenta la distribución de los sitios de muestreo dentro de la selva baja caducifolia del predio. Como se muestra en el siguiente plano, el número de sitios muestreados fueron 7. El número de sitios realizados es el definitivo y se justifica por medio del porcentaje de superficie muestreada con respecto del total del predio, que en este caso fue del 67.5%. En la siguiente tabla se presenta las coordenadas correspondientes a los sitios de muestreo.

Tabla II. 5 Ubicación geográfica que le corresponde a cada sitio de muestreo

COORDENADAS		
No. Muestra	XUTM	YUTM
1	765248	1733411
2	765276	1733416
3	765252	1733431
4	765269	1733434
5	765296	1733489
6	765291	1733464
7	765265	1733460

Plano II. 10 Ubicación de los sitios de muestreo de vegetación dentro del predio



Análisis estadístico

Precisión de la muestra

De acuerdo con Carrera (1994) la precisión es una medida del grado en que la población se encuentra representada en la muestra; es por esto que, cuanto mayor sea la muestra, mayor será el grado de precisión obtenido. Teniendo en cuenta que los valores reales de la población son desconocidos y que, mediante el cálculo estadístico se puede estimar que se encuentra dentro de ciertos límites (límites de confianza), se puede asumir que, a cierto tamaño de muestra le corresponden ciertos límites de confianza dentro de un nivel de probabilidad determinado.

En el caso particular del proyecto, la precisión de la muestra se definió con base en el porcentaje de superficie muestreada en el predio con respecto de la superficie total, pues al tratarse de un predio pequeño, las estimaciones basadas en este sistema son confiables. Se realizaron 7 muestreos de 500 m² cada uno, lo que da como resultado una superficie muestreada de 3500 m². Esta superficie corresponde al 67.5% de la superficie total del predio, por lo que se considera un muestreo representativo para realizar las estimaciones de individuos y volumen correspondiente.

Selección y justificación del tipo de muestreo que se utilizó

De acuerdo con Bonifacio (2000) el muestreo aleatorio es el método más sencillo y de aplicación más general. Este tipo de muestreo se emplea en aquellos casos en que se dispone de poca información previa acerca de las características de la población a medirse. La distribución de los sitios de muestreo debe de realizarse a través de toda el área de interés, donde sólo se elegirá cierto número para ser muestreados. Este diseño es, por lo tanto, una aplicación exacta de las leyes de la probabilidad y sus resultados tienen una alta confiabilidad, son imparciales y consistentes. A continuación se describen las ventajas y desventajas de este tipo de muestreo.

Ventajas:

- La estimación de los parámetros de la población se realiza en forma más simple.
- Sus resultados son imparciales y no son influidos por gradientes en los valores de las características, ni por variaciones sistemáticas en las poblaciones.

- Gran confiabilidad en los resultados, ya que estos son obtenidos por la aplicación directa de las leyes de la probabilidad al escoger las muestras.

Desventajas:

- Existe inseguridad para establecer la ubicación exacta de las muestras en el bosque.
- Muchas veces las muestras quedan en sitios inaccesibles o muy alejados del resto de las parcelas, lo cual influencia en los costos.
- No proporcionan datos confiables acerca de la configuración y topografía del bosque, que si bien no constituyen la información más importante que se toma, son por lo general complementos del inventario, muy útiles para el manejo y aprovechamiento forestal.

II.2.7.3 Determinación volumétrica y número de individuos a remover resultado del Cambio de Uso de Suelo proyectado

El cálculo volumétrico de las especies forestales se obtuvo para cada uno de los individuos que se registraron en los sitios de muestreo. El volumen se determinó con base en el Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) y la altura total del individuo; se desarrolló la fórmula que se presenta en la obra de Rodríguez et al., (2013) y titulada “Guía de Cubicación de Madera”. Una vez calculados los valores de volumen de los individuos de la superficie muestreada, se prosiguió con la extrapolación a una superficie de “hectárea tipo” de 10,000 m², así como la superficie del cambio de uso del suelo propuesta (5,189.07 m²). Los pasos seguidos se muestran a continuación:

- 1) Cálculo del volumen por individuo y muestra.
- 2) Extrapolación para las existencias de volumen en la hectárea tipo.
- 3) Extrapolación para la existencia total de volumen dentro del área de C.U.S.T.F (este estrato no será removida para dicho proyecto).

Plano II. 11 Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (Vegetación de Selva Baja Caducifolia)



Cálculo del volumen por individuo y muestra

El “volumen de árboles en pie” se define como el espacio ocupado por la madera de un individuo arbóreo dentro de un ambiente o ecosistema. El volumen total se define como la cantidad de madera estimada en metros cúbicos a partir del tocón hasta el ápice del árbol. El volumen comercial no incluye las ramas, partes afectadas del individuo y segmentos delgados del fuste.

La fórmula propuesta para determinar el volumen de los árboles en pie es la siguiente:

$$\text{Volumen árbol en pie} = \frac{\pi}{4} x DAP^2 x (h) x f$$

Donde

DAP: Diámetro a la altura de pecho en metros

h = Altura total del árbol en metros

f = Factor de forma de la especie arbórea

Un “factor de forma” se define como la razón entre un diámetro superior del fuste y un diámetro de referencia, que normalmente es el diámetro a la altura del pecho. Con el factor de forma del fuste se puede calcular el volumen del fuste desde la sección del tocón hasta la yema terminal. Este factor expresa la forma del fuste mediante un número.

Todos los factores de forma son abstracciones de la forma verdadera del árbol, y se puede observar especialmente en el factor de forma de las ramas. Para determinarlo, es posible utilizar como referencia la similitud con otros cuerpos geométricos, destacando los que se muestran en la siguiente figura.

Figura II. 9 Factor de forma

TIPO DENDROMÉTRICO DEL FUSTE	FACTOR DE FORMA
Cilíndrico 	$f \geq 0,75$
Paraboloide 	$0,74 \geq f \geq 0,4$
Cono 	$0,39 \geq f \geq 0,27$
Neiloide 	$f < 0,38$

Para el caso particular de las especies que se registraron en el predio, se realizó una revisión de la similitud de las ramas del individuo arbóreo en comparación con las figuras geométricas antes descritas, además de utilizar listas de referencia de otras especies similares. En la siguiente tabla se muestran los factores forma utilizados para las especies arbóreas registradas.

Tabla II. 6 Factor de forma de las especies arbóreas del predio

Especie	Factor de forma	Especie	Factor de forma
<i>Albizia occidentalis</i>	0.38	<i>Heliocarpus pallidus</i>	0.33
<i>Amphipterygium adstringens</i>	0.52	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	0.33
<i>Bursera instabilis</i>	0.75	<i>Jacaratia mexicana</i>	0.33
<i>Coccoloba liebmannii</i>	0.33	<i>Jacquinia macrocarpa</i>	0.33
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	0.33	<i>Jatropha sympetala</i>	0.75
<i>Crateva tapia</i>	0.52	<i>Leucaena leucocephala</i>	0.33
<i>Ehretia tinifolia</i>	0.33	<i>Melia azedarach</i>	0.33
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.33	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	0.33
<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i>	0.52	<i>Xylosma intermedium</i>	0.75

Se obtuvieron los resultados para cada uno de los siguientes conceptos:

Total de individuos en el muestreo = Sumatoria (individuos de cada especie).

Total del volumen en el muestreo = Sumatoria (volumen de cada especie).

Individuos en la hectárea (ha) tipo de cada especie = (Superficie de una hectárea *Número de individuos de la especie en el muestro) ÷ Superficie Total del muestreo.

Total de individuos en la Ha tipo = Sumatoria (Individuos en la ha tipo de todas las especies).

Volumen en la ha tipo que corresponde a cada especie = (Superficie de una hectárea *Volumen de la especie en el muestreo) ÷ Superficie Total del muestreo.

Total del volumen en la ha tipo = Sumatoria (Volumen en la ha tipo de todas las especies).

Individuos de cada especie en el área de C.U.S.T.F = (Superficie del cambio de uso de suelo en m² * Número de individuos de la especie en la ha tipo) ÷ Superficie de una ha en m².

Total de individuos en el área de C.U.S.T.F = Sumatoria (Individuos de cada especie en el área de Cambio de uso de suelo).

Volumen de cada especie en el área de C.U.S.T.F = (Superficie del cambio de uso de suelo en m² * Volumen de la especie en la ha tipo) ÷ Superficie de una ha en m².

Total del volumen para el área de C.U.S.T.F = Sumatoria (Volumen de cada especie en el área de Cambio de uso de suelo).

Estrato arbóreo

Los resultados para el área muestreada, hectárea tipo y superficie de C.U.S.T.F se muestran en las siguientes tablas, en donde se observa el número total de individuos que se verán afectados. Por el Cambio de Uso de Suelo que se generará por efecto del desarrollo del proyecto en los terrenos forestales de la comunidad vegetal de Selva Baja Caducifolia se prevé la remoción de **211** individuos arbóreos a los cuales corresponde un total de **11.755 m³** de madera.

Tabla II. 7 Individuos, área basal y volumen para el estrato arbóreo del área muestreada

Superficie muestreada (3,500 m2)				
Especie	Superficie en m2	Individuos	Área basal m ²	Volumen en m ³
<i>Albizia occidentalis</i>	3,500 m2	30	0.313472775	0.720
<i>Amphipterygium adstringens</i>	3,500 m2	3	0.05317158	0.157
<i>Bursera instabilis</i>	3,500 m2	1	0.00636174	0.021
<i>Coccoloba liebmanni</i>	3,500 m2	5	0.06581652	0.105
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	3,500 m2	4	0.38233272	1.295

<i>Crateva tapia</i>	3,500 m2	9	0.15837591	0.516
<i>Ehretia tinifolia</i>	3,500 m2	3	0.07351344	0.201
<i>Guazuma ulmifolia</i>	3,500 m2	18	0.80609529	2.017
<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i>	3,500 m2	3	0.10100244	0.334
<i>Heliocarpus pallidus</i>	3,500 m2	28	0.52264443	1.113
<i>Hibiscus tiliaceus</i>	3,500 m2	2	0.07877562	0.130
<i>Jacaratia mexicana</i>	3,500 m2	5	0.22572396	0.555
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	3,500 m2	8	0.10115952	0.179
<i>Jatropha sympetala</i>	3,500 m2	1	0.00950334	0.032
<i>Leucaena leucocephala</i>	3,500 m2	15	0.1873179	0.356
<i>Melia azedarach</i>	3,500 m2	1	0.01005312	0.020
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	3,500 m2	5	0.073690155	0.141
<i>Xylosma intermedium</i>	3,500 m2	1	0.007854	0.035
Total	3,500 m2	142	3.177	7.929

Tabla II. 8 Individuos y cobertura por especie para el estrato arbóreo correspondiente a la hectárea tipo

Hectárea tipo (10,000 m2)				
Especie	Superficie en m2	Individuos	Área basal m ²	Volumen en m ³
<i>Albizia occidentalis</i>	10,000 m2	86	0.90	2.06
<i>Amphipterygium adstringens</i>	10,000 m2	9	0.15	0.45
<i>Bursera instabilis</i>	10,000 m2	3	0.02	0.06
<i>Coccoloba liebmannii</i>	10,000 m2	14	0.19	0.30
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	10,000 m2	11	1.09	3.70
<i>Crateva tapia</i>	10,000 m2	26	0.45	1.47
<i>Ehretia tinifolia</i>	10,000 m2	9	0.21	0.58
<i>Guazuma ulmifolia</i>	10,000 m2	51	2.30	5.76
<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i>	10,000 m2	9	0.29	0.96
<i>Heliocarpus pallidus</i>	10,000 m2	80	1.49	3.18
<i>Hibiscus tiliaceus</i>	10,000 m2	6	0.23	0.37
<i>Jacaratia mexicana</i>	10,000 m2	14	0.64	1.59
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	10,000 m2	23	0.29	0.51
<i>Jatropha sympetala</i>	10,000 m2	3	0.03	0.09
<i>Leucaena leucocephala</i>	10,000 m2	43	0.54	1.02
<i>Melia azedarach</i>	10,000 m2	3	0.03	0.06
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	10,000 m2	14	0.21	0.40
<i>Xylosma intermedium</i>	10,000 m2	3	0.02	0.10
Total	10,000 m2	406	9.08	22.65

Tabla II. 9 Individuos y cobertura por especie para el estrato arbóreo correspondiente a la superficie de CUSTF

Superficie de supuesto cambio de uso del suelo (5,189.07 m ²)				
Especie	Superficie en m ²	Individuos	Área basal m ²	Volumen en m ³
<i>Albizia occidentalis</i>	5189.07 m ²	44	0.465	1.068
<i>Amphipterygium adstringens</i>	5189.07 m ²	4	0.079	0.232
<i>Bursera instabilis</i>	5189.07 m ²	1	0.009	0.032
<i>Coccoloba liebmanni</i>	5189.07 m ²	7	0.098	0.156
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	5189.07 m ²	6	0.567	1.921
<i>Crateva tapia</i>	5189.07 m ²	13	0.235	0.765
<i>Ehretia tinifolia</i>	5189.07 m ²	4	0.109	0.298
<i>Guazuma ulmifolia</i>	5189.07 m ²	27	1.195	2.990
<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i>	5189.07 m ²	4	0.150	0.496
<i>Heliocarpus pallidus</i>	5189.07 m ²	42	0.775	1.651
<i>Hibiscus tiliaceus</i>	5189.07 m ²	3	0.117	0.193
<i>Jacaratia mexicana</i>	5189.07 m ²	7	0.335	0.822
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	5189.07 m ²	12	0.150	0.265
<i>Jatropha sympetala</i>	5189.07 m ²	1	0.014	0.048
<i>Leucaena leucocephala</i>	5189.07 m ²	22	0.278	0.527
<i>Melia azedarach</i>	5189.07 m ²	1	0.015	0.030
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	5189.07 m ²	7	0.109	0.210
<i>Xylosma intermedium</i>	5189.07 m ²	1	0.012	0.052
Total	5189.07 m ²	211	4.710	11.755

Estrato arbustivo

Para los estratos arbustivo y herbáceo se realizó la estimación de número total de individuos y su cobertura, tanto para la superficie muestreada, la hectárea tipo y de CUSTF.

Para las especies del estrato arbustivo se registró un total de 15 individuos y 6.37 m² de cobertura en la superficie muestreada, mientras que para la de Cambio de Uso de Suelo se tienen 1,235 individuos que presentan una cobertura de 524 m².

Tabla II. 10 Individuos y cobertura por especie para el estrato arbustivo correspondiente a la superficie muestreada

Superficie muestreada (63 m ²)			
Especie	Superficie en m ²	Individuos	Cobertura m ²
<i>Albizia occidentalis</i>	63 m ²	6	2.88
<i>Acacia hindsii</i>	63 m ²	2	0.21

Superficie muestreada (63 m ²)			
Especie	Superficie en m ²	Individuos	Cobertura m ²
<i>Senna pallida</i>	63 m ²	1	1.77
<i>Pisonia aculeata</i>	63 m ²	1	0.36
<i>Coccoloba liebmannii</i>	63 m ²	1	0.64
<i>Melochia tomentosa</i>	63 m ²	1	0.24
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	63 m ²	1	0.18
<i>Acanthocereus occidentalis</i>	63 m ²	2	0.10
Total		15	6.37

Tabla II. 11 Individuos y cobertura por especie para el estrato arbustivo correspondiente a la hectárea tipo

Hectárea tipo (10,000 m ²)			
Especie	Superficie en m ²	Individuos	Cobertura m ²
<i>Albizia occidentalis</i>	10,000 m ²	952	457.53
<i>Acacia hindsii</i>	10,000 m ²	317	33.11
<i>Senna pallida</i>	10,000 m ²	159	280.50
<i>Pisonia aculeata</i>	10,000 m ²	159	56.80
<i>Coccoloba liebmannii</i>	10,000 m ²	159	100.98
<i>Melochia tomentosa</i>	10,000 m ²	159	37.71
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	10,000 m ²	159	28.13
<i>Acanthocereus occidentalis</i>	10,000 m ²	317	15.58
Total		2,381	1,010.34

Tabla II. 12 Individuos y cobertura por especie para el estrato arbustivo correspondiente a la superficie de CUSTF

Superficie CUSTF (5,189.07 m ²)			
Especie	Superficie en m ²	Individuos	Cobertura m ²
<i>Albizia occidentalis</i>	5,189.07 m ²	494	237.41
<i>Acacia hindsii</i>	5,189.07 m ²	165	17.18
<i>Senna pallida</i>	5,189.07 m ²	82	145.55
<i>Pisonia aculeata</i>	5,189.07 m ²	82	29.47
<i>Coccoloba liebmannii</i>	5,189.07 m ²	82	52.40
<i>Melochia tomentosa</i>	5,189.07 m ²	82	19.57
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	5,189.07 m ²	82	14.60
<i>Acanthocereus occidentalis</i>	5,189.07 m ²	165	8.09
Total	5,189.07 m ²	1,235	524.27

Estrato herbáceo

A diferencia del estrato arbustivo, para el estrato herbáceo se registraron un mayor número de especies y de individuos por unidad de muestreo. En la superficie muestreada de 7 m² se registraron un total de 73 individuos abarcando una cobertura de 5.4 m², mientras que para la de CUSTF se registraron 54,115 individuos con una cobertura de 4,003 m² m.

Tabla II. 13 Individuos y cobertura por especie para el estrato herbáceo correspondiente a la superficie muestreada

Superficie muestreada (7 m ²)			
Especie	Superficie en m ²	Individuos	Cobertura m ²
<i>Bouteloua chondrosioides</i>	7 m ²	7	0.35
<i>Commelina diffusa</i>	7 m ²	10	0.75
<i>Crotalaria pumila</i>	7 m ²	2	0.1
<i>Cyclanthera multifoliola</i>	7 m ²	7	1.45
<i>Diodia teres</i>	7 m ²	3	0.1
<i>Eragrostis ciliaris</i>	7 m ²	9	0.45
<i>Ipomoea meyeri</i>	7 m ²	6	0.6
<i>Mentzelia aspera</i>	7 m ²	7	0.15
<i>Polanisia viscosa</i>	7 m ²	2	0.35
<i>Talinum triangulare</i>	7 m ²	20	1.1
Total		73	5.4

Tabla II. 14 Individuos y cobertura por especie para el estrato herbáceo correspondiente a la hectárea tipo

Hectárea tipo (10,000 m ²)			
Especie	Superficie en m ²	Individuos	Cobertura m ²
<i>Bouteloua chondrosioides</i>	10,000 m ²	10000	500.00
<i>Commelina diffusa</i>	10,000 m ²	14286	1071.43
<i>Crotalaria pumila</i>	10,000 m ²	2857	142.86
<i>Cyclanthera multifoliola</i>	10,000 m ²	10000	2071.43
<i>Diodia teres</i>	10,000 m ²	4286	142.86
<i>Eragrostis ciliaris</i>	10,000 m ²	12857	642.86
<i>Ipomoea meyeri</i>	10,000 m ²	8571	857.14
<i>Mentzelia aspera</i>	10,000 m ²	10000	214.29
<i>Polanisia viscosa</i>	10,000 m ²	2857	500.00
<i>Talinum triangulare</i>	10,000 m ²	28571	1571.43
Total	10,000 m ²	104,286	7,714.29

Tabla II. 15 Individuos y cobertura por especie para el estrato herbáceo correspondiente a la superficie de CUSTF

Superficie de CUSTF (5,189.07 m2)			
Especie	Superficie en m2	Individuos	Cobertura m2
<i>Bouteloua chondrosioides</i>	5,189.07 m2	5189	259.45
<i>Commelina diffusa</i>	5,189.07 m2	7413	555.97
<i>Crotalaria pumila</i>	5,189.07 m2	1483	74.13
<i>Cyclanthera multifoliola</i>	5,189.07 m2	5189	1074.88
<i>Diodia teres</i>	5,189.07 m2	2224	74.13
<i>Eragrostis ciliaris</i>	5,189.07 m2	6672	333.58
<i>Ipomoea meyeri</i>	5,189.07 m2	4448	444.78
<i>Mentzelia aspera</i>	5,189.07 m2	5189	111.19
<i>Polanisia viscosa</i>	5,189.07 m2	1483	259.45
<i>Talinum triangulare</i>	5,189.07 m2	14826	815.43
Total		54,115	4003.00

II.2.8 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo

De acuerdo con La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en su Capítulo I, Artículo 7, Fracción XLVI:

Los recursos biológicos forestales comprenden las especies y variedades de plantas, hongos y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad, en especial aquéllas para la investigación.

Con base en la definición que antecede, para la estimación económica de los recursos forestales de las zonas en las que se desarrollará el proyecto Villas Zipolite, ubicado en el municipio de Santa María Tonameca, Oaxaca y que se encuentran sujetas a cambio de uso de suelo forestal, se presentará el marco teórico sobre el cual se realizará la valoración de los mismos, bajo una perspectiva del interés científico de las especies identificadas dentro del sitio, y aunque la nueva definición no considera en especial a los recursos de interés comercial, la guía de SEMARNAT referente a proyectos con cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) sigue presentando el capítulo de estimación económica, por lo que a continuación se presentará una estimación a precio real en el mercado; posteriormente se presenta una estimación económica en relación a la conservación del área y los beneficios que de manera indirecta pueden obtenerse.

Para englobar y describir la totalidad de los valores que componen un ecosistema forestal y de esta manera obtener la estimación económica de los recursos que lo componen, se utiliza el concepto del Valor Económico Total (TEV, por sus siglas en Ingles), el cual se divide en valores de uso y no uso (INEGI, 2006; Sanjurjo y Welsh 2005), y que se definen a continuación.

Valor de Uso

Los valores de uso relacionan el uso actual de un recurso biológico-ecológico y son:

- 1) uso verdadero, también llamado directo
- 2) uso planeado, también llamado indirecto
- 3) uso posible, también llamado de opción

Valor de no Uso

El valor de no uso se refiere a la disposición de pago para mantener algún bien en existencia aunque no exista un uso verdadero, posible o planeado. Los tipos de valor de no uso pueden ser varios, pero la clasificación conveniente es la siguiente.

- a) Valor de existencia: El valor de la existencia se refiere a la disponibilidad de pago para mantener un bien en existencia en un contexto en dónde el individuo que expresa el valor no tiene un uso verdadero, ni planeado, para él ni para nadie más.
- b) Valor altruista: El valor altruista se refiere a una situación cuando el individuo está consciente de que el recurso en cuestión puede estar disponible para otros en las próximas generaciones.
- c) Valor de legado: El valor de legado es similar al valor altruista pero en este, se es consciente que las siguientes y futuras generaciones pueden tener la opción de hacer uso del recurso.

De acuerdo con lo anterior, se tomará en primer término el valor de uso verdadero para la realización de la estimación económica sobre el recurso forestal, específicamente y aplicándolo a las especies presentes de árboles (presentado previamente como volúmenes en la sección II.3), arbustos y hierbas, además de las especies de fauna con usos potenciales y a la primera capa de suelo presente en las zonas propuestas a Cambio de Uso de Suelo Forestal (CUSTF); posteriormente

se propondrá un escenario para la valoración económica, en el supuesto que el CUSTF no se realizara y en la zona se desarrollen programas que favorezcan la conservación de dichas áreas.

II.2.8.1 Valoración económica directa de las especies de plantas presentes en las áreas propuestas a CUSTF

El valor de uso directo es el más accesible en su concepción, debido a que se reconoce de manera inmediata a través del consumo del recurso biológico, por ejemplo: alimentos, producción de madera, explotación pesquera, obtención de carne, pieles, otros productos animales, productos vegetales, la recolección de leña, el pastoreo del ganado, entre otros.

Los productos maderables que se pueden obtener de las áreas forestales que comprende el proyecto son para usos potenciales diversos, tales como: carbón, fabricación de muebles y artesanías, para construcción, entre otros. De acuerdo con el estudio florístico realizado en el área en la que se propone el cambio de uso de suelo, se determinó la importancia las especies maderables y no maderables, tomando en cuenta los tres estratos (arbóreo, arbustivo y herbáceo).

Los costos de las especies maderables se establecieron con base en lo estimado por la Comisión Nacional Forestal. Para todas las especies arbóreas, se utilizaron los valores establecidos para madera en pie de “Otras tropicales” según el Reporte de precios de productos forestales más reciente, correspondiente al semestre II, Julio-Diciembre 2018, en el cual se presenta un reporte de precios de múltiples fuentes confidenciales consultadas, estimando en \$ 2,598.80 pesos el metro cúbico de madera en pie de pino en todo el país.

A continuación, se presentan los costos totales de las especies maderables y no maderables para la superficie muestreada (3,500 m²), la hectárea tipo (10,000 m²) y el cambio de uso de suelo con una superficie de 5,189.07 m².

Tabla II. 16 Estimación económica directa de las materias primas forestales de especies arbóreas presentes en el área muestreada

Superficie muestreada (3,500 m ²)				
Especie	Individuos	Volumen m ³	Precio por m ³	Estimación por especie
<i>Albizia occidentalis</i>	30	0.72	\$ 2,598.80	\$ 1,872.11

Superficie muestreada (3,500 m ²)				
Especie	Individuos	Volumen m ³	Precio por m ³	Estimación por especie
<i>Amphipterygium adstringens</i>	3	0.16	\$ 2,598.80	\$ 407.25
<i>Bursera instabilis</i>	1	0.02	\$ 2,598.80	\$ 55.80
<i>Coccoloba liebmanni</i>	5	0.11	\$ 2,598.80	\$ 273.80
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	4	1.30	\$ 2,598.80	\$ 3,366.53
<i>Crateva tapia</i>	9	0.52	\$ 2,598.80	\$ 1,340.83
<i>Ehretia tinifolia</i>	3	0.20	\$ 2,598.80	\$ 523.22
<i>Guazuma ulmifolia</i>	18	2.02	\$ 2,598.80	\$ 5,240.95
<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i>	3	0.33	\$ 2,598.80	\$ 869.21
<i>Heliocarpus pallidus</i>	28	1.11	\$ 2,598.80	\$ 2,893.43
<i>Hibiscus tiliaceus</i>	2	0.13	\$ 2,598.80	\$ 337.79
<i>Jacaratia mexicana</i>	5	0.55	\$ 2,598.80	\$ 1,441.69
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	8	0.18	\$ 2,598.80	\$ 464.96
<i>Jatropha sympetala</i>	1	0.03	\$ 2,598.80	\$ 83.35
<i>Leucaena leucocephala</i>	15	0.36	\$ 2,598.80	\$ 923.93
<i>Melia azedarach</i>	1	0.02	\$ 2,598.80	\$ 51.73
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	5	0.14	\$ 2,598.80	\$ 367.29
<i>Xylosma intermedium</i>	1	0.04	\$ 2,598.80	\$ 91.85
Total	142	7.93		\$ 20,605.74

Se estimó un costo total de \$20,605.74 pesos para el total de volumen de las especies arbóreas, estos precios son únicamente para el área muestreada de 3,500 m².

Tabla II. 17 Estimación económica directa de las materias primas forestales de especies arbóreas en la hectárea tipo

Hectárea Tipo (10,000 m ²)				
Especie	Individuos	Volumen m ³	Precio por m ³	Estimación por especie
<i>Albizia occidentalis</i>	86	2.06	\$ 2,598.80	\$ 5,348.88
<i>Amphipterygium adstringens</i>	9	0.45	\$ 2,598.80	\$ 1,163.57
<i>Bursera instabilis</i>	3	0.06	\$ 2,598.80	\$ 159.42
<i>Coccoloba liebmanni</i>	14	0.30	\$ 2,598.80	\$ 782.29
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	11	3.70	\$ 2,598.80	\$ 9,618.66
<i>Crateva tapia</i>	26	1.47	\$ 2,598.80	\$ 3,830.94
<i>Ehretia tinifolia</i>	9	0.58	\$ 2,598.80	\$ 1,494.92
<i>Guazuma ulmifolia</i>	51	5.76	\$ 2,598.80	\$ 14,974.15
<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i>	9	0.96	\$ 2,598.80	\$ 2,483.46
<i>Heliocarpus pallidus</i>	80	3.18	\$ 2,598.80	\$ 8,266.94
<i>Hibiscus tiliaceus</i>	6	0.37	\$ 2,598.80	\$ 965.12



<i>Jacaratia mexicana</i>	14	1.59	\$ 2,598.80	\$ 4,119.12
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	23	0.51	\$ 2,598.80	\$ 1,328.46
<i>Jatropha sympetala</i>	3	0.09	\$ 2,598.80	\$ 238.15
<i>Leucaena leucocephala</i>	43	1.02	\$ 2,598.80	\$ 2,639.81
<i>Melia azedarach</i>	3	0.06	\$ 2,598.80	\$ 147.80
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	14	0.40	\$ 2,598.80	\$ 1,049.41
<i>Xylosma intermedium</i>	3	0.10	\$ 2,598.80	\$ 262.43
Total	406	22.65		\$ 58,873.53

Para la hectárea tipo aumentaron los precios, presentando **\$58,873.53** pesos para el total de árboles. A continuación, se hace la estimación económica para la superficie considerada para el cambio de uso de suelo.

Tabla II. 18 Estimación económica directa de las materias primas forestales de especies arbóreas en la superficie de CUSTF

Superficie de CUSTF (5,189.07 m ²)				
Especie	Individuos	Volumen m ³	Precio por m ³	Estimación por especie
<i>Albizia occidentalis</i>	44	1.07	\$ 2,598.80	\$ 2,775.57
<i>Amphipterygium adstringens</i>	4	0.23	\$ 2,598.80	\$ 603.78
<i>Bursera instabilis</i>	1	0.03	\$ 2,598.80	\$ 82.73
<i>Coccoloba liebmannii</i>	7	0.16	\$ 2,598.80	\$ 405.94
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	6	1.92	\$ 2,598.80	\$ 4,991.19
<i>Crateva tapia</i>	13	0.76	\$ 2,598.80	\$ 1,987.90
<i>Ehretia tinifolia</i>	4	0.30	\$ 2,598.80	\$ 775.73
<i>Guazuma ulmifolia</i>	27	2.99	\$ 2,598.80	\$ 7,770.19
<i>Gyrocarpus jatrophiifolius</i>	4	0.50	\$ 2,598.80	\$ 1,288.68
<i>Heliocarpus pallidus</i>	42	1.65	\$ 2,598.80	\$ 4,289.77
<i>Hibiscus tiliaceus</i>	3	0.19	\$ 2,598.80	\$ 500.81
<i>Jacaratia mexicana</i>	7	0.82	\$ 2,598.80	\$ 2,137.44
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	12	0.27	\$ 2,598.80	\$ 689.35
<i>Jatropha sympetala</i>	1	0.05	\$ 2,598.80	\$ 123.58
<i>Leucaena leucocephala</i>	22	0.53	\$ 2,598.80	\$ 1,369.82
<i>Melia azedarach</i>	1	0.03	\$ 2,598.80	\$ 76.69
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	7	0.21	\$ 2,598.80	\$ 544.55
<i>Xylosma intermedium</i>	1	0.05	\$ 2,598.80	\$ 136.18
Total	211	11.76		\$ 30,549.89

Para la superficie propuesta para el cambio de uso de suelo el precio total de las especies maderables es de \$ 30,549.89 pesos.

Estrato arbustivo

Para la determinación del costo de las especies a remover del estrato arbustivo, se tomó en cuenta el número de individuos, debido a que para realizar el cálculo de la de la biomasa arbustiva se requiere el peso seco de cada uno de los individuos que se encuentra dentro del predio, y este valor no se puede obtener indirectamente, se necesitaría pesar cada uno de los individuos a removerse y esto es una actividad que no se puede realizar sin antes tener la autorización.

Como referencia para el cálculo del costo de cada uno de los individuos se tomó en cuenta el trabajo que se desarrolló para la CONAFOR de Velázquez-Martínez *et al.*, (2011) donde menciona que el costo promedio para producir una planta en un vivero es de \$3.57 pesos. Con base en esta información se prosiguió a realizar los cálculos por cada uno de los individuos del área muestreada (63 m²), para la hectárea tipo (10,000 m²) y finalmente para la superficie en la cual se pretende realizar el cambio de uso de suelo que comprende de 5,189.07 m². A continuación, se muestra el costo total de cada una de las superficies antes mencionadas.

Tabla II. 19 Estimación económica directa de las materias primas forestales de especies arbustivas presentes en el área muestreada

Superficie muestreada (63 m2)			
Especie	Individuos	Precio unitario	Estimación por especie
<i>Albizia occidentalis</i>	6	\$ 3.57	\$ 21.42
<i>Acacia hindsii</i>	2	\$ 3.57	\$ 7.14
<i>Senna pallida</i>	1	\$ 3.57	\$ 3.57
<i>Pisonia aculeata</i>	1	\$ 3.57	\$ 3.57
<i>Coccoloba liebmanni</i>	1	\$ 3.57	\$ 3.57
<i>Melochia tomentosa</i>	1	\$ 3.57	\$ 3.57
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	1	\$ 3.57	\$ 3.57
<i>Acanthocereus occidentalis</i>	2	\$ 3.57	\$ 7.14
Total	15.00		\$ 53.55

Tabla II. 20 Estimación económica directa de las materias primas forestales de especies arbustivas presentes en el área muestreada

Hectárea Tipo (10,000 m2)			
Especie	Individuos	Precio unitario	Estimación por especie
<i>Albizia occidentalis</i>	952	\$ 3.57	\$ 3,400.00
<i>Acacia hindsii</i>	317	\$ 3.57	\$ 1,133.33
<i>Senna pallida</i>	159	\$ 3.57	\$ 566.67
<i>Pisonia aculeata</i>	159	\$ 3.57	\$ 566.67
<i>Coccoloba liebmannii</i>	159	\$ 3.57	\$ 566.67
<i>Melochia tomentosa</i>	159	\$ 3.57	\$ 566.67
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	159	\$ 3.57	\$ 566.67
<i>Acanthocereus occidentalis</i>	317	\$ 3.57	\$ 1,133.33
Total	2,381		\$ 8,500.00

Tabla II. 21 Estimación económica directa de las materias primas forestales de especies arbustivas presentes en el área

Superficie CUSTF (5,189.07 m2)			
Especie	Individuos	Precio unitario	Estimación por especie
<i>Albizia occidentalis</i>	494	\$ 3.57	\$ 1,764.28
<i>Acacia hindsii</i>	165	\$ 3.57	\$ 588.09
<i>Senna pallida</i>	82	\$ 3.57	\$ 294.05
<i>Pisonia aculeata</i>	82	\$ 3.57	\$ 294.05
<i>Coccoloba liebmannii</i>	82	\$ 3.57	\$ 294.05
<i>Melochia tomentosa</i>	82	\$ 3.57	\$ 294.05
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	82	\$ 3.57	\$ 294.05
<i>Acanthocereus occidentalis</i>	165	\$ 3.57	\$ 588.09
Total	1235		\$ 4,410.71

En la superficie propuesta para el Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales se calculó el precio total de los individuos por cada una de las especies encontradas para el estrato arbustivo y dio un total de \$4,410 pesos.

Estrato Herbáceo

Al igual que el estrato arbustivo en el estrato herbáceo se realizó el cálculo con base en los individuos de cada una de las especies que se identificaron dentro del área del proyecto. Para el cálculo se tomó en cuenta el trabajo que se desarrolló para la CONAFOR de Velázquez-Martínez *et al.*, (2011)

donde menciona que el costo promedio para producir una planta en un vivero es de \$3.57 pesos. Conforme a la información señalada anteriormente se hizo el cálculo para el área muestreada (7 m²), para la hectárea tipo (10,000 m²) y finalmente para la superficie propuesta para realizar el cambio de uso de suelo que comprende de 5,189.07 m². A continuación, se muestra el costo total de cada una de las superficies antes mencionadas.

Tabla II. 22 Estimación económica directa de las materias primas forestales de especies herbáceas presentes en el área muestreada

Superficie muestreada (7 m ²)			
Especie	Individuos	Precio unitario	Estimación por especie
<i>Bouteloua chondrosioides</i>	7	\$ 1.63	\$ 11.41
<i>Commelina diffusa</i>	10	\$ 1.63	\$ 16.30
<i>Crotalaria pumila</i>	2	\$ 1.63	\$ 3.26
<i>Cyclanthera multifoliola</i>	7	\$ 1.63	\$ 11.41
<i>Diodia teres</i>	3	\$ 1.63	\$ 4.89
<i>Eragrostis ciliaris</i>	9	\$ 1.63	\$ 14.67
<i>Ipomoea meyeri</i>	6	\$ 1.63	\$ 9.78
<i>Mentzelia aspera</i>	7	\$ 1.63	\$ 11.41
<i>Polanisia viscosa</i>	2	\$ 1.63	\$ 3.26
<i>Talinum triangulare</i>	20	\$ 1.63	\$ 32.60
Total	73		\$ 118.99

Tabla II. 23 Estimación económica directa de las materias primas forestales de especies herbáceas presentes en la hectárea tipo

Hectárea Tipo (10,000 m ²)			
Especie	Individuos	Precio unitario	Estimación por especie
<i>Bouteloua chondrosioides</i>	10000	\$ 1.63	\$ 16,300.00
<i>Commelina diffusa</i>	14286	\$ 1.63	\$ 23,285.71
<i>Crotalaria pumila</i>	2857	\$ 1.63	\$ 4,657.14
<i>Cyclanthera multifoliola</i>	10000	\$ 1.63	\$ 16,300.00
<i>Diodia teres</i>	4286	\$ 1.63	\$ 6,985.71
<i>Eragrostis ciliaris</i>	12857	\$ 1.63	\$ 20,957.14
<i>Ipomoea meyeri</i>	8571	\$ 1.63	\$ 13,971.43
<i>Mentzelia aspera</i>	10000	\$ 1.63	\$ 16,300.00
<i>Polanisia viscosa</i>	2857	\$ 1.63	\$ 4,657.14
<i>Talinum triangulare</i>	28571	\$ 1.63	\$ 46,571.43
Total	104286		\$ 169,985.71

Tabla II. 24 Estimación económica directa de las materias primas forestales de especies herbáceas presentes en el área de CUSTF

Superficie CUSTF (5,189.07 m2)			
Especie	Individuos	Precio unitario	Estimación por especie
<i>Bouteloua chondrosioides</i>	5189	\$ 1.63	\$ 8,458.18
<i>Commelina diffusa</i>	7413	\$ 1.63	\$ 12,083.12
<i>Crotalaria pumila</i>	1483	\$ 1.63	\$ 2,416.62
<i>Cyclanthera multifoliola</i>	5189	\$ 1.63	\$ 8,458.18
<i>Diodia teres</i>	2224	\$ 1.63	\$ 3,624.94
<i>Eragrostis ciliaris</i>	6672	\$ 1.63	\$ 10,874.81
<i>Ipomoea meyeri</i>	4448	\$ 1.63	\$ 7,249.87
<i>Mentzelia aspera</i>	5189	\$ 1.63	\$ 8,458.18
<i>Polanisia viscosa</i>	1483	\$ 1.63	\$ 2,416.62
<i>Talinum triangulare</i>	14826	\$ 1.63	\$ 24,166.24
Total	54115		\$ 88,206.78

Dentro de la superficie propuesta para el Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales se realizó el cálculo del precio total de todos los individuos por cada una de las especies, cabe señalar que para este estrato se tomaron los individuos calculados en este mismo capítulo. El precio total de todos los individuos es de **\$88,206.78** pesos. Asimismo, se hace énfasis en que este precio señalado anteriormente no es relevante, ya que la producción de las plantas enlistadas no es factible ya que son especies que tienen un crecimiento natural dentro de predios con un grado de perturbación.

II.2.8.2 Valoración económica directa de las especies animales presentes en el área del proyecto.

Debido a que el valor económico de las especies de fauna de interés cinegético y/o comercial varía de acuerdo a la temporada del año y a la zona del país, se determinó que para el cálculo de los valores económicos de Aves y Mamíferos se iba a tomar como base el valor económico obtenido del pago de derechos por aprovechamiento extractivo por ejemplar o, en su caso, por lote determinado en las tasas de aprovechamiento autorizadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales que establece el Artículo 238 de la Ley Federal de Derechos Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de diciembre de 1981 y con última reforma el día 28 de diciembre de 2018.

De acuerdo con este artículo, los valores por el aprovechamiento extractivo de individuos de **“Zorra gris y otros pequeños mamíferos”** es de \$ 6,088.76 pesos, valor que se aplicará a las especies *Sciurus aureogaster* (Ardilla vientre rojo) y *Spilogale pygmaea* (Zorrillo pigmeo) ya que no existe un valor

específico para las mismas. Para las aves se decidió utilizar el valor de la fracción VI “patos, palomas, codornices, cercetas, gansos, perdiz, tinamú, branta negra del pacífico y otras aves por lote” que es de \$29,869.33 pesos por lote, con excepción de la especie *Ortalis poliocephala* (Chachalaca Pálida), para la cual se utilizó la fracción VII “Guajolote Silvestre y Pavo Ocelado”, que corresponde a la cantidad de \$6,088.76 pesos por individuo. Para la estimación económica de las especies herpetológicas, se consultaron precios en tiendas de organismos similares. A continuación, se presenta la valoración económica de cada una de las especies.

Tabla II. 25 Estimación de los costos de la herpetofauna por especie

Estimación de costos de reptiles				
Nombre científico	Nombre común	N° de individuos	Precio por unidad	Precio total
<i>Incilius marmoreus</i>	Sapo Jaspeado	1	750	750
<i>Anolis immaculogularis</i>	Abaniquillo	3	500	1500
<i>Anolis nebulosus</i>	Abaniquillo Plañuelo	1	500	500
<i>Sceloporus sniferus</i>	Lagartija espinosa de cola larga	3	1800	5400
<i>Aspidoscelis deppii</i>	Huico 7 Lineas	2	500	1000
				9,150

Tabla II. 26 Estimación de los costos de la avifauna por especie

Estimación de costos de aves				
Nombre científico	Nombre común	N° de individuos	Precio por unidad	Precio total
<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca Pálida	4	\$6,088.76	24,355.04
<i>Columbina inca</i>	Tortola Cola Larga	10	\$29,869.34	29,869.35
<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma Arroyera	1	\$29,869.35	29,869.35
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Pijuy	2	\$29,869.36	29,869.35
<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí Pico Ancho	1	\$29,869.37	29,869.35
<i>Trogon citreolus</i>	Trogon citrino	2	\$29,869.38	29,869.35
<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto Corona Canela	2	\$29,869.39	29,869.35
<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero Enmascarado	2	\$29,869.40	29,869.35
<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Papamoscas Rayado Común	1	\$29,869.41	29,869.35
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí	2	\$29,869.42	29,869.35
<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo Verdeamarillo	1	\$29,869.43	29,869.35
<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	Matraca Nuca Canela	2	\$29,869.44	29,869.35
<i>Turdus rufopalliatu</i>	Mirlo Dorso Canela	1	\$29,869.45	29,869.35

Estimación de costos de aves				
Nombre científico	Nombre común	N° de individuos	Precio por unidad	Precio total
<i>Cassidix melanicterus</i>	Cacique Mexicano	4	\$29,869.46	29,869.35
<i>Icterus gularis</i>	Calandria Dorso Negro Mayor	3	\$29,869.47	29,869.35
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	3	\$29,869.48	29,869.35
<i>Cyanocornis parvula</i>	Colorín Azulnegro	1	\$29,869.49	29,869.35
				502,264.64

Tabla II. 27 Estimación de los costos de la mastofauna por especie

Estimación de costos de mamíferos				
Nombre científico	Nombre común	N° de individuos	Precio por unidad	Precio total
<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla vientre rojo	4	6,088.76	24355.04
<i>Spilogale pygmaea</i>	Zorrillo pigmeo	1	6,088.76	6088.76
				30,443.8

De acuerdo con esta estimación, el valor económico de la fauna presente en los polígonos de CUSTF del proyecto Villas Zipolite es **de \$541, 858.44 pesos**.

Tabla II. 28 Valor económico de la fauna presente en los polígonos de CUSTF

Grupo	Valor
Aves	502264.64
Mamíferos	9150
Herpetofauna	30443.8
Total	\$ 541,858.44

II.2.8.3 Valoración económica directa de los microorganismos presentes en las áreas propuestas a CUSTF.

Debido a la dificultad en la cuantificación de los microorganismos presentes en el suelo por unidad de área para estimar la valoración económica del suelo presente en las áreas propuestas a cambio de uso de suelo, se estableció considerar la capa superficial que abarca un espesor de aproximadamente 15 cm en todos los polígonos de CUSTF.

Posterior a la obtención del volumen de suelo a remover en las áreas propuestas a CUSTF, se realizó una valoración económica en relación al precio en el mercado por m³ del material producto de tierra vegetal, conocida también como tierra negra. Así, tomado como base una superficie de despampe

de 5,189.07 m², se calculó un volumen aproximado de la primera capa del suelo de 778.36 m³, por lo que su comercialización directa a precio de composta sin tomar en cuenta el costo de producción genera un monto total de **\$295,776.99 m.n.**

Tabla II. 29 Área y volumen de despalme de los polígonos de CUSTF

Tipo de Vegetación	Volumen de despalme (m ³)
Selva Baja Caducifolia	778.36

Tabla II. 30 Estimación económica del material de despalme

Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Superficie (m ²)	Grosor del suelo (m)	Volumen aproximado (m ³)	Costo promedio por m ³	Monto total
Selva Baja Caducifolia	0.5189	5,189.07	0.15	778.36	\$380	\$295,776.99

II.2.8.4 Valoración económica indirecta de los servicios ambientales

La valoración indirecta se refiere a los beneficios que recibe la sociedad a través de los servicios ambientales de los ecosistemas. Algunos ejemplos son los servicios proporcionados por los bosques como la protección contra la erosión, la regeneración de suelos, la recarga de acuíferos, el control de inundaciones, el reciclaje de nutrientes, la protección de costas, la captación y el almacenamiento de carbono, el auto-sostenimiento del sistema biológico, o bien, actividades recreativas en ambientes naturales como puede ser el ecoturismo o turismo de aventura, es decir un aprovechamiento no extractivo, tal como lo establece la fracción II del Artículo 3º de la Ley General de Vida Silvestre publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el día 3 de julio de 2000 y reformada en el DOF el día 19 de enero de 2018.

De acuerdo con el párrafo anterior, se presenta una valoración económica indirecta basada en diferentes tarifas de pagos por servicios ambientales actuales, así como el pago por

aprovechamiento no extractivo del total de especies de flora, fauna y en general de las condiciones actuales de las áreas propuestas a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales del proyecto.

Captación de agua.

La CONAFOR, a través del programa Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH), otorga subsidio para la captación de agua y conservación de ecosistemas de los sitios previamente solicitados y autorizados por un monto de \$400 ha/año. Con base en lo anterior, con la superficie total de las áreas propuestas a CUSTF, se cuenta con una posibilidad de **\$207.56 M.N.**, para la conservación de dicha superficie, debido a que pertenece a la categoría para los subsidios de Bosques y Selvas.

Captura de carbono

Las estimaciones del almacenamiento y de la liberación de carbono dependen principalmente del tipo de bosque, del cambio en el uso del suelo, de la edad del bosque y del tipo de ecosistema (cerrado o abierto). El carbono captado y almacenado por el bosque tiene un valor ambiental positivo, mientras que su liberación a la atmósfera por el cambio de uso de suelo acarrea daños ambientales al propiciar el calentamiento atmosférico global.

Para el caso del Servicio Ambiental de captura de carbono, el programa ProÁrbol contempla el apoyo para la elaboración de un anteproyecto de secuestro de carbono, sin embargo es importante mencionar que el área mínima considerada dentro las reglas de operación es de 500 ha, por lo que sólo se hará una simulación del cálculo de pago por este servicio ambiental para el proyecto en cuestión.

El apoyo para un área mínima es de 500 ha es de aproximadamente **\$ 161,660 pesos**. El área total del predio es un 0.1037% con respecto al área mínima, por lo tanto el pago elaboración de un anteproyecto de captura de carbono sería de **\$167.64 pesos**.

Aprovechamiento no extractivo

De acuerdo al artículo 3º, fracción II de la Ley General de Vida Silvestre se establece al aprovechamiento no extractivo como:

Las actividades directamente relacionadas con la vida silvestre en su hábitat natural que no impliquen la remoción de ejemplares, partes o derivados, y que, de no ser adecuadamente reguladas, pudieran causar impactos significativos sobre eventos biológicos, poblaciones o hábitat de las especies silvestres.

A pesar de que el predio cuenta con potencial ecoturístico debido a sus condiciones naturales, actualmente no presta este tipo de servicios.

Monto total de la valoración económica indirecta.

En la siguiente tabla (**Tabla II.31**) se presenta un resumen de los valores económicos indirectos y de aprovechamiento no extractivo, bajo el supuesto de que el área fuera destinada y aceptada en alguno de los subsidios antes descritos.

Tabla II. 31 Valoración económica indirecta de los recursos biológicos forestales del área propuesta a cambio de uso de suelo.

Concepto	Precio
Servicios Ambientales	
Hidrológicos (captación de agua)	\$207.56
Captura de Carbono	\$167.64
Aprovechamiento no extractivo	
Proyecto ecoturístico	\$0
TOTAL	\$375.20

II.2.8.5 Estimación económica total de los recursos biológicos forestales

Una vez concluidos los costos de los recursos biológico forestales, se determinó que tienen un costo de \$961,178 MXN, derivado de los bienes y servicios tanto de uso directo como indirecto de los recursos biológicos forestales presentes en el área del proyecto.

Tabla II. 32 Valoración económica indirecta de los recursos biológicos forestales del área propuesta a cambio de uso de suelo.

Recursos	Valor estimado (pesos)
Vegetación	123167.37
Fauna	541858.44
Microorganismos (suelo)	295776.99
Servicios Ambientales	375.2
Total	\$ 961,178.00

Una vez realizados los cálculos correspondientes, es importante mencionar que la inversión que se realizará en el desarrollo y emplazamiento del proyecto sometido a evaluación será mayor al costo estimado de los servicios ambientales que presenta el predio, como puede observarse en la siguiente tabla.

Tabla II. 33 Valoración económica del predio en condiciones actuales y con proyecto

Condiciones	Precio
Valor del predio actual derivado de la valoración económica de los recursos directa e indirecta.	\$961,178.00 MXN
Derrama económica del proyecto	\$13,000,000.00 MXN

II.2.9 Operación y Mantenimiento

01 Contratación de personal de la región

Se contratará a personal de las localidades cercanas para encargarse del cuidado, mantenimiento y operación del proyecto. Se prevé la contratación de al menos 5 personas para el desarrollo de dichas actividades, las cuales contarán con un empleo permanente.

02 Operación general del proyecto

Durante la operación del proyecto se prevé la llegada de huéspedes a lo largo del año y una mayor afluencia durante las temporadas altas. Esto será benéfico tomando en cuenta que el proyecto contribuirá en que exista una mayor oferta de alojo en la región y, por tanto, en el crecimiento turístico de la zona.

03 Mantenimiento de áreas verdes

Para que no existan deterioros en las áreas verdes del proyecto se realizarán riegos y observaciones constantes a la vegetación del predio. Se tratará de conservar en las mejores condiciones y en la medida de lo posible los individuos arbóreos con los que contará el proyecto.

04 Consumo de agua y operación de la planta de tratamiento

Una vez en operación el proyecto, tanto los usuarios como los trabajadores demandarán un consumo de agua, por lo que es importante tomar en cuenta la proyección del gasto total.

Con base en la cantidad máxima de personas calculadas para ingresar al proyecto “Villas Zipolite”, que es de 34 habitantes y de 5 trabajadores, se realizó el cálculo de consumo de agua potable y su desperdicio. Se consideró una dotación máxima de agua potable por habitante de 217 l/hab/día, que es la cantidad más alta sugerida en un clima cálido subhúmedo y de tipo doméstico (CONAGUA, 2007) y un porcentaje de desperdicio del 80% de la dotación para el cálculo de aguas residuales. Se consideró que el consumo solo corresponderá a medio día en el caso de los trabajadores. Se obtuvieron los siguientes resultados:

- Gasto diario de agua potable por persona = 217 l/usuario/día
- Generación de agua residual por persona = 173.6 l/día
- Capacidad total de habitantes en el proyecto= 34 habitantes
- Cantidad total de trabajadores en el proyecto = 5 trabajadores
- Consumo máximo total de agua por día= 7.92 m³
- Generación de agua residual máxima por día= 6.33 m³

O5 Generación y manejo de Residuos Sólidos Urbanos

Durante la fase de operación, se propone que se realice una separación secundaria de los residuos sólidos urbanos. Para lo anterior se instalarán, en áreas específicas, contenedores de residuos rotulados y de diferentes colores. La recolección la realizará el promovente del proyecto y el mismo se encargará de asegurar el correcto manejo de los residuos.

Para la estimación de la generación de residuos sólidos urbanos durante la etapa de operación, se toma como base una tasa de generación de 1 kg/habitante/día. Se espera un número máximo aproximado de 34 usuarios en el hotel y 5 trabajadores.

Tabla II. 34 Generación de RSU por año de operación

Días al año	Nº personas	Kg/persona/día	Total (kg)
365	39	1	14,235

Cabe resaltar que dichos resultados se obtienen estimando el número máximo de usuarios potenciales en el complejo turístico.

II.2.10 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

El presente proyecto es de carácter turístico, por lo que se considera que tendrá una vida útil mínima de 50 años, y de acuerdo con las acciones preventivas y correctivas que se realicen para el mantenimiento de la obra, se podría extender aún más, de acuerdo con las condiciones físicas que muestre el proyecto. Si se presentase un cierre o abandono, por cualquier tipo de causas que en su momento se consideren, al realizar la venta del terreno del predio deberá realizar la demolición de la edificación, dicha demolición y disposición de residuos estará sujeta a la normatividad aplicable en esa época específica.

En el caso del abandono, cierre o demolición, la perimetral del área del proyecto será enmallada, dicha malla estará cubierta con plástico para retener los polvos de los suelos que se levanten. Dado que durante los trabajos de demolición se realiza el movimiento de tierras y materiales de características similares a los que se desarrollarán durante la construcción, se deberán adoptar las mismas medidas en cuanto a la seguridad de las personas, con el fin de limitar la accesibilidad a las zonas de trabajo y prevenir accidentes, asimismo se deberá delimitar el área de desmantelamiento y demolición de la obra.

Se deberán realizar riegos constantes para evitar levantar polvos, la maquinaria que sea utilizada en estas actividades deberá contar con silenciadores, así mismo se realizará el mantenimiento preventivo y correctivo de la misma para evitar la contaminación por aceites e hidrocarburos y garantizar el funcionamiento óptimo de dicha maquinaria. Se deberán retirar los sistemas eléctricos y equipos de apoyo los cuales que estén localizados en el interior del proyecto para de esta manera evitar factores de riesgo.

De igual manera, será necesaria la implementación de infraestructura temporal, tales como oficinas para residentes de obra, almacén de residuos, sanitarios portátiles y comedor del personal a laborar. Se deberán estabilizar los taludes y mantener una topografía la cual no presente tierras frágiles que pudiesen provocar deslaves posteriores al abandono, así como evitar la erosión en suelos desnudos.

Previo al abandono y cierre de la obra se limpiará toda la zona de todo residuo sólido urbano y residuos de manejo especial provenientes de la demolición. Se estima, según Catells (2000), que la generación de los residuos generados por demolición es de 900 kg/m², se tiene contemplado el retiro de material de construcción de aproximadamente 1,134.903 m², por lo que se estima se generarán 1,021 toneladas de residuos de obra. En este caso se dispondrán los residuos en lugares autorizados por la entidad encargada del manejo de este tipo de residuos.

II.2.11 Programa de trabajo

El desarrollo del Proyecto “Villas Zipolite” se llevará a cabo en 3 etapas según se describe en el calendario de trabajo que se presenta en la **Tabla II.35**, el cual consta de una primera etapa denominada “Preparación”, una segunda etapa denominada “Construcción” y una tercera denominada “Operación y Mantenimiento”.

En la primera de ellas, es decir, la etapa de Preparación se tiene considerado sea realizada en un periodo de 8 meses contados a partir de la autorización por parte de la autoridad correspondiente.

La segunda etapa llamada Construcción se pretende realizarla en un periodo de 24 meses antes de que comience la de “Operación y Mantenimiento”.

Finalmente, la etapa de “Operación y Mantenimiento” se iniciará una vez concluida la etapa de Construcción; sin embargo, para esta etapa no es posible determinar un término debido a que la durabilidad del proyecto dependerá directamente del mantenimiento y uso que se le dé al mismo; por lo que, se considera por lo menos un periodo de operación de 50 años, sin embargo, este podría ampliarse dependiendo de las cuestiones antes mencionadas.

A continuación, en la siguiente tabla se presentan las actividades a realizar por el desarrollo del proyecto, incluyendo el periodo comprendido para realizar cada una de ellas.

Tabla II. 35 Cronograma de trabajo para las actividades del proyecto

CLAVE	ACTIVIDAD	MESES																								50 años
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
P1	Inversión económica																									
P2	Contratación de personal de la región																									
P3	Platica de asesoramiento al personal en materia ambiental																									
P4	Instalación de obras provisionales																									
P5	Rescate y reubicación de fauna																									
P6	Rescate y reubicación de arbolado																									
P7	Desmonte																									
P8	Despalme																									
P9	Manejo de residuos vegetales																									
P10	Cortes y excavaciones																									
P11	Rellenos y nivelación del terreno																									
P12	peligrosos																									
C1	Cimentaciones																									
C2	Construcción de infraestructura																									
C3	Instalación de redes generales de servicios																									
C4	Instalación de planta de tratamiento de aguas residuales																									
C5	Acabados																									
C6	Instalación de áreas verdes																									
C7	Generación y Manejo de Residuos Sólidos Urbanos, Residuos de Manejo Especial y Residuos Peligrosos																									
C8	Desinstalación de obras provisionales y limpieza general																									
O1	Contratación de personal de la región																									
O2	Operación general del proyecto																									
O3	Mantenimiento de áreas verdes																									
O4	Consumo de agua y operación de la planta de tratamiento																									
O5	Generación y manejo de residuos sólidos urbanos																									

II.2.12 Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera

Durante la preparación y construcción del proyecto, así como durante la operación, se prevé que se generarán residuos sólidos y líquidos; producidos por la actividad humana y los desechos que el mismo proyecto genere.

La planeación y seguimiento de estos residuos resulta una práctica necesaria e importante en materia de cuidado ambiental, ya que una correcta gestión facilitará la disposición final ágil y segura de los residuos. Aragón (2016), menciona que separando los residuos en el origen, se facilita su aprovechamiento y se evita o disminuye notablemente la contaminación por la eliminación de dichos residuos, así como el agotamiento de los recursos naturales.

A continuación, en la siguiente tabla se describe con mayor detalle la proyección propuesta para el manejo de los residuos sólidos y líquidos que se generen dentro de cada una de las etapas del proyecto. Las secciones posteriores darán mayor detalle a cerca de la separación de residuos, entre otros aspectos.

Tabla II. 36 Gestión de Residuos Sólidos y Líquidos

Clasificación de Residuos	Residuos Sólidos		Residuos Líquidos
	Orgánicos	Inorgánicos	
Tipos de Residuos por clasificación	Desperdicio y desechos de comida (cascaras, frutas, verduras), papel, cartón, periódico, madera, tierra removida sobrante, etc.	Latas, metales, textiles, vidrio, plásticos de todo tipo, etc.	Generación y descarga de aguas residuales por parte de usuarios y trabajadores. 1- Baños portátiles 2- Uso sanitario de los usuarios
Etapas de Generación	Preparación, construcción y operación	Construcción y operación	Construcción y operación
Manejo	Clasificación y almacenamiento en el área de Residuos No Peligrosos.		1- Almacenamiento para el agua residual generada por los baños portátiles. 2- Tratamiento del agua con la planta que se establecerá en el proyecto

Disposición	1- Los residuos con potencial comercial serán vendidos o dispuestos con empresas autorizadas para este giro. 2- La tierra sobrante será utilizada como relleno y nivelación del terreno.	1- El agua residual de los baños portátiles será puesta a disposición de la empresa encargada de dichos baños. 2- El agua resultante de la planta de tratamiento podrá ser utilizada para el riego de áreas verdes
-------------	--	--

Emisiones a la atmósfera

Durante el proyecto se utilizará la siguiente maquinaria, posteriormente con esta información se estimarán las emisiones por polvos fugitivos en las diferentes actividades y las relacionadas a los motores de combustión interna de las mismas.

Tabla II. 37 Maquinaria a utilizar en el proyecto

Maquinaria y/o Vehículos	Cantidad
Camión de Volteo	1
Retroexcavadora	1
Revolvedora	1
Vibrocompactadora	1
TOTAL	5



Tabla II. 38 Emisión de PM10 en etapas de preparación y construcción

Actividad	Factor de emisión*	Tonelada/día **	Vehículos	Kilómetros Diarios	Tasa de Emisión (kg/día)
Movimiento de Tierra	0.029(kg/ton)	381.6	--	--	11.06
Carga y Descarga de material.	0.00061(kg/ton)	381.6	--	--	0.232
Tránsito de camiones	0.625(kg/veh-km)	--	8	50	250
Emisión por combustión interna de camiones	1.10(g/veh-km)	--	8	50	0.44
Emisión por combustión interna de maquinaria	0.33(g/veh-km)	--	9	4	0.01

*Fuente: AP-42

Para calcular los contaminantes criterio se utilizó la formula básica de estimación de emisiones para la maquinaria y los camiones, la cual se muestra a continuación:

$$E = (FP * T * C * P)$$

En donde:

FP: Factor de emisión según la potencia

T: tiempo de operación diaria

C: Porcentaje de Carga

P: Potencia Nominal

Con lo anterior se calculó la emisión relativa a los motores de combustión interna presente en la maquinaria y camiones del proyecto.

Tabla II. 39 Estimación de la emisión proveniente de la Retroexcavadora

Contaminante	Tiempo de operación (h)	Porcentaje de Carga	Potencia nominal (KW)	Factor de emisión (g/KW-h)	Emisión (kg/día)
CO	6	100	112	3.76	2.52672
HC	6	100	112	1.72	1.15584
NOx	6	100	112	14.36	9.64992

Tabla II. 40 Total de las emisiones diarias generadas por la retroexcavadora

RETROEXCAVADORA	EMISION CO (kg/día)	EMISIÓN HC (kg/día)	EMISIÓN NOx (kg/día)
1	2.526	1.155	9.649
TOTAL	2.526	1.155	9.649

Tabla II. 41 Estimación de la emisión proveniente de cada camión de volteo

Contaminante	Tiempo de operación (h)	Porcentaje de Carga	Potencia nominal (KW)	Factor de emisión (g/KW-h)	Emisión (kg/día)
CO	4	100	209	3.00	2.508
HC	4	100	209	1.35	1.128
NOx	4	100	209	14.36	12.004

Tabla II. 42 Total de las emisiones diarias generadas por Camiones de volteo del proyecto

CAMIÓN DE VOLTEO	EMISION CO (kg/día)	EMISIÓN HC (kg/día)	EMISIÓN NOx (kg/día)
1	2.508	1.128	12.004
TOTAL	2.508	1.128	12.004

Tabla II. 43 Estimación de la emisión proveniente de la revolvedora

Contaminante	Tiempo de operación (h)	Porcentaje de Carga	Potencia nominal (KW)	Factor de emisión (g/KW-h)	Emisión (kg/día)
CO	3	100	261	3.00	2.349
HC	3	100	261	1.35	1.057
NOx	3	100	261	14.36	11.243

Tabla II. 33 Total de las emisiones diarias generadas por la revolvedora del proyecto

REVOLVEDORA	EMISION CO (kg/día)	EMISIÓN HC (kg/día)	EMISIÓN NOx (kg/día)
1	2.349	1.057	11.243
TOTAL	2.349	1.057	11.243

II.2.13 Residuos

Entre los residuos generales que se generarán en las diferentes etapas del proyecto se encuentran los siguientes:

Tabla II. 44 Descripción de la Gestión de Residuos del Proyecto

	Clase	Tipo de residuo	Etapas en las que se genera	Manejo	Disposición
RESIDUOS SÓLIDOS	Orgánicos	Deshechos de comida, cáscaras, fruta y verduras	Preparación, construcción y operación	Clasificación y separación en contenedores señalizados	Será dispuesto en un Relleno Sanitario Autorizado por el Municipio.
		Materia consecuencia de los movimientos de tierra.	Preparación	Será ubicarán en sitios con topografía estable	Se dispondrá, el material que no sea utilizado en actividades de nivelación, en las áreas verdes del proyecto.
	Inorgánicos	Latas, metales, botellas de vidrio, plásticos	Preparación, construcción y operación	Clasificación y separación en contenedores señalizados	Serán dispuestos en sitios de comercialización de estos productos
		Materiales de construcción	Preparación y construcción	Separación en un sitio de acopio en el predio	Serán dispuestos en sitio de disposición de este tipo de residuos autorizados por el estado.
RESIDUOS LÍQUIDOS		Aguas residuales de los baños portátiles para los trabajadores	Preparación y construcción	Serán tratadas por la empresa que se contrató para el montaje de los sanitarios	La disposición final de los residuos líquidos de los sanitarios portátiles, estará a cargo de la empresa a la que se haya concesionado la prestación del servicio
		Agua residual proveniente de sanitarios del proyecto	Operación	Serán tratadas en la planta de tratamiento de aguas residuales mediante un tratamiento biológico aerobio.	Es agua tratada será utilizada para riego de áreas verdes y jardinería del proyecto.

Se tiene prevista la instalación de contenedores para residuos, los cuales contarán con diferenciación primaria de los mismos; serán clasificados por colores y rótulos para el conocimiento de los usuarios.

II.3 Localización del proyecto respeto de las Áreas Naturales Protegidas, Regiones Terrestres Prioritarias, Regiones Hidrológicas Prioritarias o Regiones Marinas Prioritarias

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son zonas de un territorio sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración de los ambientes naturales, salvaguarda de la diversidad genética de especies silvestres, aprovechamiento sustentable de los servicios ecosistémicos y mejora de la calidad de vida en poblaciones a sus alrededores. La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas administra actualmente 181 áreas naturales de carácter federal que representan más de 25,394,779 hectáreas, estas ANP están divididas en nueve Regiones en el país.

Una vez analizada la ubicación del proyecto que se pretende emplazar y las ANP existentes en el Estado de Oaxaca, se puede establecer que el proyecto **no se encuentra dentro de alguna ANP**. La más próxima al mismo es el denominado como “Santuario Playa de Escobilla” perteneciente al Municipio de Santa María Tonameca de la Región CONANP “Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur”. La distancia entre el proyecto y dicha ANP es de 11.212 kilómetros.

El Santuario Playa de Escobilla cuenta con una superficie total de 146.09 ha, y su importancia reside en ser una de las zonas de arribada más importantes de tortugas marinas en el territorio nacional. Por ejemplo, se reconoce que la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) presenta únicamente tres zonas de anidación masiva en México, siendo una de ellas el Santuario Playa de Escobilla.

El proyecto propuesto no presentará afectaciones de ningún tipo al Área Natural Protegida más cercana, pues las actividades generarán principalmente impactos de extensión puntual y local.

Plano II. 12 Área Natural Protegida más cercana



II.3.1 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

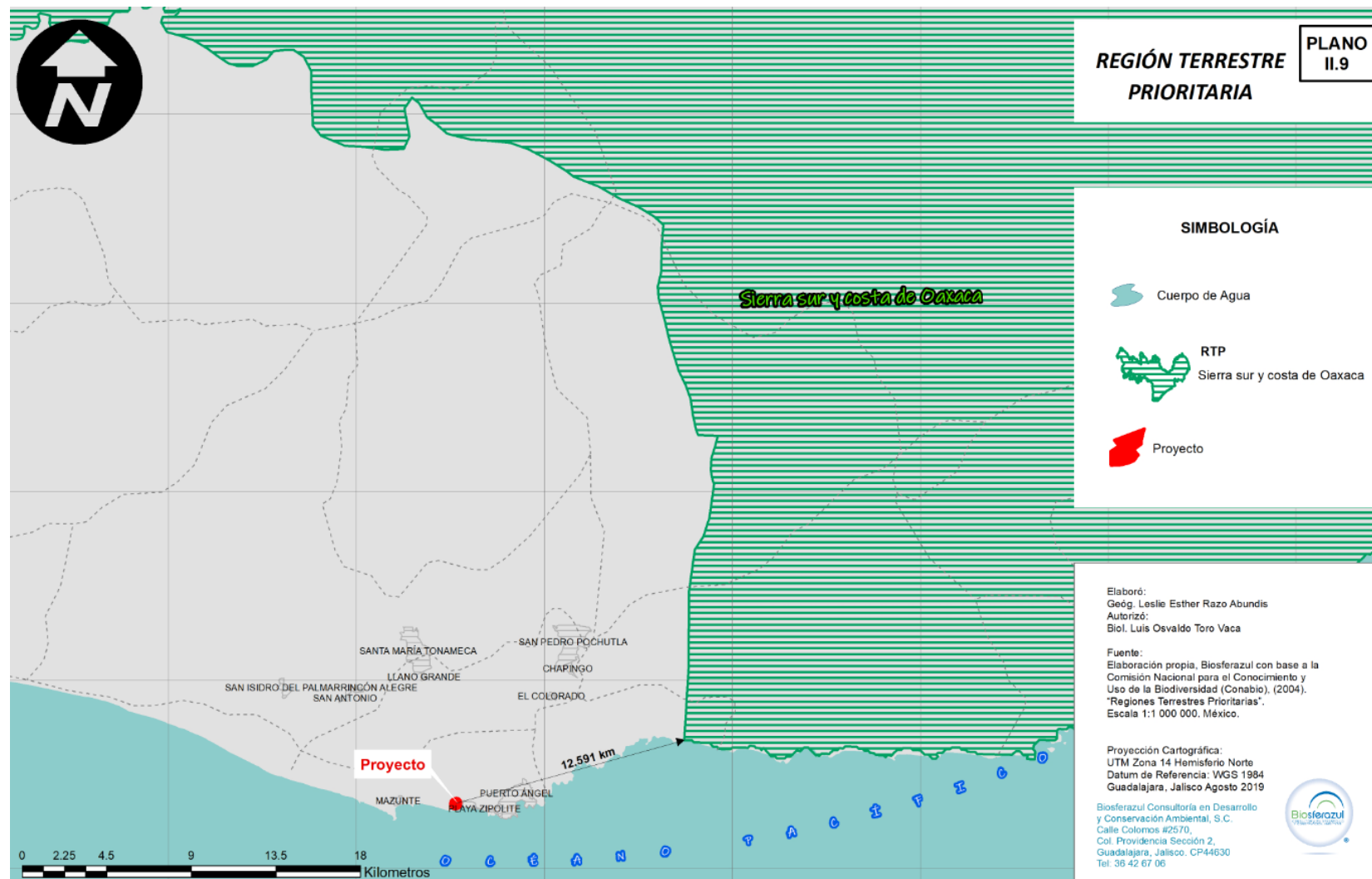
Las RTP son unidades físico-temporales, estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica, así como una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, además como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación. Tienen como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además se tenga una oportunidad real de conservación.

El proyecto no se encuentra dentro de ninguna RTP, por lo que no se presentarán afectaciones a ninguna de ellas por el desarrollo de las actividades. La más cercana al mismo es la conocida como “Sierra Sur y Costa de Oaxaca” (a **12.591 km** del proyecto) como puede observarse en la siguiente figura. Esta región incluye vegetación predominante de bosques de pino, y presenta una superficie total de 9,346 km².

Su importancia como RTP se debe a su diversidad de ambientes, entre los cuales, destacan comunidades de selvas medianas y bosques de coníferas. Existe, además, una gran diversidad de encinos así como una alta concentración de vertebrados endémicos. Incluye diversos tipos de vegetación, pero predomina la de bosques de pino-encino en la parte norte y en la selva mediana caducifolia en la costa al sur. Existen pocas áreas con bosque mesófilo de montaña. Hacia el sureste, en la costa, queda incluida el ANP Bahía de Huatulco.

Entre los principales problemas cabe mencionar que en las partes bajas existe alta explosión demográfica y desarrollo turístico; por otra parte, existe cambio de uso del suelo hacia cultivo de café, desarrollo ganadero y forestal; esto ha dado como resultado la fragmentación importante en la parte baja y media de la región. Adicionalmente, existe el proyecto para construir una nueva carretera entre la ciudad de Oaxaca y Huatulco.

Plano II. 13 Región terrestre prioritaria Sierra sur y costa de Oaxaca



II.3.2 Regiones Marinas Prioritarias (RMP)

Las regiones marinas prioritarias surgen a partir de la necesidad de desarrollar un marco de referencia para contribuir a la planificación, conservación y manejo sustentable de los ambientes marinos en México incluyendo zonas oceánicas, islas, lagunas, costas, arrecifes, manglares, marismas, bahías, caletas, dunas y playas, que considere los sitios de mayor biodiversidad y los de uso actual y potencial en el país y con base en este diagnóstico, proponer una zonación de las áreas costeras y oceánicas del territorio nacional consideradas prioritarias. Con base en esta zonación, consensar las áreas prioritarias por su alta biodiversidad, las áreas de uso de recursos, las áreas con potencial para conservación y las áreas que carecen de información sobre biodiversidad. Conformar así un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de conservación, uso, manejo e investigación.

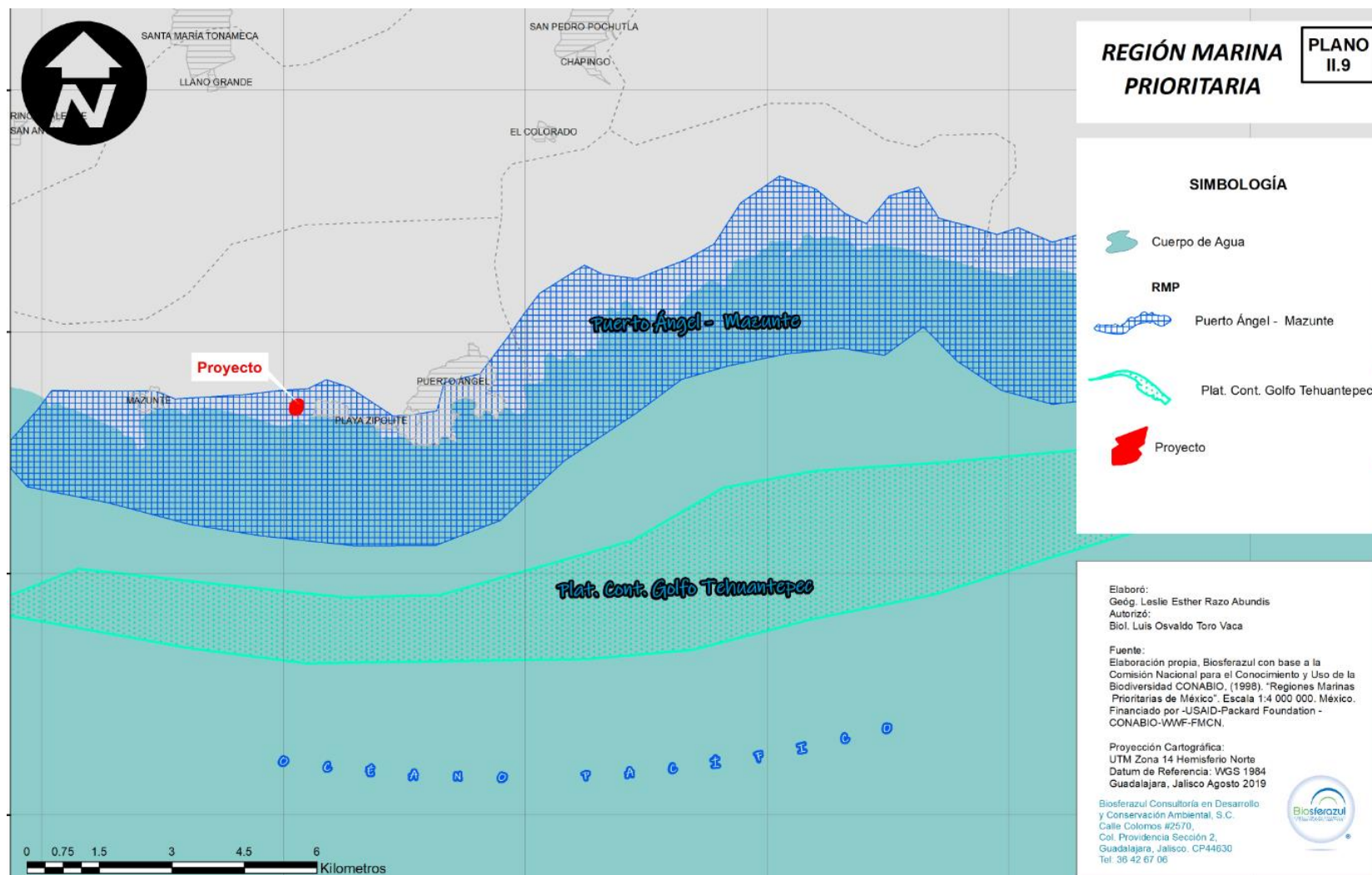
El área donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra en los límites del Región Marina Prioritaria conocida como Puerto Ángel-Mazunte como se observa en el Plano XXXX.

Dentro de la biodiversidad presente en esta Región Marina Prioritaria se encuentran principalmente peces, tortugas y especies endémicas de algas (*Codium oaxacensis*). Además, destacan aspectos económicos por ser una zona pesquera importante a nivel local, con varias especies comerciales de moluscos (caracol púrpura, ostión, almeja); peces (túnidos, picudo, dorado, tiburón); crustáceos (langosta) y tortugas marinas. Tiene baja densidad hotelera y se practica el ecoturismo.

Dentro de las grandes amenazas reales para esta RMP se encuentran la sobreexplotación pesquera y amenaza a especies de tortugas marinas (laúd, golfinia y prieta) y caracol púrpura, la pesca ilegal y captura de iguana y armadillo, así como la afectación de las comunidades arrecifales.

Debido lo previamente mencionado, así como a las características del proyecto propuesto, se puede decir que el mismo no representa ningún tipo de implicación negativa para esta RMP ni para ninguna otra.

Plano II. 14 Región Marina Prioritaria



II.3.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Las aguas epicontinentales incluyen una rica variedad de ecosistemas, muchos de los cuales están física y biológicamente conectados o articulados por el flujo del agua y el movimiento de las especies. Los rasgos acuáticos epicontinentales son más variados en rasgos físicos y químicos que los del ambiente marino. Además de los pantanos, que tradicionalmente se agrupan como humedales continentales, los sistemas epicontinentales incluyen lagos, ríos, estanques, corrientes, aguas subterráneas, manantiales, cavernas sumergidas, planicies de inundación, charcos e incluso el agua acumulada en las cavidades de los árboles.

El país cuenta con un total de 110 regiones hidrológicas prioritarias, y el proyecto **no se encuentra inmerso en ninguna de ellas**, la más cercana se encuentra aproximadamente a 33.883 km al suroeste del proyecto y corresponde a Río Verde – Laguna de Chacahua; esta RHP cuenta con una extensión de 8,346.8 km².

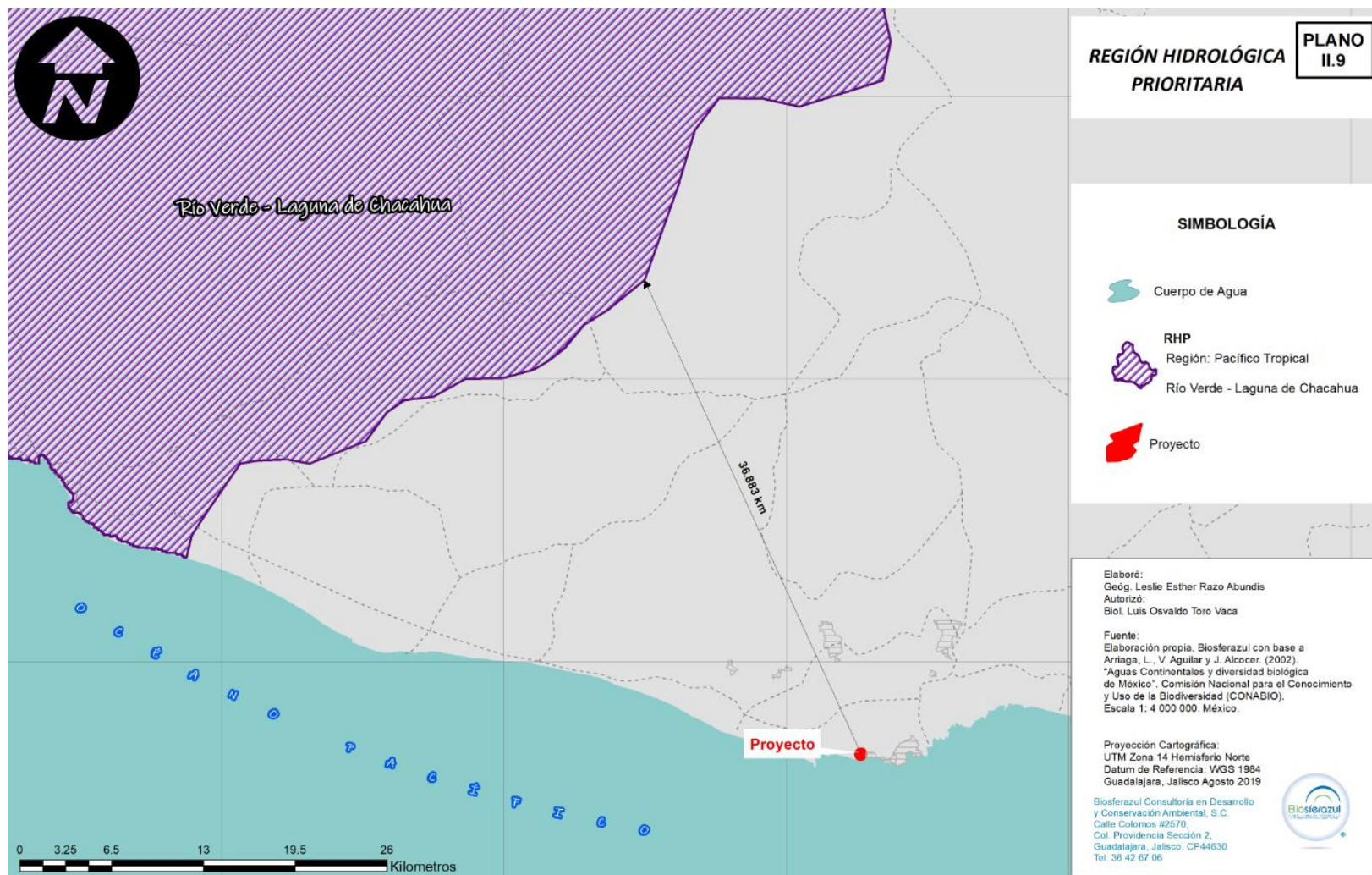
Esta presenta diversos tipos de vegetación como manglar, palmar, sabana, selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia, bosques de pino-encino, de pino, de encino, pastizal inducido y cultivado.

La principal problemática de la Región reside en:

- Modificación del entorno: sobreexplotación de afluentes; tala y desforestación; represas en los ríos y falta de agua dulce; laguna de Chacahua muy alterada. Apertura de la boca para recambio hídrico y entrada de fauna marina.
- Contaminación: en Chacahua por alta DBO y tasa alta de sedimentación de partículas debido a la erosión de suelos.
- Uso de recursos: sobreexplotación en pesca y pastoreo. Hay actividades inadecuadas como el uso de explosivos, de venenos, recolección de especies exóticas y pesca ilegal. Especies introducidas de tilapia. Existe una negativa por parte de la CNA para restituir el agua a la laguna, a pesar de ya estar contruidos los canales para este fin; la boca de la laguna ha sido bloqueada. Uso de suelo agrícola y ganadero.

Debido a que el proyecto no se encuentra dentro de la región y que su influencia será de extensión local, no se considera que pueda generar afectaciones a la misma.

Plano II. 15 Región hidrológica prioritaria



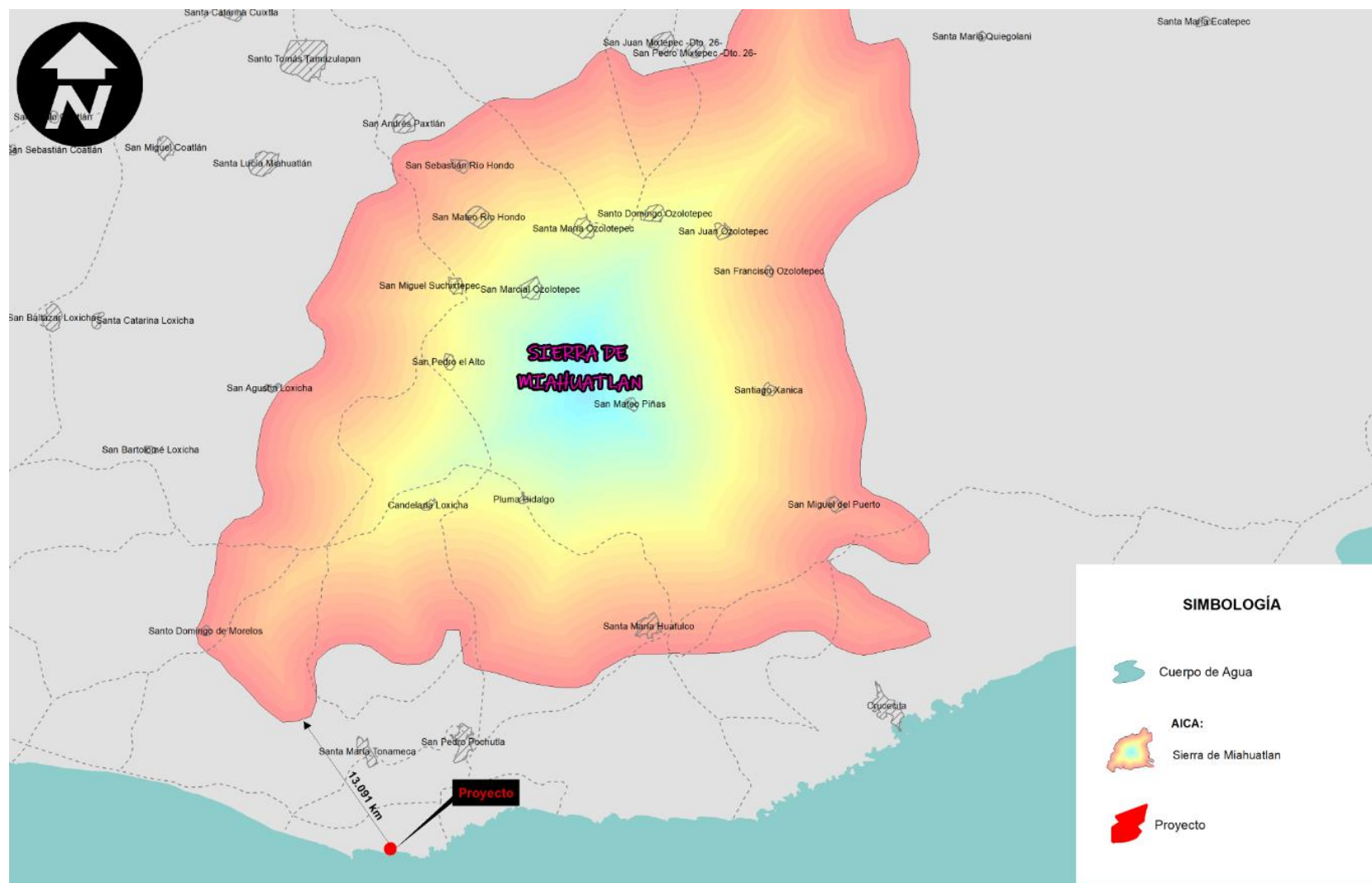
II.3.4 Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

Las AICAS surgen con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves. Actualmente en el país se encuentran 230 AICAS, las cuales son clasificadas dentro las 20 categorías definidas con base a criterios de importancia de las áreas en la conservación de las aves. Los criterios utilizados en la designación de las AICAS publicados en la página electrónica de CONABIO son los siguientes:

- 1) Sitio en donde se presentan números significativos de especies que se han catalogado como amenazadas, en peligro de extinción, vulnerables o declinado numéricamente.
- 2) El sitio mantiene poblaciones locales con rangos de distribución restringido.
- 3) El sitio mantiene conjuntos de especies restringidos a un bioma o hábitat único o amenazado.
- 4) Sitios que se caracterizan por presentar congregaciones grandes o individuos.
- 5) Sitios importantes para la investigación ornitológica.

El área donde se pretende el desarrollo del proyecto no cuenta con ninguna de las características señaladas en los criterios antes mencionados, por lo que dicha área **no se encuentra inmersa en alguna AICA** como se observa en la siguiente (**Plano II.16**); siendo el AICA más próxima la denominada como AICA Sierra de Mihuatlán; la cual **se localiza a aproximadamente 13.091 km** al Norte del proyecto.

Plano II. 16 AICA más próxima al área del Proyecto





III. DESCRIPCION DEL MARCO JURIDICO Y SU INTERRELACION CON LOS ORDENAMIENTOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL, ASI COMO CON LA REGULACION DEL USO DEL SUELO.	2
INTRODUCCIÓN	2
III. 1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM)	2
III.2. Tratados Internacionales.	5
III.2.1. -Declaración de Rio sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.....	5
III.2.2. Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	6
III.3. NORMATIVIDAD FEDERAL	7
III.3.1. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).....	7
III. 3.2. Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental	11
III 3.3. Ley General de Asentamientos Humanos	16
III. 3.4. Ley General de Vida Silvestre	18
III.3.6. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	19
III.3.7. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	21
III.4. NORMATIVIDAD ESTATAL.....	24
III.4.1. Ley del Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca	24
III.4.2. Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos	25
III.5. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL	30
III.5.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	30
III.5.2. Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Oaxaca	64
III.5.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Santa María Tonameca	68
III.6. OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR.....	81
III.6.2. Plan Estatal de Desarrollo Oaxaca 2016-2022.....	81
III.7. NORMAS OFICIALES MEXICANAS APLICABLES AL PROYECTO.....	82
NOM-041-SEMARNAT-2015.....	83
NOM-045-SEMARNAT-2006.....	83
NOM-050-SEMARNAT-1993.....	83
NOM-076-SEMARNAT-2012.....	83
NOM-080-SEMARNAT-1994.....	84
NOM-059-SEMARNAT-2010.....	84

III. DESCRIPCION DEL MARCO JURIDICO Y SU INTERRELACION CON LOS ORDENAMIENTOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL, ASI COMO CON LA REGULACION DEL USO DEL SUELO.

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se llevará a cabo el análisis de los ordenamientos jurídicos de los tres niveles de gobierno, así como algunos instrumentos de planeación, en virtud de conocer y aplicar las disposiciones que de ellos se emanen para determinar la congruencia del proyecto dentro del marco legal ambiental que conforma el área de aplicación, así como las políticas sectoriales que han sido definidas para esta zona.

De igual manera, el desarrollo del proyecto se ajusta a distintos instrumentos jurídicos ambientales; y en caso de que se requiera, se llevarán a cabo ajustes derivados del proyecto para que cumplan cabalmente con las disposiciones jurídicas ambientales vigentes para el desarrollo del territorio.

De acuerdo a los lineamientos jurídicos aplicables de carácter federal, estatal y municipal, se encontró la siguiente normatividad aplicable al desarrollo del proyecto:

III. 1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM)

La Constitución es un acuerdo de reglas de convivencia, es decir, una forma de pacto político y social. Se llama así porque integra, establece, organiza y constituye las normas que rigen a la sociedad de nuestro país. Como su nombre lo sugiere, sirve para constituir un Estado, para organizarlo y ponerle límites al poder, así como para garantizar la dignidad de las personas.

En el primer numeral de la CPEUM se establece que todas las personas que se encuentren dentro del territorio nacional gozarán de derechos humanos reconocidos por nuestra carta magna y de los tratados internacionales de los que el Estado sea parte; y que solo podrán suspenderse en los casos y bajo las condiciones que la misma establece.

Asimismo, dicho documento establece una serie de normas ambientales, de las cuales derivan las leyes generales y sus reglamentos en materia ambiental. A continuación, se presenta una síntesis de los artículos que se hace mención.

Artículo 4. En general, este artículo establece una serie de derechos, de los cuales, el estado garantizará su cumplimiento. En uno de sus párrafos, menciona que *“Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a ese derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoca en términos de lo dispuesto por la ley”*. Esto abarca un rango muy amplio, pues de ello derivan todos los elementos necesarios para garantizar un medio ambiente sano, así como los tipos de daños ambientales y la responsabilidad de quien los genere.

Artículo 25. Este es uno de los artículos que configuran el régimen económico del país, estableciendo que *“Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional...”* y que *“planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional...”*. Asimismo, subraya la importancia del cuidado del medio ambiente en este crecimiento: *“Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente”*. Por esta razón, los instrumentos económicos de planeación deben contener entre sus objetivos de desarrollo, un equilibrio entre el crecimiento económico y el medio ambiente.

Artículo 27. Establece los dominios del Estado sobre los bienes nacionales, y que dichos bienes serán utilizados bajo lo que dicte la utilidad pública.

Menciona que la nación tendrá los derechos de *“imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público”* y que se dictarán las medidas necesarias para *“preservar y restaurar el equilibrio ecológico”*.

A su vez, se menciona que dichos bienes no pueden usarse, explotarse o aprovecharse a menos que se tengan concesiones, otorgadas por el Ejecutivo Federal.

Artículo 28. Hace mención de la prohibición de los monopolios, así como aquellas actividades del Estado que no constituyen monopolios.

A su vez, similar al artículo anterior, establece que *“El Estado, sujetándose a las leyes, podrá en casos de interés general, concesionar la prestación de servicios públicos o la explotación, uso y aprovechamiento de bienes de dominio de la Federación, salvo las excepciones que las mismas prevengan. Las leyes fijarán las modalidades y condiciones que aseguren la eficacia de la*

prestación de los servicios y la utilización social de los bienes, y evitarán fenómenos de concentración que contraríen el interés público”.

Artículo 73. Artículo que formaliza las facultades del congreso, que en materia ambiental, menciona las siguientes:

“El Congreso tiene facultad:

...”

“XXIX. Para establecer contribuciones:

2o. Sobre el aprovechamiento y explotación de los recursos naturales comprendidos en los párrafos 4º y 5º del artículo 27;

5o. Especiales sobre:

f) Explotación forestal. “

“XXIX-G. Para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de las entidades federativas, de los Municipios y, en su caso, de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.”

De aquí derivan las leyes en materia ambiental que serán vinculadas al presente proyecto en apartados posteriores.

Estos numerales establecen las bases legales en cuanto a la rectoría jurídica nacional, para la conservación y protección al ambiente; toda vez que se determina el crecimiento social, económico y cultural deberá de estar condicionado al cumplimiento de los criterios de preservación y restauración de los ecosistemas previstos en las leyes reglamentarias de la materia, con el propósito de evitar que el crecimiento económico del país ocasione daño al entorno natural, buscando con ello, se promueva un verdadero desarrollo sustentable.

A efecto de promover un desarrollo sustentable a nivel nacional a partir de los derechos fundamentales establecidos en esta Carta Magna, es que se promulgaron las distintas leyes y reglamentos en materia de protección y regulación ambiental, mismas que se desarrollarán en función del cumplimiento que presente el proyecto.

III.2. Tratados Internacionales.

III.2.1. -Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo tiene como objetivo establecer una alianza mundial nueva y equitativa mediante la creación de nuevos niveles de cooperación entre los Estados, los sectores claves para la sociedad y las personas; procurando alcanzar acuerdos internacionales en los que se respetan los intereses de todos y se proteja la integridad del sistema ambiental y de desarrollo mundial.

Esta declaración proclama 27 principios de los cuales se destacan los siguientes:

PRINCIPIO 1. - *Los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible. Tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza.*

PRINCIPIO 2. - *De conformidad con la Carta de las Naciones Unidas y los principios del derecho internacional, los Estados tienen el derecho soberano de aprovechar sus propios recursos según sus propias políticas ambientales y de desarrollo, y la responsabilidad de velar por que las actividades realizadas dentro de su jurisdicción o bajo su control no causen daños al medio ambiente de otros Estados o de zonas que estén fuera de los límites de la jurisdicción nacional.*

PRINCIPIO 4. - *A fin de alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente deberá constituir parte integrante del proceso de desarrollo y no podrá considerarse en forma aislada.*

PRINCIPIO 11. - *Los Estados deberán promulgar leyes eficaces sobre el medio ambiente. Las normas, los objetivos de ordenación y las prioridades ambientales deberían reflejar el contexto ambiental y de desarrollo al que se aplican (...)*

PRINCIPIO 13. - *Los Estados deberán desarrollar la legislación nacional relativa a la responsabilidad y la indemnización respecto de las víctimas de la contaminación y otros daños ambientales. Los Estados deberán cooperar asimismo de manera expedita y más decidida en la elaboración de nuevas leyes internacionales sobre responsabilidad e indemnización por los efectos adversos de los daños ambientales causados por las actividades realizadas dentro de su jurisdicción, o bajo su control, en zonas situadas fuera de su jurisdicción.*

PRINCIPIO 16. - *Las autoridades nacionales deberían procurar fomentar la internalización de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos, teniendo en cuenta el criterio de que el que contamina debe, en PRINCIPIO, cargar con los costos de la contaminación, teniendo*

debidamente en cuenta el interés público y sin distorsionar el comercio ni las inversiones internacionales.

Estos principios muestran que el medio ambiente es primordial para el desarrollo humano, por lo que se deberán desarrollar y aplicar normas, a efecto de proteger el entorno natural.

Aunado a lo anterior, es importante señalar que el proyecto dará cabal cumplimiento a cada uno de los ordenamientos; internacionales, federales, estatales y municipales, a efecto de brindar la menor afectación posible al entorno natural.

III.2.2. Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Actualmente existe un acuerdo firmado sobre acciones con respecto de los acelerados cambios climáticos de orden mundial. En la Declaración de Río, llevada a cabo Brasil en junio de 1992, se discutieron de las cuestiones referentes a los cambios inminentes en el clima del planeta, y se suscribió la Convención de Cambio Climático, misma que fundamentó el *Protocolo de Kioto* y del cual se desprenden 28 artículos.

El Protocolo de Kioto sobre Cambio Climático es el resultado más significativo del esfuerzo colectivo y global para buscar un marco conjunto que permita luchar contra el cambio climático. De esta manera se establecen unos límites cuantificados y obligatorios de emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para los países que lo ratifican, y que son jurídicamente vinculantes para éstos.

“Las partes (...) se asegurarán individual o conjuntamente de que sus emisiones antropogénicas agregadas, expresadas en dióxido de carbono equivalente, de los gases de efecto invernadero (...) no excedan de las cantidades atribuidas a ellas (...) con miras a reducir el total de sus emisiones de esos gases a un nivel inferior en no menos del 5% al de 1990 en un periodo de compromiso comprendido entre 2008 y 2012.

Todas las partes (...) formularán, aplicarán, publicarán y actualizarán periódicamente programas nacionales y, en su caso, regionales que contengan medidas para mitigar el cambio climático y medidas para facilitar una adaptación adecuada; tales programas guardarán relación, entre otros, con los sectores de la energía.”

Presenta como objetivo global la reducción de un 5% en las emisiones respecto de 1990 (cubre los 6 principales GEI), focalizado mediante un compromiso de los 38 países industrializados incluidos en el Anexo Uno del Protocolo con objetivos jurídicamente vinculantes y calendarios de cumplimiento.

En atención a las disposiciones reglamentarias de la Constitución Política de México, en congruencia con los acuerdos internacionales anteriormente referidos, y de los cuales México es parte; en los capítulos subsecuentes del presente dictamen técnico unificado, se determinan las acciones de prevención, mitigación, restauración y conservación propuestas para acatar los compromisos adquiridos por la Nación a partir de la suscripción de dichos acuerdos internacionales.

III.3. NORMATIVIDAD FEDERAL

III.3.1. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)

La LGEEPA es un instrumento federal ambiental mediante la cual se establecen políticas de protección, aprovechamiento y desarrollo sustentable de los recursos naturales; teniendo como objetivo establecer los lineamientos para el cuidado y conservación de los recursos naturales, así como la protección al entorno natural y restauración del equilibrio ecológico dentro del territorio nacional y zonas sobre las que la nación ejerza su soberanía y jurisdicción.

Uno de los objetivos de esta ley federal es el de normar la operatividad de los proyectos en cada una de sus etapas, que son la de preparación, construcción y operación. De esta manera existe un desarrollo ordenado enfocado a la sustentabilidad, apegados a un proceso de evaluación mediante criterios e indicadores ambientales, económicos y sociales para procurar la calidad de vida y productividad de la población, mediante la aplicación de medidas adecuadas en cuanto a la preservación del equilibrio ecológico, protección al ambiente y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

En este instrumento federal se establecen los siguientes lineamientos que el presente proyecto deberá vincular:

***Artículo 1°-** La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección del ambiente, en el territorio nacional y las zonas en las que*

la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público y de interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

- I. Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar;*
- II. Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación;*
- III. La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;*
- IV. La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas;*
- 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 la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas;*
- VI. La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo;*
- VII. Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;*
- VIII. El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX-G de la Constitución.*
- IX. El establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental, 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 para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan.*

Según como lo establece el primer numeral de este ordenamiento federal, se definen diez instrumentos de política ambiental. Se llevará a cabo un análisis a lo largo del capítulo a efecto de no contrarrestar con estas disposiciones, así como tampoco con la normatividad que se mencionará posteriormente.

En todo lo no previsto en la presente Ley, se aplicarán las disposiciones contenidas en otras leyes relacionadas con las materias que regula este ordenamiento.

Del artículo tercero de esta ley federal, se desprenden definiciones aplicables para la vinculación jurídica con el proyecto; y a la letra dicen:

Artículo 3º: *Para efectos de esta Ley se entiende por:*

III.- Aprovechamiento sustentable: *La utilización de los recursos naturales en forma que se respeta la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos;*

X.- Criterios ecológicos: *Los lineamientos obligatorios contenidos en la presente Ley, para orientar las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente, que tendrán el carácter de instrumentos de la política ambiental;*

XI.- Desarrollo Sustentable: *El proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras;*

XX.- Impacto ambiental: *Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza;*

XXIV.- Ordenamiento ecológico: *El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos;*

XXXIV.- Restauración: *Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales;*

La política ambiental tiene como objetivo conservar las bases naturales y conseguir un desarrollo sustentable. Del artículo 15 se desprende que, para la formulación y conducción de la política

ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en este ordenamiento federal, se observaran 20 principios de los cuales destacan los siguientes:

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

III.- Las autoridades y los particulares deben asumir la responsabilidad de la protección del equilibrio ecológico;

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 a 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;

XVI.- El control y la prevención de la contaminación ambiental, el adecuado aprovechamiento de los elementos naturales y el mejoramiento del entorno natural en los asentamientos humanos, son elementos fundamentales para elevar la calidad de vida de la población;

Asimismo, esta misma ley desarrolla en su Capítulo IV los instrumentos de política ambiental de competencia Federal, de entre los cuales y para efectos particulares del presente proyecto, resulta aplicable la Sección V “Evaluación del Impacto Ambiental”, esto debido a que las actividades que pretenden realizarse se encuadran dentro de las fracciones VII y IX del artículo 28, y dicta lo siguiente:

Artículo 28. *La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo algunas de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: (...)*

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

IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;

Dicho esto, en el artículo 30 de la LGEEPA, se considera que para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta misma ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una

Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), la cual deberá contener por lo menos una descripción de los posibles efectos en 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 demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente, así como propiciar efectos positivos. Por lo anteriormente expuesto, este proyecto será evaluado en materia de impacto ambiental a nivel federal para dar cabal cumplimiento a lo establecido por la LGEEPA.

La SEMARNAT evaluará el estudio y emitirá una resolución sujetándose a lo establecido en los ordenamientos y formalidades establecidas en esta normatividad federal.

De acuerdo con el **artículo 35**. Esta resolución podrá ser: (...)

- I. Autorizar la realización de la obra o actividad de que se trate, en los términos solicitados;*
- II. Autorizar de manera condicionada la obra o actividad de que se trate, a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación, (...)*
- III. Negar la autorización solicitada. (...)*

Por lo que las actividades de Preparación y Construcción del proyecto no darán inicio hasta obtener esta autorización.

III. 3.2. Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental

Este ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción, y tiene por objeto reglamentar la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

La aplicación de este reglamento le compete al ejecutivo federal por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Esta secretaría ejercerá las atribuciones contenidas en este ordenamiento.

En el artículo tercero de este reglamento, se definen términos relacionados con la evaluación de impacto ambiental, entre los que resultan importantes para el presente estudio lo siguientes:

- III.- Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso;*

IV.- Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico;

V.- Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema;

VI. Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas;

VII. Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente;

VIII. Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente;

IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;

X. Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación;

XIII. Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente

XIV. 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.

En el capítulo dos, artículo cinco; relativo a las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y las excepciones, se desprenden 23 incisos los cuales señalan las actividades que requerirán autorización por parte de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental; mismos que a la letra dice:

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

- A. *HIDRÁULICAS: (...)*
- B. *VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN: (...)*
- C. *OLEODUCTOS, GASODUCTOS, CARBODUCTOS Y POLIDUCTOS: (...)*
- D. *ACTIVIDADES DEL SECTOR HIDROCARBUROS: (...)*
- E. *PETROQUÍMICOS: (...)*
- F. *INDUSTRIA QUÍMICA: (...)*
- G. *INDUSTRIA SIDERÚRGICA: (...)*
- H. *INDUSTRIA PAPELERA: (...)*
- I. *INDUSTRIA AZUCARERA: (...)*
- J. *INDUSTRIA DEL CEMENTO: (...)*
- K. *INDUSTRIA ELÉCTRICA: (...)*
- L. *EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO DE MINERALES Y SUSTANCIAS RESERVADAS A LA FEDERACIÓN: (...)*
- M. *INSTALACIONES DE TRATAMIENTO, CONFINAMIENTO O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS, ASÍ COMO RESIDUOS RADIOACTIVOS: (...)*
- N. *APROVECHAMIENTOS FORESTALES EN SELVAS TROPICALES Y ESPECIES DE DIFÍCIL REGENERACIÓN: (...)*
- Ñ. *PLANTACIONES FORESTALES: (...)*
- O. *CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:*
- P. *PARQUES INDUSTRIALES DONDE SE PREVEA LA REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS: (...)*
- Q. *DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS: (...)*
- R. *OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES: (...)*
- S. *OBRAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS: (...)*

- T. ACTIVIDADES PESQUERAS QUE PUEDAN PONER EN PELIGRO LA PRESERVACIÓN DE UNA O MÁS ESPECIES O CAUSAR DAÑOS A LOS ECOSISTEMAS: (...)*
- U. ACTIVIDADES ACUÍCOLAS QUE PUEDAN PONER EN PELIGRO LA PRESERVACIÓN DE UNA O MÁS ESPECIES O CAUSAR DAÑOS A LOS ECOSISTEMAS: (...)*
- V. ACTIVIDADES AGROPECUARIAS QUE PUEDAN PONER EN PELIGRO LA PRESERVACIÓN DE UNA O MÁS ESPECIES O CAUSAR DAÑOS A LOS ECOSISTEMAS: (...)*

Una vez citado el numeral aplicable para el presente proyecto, cabe resaltar que las obras a realizar forman parte de los incisos O y Q), de este mismo artículo. Por otra parte, es importante señalar que el proyecto no se encuentra dentro de un Área Natural Protegida (ANP); cómo podemos apreciar en el plano siguiente:

Plano III. 1 Distancia del proyecto al Área Natural Protegida más cercana



III 3.3. Ley General de Asentamientos Humanos

Esta ley federal es de orden público e interés social, así como de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto:

- I. Fijar las normas básicas e instrumentos de gestión de observancia general, para ordenar el uso del territorio y los Asentamientos Humanos en el país, con pleno respeto a los derechos humanos, así como el cumplimiento de las obligaciones que tiene el Estado para promoverlos, respetarlos, protegerlos y garantizarlos plenamente;*
- II. Establecer la concurrencia de la Federación, de las entidades federativas, los municipios y las Demarcaciones Territoriales para la planeación, ordenación y regulación de los Asentamientos Humanos en el territorio nacional;*
- III. Fijar los criterios para que, en el ámbito de sus respectivas competencias exista una efectiva congruencia, coordinación y participación entre la Federación, las entidades federativas, los municipios y las Demarcaciones Territoriales para la planeación de la Fundación, Crecimiento, Mejoramiento, consolidación y Conservación de los Centros de Población y Asentamientos Humanos, garantizando en todo momento la protección y el acceso equitativo a los espacios públicos;*
- IV. Definir los principios para determinar las Provisiones, Reservas, Usos del suelo y Destinos de áreas y predios que regulan la propiedad en los Centros de Población, y*
- V. Propiciar mecanismos que permitan la participación ciudadana en particular para las mujeres, jóvenes y personas en situación de vulnerabilidad, en los procesos de planeación y gestión del territorio con base en el acceso a información transparente, completa y oportuna, así como la creación de espacios e instrumentos que garanticen la corresponsabilidad del gobierno y la ciudadanía en la formulación, seguimiento y evaluación de la política pública en la materia.*

Del artículo tercero de esta ley federal se desprenden algunos conceptos que se requerirán para brindar un mejor desarrollo en la vinculación de este ordenamiento con el presente proyecto. Se entenderá por:

- II. **Área Urbanizable:** territorio para el crecimiento urbano contiguo a los límites del Área Urbanizada del Centro de Población determinado en los planes o programas de Desarrollo Urbano, cuya extensión y superficie se calcula en función de las necesidades del nuevo suelo indispensable para su expansión;*

III. Área Urbanizada: territorio ocupado por los Asentamientos Humanos con redes de infraestructura, equipamientos y servicios;

IV. Asentamiento Humano: el establecimiento de un conglomerado demográfico, con el conjunto de sus sistemas de convivencia, en un área físicamente localizada, considerando dentro de la misma los elementos naturales y las obras materiales que lo integran;

XXII. Infraestructura: los sistemas y redes de organización y distribución de bienes y servicios en los Centros de Población, incluyendo aquellas relativas a las telecomunicaciones y radiodifusión;

XXXVI. Usos del suelo: los fines particulares a que podrán dedicarse determinadas zonas o predios de un Centro de Población o Asentamiento Humano;

Es importante recalcar que el ordenamiento territorial se encarga de planear los usos adecuados de un determinado espacio, generalmente en ciudades. Para ello, se realizan estudios sobre el entorno natural y las actividades económicas de la región en particular y se recomiendan los usos más adecuados para aprovechar el espacio sin deteriorar los recursos naturales, las áreas en las que se puede urbanizar, los desarrollos urbanísticos que se deben realizar, los servicios públicos que se deben mejorar, las áreas que se deben proteger y los recursos que se deben invertir. De esta manera el presente proyecto, mediante este estudio, verifica que este se desarrolle de manera óptima y se dé cumplimiento íntegramente a los ordenamientos aplicables.

Asimismo, de esta ley federal se desprende la descripción del sistema general de planeación territorial. El artículo 22 dicta que la planeación, regulación y evaluación del Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos y del Desarrollo Urbano de los Centros de Población forman parte del Sistema Nacional de Planeación Democrática, como una política de carácter global, sectorial y regional que coadyuva al logro de los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo, de los programas federales y planes estatales y municipales.

La planeación y la regulación del ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y del desarrollo urbano de los centros de población, se llevará a cabo sujetándose al programa nacional de ordenamiento territorial y desarrollo urbano, a través de la estrategia nacional de ordenamiento territorial, los programas estatales de ordenamiento territorial y desarrollo urbano, programas de zonas metropolitanas o conurbaciones y los planes o programas municipales de desarrollo urbano.

III. 3.4. Ley General de Vida Silvestre

Esta ley federal es de orden público e interés social, y tiene por objeto establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerza su jurisdicción; mismo que se vincula con el proyecto en cuanto al manejo de flora y fauna existente en el área.

En el artículo 60 de este mismo ordenamiento, dicta que *la Secretaría promoverá e impulsará la conservación y protección de las especies y poblaciones en riesgo, por medio del desarrollo de proyectos de conservación de hábitat críticos y de áreas de refugio para proteger especies acuáticas, la coordinación de programas de muestreo y seguimiento permanente, así como de certificación del aprovechamiento sustentable (...).*

Para el cumplimiento y adecuada vinculación con la legislación en materia de vida silvestre, es indispensable hacer énfasis en el hecho de que, para la elaboración y estructura del presente estudio, se realizaron muestreos tanto de flora como de fauna en el área del proyecto, mismos que se detallan en el **Capítulo IV** del presente documento. Esto, con la finalidad de analizar e identificar las especies presentes y, así mismo identificar si alguna de ellas se encuentra dentro de una categoría de protección y/o requiera de alguna de las especificaciones marcadas por la Ley General de Vida Silvestre y su reglamento.

En el área del sistema ambiental, cinco especies de las observadas cuentan con categorías de protección emitidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, dos de reptiles: *Ctenosaura pectinata* y *Phyllodactylus muralis*; una de Aves: *Eupsittula canicularis* y dos de Mamíferos: *Leopardus pardalis* y *Spilogale pygmaea*. A pesar de lo anterior, no se estima que la población de alguna de ellas sufra afectaciones más allá de la modificación de ámbito hogareño para el caso de *Spilogale pygmaea*, pues es la única especie que fue detectada al interior del predio.

Para garantizar la protección y conservación a las especies presentes en el área del proyecto, así como del Sistema Ambiental sobre el cual tiene influencia, se proponen medidas específicas de mitigación, las cuales se describen en el **Capítulo VII**.

III.3.6. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la CPEUM que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.

Sus disposiciones tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

La vinculación con este ordenamiento federal parte de la prevención y regulación en la generación, valorización y gestión integral de los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial que pudieran generarse durante las diferentes etapas del proyecto. Asimismo, prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y proponer un manejo adecuado, bajo los principios de la reducción en la generación, reúso de los materiales, y reciclado de los mismos.

Del quinto artículo de este ordenamiento federal se desprende conceptos que serán necesarios para el desarrollo del presente estudio, los cuales son los siguientes:

***XXX.** Residuos de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos;*

***XXXIII.** Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole;*

Relativo a la clasificación de los residuos, el artículo 15 de esta ley, hace mención acerca de la subclasificación de los residuos, y dice:

***Artículo 15.-** La Secretaría agrupará y subclasificará los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial en categorías, con el propósito de elaborar los inventarios correspondientes, y orientar la toma de decisiones basada en criterios de riesgo y en el manejo de los mismos.*

La subclasificación de los residuos deberá atender a la necesidad de:

- I. Proporcionar a los generadores o a quienes manejan o disponen finalmente de los residuos, indicaciones acerca del estado físico y propiedades o características inherentes, que permitan anticipar su comportamiento en el ambiente;*
- II. Dar a conocer la relación existente entre las características físicas, químicas o biológicas inherentes a los residuos, y la posibilidad de que ocasionen o puedan ocasionar efectos adversos a la salud, al ambiente o a los bienes, en función de sus volúmenes, sus formas de manejo y la exposición que de éste se derive. Para tal efecto, se considerará la presencia en los residuos, de sustancias peligrosas o agentes infecciosos que puedan ser liberados durante su manejo y disposición final, así como la vulnerabilidad de los seres humanos o de los ecosistemas que puedan verse expuestos a ellos;*
- III. Identificar las fuentes generadoras, los diferentes tipos de residuos, los distintos materiales que constituyen los residuos y los aspectos relacionados con los mercados de los materiales reciclables o reciclados, entre otros, para orientar a los responsables del manejo integral de residuos, e*
- IV. Identificar las fuentes generadoras de los residuos cuya disposición final pueda provocar salinización e incrementos excesivos de carga orgánica en suelos y cuerpos de agua.*

El proyecto realizará la gestión integral de los residuos sólidos urbanos que se generen a lo largo de cada una de las etapas del mismo, para ello se realizará la separación de residuos durante las etapas de preparación y construcción.

Los residuos de construcción serán gestionados conforme a la regulación aplicable y se contratará a una persona física o moral con los permisos correspondientes para su recolección y disposición final. De acuerdo a lo señalado en los artículos 18 y 19 de esta Ley, el proyecto generará residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial:

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

Artículo 19.- *Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:*

(...)

VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;

Según como se desprende del Capítulo VII, relativo a las medidas de mitigación, se prevé que durante las primeras 2 etapas del proyecto (preparación y construcción) los residuos sólidos urbanos que se generen tendrán como mínimo una separación primaria, de acuerdo a la Ley para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos, misma que se vincula posteriormente en este mismo capítulo, y serán dispuestos en el vertedero más cercano al proyecto.

Durante la fase de operación, se propone que se realice una separación primaria de los residuos en conformidad con dicha norma. Todos los residuos sólidos urbanos de todas las etapas del proyecto serán colocados en recipientes de distintos tamaños (botes de 200 litros en las etapas de preparación y construcción y en depósitos temporales durante la etapa de operación).

III.3.7. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

El artículo 2 establece las definiciones de conceptos, entre los que destacan por su vinculación con el proyecto las siguientes fracciones:

I. Almacenamiento de residuos peligrosos, acción de retener temporalmente los residuos peligrosos en áreas que cumplen con las condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para evitar su liberación, en tanto se procesan para su aprovechamiento, se les aplica un tratamiento, se transportan o se dispone finalmente de ellos;

II. Acopio, acción de reunir los residuos de una o diferentes fuentes para su manejo;

V. Centro de acopio de residuos peligrosos, instalación autorizada por la Secretaría para la prestación de servicios a terceros en donde se reciben, reúnen, trasvasan y acumulan temporalmente residuos peligrosos para después ser enviados a instalaciones autorizadas para su tratamiento, reciclaje, reutilización, co-procesamiento o disposición final;

XV. Manifiesto, documento en el cual se registran las actividades de manejo de residuos peligrosos, que deben elaborar y conservar los generadores y, en su caso, los prestadores de servicios de manejo de dichos residuos y el cual se debe utilizar como base para la elaboración de la Cédula de Operación Anual;

XVII. *Recolección, acción de recoger residuos para transportarlos o trasladarlos a otras áreas o instalaciones para su manejo integral;*

XIX. *Relleno sanitario, instalación destinada a la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.*

El artículo 46 establece las obligaciones de los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos, destacándose por su relación con el proyecto las siguientes:

I. *Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen;*

II. *Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles entre sí, en los términos de las normas oficiales mexicanas respectivas, ni con residuos peligrosos reciclables o que tengan un poder de valorización para su utilización como materia prima o como combustible alterno, o bien, con residuos sólidos urbanos o de manejo especial;*

VII. *Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos de acuerdo con lo dispuesto en la Ley, en este Reglamento y las normas oficiales mexicanas correspondientes;*

IX. *Las demás previstas en este Reglamento y en otras disposiciones aplicables."*

Con base en el artículo 42, los generadores de residuos peligrosos se clasifican en tres:

I. *Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;*

II. *Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y*

III. *Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.*

La categoría en la que se registren los generadores de residuos peligrosos, se modificará en función de las cantidades que genere, ya sea por aumento o reducción en la generación durante dos años consecutivos, como lo establece el artículo 44.

De acuerdo con lo que establece el artículo 83, el almacenamiento de residuos peligrosos por parte de microgeneradores deberá atender a lo siguiente:

I. *En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios;*

II. *En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo, y*

III. Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan previsiones específicas para la microgeneración de residuos peligrosos.

El artículo 85 establece las obligaciones de las personas físicas o morales que presten servicios de recolección y transporte de residuos peligrosos:

- I. Verificar que los residuos peligrosos de que se trate, estén debidamente etiquetados e identificados y, en su caso, envasados y embalados;*
- II. Contar con un plan de contingencias y el equipo necesario para atender cualquier emergencia ocasionada por fugas, derrames o accidentes;*
- III. Contar con personal capacitado para la recolección y transporte de residuos peligrosos;*
- IV. Solicitar al generador el original del manifiesto correspondiente al volumen de residuos peligrosos que vayan a transportarse, firmarlo y guardar las dos copias que del mismo le corresponden; V. Observar las características de compatibilidad para el transporte de los residuos peligrosos, y*
- VI. Los residuos que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad no podrán ser transportados junto con ningún otro tipo de residuos peligrosos. Los microgeneradores que decidan transportar en sus propios vehículos los residuos peligrosos que generen a un centro de acopio autorizado, deberán identificar claramente los residuos peligrosos, envasándolos o empaquetándolos en recipientes seguros que eviten cualquier tipo de derrame. El embarque de residuos peligrosos no deberá rebasar, por viaje y por generador, los 200 kilogramos de peso neto o su equivalente en otra unidad de medida.*

Según como se menciona en el capítulo X de este informe, los residuos producto de la construcción generados por el desarrollo del proyecto deberán ser manejados conforme a la Ley Para La Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos, criterios y especificaciones técnicas bajo las cuales se deberá realizar la separación, clasificación, valorización y destino de los residuos de la construcción y demolición en el Estado de Oaxaca.

Los residuos peligrosos serán depositados en un almacén temporal, de acuerdo a las especificaciones establecidas en el artículo 44 de la Ley para la Gestión Integral de los residuos solidos. De igual manera, serán recolectados para su transporte y correcta disposición final por una empresa autorizada para realizar esta actividad.

III.4. NORMATIVIDAD ESTATAL

III.4.1. Ley del Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca

Esta ley tiene por objeto fijar las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar a partir de la preservación y protección de la biodiversidad fomentando un aprovechamiento sustentable, la preservación y en su caso la restauración de suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.

En lo particular el presente proyecto se vincula con la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente del Estado de Oaxaca, en su artículo 16, el cual establece, que la realización de obras o actividades públicas o privadas que puedan causar desequilibrios ecológicos, impactos al ambiente o rebasar los límites y condiciones señalados en los reglamentos, las normas oficiales emitidas por la federación y las disposiciones reglamentarias que al efecto expida el Titular del Ejecutivo del Estado, deberán de sujetarse a la autorización previa de la Secretaría de los gobiernos municipales, en el ámbito de sus respectivas competencias, siempre que no se trate de las obras o actividades de competencia federal, comprendidas en el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, ni de cualesquiera otras reservadas a la federación, sin perjuicio de las diversas autorizaciones que corresponda otorgar a las autoridades competentes.

El instituto Estatal de Ecología de Oaxaca podrá regularizar obras iniciadas con la autorización en materia de Impacto Ambiental, de conformidad al procedimiento establecido en el Artículo 18 de esta Ley y de manera específica las afectaciones ocasionadas, así como las medidas de mitigación y/o restauración, por lo cual impondrá la sanción correspondiente pudiendo decretar la suspensión de la obra atendiendo al lugar y a las condiciones que motivaron la actuación en los términos de la presente Ley.

En el artículo 17 de esta Ley se especifica lo siguiente:

“ARTICULO 17.- Se requerirá evaluar el Impacto Ambiental, en las siguientes obras o actividades: I.- Obra pública estatal;

II.- Carreteras estatales y caminos rurales;

III.- Instalación de sistemas para el tratamiento de aguas residuales;

IV.- Ladrilleras;

V.- Manufactura y Maquiladoras;

VI.- Industria alimenticia;

VII.- Industria textil;

VIII.- Industria del hule y sus derivados;

IX.- Curtidurías;

X.- Industria de bebidas;

XI.- Parques y corredores industriales;

XII.- Exploración, extracción y procesamiento físico de sustancias minerales que constituyen depósitos de naturaleza semejante a los componentes de los terrenos;

XIII.- Obras o actividades en áreas naturales protegidas estatales;

XIV.- Sistemas de manejo y disposición de residuos sólidos no peligrosos;

XV.- Fraccionamientos y Unidades Habitacionales;

XVI.- Desarrollos turísticos estatales y privados;

XVII.- Centrales de autotransporte público y privado de carácter estatal;

XVIII.- Industria automotriz;

XIX.- Actividades altamente riesgosas y

X.- Aquellas en las cuales el Estado justifique su participación de conformidad con esta Ley."

Basados en lo antes señalado en el artículo 17 anteriormente señalado, el presente proyecto corresponde a la realización del cambio de uso de suelo para el desarrollo de un complejo turístico privado, en ese sentido solamente el cambio de uso de suelo y el desarrollo en ecosistemas costeros será evaluado a nivel federal mientras que para la actividad de urbanización por medio del presente Documento Técnico Unificado, la urbanización corresponde a ser evaluada a nivel local, con la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente.

III.4.2. Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos

La presente Ley es reglamentaria del artículo 12 y demás disposiciones de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Oaxaca, que se refieren a la protección del medio ambiente y la

procuración y preservación del equilibrio ecológico, en materia de prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se generan en el territorio del Estado.

Sus disposiciones son de orden público y de interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar a través de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de los residuos de manejo especial, así como la remediación de la contaminación de sitios dentro del territorio del Estado por dichos residuos.

Es importante establecer la definición de Gestión de Residuos para efectos de encuadrar las actividades a desarrollar en el presente proyecto, para lo cual se destaca lo siguiente:

Gestión integral de residuos: El conjunto articulado e interrelacionado de acciones preventivas, normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos sólidos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de proteger el ambiente, la optimización de su manejo y aprovechamiento, y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región del Estado;

Así mismo parte del trabajo a desarrollar en la gestión de residuos para el proyecto que nos ocupa, es la de separar los residuos sólidos de manera adecuada, para efectos de contribuir a una sustentabilidad ambiental en la región, considerando importante tener presente el siguiente concepto:

Recolección selectiva o separada: La acción de recolectar los residuos de manera separada en orgánicos, inorgánicos y de manejo especial

Conceptos jurídicos ambientales que delimitan el campo de acción a observar y aplicar acorde a lo estipulado en la citada ley.

Una disposición legal a seguir con la finalidad de colaborar a los programas estatales de sustentabilidad ambiental y que ocupa al presente proyecto, es la siguiente:

Artículo 14. Los residuos sólidos urbanos se clasifican en orgánicos e inorgánicos, con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria.

Artículo 15. Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación:

- I. *Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera; Residuos de servicios de salud, generados por los*

- establecimientos que realicen actividades médico-asistenciales a las poblaciones humanas o animales, centros de investigación, con excepción de los biológico-infecciosos;*
- II. *Residuos de servicios de salud, generados por los establecimientos que realicen actividades médico-asistenciales a las poblaciones humanas o animales, centros de investigación, con excepción de los biológico-infecciosos;*
- III. *Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades, con excepción de los residuos considerados peligrosos por la Ley General;*
- IV. *Residuos de los servicios de transporte, y los generados como consecuencia de las actividades que se realizan en puertos, aeropuertos, terminales ferroviarias y portuarias y en las aduanas;*
- V. *Residuos de cosméticos no peligrosos, así como residuos de alimentos caducados generados por establecimientos comerciales, de servicios o industriales;*
- VI. *Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales;*
- VII. *Residuos de tiendas departamentales o centros comerciales generados en grandes volúmenes;*
- VIII. *Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;*
- IX. *Residuos tecnológicos provenientes de las industrias de la informática, fabricantes de productos electrónicos o de vehículos automotores y otros que al transcurrir su vida útil, por sus características, requieren de un manejo específico; se incluye pilas no peligrosas.*

Artículo 37. *Toda persona física o moral que genere residuos sólidos urbanos tiene la propiedad y responsabilidad de su manejo hasta el momento en que los entregue al servicio de recolección, o deposite en los contenedores, estaciones de transferencia o rellenos sanitarios establecidos para tal efecto por la autoridad municipal competente.*

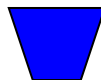
Artículo 43. *Todo generador de residuos sólidos urbanos debe separarlos en orgánicos e inorgánicos, dentro de sus domicilios, empresas, establecimientos mercantiles, industriales y de servicios, instituciones públicas y privadas, centros educativos y dependencias gubernamentales, y similares.*

Artículo 44. *Los residuos sólidos urbanos deben depositarse en contenedores separados para su recolección por el servicio público de limpia, con el fin de facilitar su aprovechamiento, tratamiento y disposición final, o bien, llevar aquellos residuos valorizables directamente a los centros de acopio o establecimientos de reutilización y reciclado.*

Con la finalidad de dar cumplimiento a lo establecido por la normatividad ambiental en materia de residuos sólidos, durante las etapas de preparación construcción y operación del proyecto se realizará la separación primaria de los residuos de la siguiente manera:

Tabla III. 1 Separación Primaria de los RSU

Color de contenedor	Tipo de residuo que almacenará
---------------------	--------------------------------

Naranja		Residuos sanitarios. Materiales que se desechan al ser utilizados en la higiene personal o en la atención médica a personas o animales.
Azul		Residuos inorgánicos.
Verde		Residuos orgánicos

La tierra producto del despalme será acumulada y reutilizada posteriormente para las actividades de terraceo y nivelación en el área de proyecto. El material de vegetación producto del desmonte será picado y reincorporado al suelo de las áreas verdes a conservar para efectos de protegerlos de los efectos de erosión. Dentro del área de construcción se destinará un área, dentro del área de despalme, para colocar temporalmente los residuos sólidos de construcción como alambres, clavos, restos de varillas, malla, madera. Se hará el cálculo de volúmenes de material a utilizar para evitar que existan grandes desperdicios y algunos de los residuos sobrantes se reutilizarán en la propia obra. Los residuos que no sean reutilizados dentro de la misma obra serán trasladados por vehículos de las empresas contratistas al Relleno Sanitario autorizado por la autoridad municipal correspondiente. No se quemará ningún tipo de basura en sitio de obra o en sus alrededores, todo residuo o desperdicio se depositará en los contenedores correspondientes.

En la etapa de operación del Proyecto se llevará a cabo la Separación primaria y secundaria de los Residuos.

La separación primaria consistirá en la separación de los residuos en:

- Orgánicos
- Inorgánicos
- Sanitarios

Con el objeto de llevar a cabo una identificación clara de estas fracciones, la Norma considera conveniente el uso de un color que permita conocer de manera inmediata el tipo de residuos que se manejan, sin necesidad de abrir los contenedores o bolsas que los contengan, para ello se utilizarán los siguientes colores:

Residuos Orgánicos	Residuos Inorgánicos	Residuos Sanitarios
⇒ Restos de comida	⇒ Papel	⇒ Papel sanitario
⇒ Cáscaras de frutas, verduras y hortalizas	⇒ Periódico	⇒ Pañales desechables
⇒ Cascaron de huevo	⇒ Cartón	⇒ Toallas sanitarias
⇒ Cabello y pelo	⇒ Plásticos	⇒ Material de curación
⇒ Restos de café y té	⇒ Vidrio	⇒ Pañuelos desechables
⇒ Filtros de café y té	⇒ Metales	⇒ Rastrillos y cartuchos de rasurar
⇒ Pan y su bolsa de papel	⇒ Textiles	⇒ Preservativos
⇒ Tortillas	⇒ Maderas procesadas	⇒ Agujas desechables
⇒ Bagazo de frutas	⇒ Envases de tetra-pack	⇒ Jeringas desechables
⇒ Productos lácteos	⇒ Bolsas de frituras	⇒ Excretas de animales
⇒ Servilletas con alimento	⇒ Utensilios de cocina	⇒ Colillas de cigarro
⇒ Residuos de jardín: pasto, ramas	⇒ Cerámica	⇒ Aceite comestible
⇒ Tierra, polvo	⇒ Juguetes	⇒ Fibras para aseo
⇒ Ceniza y aserrín	⇒ Calzado	⇒ Medicamentos caducos
⇒ Huesos y productos cárnicos	⇒ Cuero	⇒ Residuos domésticos peligrosos
	⇒ Radiografías	
	⇒ CD's y	
	⇒ Cartuchos para impresora y copiadora	

Una gran parte de los residuos sólidos urbanos está constituida por materiales que pueden ser seleccionados con facilidad y componen materias primas recuperables como: papel, cartón, vidrio, plásticos, metales y textiles. Estos residuos pueden ser valorizados para su incorporación nuevamente a procesos de producción, reduciendo los volúmenes de residuos a disposición final y la prolongación de la vida útil de los sitios de disposición final. Por lo tanto, en Villas Zipolite se fomentara que los usuarios lleven a cabo, en medida de lo posible, una separación secundaria.

La separación secundaria consiste en la separación de los residuos inorgánicos de fácil comercialización como papel y cartón, metal, plásticos, textiles, vidrio

Tabla III. 2 Descripción de los contenedores de residuos

Color del contenedor	Tipo de residuo que almacenará
Café	Cartón, papel, periódico
Gris	Metales reciclables como latas de refresco y comida
Azul	Botellas de envases de vidrio
Verde	Residuos orgánicos tales como desechos de comida, frutas y sus cáscaras.
Amarillo	Envases de plástico

Una vez separados los residuos de fácil comercialización las personas llevarán estos residuos a los desarrollos más grandes de la localidad de Zipolite, que actualmente tienen una organización específica para el reciclaje de estos materiales, al menos en tanto se tiene la infraestructura para la recolección selectiva. Asimismo, esta separación ayuda a la valorización de los residuos los cuales cuentan con potencial comercial.

III.5. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL

III.5.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El presente proyecto se encuentra enmarcado dentro de la estructura territorial regulada por el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 7 de septiembre de 2012.

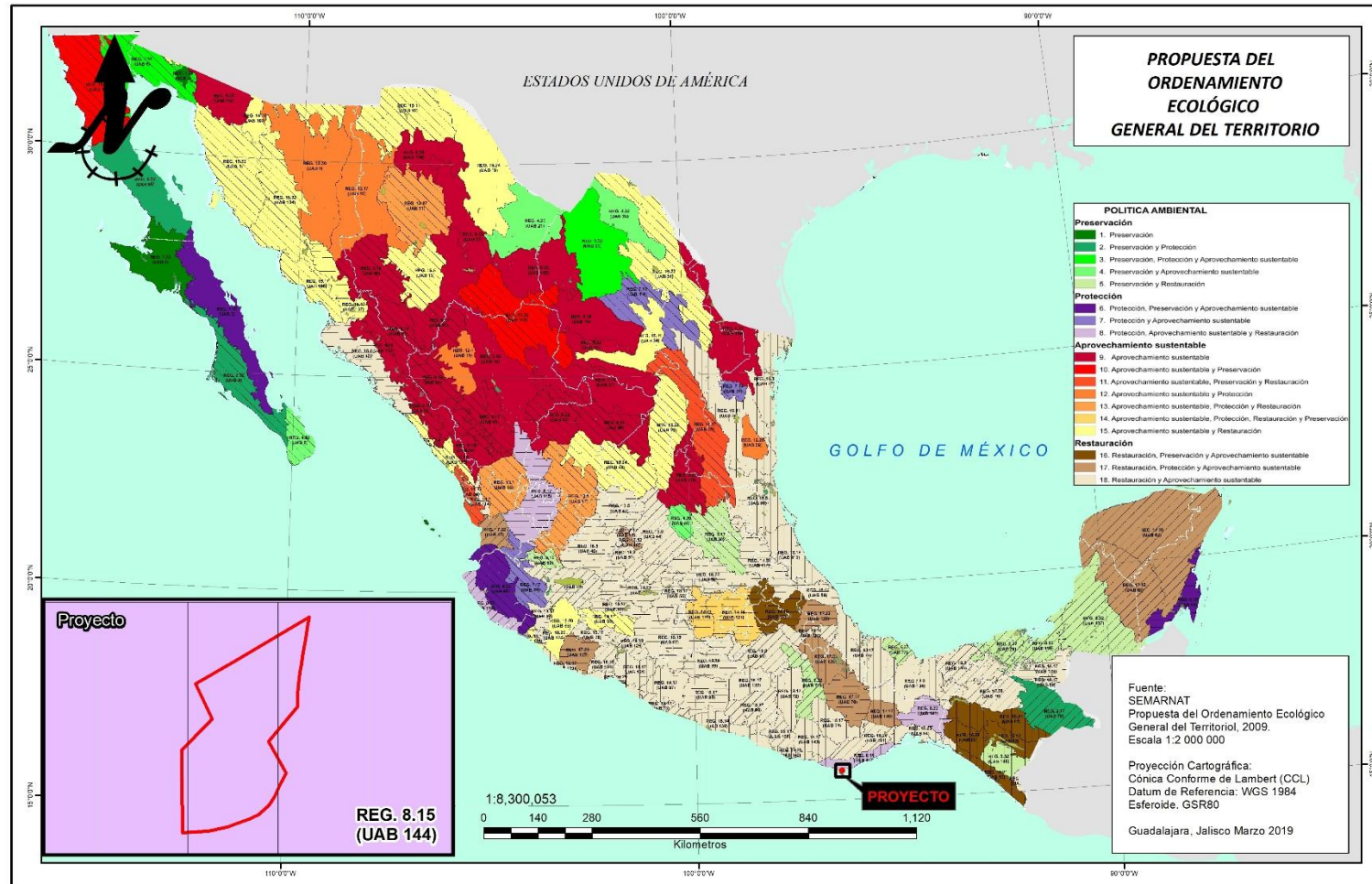
Asimismo, con fundamento en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA, última reforma DOF. 28 de septiembre de 2010), la propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la **regionalización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

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

unidades ambientales biofísicas (UAB), representadas a escala 1:2,000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

El área del proyecto se encuentra en la **UAB 144 región 8.15** regulada por el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Plano III. 2 Ordenamiento Ecológico General del Territorio



A continuación, se muestran los lineamientos y acciones específicos de la **UAB 144 región 8.15**, así como el cumplimiento de estas acciones.

Tabla III. 3 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

Clave Región	UAB	Rectores del Desarrollo	Coadyuvantes del Desarrollo	Política Ambiental	Nivel de atención prioritaria	Estrategias
8.15	144	Desarrollo Social Preservación de Flora y Fauna	Ganadería Poblacional	Protección, Aprovechamiento Sustentable y Restauración	Muy Alta	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44

Tabla III. 4 Estrategias ecológicas correspondientes por la UAB 144 región clave 8.15

Estrategia 1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Fomentar y consolidar las iniciativas de protección y conservación <i>in situ</i> , como las áreas naturales protegidas en los ámbitos federal, estatal y municipal de conservación ecológica de los centros de población, aquellas destinadas voluntariamente a la conservación y las designadas por su importancia a nivel internacional, incrementando el número de áreas que cuentan con un financiamiento garantizado para las acciones básicas de conservación.	Aunque esta se trata de una iniciativa pública que no compete al promovente del proyecto, cabe destacar que el proyecto no se realizará sobre ningún área natural protegida.
Fomentar la creación de mecanismos de apoyo para las comunidades rurales, grupos de comuneros, pescadores y campesinos que tengan áreas dedicadas a la conservación o que contribuyan a la protección de la biodiversidad de su área de influencia.	Aunque el objetivo del proyecto no es la creación de mecanismos en apoyo a comunidades rurales, durante las etapas de construcción y operación del proyecto, se requerirán de los servicios de distintas personas, las cuales serán residentes de la zona, este proceso conlleva en si mismo la creación de nuevos empleos y fluctuación económica en la región.
Establecer mecanismos de coordinación institucional en los tres órdenes de gobierno para la autorización de obras y actividades en áreas propuestas para la conservación del patrimonio natural.	A pesar de que el proyecto no tenga como objetivo gestionar la autorización de obras y actividades para conservar el patrimonio natural, sí toma en cuenta los tres órdenes de gobierno, pues en el presente capítulo se vinculan los ordenamientos jurídicos federales, estatales y municipales.
Promover en los programas de ordenamiento ecológico regionales y locales, las condiciones para la articulación, la conectividad y el manejo regional de las áreas sujetas a conservación.	El proyecto no promueve los programas de ordenamiento ecológico; sin embargo, se analizan y vinculan para el desarrollo del presente estudio, en virtud de no contrariar lo que de ahí se desprenda.
Reforzar los instrumentos y capacidades para prevenir y controlar los actos ilícitos contra los elementos de la biodiversidad.	Se prohibirá al personal del proyecto, así como a los usuarios, cualquier tipo de aprovechamiento de los recursos naturales.
Establecer mecanismos de bioseguridad para regular la manipulación de los recursos genéticos.	Este criterio no resulta aplicable con la vinculación del proyecto, en virtud de que no se llevarán a cabo actividades relacionadas con los recursos genéticos.
Impulsar los esfuerzos de seguimiento (monitoreo) de la condición de los elementos de la biodiversidad nacional.	No aplica al proyecto ni al promovente impulsar los esfuerzos de seguimiento de la condición de los elementos de la biodiversidad nacional. Sin embargo, en el presente estudio se realizaron muestreos de flora y fauna para determinar las posibles afectaciones que surjan por el desarrollo del proyecto.



Documento Técnico Unificado para el Cambio
de Uso de suelo en Terrenos Forestales
Modalidad-B
Proyecto: Villas Zipolite

Establecer y desarrollar por medio de la coordinación interinstitucional e intersectorial, las capacidades para la prevención, control, mitigación y seguimiento de emergencias, mediante el diseño y aplicación de programas específicos para eventos como: huracanes, incendios forestales, mortandad de fauna, vulcanismo, sequía, e inundaciones y de adaptación al cambio climático.	De entre las actividades que se desprenden en el capítulo relativo a las medidas de mitigación, se tiene contemplado una plática para el personal con la finalidad de evitar cualquier emergencia que pueda ser causada por las actividades humanas.
Fortalecer la conservación de los ecosistemas y las especies, en especial, de aquellas especies en riesgo.	Dentro del estudio, se desprenden las medidas que se llevarán a cabo para el trato de las especies que se encuentren en la zona en donde se desarrollará el proyecto.
Fomentar la creación y mayor cobertura de Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA).	Debido a que el proyecto es de carácter privado y no es una iniciativa de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el criterio correspondiente no es aplicable al promovente.
Fomentar acciones para proteger y conservar los recursos hídricos, superficiales y del subsuelo, a partir de las cuencas hidrológicas en el territorio nacional.	Debido a que el proyecto es de carácter privado y no es una iniciativa de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el criterio correspondiente no es aplicable al promovente.
Mejorar la detección y fortalecer la prevención y el combate de incendios forestales.	No se permitirán las fogatas ni actividades que pudieran generar incendios forestales como consecuencia.
Promover el establecimiento de corredores biológicos entre Áreas Naturales Protegidas (ANP) u otras modalidades de conservación.	Este criterio no es aplicable para el desarrollo del estudio, debido a que el proyecto no se llevará a cabo dentro de una ANP.
Celebrar convenios de o concertación, con instituciones involucradas en la preservación de áreas naturales para promover y proponer que las zonas susceptibles de ser declaradas como área natural protegida sean inscritas legalmente según corresponda. Asimismo, promover la elaboración de planes de manejo y el asesoramiento a los sujetos agrarios involucrados.	Debido a que el proyecto es de carácter privado y no es una iniciativa de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el criterio correspondiente no es aplicable al promovente.
Estrategia 2. Recuperación de especies en riesgo	
Acciones	Forma de Cumplimiento



Documento Técnico Unificado para el Cambio
de Uso de suelo en Terrenos Forestales
Modalidad-B
Proyecto: Villas Zipolite

Promover la recuperación del tamaño de las poblaciones de especies amenazadas o en peligro de extinción, listadas la NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, así como de aquellas indicadoras y/o emblemáticas cuya protección resulte en la conservación del hábitat de otras especies prioritarias y que puedan ser objeto de seguimiento (monitoreo).	Aunque la finalidad del proyecto no es la de promover la recuperación de las especies amenazadas, a lo largo del estudio se evalúan los impactos al entorno natural, y se proponen medidas de mitigación a efecto de minimizar los daños que se pudiesen causar por la realización del proyecto. De igual manera, del capítulo IV se desprenden las especies de flora y fauna que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Diseñar planes y programas estratégicos para la restauración de Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal que han estado sometidas a un uso y manejo constante por la actividad antrópica.	Debido a que el proyecto es de carácter privado y no es una iniciativa de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el criterio correspondiente no es aplicable al promovente de este. Sin embargo, el proyecto hace alusión a lo información que se desprende del programa de ordenamiento ecológico local.
Formular directrices sobre traslocación de especies y programas de atención para las especies exóticas, así como para el control y erradicación de especies invasoras y plagas.	"Formular directrices sobre traslocación, control y erradicación de especies exóticas invasoras" es una acción que debe ser llevada a cabo desde los consensos gubernamentales y debido a que el proyecto es de carácter privado, el mismo no le es aplicable.
Eradicar especies exóticas que afectan negativamente a las especies y los ecosistemas naturales de México, con énfasis en el territorio insular y en las Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal que se consideren prioritarias por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.	Si bien, no le corresponde al promovente del proyecto erradicar las especies exóticas que afectan negativamente a los ecosistemas naturales, si se compromete a no incentivar la existencia de especies invasoras en el área del proyecto.
Establecer disposiciones legales, administrativas y políticas en materia de traslocación y el movimiento de especies, y que favorezcan la producción, comercio y consumo de las especies nativas.	Este criterio no es aplicable ya que no se prevé la traslocación de ninguna especie fuera del predio, ni el comercio y consumo de especies nativas.
Llevar a cabo evaluaciones técnicas y científicas sobre el impacto que provoca la autorización para la traslocación e introducción de especies, sobre especies nativas y el ambiente en general.	Este criterio no es aplicable ya que no se prevé la traslocación de ninguna especie fuera del predio, ni el comercio y consumo de especies nativas.
Instrumentar el Programa de Conservación de Especies en Riesgo 2007-2012, y sus Programas de Acción para la Conservación de Especies en Riesgo.	No es aplicable para el proyecto, sin embargo, en el capítulo VII, relativo a las medidas de mitigación se prevén opciones para la conservación ambiental.
Fomentar la recuperación de especies en riesgo mediante proyectos de reproducción, traslocación, repoblación y reintroducción, en el marco del Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA).	No aplica al proyecto, debido a que no se realizará reproducción, traslocación, repoblación y reintroducción, en el marco del Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA).
Estrategia 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad	



Documento Técnico Unificado para el Cambio
de Uso de suelo en Terrenos Forestales
Modalidad-B
Proyecto: Villas Zipolite

Acciones	Forma de Cumplimiento
Promover la integración de un sistema de apoyo al desarrollo científico que articule los esfuerzos, recursos y políticas de todas las instituciones de educación superior e investigación para el desarrollo e impulso de conocimiento sobre los ecosistemas y su biodiversidad.	Este criterio no es aplicable para el estudio, ya que no tiene como finalidad actividades científicas; sin embargo, en los capítulos que acompañan este documento se desprenden investigaciones acerca de las condiciones bióticas del predio y su diversidad.
Formular estrategias de apropiación y manejo de la biodiversidad, en diferentes escenarios ambientales y culturales, que deriven preferentemente en el diseño de mejores técnicas de uso y el desarrollo de nuevos procesos industriales, productos y mercados para definir esquemas de manejo que permitan la sostenibilidad de los aprovechamientos.	El criterio no es aplicable ya que el proyecto es de carácter turístico y no de investigación; sin embargo, durante el estudio se llevaron a cabo actividades de análisis y monitoreo del medio biótico del Sistema Ambiental.
Impulsar el desarrollo sustentable dentro de las áreas naturales protegidas y hacia fuera de ellas.	Este criterio se considera que no es aplicable ya que el área donde se lleva a cabo el proyecto no se encuentra ubicado dentro de una ANP.
Rescatar el manejo, formas de organización y valores derivados de los conocimientos empíricos o tradicionales, sean éstos etnobotánicos, etnozoológicos o de otro tipo.	Se considera que este criterio no es aplicable debido a que el proyecto es de carácter turístico.
Incorporar en la investigación sobre la biodiversidad, aspectos sociales y culturales (valores de uso, religiosos, estéticos, etc.); económicos (valor de los servicios ecológicos, usos actuales y potenciales y su aplicabilidad comercial, etc.), y de manejo (tecnologías, propagación, rehabilitación, etc.), además de los aspectos ecológicos y biológicos (demografía, diversidad genética, aspectos reproductivos, estatus, etc.).	Se considera que este criterio no es aplicable debido a que el proyecto es de carácter turístico.
Impulsar los estudios de valoración económica de los usos de la biodiversidad nacional, particularmente en el caso de los elementos más utilizados y de los usos que afectan negativamente los recursos.	Este criterio no es aplicable para el estudio, ya que no tiene como finalidad actividades científicas; sin embargo, en los capítulos que acompañan este documento se desprende el estudio acerca del medio biótico del Sistema Ambiental.
Realizar esfuerzos de modelaje e investigación científica orientada a evaluar los impactos de las emisiones a la atmósfera y el efecto que produciría el cambio climático en las áreas naturales protegidas y en ecosistemas naturales, así como en la abundancia relativa de las especies que sean clasificadas como prioritarias para la conservación, de conformidad con la Ley General de Vida Silvestre), previendo los efectos que los cambios de unos acarrearán para otros.	Se considera que este criterio no es aplicable debido a que el proyecto es de carácter turístico.



Documento Técnico Unificado para el Cambio
de Uso de suelo en Terrenos Forestales
Modalidad-B
Proyecto: Villas Zipolite

Fortalecer en todos los niveles acciones de educación ambiental encaminadas a propiciar cambios de actitud y comportamiento en la sociedad frente a la biodiversidad.	Aunque el proyecto no tiene como finalidad llevar a cabo actividades con este fin específico; se brindará una experiencia de respeto y conservación ambiental en la etapa de operación por la naturaleza del proyecto.
Monitorear ecosistemas prioritarios amenazados.	Esta acción no es aplicable para el proyecto, ya que no se llevarán a cabo actividades de monitoreo.
Monitorear "puntos de calor" en tiempo real para detectar incendios.	Esta acción no es aplicable para el proyecto, ya que no se llevarán a cabo actividades de monitoreo.
Monitorear especies silvestres para su conservación y aprovechamiento.	Esta acción no es aplicable para el proyecto, ya que no se llevarán a cabo actividades de monitoreo, aunque si se llega a desarrollar alguna actividad ecoturística que conlleve la observación directa de especies de fauna, el promovente coordinara acciones para incentivar el uso de plataformas de ciencia ciudadana.
Monitorear y evaluarlas especies exóticas o invasoras.	Esta acción no es aplicable para el proyecto, ya que no se llevarán a cabo actividades de monitoreo.
Estrategia 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, recursos genéticos y recursos naturales.	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Operar el Fondo para el Fomento al Uso Sustentable de la Biodiversidad mediante proyectos de reproducción, repoblación, traslocación y reintroducción de especies silvestres, así como el desarrollo de sus respectivos mercados.	Debido a que el proyecto es de carácter privado y no es una iniciativa de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el criterio correspondiente no es aplicable al promovente.
Fomentar el uso legal de los recursos genéticos y la distribución equitativa de los beneficios derivados de su uso.	Este criterio no es aplicable para el desarrollo del estudio, ya que las actividades a realizar no están relacionadas con los recursos genéticos.
Establecer mecanismos de bioseguridad para regular la manipulación de los recursos genéticos.	Este criterio no es aplicable para el desarrollo del estudio, ya que las actividades a realizar no están relacionadas con los recursos genéticos.
Realizar una evaluación, tanto en el aspecto agrícola como en el alimentario, de las bondades y riesgos derivados de la liberación, consumo o utilización de productos transgénicos y organismos modificados genéticamente, tanto para el ambiente como para la salud humana.	Este criterio no es aplicable para el desarrollo del estudio, ya que no se prevé la utilización de organismos transgénicos debido a que este no es un proyecto agrícola.



Establecer un programa nacional de biotecnología que mida el valor económico de los recursos genéticos nativos, fomente y oriente la investigación en ingeniería genética relacionada con especies nativas, establezca criterios, salvaguardas e indicadores de seguridad, y tenga también como propósito revalorar y reanimar el saber popular en torno al uso selectivo de la biodiversidad.	Este criterio no es aplicable para el desarrollo del estudio, ya que las actividades a realizar durante cada etapa, no están relacionadas con los recursos genéticos.
Impulsar el conocimiento y la regulación del acceso a los recursos genéticos y sus usos, así como fomentar la expedición de patentes o registros asociados con la denominación de origen, la propiedad intelectual o el secreto industrial, según convenga, de los recursos genéticos derivados de la domesticación, selección o manipulación tradicional hecha por grupos mexicanos (indígenas, campesinos u otros).	Este criterio no es aplicable para el desarrollo del estudio, ya que las actividades a realizar durante cada etapa, no están relacionadas con los recursos genéticos.
Estrategia 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Adoptar prácticas y tecnologías en materia de uso del suelo que sean acordes a las características agroecológicas y socioeconómicas de la región que permitan la conservación, mejoramiento y recuperación de su capacidad productiva y el uso eficiente de los recursos para maximizar su productividad.	En virtud de que el proyecto es de carácter turístico, y que se encuentra ubicado dentro de una zona costera, este criterio no es aplicable debido a que no se llevarán a cabo actividades pecuarias.
Elaborar manuales de técnicas y prácticas exitosas de conservación de suelos.	Se considera que este criterio no es aplicable debido a que el proyecto es de carácter turístico.
Apoyar la realización de obras de conservación de suelo y agua a través de buenas prácticas agrícolas para regiones y cultivos, prácticas de mejoramiento de suelos y estrategias de reconversión productiva, así como el desarrollo de manuales para estos temas. Lo anterior, con un enfoque integral y preventivo, que permita a los productores rurales desarrollar sus actividades productivas con mayor certeza y de forma armónica con su entorno.	El proyecto es de carácter turístico y habitacional de densidad baja dentro de una zona costera, por lo que este criterio no es aplicable debido a que no se llevarán a cabo actividades pecuarias.



Documento Técnico Unificado para el Cambio
de Uso de suelo en Terrenos Forestales
Modalidad-B
Proyecto: Villas Zipolite

Apoyar el desarrollo de proyectos ganaderos sustentables, que minimicen el impacto ambiental de la ganadería, que aprovechen las excretas en la obtención de biocombustibles para reducir la liberación de gases de efecto invernadero y que apoyen la recuperación o mejoramiento de la cobertura vegetal.	El proyecto es de carácter turístico dentro de una zona costera, por lo que este criterio no es aplicable debido a que las actividades a desarrollar no son ganaderas.
Proteger los agostaderos con apoyos del componente Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Apícola (PROGAN) del Programa de Usos Sustentable de Recursos Naturales para la Producción Primaria.	El proyecto es de carácter turístico dentro de una zona costera, por lo que este criterio no es aplicable debido a que no se llevaran a cabo actividades pecuarias.
Identificar proyectos prioritarios de tecnificación del riego, dando prioridad a las regiones con menor disponibilidad de agua, con el fin de contribuir a un uso más eficiente y sustentable del recurso, elevar la productividad por volumen de agua utilizado, e incrementar la rentabilidad de las actividades agrícolas en beneficio de los productores.	El proyecto es de carácter turístico dentro de una zona costera, por lo que este criterio no es aplicable debido a que no se llevaran a cabo actividades pecuarias.
Impulsar la reconversión productiva y tecnológica, fomentando el establecimiento de cultivos con menores requerimientos hídricos y mayor presencia en el mercado, así como la modernización integral de los sistemas de riego, desde la fuente de abastecimiento, la conducción del agua a las parcelas y su aplicación a los cultivos.	Se considera que este criterio no es aplicable debido a que el proyecto es de carácter turístico.
Promover estudios para identificar áreas de oportunidad para inducir la realización de pequeñas y medianas obras para el manejo y conservación del suelo, agua y biodiversidad.	Este criterio no es aplicable debido a que las actividades principales en las que va enfocado el proyecto son turísticas de baja densidad.
Apoyo del Programa de Activos Productivos para ganadería diversificada.	Este criterio no es aplicable debido a que las actividades principales en las que va enfocado el proyecto son turísticas.
Estrategia 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Incrementar la productividad del agua en distritos de riego.	Este criterio no es aplicable debido a que las actividades principales en las que va enfocado el proyecto son turísticas y no agrícola.
Rehabilitar y modernizar distritos y unidades de riego y temporal tecnificado.	Este criterio no es aplicable debido a que las actividades principales en las que va enfocado el proyecto son turísticas y no agrícola.



Documento Técnico Unificado para el Cambio
de Uso de suelo en Terrenos Forestales
Modalidad-B
Proyecto: Villas Zipolite

Promover el uso de agua residual tratada en los distritos de riego.	Este criterio no es aplicable debido a que las actividades principales en las que va enfocado el proyecto son turísticas y no agrícola.
Involucrar a las Asociaciones Civiles de Usuarios de Riego y a los Comités técnicos de Aguas Subterráneas en el impulso del ahorro de volúmenes y tecnificación del riego.	Este criterio no es aplicable debido a que las actividades principales en las que va enfocado el proyecto son turísticas y no agrícola.
Potenciar los recursos destinados a la modernización y tecnificación de la infraestructura hidroagrícola.	Este criterio no es aplicable debido a que las actividades principales en las que va enfocado el proyecto son turísticas y no agrícola.
Estrategia 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Impulsar la ejecución de proyectos de aprovechamiento forestal sustentable en zonas rurales y/o de población indígena.	Se desarrollará un proyecto dirigido a las actividades turísticas dentro de una zona costera, donde no se realizarán actividades de aprovechamiento forestal, por lo que este criterio no es aplicable al proyecto.
Mantener actualizada la zonificación forestal.	Se desarrollará un proyecto dirigido a las actividades turísticas dentro de una zona costera, donde no se realizarán actividades de aprovechamiento forestal, por lo que este criterio no es aplicable al proyecto.
Fomentar el aprovechamiento forestal sustentable certificado.	Se desarrollará un proyecto dirigido a las actividades turísticas dentro de una zona costera, donde no se realizarán actividades de aprovechamiento forestal, por lo que este criterio no es aplicable al proyecto.
Instrumentar los Consejos Regionales Forestales en las Unidades de Manejo Forestal (UMAFORS).	Se desarrollará un proyecto dirigido a las actividades turísticas dentro de una zona costera, donde no se realizarán actividades de aprovechamiento forestal, por lo que este criterio no es aplicable al proyecto.
Incrementar la cobertura del diagnóstico fitosanitario en ecosistemas forestales.	Se desarrollará un proyecto dirigido a las actividades turísticas dentro de una zona costera, donde no se realizarán actividades de aprovechamiento forestal, por lo que este criterio no es aplicable al proyecto.
Impulsar las Promotoras de Desarrollo Forestal.	Se desarrollará un proyecto dirigido a las actividades turísticas dentro de una zona costera, donde no se realizarán actividades de aprovechamiento forestal, por lo que este criterio no es aplicable al proyecto.
Incrementar la superficie sujeta a manejo forestal para el aprovechamiento sustentable de recursos forestales maderables y no maderables.	Se desarrollará un proyecto dirigido a las actividades turísticas dentro de una zona costera, donde no se realizarán actividades de aprovechamiento forestal, por lo que este criterio no es aplicable al proyecto.



Documento Técnico Unificado para el Cambio
de Uso de suelo en Terrenos Forestales
Modalidad-B
Proyecto: Villas Zipolite

Estrategia 8. Valoración de los servicios ambientales	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Realizar estudios y análisis económicos en torno al impacto de la pérdida o disminución de elementos de la biodiversidad; en particular y prioritariamente, de aquellos que presten servicios ambientales directamente relacionados con la restauración y conservación de suelo fértil, y de regulación y mantenimiento de los ciclos hidrológicos.	Este criterio no es aplicable debido a que las actividades principales en las que va enfocado el proyecto son turísticas y no de investigación. Sin embargo, a lo largo del desarrollo de este documento, se podrá evidenciar que se llevaron a cabo distintas investigaciones para que el contenido de este, cumpliera con lo establecido por esta autoridad ambiental.
Identificar el potencial y la distribución de la prestación de servicios ambientales, así como a los usuarios y proveedores.	Este criterio no es aplicable para el proyecto en ninguna de sus etapas, en virtud de que no se desarrollaran actividades de investigación sino de servicios.
Valorar los costos de la pérdida de los bienes y servicios ambientales asociada a la ejecución de proyectos de desarrollo.	No se prevé la pérdida o disminución de servicios ambientales por el emplazamiento del proyecto.
Ampliar la atención institucional en el otorgamiento de estímulos fiscales o cualquier otro tipo de instrumento económico, dirigido a promover mayor participación de distintos sectores en estudios ambientales, uso sustentable, protección y conservación de la biodiversidad y de los servicios ambientales.	El proyecto no está encaminado a recibir estímulos fiscales para la promoción de estas actividades.
Impulsar el desarrollo de mercados locales de pago por servicios ambientales.	Aunque el proyecto prevé servicios locales, esta acción no aplica al proyecto.
Fortalecer el cobro de derechos de goce y disfrute de las ANP.	Esta acción no es aplicable, ya que el área donde se encuentra el proyecto no es una ANP.
Ampliar la superficie de los ecosistemas forestales incorporada al Programa de Pago por Servicios Ambientales.	Este criterio es de carácter público, por lo que no es aplicable al proyecto que es privado.
Desarrollar mercados y cadenas productivas para productos y derivados de especies silvestres y recursos naturales aprovechados de manera sustentable.	Este criterio no es aplicable debido a que, el proyecto no involucrará el aprovechamiento de especies silvestres.
Desalentar el comercio de productos derivados del aprovechamiento no sustentable de los recursos naturales y la biodiversidad.	En virtud de que, el proyecto va dirigido al sector turístico dentro de una zona costera, este criterio no es aplicable ya que no involucrará el aprovechamiento no sustentable de los recursos naturales.
Fortalecer el Sistema Nacional de Auditorías Técnicas Preventivas de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).	Este criterio no es aplicable debido a que las actividades principales en las que va enfocado el proyecto son turísticas
Crear el Sistema Nacional de Certificación Forestal y de la Cadena de Custodia en la CONAFOR.	Este criterio no es aplicable debido a que el proyecto es de carácter privado y esto es una iniciativa pública
Fomentar el turismo de naturaleza en las ANP.	Esta acción no es aplicable, ya que el área donde se encuentra el proyecto no es una ANP.

Estrategias 9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Mantener actualizada la disponibilidad media anual de las aguas superficiales en las cuencas hidrológicas del país y adoptar las medidas necesarias para el registro oportuno y veraz de los volúmenes concesionados y utilizados.	Este criterio no es aplicable en virtud de que el proyecto es de carácter privado. Por consiguiente, no involucra a ninguna institución pública.
Instrumentar planes de manejo de acuíferos sobreexplotados.	Este criterio no es aplicable en virtud de que el proyecto es de carácter privado. Por consiguiente, no involucra a ninguna institución pública.
Instrumentar proyectos de recarga artificial de acuíferos.	En virtud de que el proyecto tiene como finalidad la operación y mantenimiento de un desarrollo turístico costero, este criterio no resulta aplicable con el giro del proyecto.
Operar Bancos de Agua.	Este criterio no es aplicable al proyecto en virtud de que esta no es la finalidad del proyecto.
Desarrollar sistemas regionales de información para reforzar la gestión del agua por cuenca y acuífero.	Dentro de los objetivos de este proyecto no se desprende ninguno relativo a aguas subterráneas, por lo que este criterio no es aplicable para este.
Dar un papel más relevante a los Comités Técnicos de Aguas en la gestión de los acuíferos.	Este criterio no es aplicable en virtud de que el proyecto es de carácter privado. Por consiguiente, no involucra a ninguna institución de carácter público.
Fortalecer la organización y funcionamiento de los Consejos de Cuenca y sus órganos auxiliares.	Este criterio no es aplicable en virtud de que el proyecto es de carácter privado. Por consiguiente, no involucra a ninguna institución de carácter público.
Reforzar los sistemas de medición y verificación del cumplimiento de los volúmenes concesionados.	En virtud de que no hay volúmenes concesionados, este criterio no es aplicable para el desarrollo del proyecto.
Estrategia 10. Reglamentar el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos para su protección	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Identificar cuerpos de agua de atención prioritaria.	El capítulo IV, relativo a la descripción del Sistema Ambiental, se hace un análisis de la hidrología que se ubica dentro del territorio del proyecto; por lo que este criterio se encuentra previsto.
Instrumentar reglamentos para el uso del agua en cuencas y elaborar proyectos de reglamentos en acuíferos prioritarios.	Aunque el proyecto no tiene el objetivo de instrumentar reglamentos en materia de agua, desarrolla a lo largo del proyecto un análisis de la hidrología que se encuentra dentro del polígono del proyecto.
Ejecutar el proceso de planeación, programación, presupuesto y aplicación obligatoria de los Programas Hídricos por Cuenca Prioritaria.	Dentro de los objetivos de este proyecto no se desprende ninguno relativo a aguas, por lo que este criterio no es aplicable para este.



Documento Técnico Unificado para el Cambio
de Uso de suelo en Terrenos Forestales
Modalidad-B
Proyecto: Villas Zipolite

Establecer proyectos de veda de agua subterránea.	Dentro de los objetivos de este proyecto no se desprende ninguno relativo a aguas subterráneas, por lo que este criterio no es aplicable para este.
Actualizar decretos de veda y poligonales acordes con las condiciones de agua renovable (disponibilidad) en las cuencas y acuíferos.	Aunque el proyecto no tiene el objetivo de actualizar decretos de veda y poligonales sobre agua renovable, desarrolla a lo largo del estudio un análisis de la hidrología que se encuentra dentro del polígono del proyecto.
Establecer declaratorias de reserva de aguas superficiales y subterráneas.	Aunque el proyecto no tiene el objetivo de establecer declaratoria en materia de agua, desarrolla a lo largo del proyecto un análisis de la hidrología que se encuentra dentro del polígono del proyecto.
Formular reglamentos para la distribución de las aguas superficiales por cuenca y subterránea por acuífero.	Este criterio no es aplicable debido a que el objetivo del proyecto del proyecto no es la creación de reglamentos.
Estrategia 11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA)	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Contar con un programa de mantenimiento de infraestructura en las presas.	Debido a que el proyecto no cuenta con una presa, el criterio no es aplicable.
Crear un fondo nacional para el mantenimiento y rehabilitación de presas e infraestructura hidráulica mayor.	Debido a que el proyecto no cuenta con una presa, el criterio no es aplicable.
Asegurar que los volúmenes de agua concesionados estén acordes con la disponibilidad de las fuentes de abastecimiento.	Debido a que el proyecto no cuenta con una presa, el criterio no es aplicable.
Estrategias 12. Protección de los ecosistemas	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Conservar los suelos mediante el fortalecimiento de instrumentos para su protección, programas de manejo sustentable de tierras y fortalecimiento de criterios ambientales en los programas agropecuarios y forestales mediante acciones transversales con la SAGARPA.	En las medidas de mitigación se proponen las acciones necesarias para la conservación de suelos.
Realizar estudios para la conservación y mejoramiento de pastizales y agostaderos, a fin de impulsar la explotación racional de las tierras dedicadas a la ganadería.	Este criterio no es aplicable debido a que las actividades principales en las que va enfocado el proyecto son turísticas.
Ejecutar proyectos de preservación y ordenamiento forestal sustentable en zonas rurales y/o de población indígena.	Este criterio no es aplicable debido a que las actividades principales en las que va enfocado el proyecto son turísticas, sin colindancias con comunidades indígenas.
Regular la expansión de la frontera agrícola y ganadera hacia territorios con interés para la preservación o protección.	Este criterio no es aplicable debido a que las actividades principales en las que va enfocado el proyecto son turísticas.



Documento Técnico Unificado para el Cambio
de Uso de suelo en Terrenos Forestales
Modalidad-B
Proyecto: Villas Zipolite

Controlar, mitigar y prevenir la desertificación y actualizar e implementar el Programa Nacional de Lucha contra la Desertificación, fortaleciendo las capacidades mediante el Sistema Nacional de Lucha contra la Desertificación y Degradación de los Recursos Naturales (SINADES).	El proyecto se desarrollará en una zona costera, por lo que no se vincula con temas de desertificación.
Estrategia 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Promover que el uso y aplicación de plaguicidas agrícolas sea realizado por profesionales certificados.	Este criterio no es aplicable debido a que las actividades principales en las que va enfocado el proyecto son turísticas y no agrícola.
Promover el manejo integrado de plagas como estrategia de control en los sistemas de producción.	Este criterio no es aplicable debido a que las actividades principales en las que va enfocado el proyecto son turísticas y no agrícola.
Promover la generación y uso de biofertilizantes y bioplaguicidas en las actividades agrícolas.	Este criterio no es aplicable debido a que las actividades principales en las que va enfocado el proyecto son turísticas y no agrícola.
Estrategia 14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agropecuarios	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Reforestar tierras preferentemente forestales con especies nativas, apropiadas a las distintas zonas ecológicas del país y acordes con los cambios en las tendencias climáticas.	Este criterio no es aplicable debido a que las actividades principales en las que va enfocado el proyecto son turísticas en zona costera con uso de suelo forestal y no preferentemente forestal o agrícola.
Restaurar zonas con suelos erosionados y/o degradados debido a la deforestación y uso no sustentable de la tierra, mediante obras apropiadas de conservación y restauración de suelos y reforestación, poniendo énfasis en prácticas agronómicas (no mecánicas) y biológicas que mejoren la calidad de los mismos.	Este criterio no es aplicable debido a que las actividades principales en las que va enfocado el proyecto son turísticas en zona costera y no forestal o agrícola.
Elaborar manuales de técnicas y prácticas exitosas de conservación y restauración de ecosistemas y especies y aplicarlos.	Este criterio no es aplicable debido a que las actividades principales en las que va enfocado el proyecto son turísticas y no de investigación. Sin embargo, a lo largo del desarrollo de este documento, se podrá evidenciar que se llevaron a cabo distintas investigaciones para que el contenido de este, cumpliera con lo establecido por esta autoridad ambiental.



Documento Técnico Unificado para el Cambio
de Uso de suelo en Terrenos Forestales
Modalidad-B
Proyecto: Villas Zipolite

Implementar la Estrategia Nacional para la Conservación de los Suelos.	Aunque el objetivo del proyecto no es el de implementar estrategias de conservación de suelos, a lo largo del documento se hacen valoraciones y estudios referentes a las afectaciones que ocasionará las obras del mismo, y dando a conocer medidas de mitigación de daños.
Compensar las superficies forestales perdidas debido a autorizaciones de cambio de uso del suelo, con acciones de restauración de suelos y reforestaciones en otras áreas.	En el documento se proponen medidas de redensificación de áreas verdes, así como las que la Secretaría considere pertinentes para compensar los impactos ambientales generados.
Aumentar la superficie con plantaciones forestales comerciales, para recuperar la cobertura forestal en zonas deforestadas, disminuir la presión sobre los bosques nativos e impulsar el mercado nacional de productos forestales.	Este criterio no es aplicable debido a que las actividades principales en las que va enfocado el proyecto son turísticas, sin prever la plantación de especies forestales comerciales.
Recuperar áreas degradadas por la actividad de extracción de hidrocarburos o por extracción de materiales de construcción.	Este criterio no es aplicable debido a que no se llevar a cabo actividad de extracción de hidrocarburos.
Reforestación y revegetación de predios ganaderos apoyados, con el componente PROGAN.	Debido a que el proyecto no contempla actividades ganaderas, este criterio no es aplicable.
Elaborar 32 Guías Técnicas Estatales para la reforestación, revegetación y protección de agostaderos y obras y prácticas para el aprovechamiento sustentable del suelo y agua, por el componente PROGAN.	El proyecto no tiene como objetivo el elaborar guías en diferentes materias, por lo que este criterio no es aplicable.
Estrategia 15. Aplicación de los productos de la investigación en el sector minero al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos de los recursos naturales no renovables.	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Generar y aplicar el conocimiento geológico del territorio para promover la inversión en el sector.	No le corresponde al promovente del proyecto la generación de conocimiento científico o a nivel del territorio para promover la inversión en el sector geológico.
Brindar capacitación y asesoría técnica de apoyo a la minería.	Este criterio no aplica para el desarrollo del estudio, ni del proyecto debido a que no se llevaran a cabo actividades relativas a la minería.
Apoyar con información y conocimiento geocientífico a instituciones e inversionistas, para impulsar y coadyuvar en la atracción de nuevos capitales hacia la actividad minera, así como para solucionar las demandas sociales en lo relacionado al uso óptimo del suelo y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	Este criterio no aplica para el desarrollo del estudio, ni del proyecto debido a que no se llevaran a cabo actividades relativas a la minería.



Estrategia 15 BIS. Coordinación entre los sectores minero y ambiental	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Desarrollar acciones de colaboración entre el sector minero y las autoridades ambientales, que promuevan el desarrollo sustentable de la industria minera, así como mejorar los mecanismos específicos de gestión y control en las diferentes fases de sus actividades.	Este criterio no aplica para el desarrollo del estudio, ni del proyecto debido a que no se llevaran a cabo actividades relativas a la minería.
Promover la participación de los diversos representantes del sector minero en los ordenamientos ecológicos regionales o locales que se desarrollen.	Este criterio no aplica para el desarrollo del estudio, ni del proyecto debido a que no se llevaran a cabo actividades relativas a la minería.
Intensificar acciones de asesoría a los medianos y pequeños mineros, para favorecer mayores niveles de cumplimiento ambiental.	Este criterio no aplica para el desarrollo del estudio, ni del proyecto debido a que no se llevaran a cabo actividades relativas a la minería.
Estrategia 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Diversificar y consolidar la oferta turística, a través del desarrollo de productos turísticos en las categorías de sol y playa, turismo de naturaleza, cultural, salud, cruceros, reuniones, deportivo, turismo religioso, urbano, turismo social y otros que se consideren pertinentes de acuerdo a los criterios de la política turística nacional.	El proyecto se caracteriza por ser un desarrollo turístico, construido bajo una visión de desarrollo ambiental sostenible, a través de la cual se ha buscado crear espacios de alta calidad de vida mediante el aprovechamiento de la topografía y la belleza paisajística.
Impulsar la integración de circuitos y rutas temáticas y regionales donde se integren las diversas categorías de productos en las categorías de sol y playa, turismo de naturaleza, cultural, salud, cruceros, reuniones, deportivo, turismo religioso, urbano, turismo social y otros que se consideren pertinentes de acuerdo a los criterios de la política turística nacional.	Este criterio no es aplicable en el desarrollo del proyecto, ya que la integración de circuitos y rutas temáticas es una iniciativa que debe partir de las instancias gubernamentales locales, sin embargo, el proyecto se pudiera sumar al dar cumplimiento a los criterios de política turística nacional.
Vincular de manera transversal todas las acciones de planeación y desarrollo de oferta competitiva en las instancias de la SECTUR, FONATUR, Consejo de Promoción Turística de México (CPTM) y Centro de Estudios Superiores en Turismo (CESTUR).	No le corresponde al promovente del proyecto vincular de manera transversal las acciones de planeación y desarrollo de oferta competitiva.



Documento Técnico Unificado para el Cambio
de Uso de suelo en Terrenos Forestales
Modalidad-B
Proyecto: Villas Zipolite

Integrar programas, acciones e instrumentos de fomento a la oferta como los programas tecnológicos, de asistencia técnica y financiamiento (MIPyMEs).	Este criterio no es aplicable debido a que las actividades principales en las que va enfocado el proyecto son turísticas.
Sistematizar y socializar la información estratégica sobre el desarrollo turístico su evolución, perspectivas y competitividad entre otros.	El presente criterio no es aplicable al proyecto ya que únicamente se busca otorgar a huéspedes servicios de alojamiento
Incorporar criterios ambientales (tales como: sistema de tratamiento de aguas, restauración de cubierta vegetal, manejo y disposición de residuos sólidos, otros) en la autorización de desarrollos turísticos en sitios con aptitud turística.	En los distintos capítulos de este Documento Técnico Unificado, se podrá encontrar información relativa al manejo de residuos, el uso del agua, así como medidas de mitigación de daños causados por el desarrollo del proyecto.
Gestionar infraestructura de bajo impacto acorde con el tipo de turismo (de naturaleza, de aventura, rural, de la salud e histórico cultural) y asegurar un mantenimiento periódico.	La densidad que tendrá este desarrollo será baja, no corresponde a una urbanización masiva.
Estrategia 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Identificar y priorizar inversiones y acciones de política pública con criterios regionales de fortalecimiento y diversificación.	En este capítulo, relativo a la vinculación de los ordenamientos se incluye lo relativo a las políticas públicas en materia forestal, en virtud de fortalecer la investigación y tomarlo en cuenta durante la operación y mantenimiento del proyecto.
Identificar y priorizar inversiones y acciones de política con criterios regionales de impulso a zonas marginadas.	Este criterio no es aplicable debido a que el proyecto va enfocado al turismo y no es de carácter social.
Actualizar y ampliar el Programa Agenda 21 para el Turismo Mexicano, mediante la evolución de la metodología de indicadores y el desarrollo de la capacidad de respuesta <i>in situ</i> para el seguimiento, verificación del cumplimiento de metas y su integración a los planes de desarrollo de los destinos turísticos.	En virtud de que el proyecto es promovido por un particular y no por el sector público, este criterio no resulta aplicable.
Promover acciones de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático en los destinos turísticos principalmente en las costas.	El capítulo VII, relativo a las medidas de mitigación, desarrolla acciones para minorizar el impacto ambiental que pudiera ser generado por la construcción del proyecto.
Participar en los programas de investigación, sobre las causas y efectos de los fenómenos naturales, el perfeccionamiento de monitoreo y alertamiento de la población y los turistas en los destinos turísticos más vulnerables del país.	Este criterio no es aplicable debido a que las actividades principales en las que va enfocado el proyecto son turísticas y no de investigación. Sin embargo, a lo largo del desarrollo de este documento, se podrá evidenciar que se llevaron a cabo distintas investigaciones para que el contenido de este cumpla con lo establecido por esta autoridad ambiental.



Documento Técnico Unificado para el Cambio
de Uso de suelo en Terrenos Forestales
Modalidad-B
Proyecto: Villas Zipolite

Mejorar los criterios de operación de los Convenios de Coordinación en materia de reasignación de recursos, de manera que se apoyen proyectos que obedezcan a esquemas de planeación o de prioridades estratégicas regionales.	En virtud de que el proyecto es promovido por un particular y no por el sector público, este criterio no resulta aplicable.
Fomentar que se generen las sinergias con el CPTM y FONATUR, para evaluar y en su caso rediseñar sobre la base de su evolución, cobertura geográfica y desempeño en los mercados, los programas regionales "Centros de Playa", "Mundo Maya", "Tesoros Coloniales", "Ruta de los Dioses", "Frontera Norte" y "En el Corazón de México".	En virtud de que el proyecto es promovido por un particular y no por el sector público, este criterio no resulta aplicable.
Estrategia 23. Sostener y diversificar la demanda turística domestica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Identificar segmentos de mercado nacionales e internacionales no atendidos y/o emergentes, así como sus necesidades de accesibilidad por infraestructuras, equipamientos y de financiamiento al consumo.	El proyecto tiene como objeto el desarrollar áreas turísticas dentro de una zona costera, por lo que este criterio no es aplicable para el mismo.
Cartografiar y monitorear segmentos y nichos de mercado convencionales y especializados; actuales y emergentes.	El proyecto tiene como objeto el desarrollar áreas turísticas dentro de una zona costera, por lo que este criterio no es aplicable para el mismo.
Organizar la investigación de mercados y su socialización para apoyar la toma de decisiones entre entidades públicas, privadas y sociales.	Este proyecto es el desarrollo de una zona turística en un área costera, sin enfocarse en temas sociales.
Crear mecanismos para ampliar la práctica del turismo en el mercado doméstico.	Aunque el proyecto no se enfoque en actividades en el mercado doméstico, si se inclina en actividades turísticas con el menor impacto ambiental posible. Sin embargo, no se crearán planes, normas, ni ningún tipo de ordenamiento.
Impulsar programas de turismo para segmentos especializados del turismo doméstico: adultos mayores, jóvenes, estudiantes, discapacitados y otros que se consideren pertinentes.	Este proyecto es el desarrollo de una zona turística en un área costera, sin enfocarse en temas sociales.
Fomentar programas de financiamiento a la demanda de turismo doméstico, incluyendo equipamiento especializado para la accesibilidad de los discapacitados.	Este proyecto es el desarrollo de una zona turística en un área costera, sin enfocarse en temas sociales.
Estrategia 24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	



Documento Técnico Unificado para el Cambio
de Uso de suelo en Terrenos Forestales
Modalidad-B
Proyecto: Villas Zipolite

Acciones	Forma de Cumplimiento
Mejorar la infraestructura básica y el equipamiento de las zonas marginadas con alta concentración de pobreza, mediante la entrega de servicios sociales y acciones de desarrollo comunitario.	Este proyecto es el desarrollo de una zona turística en un área costera, sin enfocarse en temas sociales.
Generar las condiciones para que las familias mexicanas de menores ingresos tengan acceso a recursos que les permitan contar con una vivienda digna.	Este proyecto es el desarrollo de una zona turística en un área costera, sin enfocarse en temas sociales.
Apoyar a las familias en condiciones de pobreza para que puedan terminar, ampliar o mejorar su vivienda y, de esta forma, tengan posibilidad de incrementar su patrimonio y mejorar sus condiciones de vida.	Este proyecto es el desarrollo de una zona turística en un área costera, sin enfocarse en temas sociales.
Asegurar que las viviendas tengan acceso a la infraestructura, equipamiento y servicios urbanos.	Este proyecto es el desarrollo de una zona turística en un área costera, sin enfocarse en temas sociales. Sin embargo, el proyecto contará con equipamiento e infraestructura para satisfacer las necesidades de los usuarios.
Regular la expansión de áreas urbanas cercanas a zonas de alta productividad agrícola, ganadera o forestal, así como a zonas de amortiguamiento, recarga de acuíferos, áreas naturales protegidas y zonas de riesgo.	El proyecto no se ubicará en zonas de recarga, de riesgo, áreas naturales protegidas ni de alta productividad agrícola, ganadera o forestal.
Promover que la creación o expansión de desarrollos habitacionales se autoricen en sitios con aptitud para ello e incluyan criterios ambientales que aseguren la disponibilidad y aprovechamiento óptimo de los recursos naturales, además de sujetarse a la respectiva manifestación de impacto ambiental.	A través del presente Documento Técnico Unificado se pretende que el proyecto esté regulado conforme la normatividad ambiental vigente.
Estrategia 25. Prevenir, mitigar y atender los riesgos naturales y antrópicos en acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno de manera corresponsable con la sociedad civil.	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Identificar el riesgo, calculando la pérdida esperada en términos económicos y el impacto en la población debida al riesgo de desastre.	Este criterio es de carácter público, por lo que no compete al proyecto que es de carácter privado.
Actualizar y capacitar a los responsables de protección civil y sensibilizar a la población sobre los riesgos naturales y antrópicos a los que se encuentran sujetos, así como de la necesidad de incorporar criterios relacionados con la gestión del riesgo en todos los ámbitos de gobierno.	Este criterio es de carácter público, por lo que no compete al proyecto que es de carácter privado.



Documento Técnico Unificado para el Cambio
de Uso de suelo en Terrenos Forestales
Modalidad-B
Proyecto: Villas Zipolite

Promover un mayor financiamiento entre los sectores público y privado, y fortalecer prácticas de cooperación entre la Federación, los estados y la sociedad civil que permitan atender con mayor oportunidad a la población afectada por fenómenos naturales.	Este criterio es de carácter público, por lo que no compete al proyecto que es de carácter privado.
Asesorar y capacitar a los gobiernos locales para el diseño y elaboración de planes y programas de protección civil y ejecutar acciones que atiendan riesgos comunes de varios municipios de una zona.	Este criterio es de carácter público, por lo que no compete al proyecto que es de carácter privado.
Fortalecer los mecanismos para la atención a la población ante el impacto de fenómenos perturbadores, por medio del monitoreo, las alertas tempranas, incidiendo directamente en el fortalecimiento de mecanismos de gestión de emergencias.	Este criterio es de carácter público, por lo que no compete al proyecto que es de carácter privado.
Incrementar las inversiones en la generación de mapas de riesgos de inundaciones; delimitación y demarcación de cauces, zonas federales y zonas inundables; construcción de infraestructura de protección, y mantenimiento y custodia de la infraestructura hidráulica existente.	Este criterio es de carácter público, por lo que no compete al proyecto que es de carácter privado.
Mejorar la información disponible sobre zonas de riesgo.	Este criterio es de carácter público, por lo que no compete al proyecto que es de carácter privado.
Estrategia 26. Promover el desarrollo y fortalecimiento de capacidades de adaptación al cambio climático, mediante la reducción de la vulnerabilidad física y social y la articulación, instrumentación y evaluación de políticas públicas, entre otras.	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Promover con fundamento en el Atlas Nacional de Riesgos y los Atlas Estatales de riesgo, la estructuración, adecuación y/o actualización de planes de desarrollo urbano municipal, con un énfasis particular en los peligros y riesgos a nivel local.	No compete al proyecto la estructuración, adecuación y/o actualización de los planes de desarrollo urbano municipal.
Promover la inclusión de obras preventivas en los Programas Operativos Anuales de las dependencias y entidades federales, gobiernos estatales y municipales, con una visión transversal de gestión del riesgo.	Aunque este criterio es de carácter público, durante el desarrollo del proyecto se contará con las medidas de seguridad adecuadas.



Documento Técnico Unificado para el Cambio
de Uso de suelo en Terrenos Forestales
Modalidad-B
Proyecto: Villas Zipolite

Revisar e instrumentar programas de protección civil para presas de alto riesgo y diversa infraestructura hidráulica, así como diseñar e implementar planes para la atención de emergencias hidráulicas, conjuntamente con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, la Comisión Nacional del Agua, y la Comisión Federal de Electricidad.	No aplica al proyecto, pues no se trata de una presa de alto riesgo.
Instrumentar medidas no estructurales para la reducción de la vulnerabilidad física (educación, información en medios de comunicación, difusión de alertas, reglamentos de construcción) para prevenir un desastre o la disminución de daños, así como implementar medidas estructurales, tales como, rehabilitación y refuerzo de vivienda, implementación de bordos, etc.	Este proyecto es el desarrollo de una zona turística en un área costera, sin enfocarse en temas sociales.
Reducir la vulnerabilidad de los sectores productivos mediante, esquemas de aseguramiento, aplicación de nuevas tecnologías y compromisos con la conservación de la agrobiodiversidad y los ecosistemas frágiles.	No aplica al proyecto, pues no se encuentra dentro del sector productivo.
Definir lineamientos que permitan articular o complementar objetivos, conceptos y metodologías que impacten en una mayor eficiencia del uso del territorio, así como en la posibilidad de articular las políticas sectoriales y de desarrollo urbano.	No aplica el proyecto pues no tiene como objetivo la definición de lineamientos sobre el uso del territorio.
Adoptar una estructura territorial que permita diseñar estrategias y políticas de adaptación, de una manera más eficaz basada en la funcionalidad ambiental del territorio.	El proyecto será de naturaleza turística, lo cual es compatible con los ordenamientos ecológicos estatal y local, por lo que contará con una adecuada política de adaptación al territorio.
Asegurar que en los instrumentos de planeación del territorio, que se promueven a diferentes escalas, se consideren los atlas de riesgos existentes.	No resulta aplicable al proyecto dado que no tiene como objetivo la planeación del territorio.
Estrategia 27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Fomentar y apoyar el establecimiento de sistemas de tratamiento de aguas residuales urbanas y promover el uso de aguas residuales tratadas.	El proyecto contará con una planta de tratamiento de aguas residuales y que cumplirá cabalmente con la normatividad aplicable.
Fomentar el incremento de la cobertura de servicios de agua potable y alcantarillado, induciendo la sostenibilidad de los servicios.	El proyecto no tiene como objetivo fomentar el incremento de la cobertura de servicios de agua potable y alcantarillado, aunque contará con servicios básicos para cubrir las necesidades de los usuarios.



Documento Técnico Unificado para el Cambio
de Uso de suelo en Terrenos Forestales
Modalidad-B
Proyecto: Villas Zipolite

Fomentar la calidad del servicio de agua potable y saneamiento por parte de los municipios con el apoyo de los gobiernos estatales y el Gobierno Federal.	Esta se trata de una iniciativa pública, por lo que no resulta aplicable al proyecto que es de carácter privado.
Promover la certificación sistemática del personal directivo y técnico de los Organismos Operadores de Agua y Saneamiento.	Esta se trata de una iniciativa pública, por lo que no resulta aplicable al proyecto que es de carácter privado.
Promover, en coordinación con los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios, la creación de sistemas adecuados de disposición de residuos sólidos urbanos.	Dentro del proyecto, se promoverá un sistema de separación secundaria de residuos sólidos urbanos durante la etapa de operación.
Estrategia 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Mejorar el sistema de información estratégica e indicadores del sector hidráulico.	Esta se trata de una iniciativa pública, por lo que no resulta aplicable al proyecto que es de carácter privado.
Promover el incremento de la proporción de aguas residuales tratadas y fomentar su reúso e intercambio.	El proyecto contará con una planta de tratamiento de aguas residuales y que cumplirá cabalmente con la normatividad aplicable.
Monitorear y/o establecer sistemas de tratamiento de las aguas residuales industriales en particular en la industria petroquímica y en la explotación de hidrocarburos.	El proyecto contará con una planta de tratamiento de aguas residuales, aunque el agua no será de origen industrial o de la explotación de hidrocarburos.
Promover que las actividades económicas instrumenten esquemas de uso y reúso del agua.	Se producirán aguas residuales que serán tratadas en el proyecto y podrán ser reutilizadas, en parte para el riego de áreas verdes
Promover el mejoramiento de la calidad del agua suministrada a las poblaciones.	Esta se trata de una iniciativa pública, por lo que no resulta aplicable al proyecto que es de carácter privado.
Fortalecer el proceso de formulación seguimiento y evaluación de los programas hídricos de largo plazo por región hidrológica orientados a la sustentabilidad hídrica.	Esta se trata de una iniciativa pública, por lo que no resulta aplicable al proyecto que es de carácter privado.
Estrategia 29: Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Desarrollar campañas en medios de comunicación sobre la importancia, uso responsable y pago del agua.	Esta se trata de una iniciativa pública, por lo que no resulta aplicable al proyecto que es de carácter privado.
Impulsar programas de educación y comunicación para promover la cultura del uso responsable del agua.	Se promoverá el uso responsable del agua durante el desarrollo del proyecto, así como en la fase de operación.



Documento Técnico Unificado para el Cambio
de Uso de suelo en Terrenos Forestales
Modalidad-B
Proyecto: Villas Zipolite

Incorporar el tema de la problemática y el manejo de los recursos hídricos en libros de texto de educación básica.	Esta se trata de una iniciativa pública, por lo que no resulta aplicable al proyecto que es de carácter privado.
Elaborar programas de gestión del agua en los Consejos de Cuenca y sus órganos auxiliares.	Esta se trata de una iniciativa pública, por lo que no resulta aplicable al proyecto que es de carácter privado.
Consolidar la operación del Consejo Consultivo del Agua (CCA) y del Comité Mexicano para el Uso Sustentable del Agua (CMUSA).	Esta se trata de una iniciativa pública, por lo que no resulta aplicable al proyecto que es de carácter privado.
Fomentar y promover el mantenimiento y la ampliación de una red de infraestructura de captación, almacenamiento y distribución, evitando el desvío o modificación de cauces.	El proyecto no pretende la modificación o desvío de cauces para el suministro de agua potable.
Recuperar y revalorizar la tecnología y tradiciones locales que apoyen en el manejo del recurso.	Esta se trata de una iniciativa pública, por lo que no resulta aplicable al proyecto que es de carácter privado.
Fortalecer la Educación Ambiental para prevenir los asentamientos humanos irregulares en causas y generar una cultura de prevención ante fenómenos meteorológicos extremos en zonas de riesgo.	Este proyecto es el desarrollo de una zona turística en un área costera, sin enfocarse en temas sociales.
Estrategia 30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración inter e intrarregional	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Modernizar los corredores troncales transversales y longitudinales que comunican a las principales ciudades, puertos, fronteras y centros turísticos del territorio.	En virtud de que la finalidad del proyecto no es la de construir ni modernizar carreteras, sino el desarrollo de un complejo de villas y cabañas de descanso, se considera que este criterio no es aplicable.
Llevar a cabo un amplio programa de construcción de libramientos y accesos carreteros a ciudades principales a fin de mejorar la conexión de la infraestructura carretera con la infraestructura urbana.	En el presente documento se desarrolla de manera amplia la vinculación de la normatividad en los tres niveles de gobierno, así como los planes aplicables para el mismo.
Intensificar los trabajos de reconstrucción, conservación periódica y rutinaria de la red federal libre de peaje, con el apoyo de sistemas de gestión de conservación a fin de optimizar los recursos y mejorar la calidad de los trabajos.	En virtud de que la finalidad del proyecto no es la de construir ni modernizar carreteras, sino el desarrollo de un complejo de villas y cabañas de descanso, se considera que este criterio no es aplicable.
Construir y modernizar la infraestructura carretera para las comunidades rurales, en especial en las más alejadas de los centros urbanos.	En virtud de que la finalidad del proyecto no es la de construir ni modernizar carreteras, sino el desarrollo de un complejo de villas y cabañas de descanso, se considera que este criterio no es aplicable.



Documento Técnico Unificado para el Cambio
de Uso de suelo en Terrenos Forestales
Modalidad-B
Proyecto: Villas Zipolite

Promover que, en el diseño, construcción y operación de carreteras y caminos, se evite interrumpir corredores biológicos y cauces de ríos, cruzar áreas naturales protegidas, así como, atravesar áreas susceptibles a derrumbes o deslizamientos.	En virtud de que la finalidad del proyecto no es la de construir ni modernizar carreteras, sino el desarrollo de un complejo de villas y cabañas de descanso, se considera que este criterio no es aplicable.
Estrategia 31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Atender las zonas marginadas con alta concentración de pobreza, mediante el mejoramiento de la infraestructura básica y equipamiento urbano, así como con la entrega de servicios sociales y acciones de desarrollo comunitario.	Este criterio es el desarrollo de una zona turística en un área costera, sin enfocarse en temas sociales.
Fortalecer el rescate de espacios públicos deteriorados e inseguros para fomentar la identidad comunitaria, la cohesión social, la generación e igualdad de oportunidades y la prevención de conductas antisociales.	Este criterio no es aplicable en virtud de que el proyecto es de carácter privado. Por consiguiente, no involucra a ninguna institución de carácter público.
Brindar asistencia técnica y apoyos para el fortalecimiento institucional y para la realización de estudios y proyectos en los municipios destinados al mejoramiento de la infraestructura, el equipamiento y la prestación de servicios en materia de transporte y movilidad urbana.	El proyecto no va dirigido a brindar un servicio social o de investigación, sino que es un desarrollo turístico. Por lo que, no se crearán planes, normas, ni ningún tipo de ordenamiento.
Promover el incremento de la cobertura en el manejo de residuos sólidos urbanos.	Aunque este criterio no es aplicable., durante el desarrollo del proyecto se realizara el manejo de residuos de manera responsable, dando cumplimiento a todo ordenamiento aplicable en la materia.
Mejorar la comprensión, experiencia y disfrute de las ciudades a través de la integración de estrategias de información y mecanismos de identidad en el mobiliario urbano, lo que contribuirá a fomentar la movilidad peatonal y turística, así como el acceso a los sistemas de transporte público.	No aplica al proyecto sin embargo representa una oportunidad de generar cohesión social, la generación de oportunidades laborales y la promoción de una cultura medioambientalmente responsable.
Promover la constitución de asociaciones de municipios para que impulsen conjuntamente proyectos dirigidos a la construcción o mejoramiento de infraestructura en materia de rellenos sanitarios, drenaje, agua potable, transporte urbano y suburbano.	Este criterio no es aplicable en virtud de que el proyecto es de carácter privado. Por consiguiente, no involucra a ninguna institución de carácter público.
Estrategia 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	



Documento Técnico Unificado para el Cambio
de Uso de suelo en Terrenos Forestales
Modalidad-B
Proyecto: Villas Zipolite

Acciones	Forma de Cumplimiento
Acelerar la regularización de los predios y propiciar un desarrollo más ordenado y menos disperso, en el que se facilite la concentración de esfuerzos en zonas con ventajas competitivas.	El proyecto pretende estar regularizado en materia ambiental, así como en concordancia con el Plan de Ordenamiento Territorial Estatal y Local, al tratarse de un desarrollo turístico en la zona costera.
Incrementar la disponibilidad de suelo apto impulsando mecanismos para la creación de reservas territoriales, tanto para uso habitacional como para actividades económicas, sujetas a disposiciones que garanticen el desarrollo de proyectos habitacionales en un entorno urbano ordenado, compacto, con certidumbre jurídica, con infraestructura, equipamientos y servicios adecuados y suficientes.	El proyecto contará con certeza jurídica, así como con los equipamientos y servicios adecuados suficientes, pues se pretende establecer con la regularización correspondiente.
Concluir la regularización de los asentamientos irregulares que existen hoy en día, acompañados de una política de fortalecimiento municipal y reservas territoriales para que las ciudades puedan crecer de forma ordenada y asegurando los derechos de propiedad de sus habitantes.	El proyecto no tiene como objetivo regularizar los asentamientos humanos de la zona, pues es de carácter privado, por lo que no le aplica este criterio.
Promover que las áreas verdes per cápita en las zonas urbanas se ajusten a los estándares recomendados por la Organización Mundial de Salud, OMS, y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE.	Aunque no es competencia del proyecto regular la superficie de áreas verdes per cápita en las zonas urbanizadas, se planea incluir una superficie de 4,054.167 m ² , de áreas verdes dentro del mismo.
Estrategia 33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Mejorar el ingreso promedio de los hogares rurales con menores percepciones económicas en términos reales.	Este criterio no es aplicable para el desarrollo del proyecto, ya que no se vincula en el sector social, sino turístico.
Aplicar el Programa Especial Concurrente (PEC) (Ley de Desarrollo Rural Sustentable) a través de la Comisión Intersecretarial para el Desarrollo Rural Sustentable (CIDRS).	Este criterio no es aplicable en virtud de que el proyecto es de carácter privado. Por consiguiente, no involucra a ninguna institución de carácter público.
Acrecentar la articulación de los recursos y esfuerzos que, en materia de desarrollo de capacidades para la población rural, impulsan los organismos públicos, sociales y privados en los ámbitos federal, estatal y municipal, mediante el fortalecimiento del Sistema Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica Rural Integral (SINACATRI).	Este criterio no es aplicable para el desarrollo del proyecto, ya que no se vincula en el sector social, sino turístico.



Documento Técnico Unificado para el Cambio
de Uso de suelo en Terrenos Forestales
Modalidad-B
Proyecto: Villas Zipolite

Establecer proyectos regionales de carácter integral y solicitar al poder Legislativo un presupuesto específico y exclusivo para este tipo de proyectos con recursos de aplicación concurrente.	Este criterio no es aplicable para el desarrollo del proyecto, ya que no se vincula en el sector social, sino turístico.
Coordinar la formulación y realización de los Programas Municipales y Estatales de Capacitación Rural Integral (PMCRI), dentro de la estrategia del SINACATRI y la operación del Servicio Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica Rural Integral (SENACATRI).	Este criterio no es aplicable en virtud de que el proyecto es de carácter privado. Por consiguiente, no involucra a ninguna institución de carácter público.
Atender preferentemente las demandas de los habitantes rurales de bajos ingresos en materia de desarrollo de capacidades, inversión rural y organización para la operación y consolidación de proyectos de diversificación económica y productiva, que tomen en cuenta explícitamente las necesidades e intereses de los hombres y de las mujeres.	Este criterio no es aplicable para el desarrollo del proyecto, ya que no se vincula en el sector social, sino turístico.
Brindar atención prioritaria en el desarrollo de capacidades a los segmentos de la población con mayores rezagos y tradicionalmente excluidos, tales como mujeres, jóvenes e indígenas, con la finalidad de que generen sus propias iniciativas de desarrollo.	Este criterio no es aplicable para el desarrollo del proyecto, ya que no se vincula en el sector social, sino turístico.
Estrategia 34: Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Dar prioridad de atención presupuestal y focalización de recursos a los territorios de alta y muy alta marginación.	Este criterio no es aplicable en virtud de que el proyecto es de carácter privado. Por consiguiente, no involucra a ninguna institución de carácter público.
Promover la integración económica de grupos y organizaciones de productores rurales a partir de esquemas de cooperación y fortalecimiento empresarial para acceder a los mercados con productos de valor agregado, buscando su inserción y permanencia efectiva en las redes de valor.	Este criterio no es aplicable para el desarrollo del proyecto, ya que no se vincula en el sector social, sino turístico.
Inducir la participación de la población rural de las zonas marginadas en proyectos productivos que aprovechen la riqueza artística, cultural, artesanal, gastronómica y del paisaje de sus territorios.	Este criterio no es aplicable para el desarrollo del proyecto, ya que no se vincula en el sector social, sino turístico.



Documento Técnico Unificado para el Cambio
de Uso de suelo en Terrenos Forestales
Modalidad-B
Proyecto: Villas Zipolite

Generar condiciones para que los productores rurales visualicen y aprovechen las oportunidades de negocio que significan la producción y comercialización de los productos orgánicos y comercialmente no tradicionales en los mercados nacionales e internacionales.	Este criterio no es aplicable en virtud de que el proyecto es de carácter privado. Por consiguiente, no involucra a ninguna institución de carácter público.
Promover la difusión de experiencias exitosas y de buenas prácticas empresariales en materia de diversificación entre productores rurales y sus organizaciones.	Este criterio no es aplicable para el desarrollo del proyecto, ya que no se vincula en el sector social, sino turístico.
Impulsar acciones para que las localidades aisladas tengan atención prioritaria para la construcción de caminos que las comuniquen eficientemente a las cabeceras municipales y éstas con las capitales estatales.	Este criterio no es aplicable para el desarrollo del proyecto, ya que no se vincula en el sector social, sino turístico.
Disponer de equipamiento para establecer y acceder a los servicios de Internet que faciliten a la población dar a conocer las potencialidades de sus recursos y acceder a información relevante para la vida económica de las localidades y el desarrollo del territorio municipal.	Este criterio no es aplicable en virtud de que el proyecto es de carácter privado. Por consiguiente, no involucra a ninguna institución de carácter público.
Atender la insuficiencia o mala calidad de los bienes y servicios indispensables para la población de los territorios con los mayores grados de marginación y mayor incidencia de pobreza entre sus habitantes, desde una perspectiva integral de sus necesidades.	Este criterio no es aplicable en virtud de que el proyecto es de carácter privado. Por consiguiente, no involucra a ninguna institución de carácter público.
Aprovechar la estructura social para contribuir al abatimiento del índice de marginación.	Este criterio no es aplicable para el desarrollo del proyecto, ya que no se vincula en el sector social, sino turístico.
Distribuir de manera compensatoria los apoyos de equipamiento para las regiones de acuerdo con su nivel de desarrollo, dando prioridad a las menos desarrolladas, con el fin de aumentar sus oportunidades de progreso.	Este criterio no es aplicable en virtud de que el proyecto es de carácter privado. Por consiguiente, no involucra a ninguna institución de carácter público.
Estrategia 35: Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	
Acciones	Forma de Cumplimiento



Documento Técnico Unificado para el Cambio
de Uso de suelo en Terrenos Forestales
Modalidad-B
Proyecto: Villas Zipolite

Inducir la creación de un sistema flexible de prestaciones sociales para los trabajadores eventuales del campo, que integre conceptos como la portabilidad de la seguridad social, la reversión de recursos para la subrogación de servicios y la participación del sector patronal y de los gobiernos en la prestación de los mismos.	Este criterio no es aplicable para el desarrollo del proyecto, ya que no se vincula en el sector social, sino turístico.
Inducir la formalización de las relaciones laborales de los mercados de trabajo rural y de una mayor cultura laboral con mecanismos como desarrollo de capacidades, reconocimiento de antigüedad laboral acumulada y de ahorros personales para el retiro, procurando que no se incrementen los costos de producción.	Este criterio no es aplicable para el desarrollo del proyecto, ya que no se vincula en el sector social, sino turístico.
Establecer acciones de prevención de riesgos de desastres en coordinación con las instancias federales, estatales y municipales de protección civil.	Este criterio no es aplicable para el desarrollo del proyecto, ya que no se vincula en el sector social, sino turístico.
Apoyar a los productores de menor desarrollo relativo afectados por fenómenos climatológicos extremos para atender los efectos negativos de esos fenómenos y reintegrar a los productores a sus procesos productivos.	Este criterio no es aplicable en virtud de que el proyecto es de carácter privado. Por consiguiente, no involucra a ninguna institución de carácter público.
Usar instrumentos de cobertura contra riesgos de desviación financiera ante la ocurrencia de fenómenos climatológicos que afecten las actividades agropecuarias.	Este criterio no es aplicable en virtud de que el proyecto es de carácter privado. Por consiguiente, no involucra a ninguna institución de carácter público.
Estrategia 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Fomentar la reconversión de áreas a cultivos de mayor rentabilidad y con demandas de mercado en zonas con bajo y mediano potencial agrícola.	El proyecto está enfocado en el sector turístico, y no tiene actividades relacionadas con las actividades rurales, por lo que se considera que este criterio no es aplicable al proyecto.
Fortalecer la coordinación interinstitucional para el diseño e instrumentación de una política de producción orgánica con manejo sustentable.	En virtud de que el proyecto es promovido por un particular, al igual que, está enfocado en el desarrollo turístico, este criterio no es aplicable para el proyecto.
Canalizar mayores recursos para promover la acuacultura rural.	El desarrollo del proyecto no tiene como finalidad el promover la acuacultura rural, ni tiene relación con esta actividad, por lo que este criterio no es aplicable.



Documento Técnico Unificado para el Cambio
de Uso de suelo en Terrenos Forestales
Modalidad-B
Proyecto: Villas Zipolite

Fortalecer la acuicultura rural mediante el fomento a proyectos de inversión de pequeña escala, en aguas interiores y/o litorales, para crear unidades de producción acuícola rentables y competitivas, que contribuyan a mejorar la alimentación de la población rural.	El proyecto está enfocado en el sector turístico, y no tiene actividades relacionadas con la acuicultura rural, por lo que se considera que este criterio no es aplicable al proyecto.
Promover la producción agrícola orientada a la producción de bioenergéticos, en áreas y cultivos con viabilidad, así como establecer las bases para impulsar la producción, tecnificación, comercialización y empleo de la biomasa.	El proyecto está enfocado en el sector turístico, y no tiene actividades relacionadas con las actividades rurales, por lo que se considera que este criterio no es aplicable al proyecto.
Aprovechar sustentablemente la diversidad genética cuidando que no se pierdan los bosques y selvas en la producción de bioenergéticos.	El proyecto está enfocado en el sector turístico, y no tiene actividades relacionadas con las actividades con bioenergéticos, por lo que se considera que este criterio no es aplicable al proyecto.
Proporcionar los apoyos técnicos y presupuestales que se requieran para fomentar la creación de cadenas productivas relacionadas con los bioenergéticos.	El proyecto está enfocado en el sector turístico, y no tiene actividades relacionadas con las actividades con bioenergéticos, por lo que se considera que este criterio no es aplicable al proyecto.
Apoyar el financiamiento para la instalación de biodigestores de alto potencial, que permitan aprovechar la generación de biogás, para la generación de energía eléctrica y calórica, entre otros.	El proyecto está enfocado en el sector turístico, y no tiene actividades relacionadas con las actividades con biodigestores, por lo que se considera que este criterio no es aplicable al proyecto.
Consolidar los programas de apoyo alimentario vigentes.	En virtud de que el proyecto es promovido por un particular, al igual que, está enfocado en el desarrollo turístico, este criterio no es aplicable para el proyecto.
Garantizar el acceso de alimentos básicos a precios justos destinados a la población en condición de pobreza.	En virtud de que el proyecto es promovido por un particular, al igual que, está enfocado en el desarrollo turístico, este criterio no es aplicable para el proyecto.
Estrategia 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Desarrollar actividades que permitan aumentar las habilidades, conocimientos y capacidad de gestión de los grupos rurales prioritarios y comunidades con presencia indígena, señalados en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (PND), así como asistirlos de manera permanente en sus proyectos productivos.	Debido a que el proyecto es de carácter turístico, este criterio no es aplicable ya que va dirigido a actividades de carácter social.
Apoyar y promover la incorporación al desarrollo social y económico de las mujeres habitantes de los ejidos y comunidades con presencia indígena y pobreza patrimonial.	Debido a que el proyecto es de carácter turístico, este criterio no es aplicable ya que va dirigido a actividades de carácter social.



Documento Técnico Unificado para el Cambio
de Uso de suelo en Terrenos Forestales
Modalidad-B
Proyecto: Villas Zipolite

Brindar servicios que permitan la conciliación entre la vida laboral y familiar, para mejorar la calidad de vida de las mujeres, así como la de sus hijos.	Debido a que el proyecto es de carácter turístico, este criterio no es aplicable ya que va dirigido a actividades de carácter social.
Facilitar la integración de la mujer al mercado laboral mediante la expansión del sistema de estancias infantiles.	Debido a que el proyecto es de carácter turístico, este criterio no es aplicable ya que va dirigido a actividades de carácter social.
Estrategia 38: Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Asegurar que ningún niño o joven quede fuera de las instituciones educativas por tener que trabajar en actividades domésticas o productivas para asegurar su sustento o el de su familia.	Debido a que el proyecto es de carácter turístico, este criterio no es aplicable ya que va dirigido a actividades de carácter social.
Promover la asistencia y permanencia escolar a través de becas educativas para la población más pobre.	Debido a que el proyecto es de carácter turístico, este criterio no es aplicable ya que va dirigido a actividades de carácter social.
Otorgar becas y apoyo para la adquisición de útiles escolares a los niños y jóvenes de familias que viven en condición de pobreza, con el fin de que tengan acceso a una educación de calidad que les permita desarrollar sus capacidades y habilidades para vincularse de manera efectiva con el mercado de trabajo.	Debido a que el proyecto es de carácter turístico, este criterio no es aplicable ya que va dirigido a actividades de carácter social.
Apoyar a las personas en condiciones de pobreza para la entrada y permanencia a educación técnica, media y superior u otro tipo de capacitación que facilite el acceso a mejores fuentes de ingreso.	Debido a que el proyecto es de carácter turístico, este criterio no es aplicable ya que va dirigido a actividades de carácter social.
Brindar asistencia técnica y capacitación con el fin de facilitar el acceso a fuentes de financiamiento productivo.	Debido a que el proyecto es de carácter turístico, este criterio no es aplicable ya que va dirigido a actividades de carácter social.
Estrategia 39: Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Promover que las personas en condiciones de pobreza tengan acceso a los servicios de salud y que asistan regularmente tanto a la atención médica como a la capacitación que llevan a cabo las instituciones especializadas.	Debido a que el proyecto es de carácter turístico, este criterio no es aplicable ya que va dirigido a actividades de carácter social.
Estrategia 40: Atender las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	
Acciones	Forma de Cumplimiento



Documento Técnico Unificado para el Cambio
de Uso de suelo en Terrenos Forestales
Modalidad-B
Proyecto: Villas Zipolite

Impulsar políticas públicas que atiendan las necesidades de los adultos mayores, y promover cambios para que las instituciones públicas y la sociedad puedan enfrentar el envejecimiento de la población.	Debido a que el proyecto es de carácter turístico, este criterio no es aplicable ya que va dirigido a actividades de carácter social.
Elaborar un Programa de Acción Integral para Adultos Mayores que guíe a las personas hacia un envejecimiento saludable y digno.	Debido a que el proyecto es de carácter turístico, este criterio no es aplicable ya que va dirigido a actividades de carácter social.
Estrategia 41: Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Procurar el acceso a redes sociales de protección a indígenas, niños y mujeres en condición de violencia, a las personas con discapacidad y a los jornaleros agrícolas, con el fin de que puedan desarrollarse plena e íntegramente.	Debido a que el proyecto es de carácter turístico, este criterio no es aplicable ya que va dirigido a actividades de carácter social.
Fortalecer las instituciones para las mujeres en las entidades gubernamentales, además de fomentar la cooperación de la sociedad, el gobierno y las instituciones académicas del territorio para prevenir, detectar y atender la violencia contra las mujeres.	Debido a que el proyecto es de carácter turístico, este criterio no es aplicable ya que va dirigido a actividades de carácter social.
Estrategia 42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Defender los derechos de los sujetos agrarios ante los órganos jurisdiccionales o administrativos como función permanente de servicio social, desarrollando programas permanentes de vigilancia al cumplimiento de la ley.	Este criterio no es aplicable ya que el proyecto es de carácter turístico, y no tiene relación con el sector agrario.
Promover programas de ordenamiento de la propiedad rural que garanticen la seguridad y certeza jurídica en la tenencia de la tierra, a fin de reducir la incidencia de conflictos en el campo y facilitar el desarrollo del mercado de tierras.	Este criterio no es aplicable ya que el proyecto es de carácter turístico, y no tiene relación con el sector agrario.
Desincorporar tierras de propiedad social para inducir el crecimiento ordenado de ciudades o centros de población.	Este criterio no es aplicable ya que el proyecto es de carácter turístico, y no tiene relación con el sector agrario.
Promover la restructuración y consolidación de las formas organizativas y asociativas al interior de los Núcleos Agrarios, para optimizar el aprovechamiento de sus recursos conforme a sus vocaciones.	Este criterio no es aplicable ya que el proyecto es de carácter turístico, y no tiene relación con el sector agrario.



Estrategia 44. Impulsar el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres ordenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	
Acciones	Forma de Cumplimiento
Impulsar el desarrollo social, con un enfoque de largo plazo, al reducir las disparidades regionales a través de compensar a las regiones que aún no han sido atendidas.	En virtud de que el proyecto es promovido por un particular, al igual que, está enfocado en el desarrollo turístico y no en alguna actividad de apoyo social, este criterio no es aplicable para el proyecto. Sin embargo, gracias al desarrollo del proyecto se podrá emplear a una parte de la población cercana.
Establecer procesos de planeación regional que generen políticas sectoriales, transversales, de impacto regional acordes con la realidad de cada región; espacios de diálogo entre los actores públicos y privados involucrados para lograr acuerdos de desarrollo regional; y mecanismos que fomenten la colaboración intersecretarial e institucional en materia de desarrollo regional.	En virtud de que el proyecto es promovido por un particular, al igual que, está enfocado en el desarrollo turístico y no en alguna actividad de apoyo social, este criterio no es aplicable para el proyecto.
Fomentar la formulación y aplicación de los programas de ordenamiento ecológico en las costas, estados y municipios que por sus características ambientales resulten de atención prioritaria.	El proyecto está acorde con los criterios aplicables del ordenamiento ecológico estatal.
Promover que los instrumentos de planeación y gestión del territorio que se pretendan realizar en las diferentes regiones del país sean congruentes con los programas de ordenamiento ecológico vigentes, mediante una adecuada y eficaz coordinación interinstitucional y concertación con la sociedad organizada.	El proyecto está acorde con los criterios aplicables del ordenamiento ecológico estatal.
Generar sinergia entre los sectores que tienen a cargo otros instrumentos de planeación territorial a fin de complementar e integrar políticas públicas. Tal como puede ser el ordenamiento territorial, integrado con el ordenamiento ecológico. Asimismo, hacer del conocimiento de legisladores e inversionistas estos instrumentos a fin de obtener presupuesto y recursos adicionales.	El proyecto está acorde con los criterios aplicables del ordenamiento ecológico estatal y se alinea a los criterios y estrategias del programa de manejo.

III.5.2. Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Oaxaca

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 consideraron los principios de preservación y restauración del equilibrio ecológico para integrar los lineamientos y criterios de regulación ecológica que normalicen e induzcan las acciones dirigidos a mejorar las actividades de los diversos sectores productivos, los asentamientos humanos y la conservación de áreas naturales protegidas o zonas de relevancia ecológica, para disminuir los impactos que las actividades tienen sobre los recursos y alcanzar el equilibrio ecológico.

Para cumplir lo anterior, el Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Oaxaca, se determinaron UGAs, que acorde a lo establecido en este ordenamiento una UGA se puede definir como:

La unidad mínima del área de Ordenamiento Ecológico a la que se asigna lineamientos y estrategias ecológicas. Posee condiciones de homogeneidad de aptitud del territorio (definidos por atributos ambientales y socioeconómicos), además representa la unidad estratégica de manejo que permite minimizar los conflictos ambientales, maximizando el consenso entre los sectores respecto a la utilización del territorio.

Así es que se desarrolló, a partir de análisis previos una distribución espacial de 55 UGAS definidas en dicho documento, así como sus características generales. En este mismo capítulo, se presentan los lineamientos, estrategias y criterios de regulación ecológica, y se determinó que el proyecto se localiza en la **UGA con clave 017** cuyos criterios de regulación se exponen en la **Tabla III.3**.

UGA	Política Territorial	Sectores recomendados	Nivel de riesgo	Criterios
UGA-017	Aprovechamiento Sustentable	Ecoturismo, turismo	Medio	C-013, C-014, C-015, C-016, C-017, C-029, C-031, C-032, C-033, C-034, C-035, C-039, C-045, C-046, C-047 y C-048.

Plano III. 3 Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Oaxaca

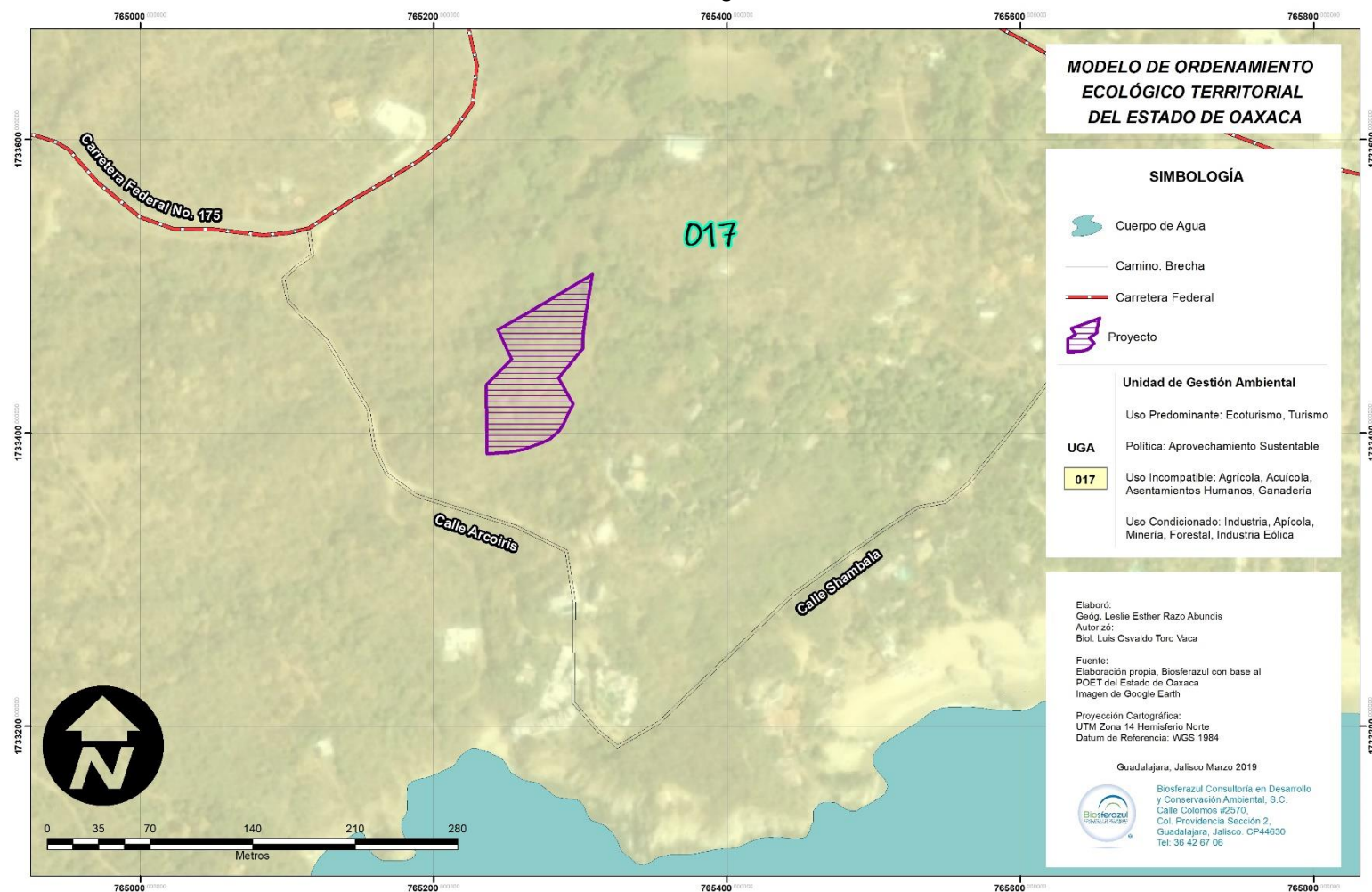




Tabla III. 5 Criterios de regulación ecológica para el Modelo de Ordenamiento ecológico territorial del estado de Oaxaca

Criterios de Regulación Ecológica para la UGA 17		
Clave	Acciones	Forma de Cumplimiento
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.	No se identificó vegetación riparia dentro del sitio del proyecto, sino únicamente vegetación de Selva Baja Caducifolia
C-014	Se evitarán las actividades que impliquen la modificación de cauces naturales y/o los flujos de escurrimientos perennes y temporales y aquellos que modifiquen o destruyan las obras hidráulicas de regulación.	El proyecto no modificará ningún cauce natural ni interferirá con el flujo de los escurrimientos
C-015	Mantener y conservar la vegetación riparia existente en los márgenes de los ríos y cañadas en una franja no menor de 50 m.	No se identificó vegetación riparia dentro del sitio del proyecto, sino únicamente vegetación de Selva Baja Caducifolia
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 dentro de la duna, pues no cuenta con zona de playa
C-017	Las autoridades en materia de 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.	Aunque este criterio de carácter público, no se realizarán actividades de quema de ningún tipo durante el desarrollo y operación del proyecto
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 cuenca y en zonas donde se afecte la dinámica hidrológica.	Los residuos de construcción serán manejados por empresas autorizadas para su recolección y disposición final
C-031	Toda construcción realizada en zonas de alto riesgo determinadas en este ordenamiento, deberá cumplir con los criterios establecidos por Protección civil.	El proyecto no se encuentra dentro de una zona de alto riesgo
C-032	En zonas de alto riesgo, principalmente donde exista la intersección de riesgos de deslizamientos e inundación (ver mapas de riesgos) no se recomienda la construcción de desarrollos habitacionales o turísticos.	El proyecto no se encuentra dentro de una zona de alto riesgo



Documento Técnico Unificado para el Cambio
de uso de suelo en terrenos forestales
Modalidad-B
Proyecto: Villas Zipolite

Criterios de Regulación Ecológica para la UGA 17		
Clave	Acciones	Forma de Cumplimiento
C-033	Toda obra de infraestructura en zonas con riesgo de inundación deberá diseñarse 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 proyecto no se encuentra en una zona con riesgo de inundación
C-034	Los apiarios deberán ubicarse a una distancia no menor a tres kilómetros de posibles fuentes de contaminación como basureros a cielo abierto, centros industriales, entre otros.	No es aplicable al proyecto, pues no se realizarán actividades apícolas
C-035	No se recomienda utilizar repelentes químicos para el manejo de abejas, insecticidas, así como productos químicos y/o derivados del petróleo para el control de plagas en apiarios.	No aplica al proyecto pues no se pretenden realizar actividades apícolas.
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 pueden contaminar y/o alterar la miel.	No aplica al proyecto pues no se pretenden realizar actividades apícolas.
C-039	La autoridad competente estatal deberá regular la explotación de encinos y otros productos maderables para la producción de carbón vegetal.	No aplica para el proyecto, pues no se pretenden realizar actividades de explotación o aprovechamiento de recursos naturales.
C-045	Se recomienda que el establecimiento de industrias que manejen desechos peligrosos sea a una distancia mínima de 5km de desarrollos habitacionales o centros de población.	No aplica para el proyecto, pues no se pretende realizar la construcción de ninguna industria.
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.	Se tendrán establecidas medidas de mitigación en caso de presentarse derrames de hidrocarburos.
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.	No aplica al proyecto, pues no se instalarán generadores eólicos dentro del mismo
C-048	Se recomienda solo otorgar permiso para el uso de explosivos en la actividad minera en áreas con política de aprovechamiento, o preferentemente se deberá remplazar el uso de explosivos por cemento expansivo o corte con hilo diamantado en la actividad minera, cuando se trate de rocas dimensionables.	No aplica al proyecto pues no se realizarán actividades con explosivos

III.5.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Santa María Tonameca

A partir del diagnóstico realizado por expertos de todo el municipio de Santa María Tonameca, se determinaron los atributos ambientales identificados por sector para obtener los mapas de aptitud, se definieron a partir de los intereses de los sectores participantes con el fin de alcanzar los objetivos planteados para cada uno. Para este caso se obtuvo información que se sistematizó y se ve reflejada en los seis sectores: Turismo, Agricultura, Ganadería, Pesca, Conservación, Acuicultura y Forestal.

Tomando como base los sectores ambientales detectados, se les integró la delimitación geográfica de las unidades de gestión ambiental (UGA), obteniendo así una división del territorio que explicara la relación entre las diferentes variables socio-ambientales, utilizando la regionalización ambiental que se realizó en la etapa de Caracterización de este proyecto de ordenamiento.

Para definir la Política Ambiental y los Lineamientos Ecológicos de las UGA, se consideraron las características predominantes como la topoforma, ocupación del suelo, grupo de aptitud sectorial, los conflictos y problemas ambientales, procesos ambientales vitales o relevantes identificados y el escenario estratégico, consignados en las etapas de Caracterización, Diagnóstico y Pronóstico. Otro elemento que se consideró fueron los problemas y conflictos ambientales identificados en el Ordenamiento Territorial Comunitario y una vez revisando el mapa se detectó que el proyecto se localiza en la UGA con clave 10 que cuenta con un uso compatible Turístico y Pecuario (**Tabla III.4**), del mismo ordenamiento se extrajeron los lineamientos ecológicos específicos y se vincularon con el proyecto en la **Tabla III.5**.

A su vez, se presenta como **Anexo III.1**, la Opinión Técnica Ambiental expedida por el Municipio de Santa María Tonameca, la cual establece que el proyecto “cumple con los lineamientos y criterios de la UGA10 donde se encuentra inmerso”. Asimismo, señala que se “deberá de obtener la autorización de cambio de uso de suelo ante la SEMARNAT”, para lo cual se presenta el Documento Técnico Unificado.



Tabla III. 6 Unidades de Gestión Ambiental para el municipio de Santa María Tonameca

UGA	Grupo de Aptitud	Política Territorial	Uso del Suelo Predominante	Uso Compatible	Uso Condicionado	Criterios
10	Forestal, Turismo y Conservación	Protección	Área Natural	Turismo, Pecuario	Asentamientos Humanos, Agricultura, Infraestructura	Lineamientos Ecológicos Específicos: 1,2,3,4,6,10,11 Ag: 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12 P: 1,2,6,9 An: 1,2,3 Tu: 3,8,9,10,11,13,14,15 Ah: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12 If: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13

Plano III. 4 Modelo de ordenamiento Ecológico Municipal de Santa María Tonameca

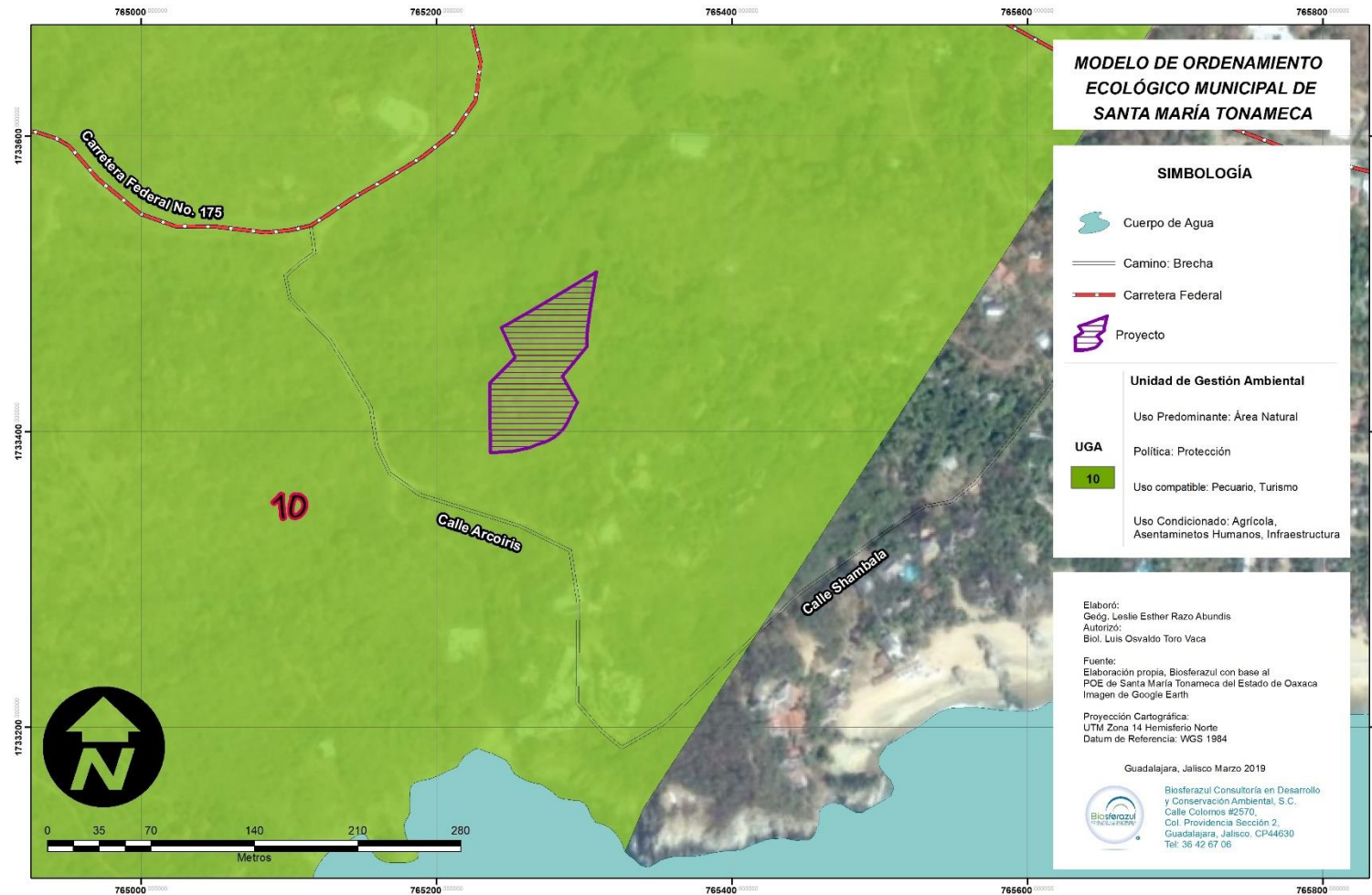


Tabla III. 7 Lineamientos ecológicos específicos para la UGA 10 y su cumplimiento por parte del promovente

Acciones	Reglas de decisión	Forma de Cumplimiento
Lineamientos Específicos (LEE)		
Transición de la agricultura convencional a la agricultura sustentable en 10 años.	Si hay evidencia de huamiles Si hay agricultura tecnificada o de riego Si hay agricultura que tiene influencia sobre cuerpos de agua	Este criterio no es aplicable al proyecto, pues no se pretenden llevar a cabo actividades agrícolas.
Los diferentes sectores productivos incluyen en sus programas acciones de conservación de suelo y agua.	Si el uso de suelo predominante o compatible es el agricultura, pecuario o forestal.	Este criterio no es aplicable al proyecto, pues no se pretenden llevar a cabo actividades productivas. Sin embargo, se aplicarán medidas de mitigación para la posible afectación que pudiera producirse al suelo y agua.
Crecimiento sustentable de los asentamientos humanos	Si el uso predominante o compatible es asentamientos humanos o turismo.	A través del estudio de impacto ambiental, se pretende regularizar el desarrollo del proyecto en este rubro.
Mantenimiento de la cobertura actual de selvas, bosques o manglares	Si la ocupación del suelo es más del 40% de selva, bosque o manglar.	Aunque la ocupación del suelo del predio es de Selva Baja Caducifolia, se desarrollará el estudio de impacto ambiental correspondiente para justificar el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.
Desarrollo del turismo alternativo.	Si el uso de suelo predominante o compatible es Turismo	Aunque el proyecto no será meramente de turismo alternativo, sí busca transmitir el concepto de respeto a los recursos naturales, esto en función de que se encuentra en un área rodeada de vegetación nativa.
Aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre	Si el uso del suelo es predominante de área natural, flora y fauna, pesca o forestal	No aplica al proyecto, pues no se pretenden realizar actividades de aprovechamiento de recursos naturales.
Formalización legal de la protección de áreas con valores ambientales excepcionales.	Si el uso de suelo predominante es Área Natural Protegida	El proyecto no se encuentra dentro de un Área Natural Protegida, por lo que este criterio no resulta aplicable.
Criterios de Regulación Ecológica para el sector Agrícola (Ag)		
Acciones	Fundamentos técnicos	Forma de Cumplimiento
Las autoridades y organismos correspondientes promoverán el desarrollo de acciones permanentes, para el cambio de sistemas de control de plagas, basados en el uso de agroquímicos de baja residualidad y promoviendo el manejo integral de plagas con base en el control biológico	Se requiere de la conversión de las prácticas agrícolas tradicionales a las sustentables para minimizar los impactos ambientales negativos además de acceder a apoyos económicos del gobierno específicos en ese rubro	Este criterio no es aplicable al proyecto pues no se trata de un desarrollo agrícola.

Acciones	Reglas de decisión	Forma de Cumplimiento
En los terrenos con pendientes entre el 5 y el 15% actualmente abiertos para la agricultura se deberán establecer cultivos en terrazas o siguiendo las curvas de nivel para evitar procesos erosivos; en aquellos que tengan pendientes superiores al 15% deberán realizarse actividades de recuperación. Deberá establecerse un programa de conservación de suelo	Debe prevenirse la erosión del suelo por malas prácticas agrícolas así como observar actividades de recuperación en sitios impactados Maximizar el aprovechamiento del agua.	Este criterio no es aplicable al proyecto pues no se trata de un desarrollo agrícola.
Para el manejo agrícola bajo esquemas de producción extensiva, se deberán emplear únicamente terrenos con desmontes previos y con una pendiente menor al 8%	Se debe priorizar el aprovechamiento de zonas desmontadas o con algún tipo de aprovechamiento previo, para evitar la deforestación de nuevas zonas y con esto la pérdida del hábitat de diversas especies de flora y de fauna.	Este criterio no es aplicable al proyecto pues no se trata de un desarrollo agrícola.
Se debe mantener la cubierta vegetal original de los suelos aún cuando se pretenda el establecimiento de nuevos campos de cultivo, o modificación de los existentes, excepto cuando se cuente con las autorizaciones correspondientes para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales o de uso preferentemente forestal.	Se debe priorizar la cobertura vegetal natural de los terrenos, preferentemente si se trata de selvas o bosques para prevenir los efectos de deforestación y la erosión del suelo.	Aunque el proyecto no se trata de un desarrollo agrícola, se solicitará la autorización para cambio de Uso de Suelo ante la SEMARNAT.
Las prácticas agrícolas tales como barbecho, surcado y terraceo, no deberán realizarse en sentido perpendicular a la pendiente.	Surcar o barbechar a favor de la pendiente propicia procesos erosivos severos de los suelos.	El proyecto no se trata de un desarrollo agrícola, por lo que este criterio no resulta aplicable.
El uso del fuego con fines agrícolas se desarrollará conforme a una planeación en concurrencia de la autoridad municipal y las autoridades federales (SEMARNAT y SAGARPA) con representantes de los pequeños propietarios rurales. Se observará de forma obligatoria la NOM-015-SEMARNAT / SAGARPA-2007.	Para prevenir los efectos negativos de los incendios forestales se debe cumplir con las normatividad vigente en este tema y tomando las medidas de seguridad establecidas en la normatividad para evitar accidentes, combatir, controlar y extinguir el fuego	El proyecto no se trata de un desarrollo agrícola, por lo que este criterio no resulta aplicable.
La superficie de uso agrícola no debe mantenerse en terrenos que presenten suelos delgados y pendientes mayores al 8% o alta susceptibilidad a la erosión.	Se recomienda evitar el incremento de la superficie de cultivo, ya que en terrenos con suelo delgado y pendiente mayor a 8% o de alta susceptibilidad a la erosión se presenta la degradación del suelo. Es necesario que se conserve la cobertura vegetal original para mantener en buenas condiciones las zonas más bajas.	Este criterio no es aplicable al proyecto, pues no pretenden llevarse a cabo actividades agrícolas.

Acciones	Reglas de decisión	Forma de Cumplimiento
En áreas agrícolas cercanas a centros de población, hábitats de fauna silvestre o cuerpos de agua se limitará la aplicación de agroquímicos de alta residualidad y deberá realizarse de manera localizada y precisa, evitando la dispersión del producto, la contaminación del suelo y de cuerpos de agua	La dispersión de los agentes químicos trae consigo problemas de salud pública y afectaciones a poblaciones de flora y fauna silvestres.	Este criterio no es aplicable al proyecto, pues no pretenden llevarse a cabo actividades agrícolas.
Las aguas residuales urbanas que sean utilizadas para riego agrícola, deberán ser sometidas previamente a tratamiento y cumplir con los límites	El uso de aguas residuales urbanas sin tratamiento para el riego agrícola genera impactos negativos en las poblaciones de fauna silvestre y riesgos sanitarios	Este criterio no es aplicable al proyecto, pues no pretenden llevarse a cabo actividades agrícolas.
No se deberán establecer agroindustrias en las Áreas Prioritarias para la Conservación.	Las agroindustrias pueden generar degradación y/o destrucción de áreas destinadas a la conservación así como contaminación de cuerpos de agua.	Este criterio no es aplicable al proyecto, pues no pretenden llevarse a cabo actividades agrícolas.
Las agroindustrias deberán contar con planta de tratamiento de las aguas residuales o sistemas alternativos que cumplan con las disposiciones normativas aplicables.	Los suelos y cuerpos de agua, con sus afluentes y efluentes, son vulnerables a la contaminación ya que pueden generar impactos que afectan su estructura y funcionamiento, así como a los organismos acuáticos.	Este criterio no es aplicable al proyecto, pues no pretenden llevarse a cabo actividades agrícolas.
Criterios de Regulación Ecológica para el sector Pecuario (P)		
Acciones	Fundamentos técnicos	Forma de Cumplimiento
La actividad ganadera se realizará preferentemente en áreas de pastizales cultivados tomando en cuenta la capacidad de carga máxima adecuada para evitar el sobrepastoreo	Al utilizar preferentemente los pastizales cultivados para la ganadería se evita afectar otras zonas por efecto de la compactación del suelo y se disminuye la presión sobre la cubierta vegetal nativa	Estos criterios no son aplicables al proyecto, pues no pretenden realizarse actividades pecuarias.
La ganadería extensiva no deberá rebasar los coeficientes de agostadero determinados para la zona por las autoridades correspondientes o comisiones competentes en la materia, y además deberá demostrar que no afectará la viabilidad y permanencia de las especies consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Los coeficientes de agostadero son las superficies de pastoreo dentro de un predio que pueden ser utilizadas para tal actividad sin que se pierda su capacidad de regeneración. En este sentido se debe evitar que los hatos rebasen estos coeficientes de agostadero.	
Se recomienda que toda actividad pecuaria se realice fuera de una franja de 50 metros a partir de la zona federal a ambos lados de cauces de ríos, arroyos y escorrentías, exceptuando la actividad apícola.	Esta franja de vegetación actúa como zona amortiguamiento para evitar la erosión del suelo y la sedimentación de los cuerpos y cauces de agua.	

Acciones	Reglas de decisión	Forma de Cumplimiento
El pastoreo deberá ser controlado en áreas con cobertura de selva baja de manera que se aproveche preferentemente los estratos herbáceo y subarborescente para mantener la vegetación arbórea y arbustiva natural de mayor altura y más desarrollada.	La permanencia de la vegetación más desarrollada permite mantener las funciones naturales, la estructura general de una selva y evita la exposición directa del suelo.	
Criterios de Regulación Ecológica para las Áreas Naturales (An)		
Acciones	Fundamentos técnicos	Forma de Cumplimiento
No deberán modificarse las bocas de las lagunas costeras, esteros y Sitios Ramsar.	El equilibrio de los ciclos biológicos de los organismos acuáticos así como el funcionamiento del ecosistema de los humedales, dependen de la dinámica natural de la apertura de bocas.	El proyecto no se encuentra dentro o colinda con bocas de laguna costeras, esteros ni sitios Ramsar.
Las zonas aledañas a Sitios Ramsar, ANP, cuerpos de agua, zonas urbanas y Áreas Prioritarias para la Conservación, no deberán ser utilizadas como vertederos, rellenos sanitarios y tiraderos de residuos sólidos.	El funcionamiento y estructura del ecosistema acuático así como la flora y fauna que habita en los cuerpos de agua, son vulnerables a los residuos sólidos y líquidos.	Los residuos sólidos generados por el proyecto serán manejados por una empresa autorizada para su transporte y disposición final.
La realización de proyectos, obras y actividades dentro de las Áreas Naturales, los Sitios Ramsar y el Santuario de Tortugas Marinas, playa y sus zonas de amortiguamiento respectivas, serán especificadas en los decretos, planes de manejo, y en la normatividad vigente que corresponda así como su aprobación en los dictámenes de impacto ambiental.	Las áreas naturales protegidas y Sitios Ramsar, deben regular las actividades que se pueden desarrollar dentro y en las zonas de amortiguamiento con el objetivo de proteger el área destinada a tal fin.	No aplica al proyecto, debido a que este no se encuentra dentro de ninguna de las áreas mencionadas por este criterio.
Criterios de Regulación Ecológica para el sector Turismo (Tu)		
Acciones	Fundamentos técnicos	Forma de Cumplimiento
Se autorizará el desmonte de selva baja caducifolia siempre y cuando no se pierda la conectividad existente. La densidad habitacional en lo que se refiere a las actividades de turismo sustentable, deberá establecerse conforme a lo que señalen el programa de desarrollo urbano municipal y los dictámenes autorizados de Impacto Ambiental correspondiente.	La fragmentación de las áreas con cubierta vegetal forestal como selvas baja caducifolia y mediana subcaducifolia, genera efectos de borde negativos que contribuyen a la pérdida de la biodiversidad y favorece la dispersión de especies invasoras.	Se realizará el desmonte de Selva Baja Caducifolia, que corresponde al tipo de vegetación existente en el predio, no sin antes haber obtenido la autorización de impacto ambiental y Cambio de Uso de Suelo por parte de la SEMARNAT. Se aplicarán las medidas de mitigación propuestas y las determinadas por la autoridad federal para reducir en lo posible los impactos ambientales.

Acciones	Reglas de decisión	Forma de Cumplimiento
Se permitirá el uso de las selvas medianas subcaducifolia, solamente para actividades turísticas sustentables y de turismo alternativo que utilicen la interpretación ambiental, observación de flora, fauna y paisaje, más no para la construcción de infraestructura de ningún tipo.	La selva mediana subcaducifolia es un ecosistema más vulnerable que otros tipos de vegetación, debido a su distribución limitada. Representan uno de los principales relictos que persisten en esta región del país. Es necesaria la conectividad entre las selvas bajas y medianas, para mantener la integridad funcional de los ecosistemas.	No es aplicable al proyecto, pues el predio se encuentra inmerso en vegetación de Selva Baja Caducifolia.
Las vialidades contempladas dentro de los proyectos y obras en áreas de preservación, conservación o rurales en general, deberán contar con puentes o pasos suficientes, así como reductores de velocidad y señalamientos apropiados para el libre tránsito y protección de fauna.	Las vialidades son elementos de afectación negativa de ecosistemas al generar efecto de borde y modifica el desplazamiento de la fauna. Los puentes y pasos para el libre tránsito de la fauna, puede mitigar estos efectos negativos.	No se realizarán vialidades como parte del proyecto.
Se deberá mantener a los ecosistemas riparios en las condiciones actuales, y en caso necesario, recuperarlos en una franja mínima de diez metros posteriores a la zona federal.	Los cauces de ríos, arroyos, escurrimientos, cañadas, etc., son utilizados por la fauna silvestre como corredores por los cuales se trasladan de las zonas altas a las zonas bajas y viceversa, en particular en la temporada de estiaje. La vegetación colindante con los cauces de agua depende de la humedad del suelo y la pendiente.	No se identificó vegetación riparia, sino únicamente elementos de Selva Baja Caducifolia.
No se utilizará el frente de playa ni de cordones de dunas para estacionamiento en áreas de santuarios o campamentos ajenos a la protección de tortugas marinas.	El tránsito de vehículos compacta el terreno y el riesgo de derrames de aceites y lubricantes que afectando las condiciones del sustrato para la anidación de tortugas y otras especies.	El polígono del proyecto no presenta zona de playa, por lo que no resulta aplicable este criterio.
Únicamente podrán construirse campos de golf en áreas con usos productivos, urbanos o desmontadas legalmente, con un mínimo de 5 años atrás, y deberán cumplir con las disposiciones de la LGEEPA y su Reglamento en materia de impacto ambiental. El riego de los campos de golf deberá de realizarse con aguas residuales tratadas.	Las áreas desmontadas y en uso productivo han sido modificadas y su condición ambiental se mantiene razonablemente estabilizada conforme el sistema de producción. El establecimiento de campos de golf detiene los procesos de degradación del suelo y aumenta la infiltración de agua coadyuvando a la protección de UGAS con áreas importantes de selva baja caducifolia, de selva mediana subcaducifolia y de vegetación de dunas costeras con uso predominante de Flora y Fauna (Conservación).	No es aplicable al proyecto, dado que no se construirá un campo de golf.

Acciones	Reglas de decisión	Forma de Cumplimiento
Sin distinción, los desarrollos turísticos e inmobiliarios deberán contar con planta de tratamiento de aguas residuales o sistemas alternativos que cumplan con las disposiciones normativas aplicables. Todos los sistemas de tratamiento deberán someterse a un proceso de verificación y mantenimiento conforme la normatividad ambiental vigente.	Los cuerpos de agua y efluentes son vulnerables a la contaminación generada por los propios desarrollos turísticos e inmobiliarios, ya que generan impactos que afectan su estructura y funcionamiento, así como a los organismos acuáticos.	El proyecto contará con una planta de tratamiento de aguas residuales fabricada en polipropileno de alta densidad, con tapa desmontable y canastilla para retención de sólidos no biodegradables.
En los esteros y sistemas lagunares costeros no deberán de construirse marinas o canales internos de navegación.	La marinas son una fuente importante de generación de impactos negativos en humedales y manglares. El conocimiento profundo de los procesos ecológicos y geohidrológicos de los cuerpos de agua ayudará en el diseño de proyectos con base en las características de los ecosistemas, lo que favorecerá la integración del proyecto con el entorno y de su operación.	No aplica al proyecto pues no pretenden realizarse actividades de esta índole.
El turismo en las áreas con vegetación de selvas y bosques, deberá ser alternativo (aventura, ecoturismo, rural) o de naturaleza pudiéndose realizar a través de la creación de UMAS en áreas forestales.	El turismo alternativo es un tipo de aprovechamiento de bajo impacto y genera sensibilización hacia la conservación de los recursos naturales en la población en general.	Aunque el proyecto no será meramente de turismo alternativo, sí buscará transmitir el concepto de respeto a los recursos naturales, esto en función de que se encuentra en un área rodeada de vegetación nativa.
Criterios de Regulación Ecológica para Asentamientos humanos (Ah)		
Acciones	Fundamentos técnicos	Forma de Cumplimiento
El Plan de Desarrollo Urbano del municipio deberá incluir los criterios ambientales de este ordenamiento ecológico así como para la prevención de riesgos naturales, químicos, y bacteriológicos, según sea el caso en la construcción de obras públicas y privadas. Los planes de desarrollo urbano deben de considerar la zonificación del territorio municipal y lineamientos generales para la construcción, con el fin de no generar o minimizar los riesgos o daños a la población así como a las Áreas Prioritarias para la Conservación. No se debe desarrollar vivienda en lugares con menos de 10 msnm.	La zonificación del plan de desarrollo urbano en los municipios debe tomar en cuenta el ordenamiento ecológico local, para prevenir o minimizar daños, riesgos o contingencias a la población así como a las áreas prioritarias para la conservación, por fenómenos hidrometereológicos, deslizamientos, actividades consideradas riesgosas, por agentes químicos o bacteriológicos.	No es aplicable al proyecto, ya que no tiene como objetivo desarrollar un plan de desarrollo urbano.

Acciones	Reglas de decisión	Forma de Cumplimiento
En la definición de nuevas reservas territoriales para asentamientos humanos, se deberá tomar en cuenta los proyectos de desarrollo urbano y su correspondencia con el ordenamiento ecológico respectivo así como la infraestructura existente.	Las reservas territoriales en los centros de población deben definirse con criterios de conservación y de acuerdo a la naturaleza, usos y destinos del suelo aprobados por el plan de desarrollo urbano correspondiente.	El proyecto será un desarrollo turístico, que es de uso compatible con la UGA del Plan de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Santa María Tonameca.
La ampliación y generación de nuevos desarrollos urbanos y/o turísticos deberán contar con sistemas de drenaje pluvial independientes del drenaje doméstico.	La mezcla de aguas residuales y pluviales afecta la eficiencia de los sistemas de tratamiento. Además, el drenaje pluvial puede ser aprovechado para el reusó del agua.	Se contará con una planta de tratamiento para las aguas residuales del proyecto, por lo que estarán separadas del agua pluvial.
Las poblaciones mayores a 1000 habitantes deberán contar con sistemas alternativos para el manejo de las aguas residuales, exceptuando letrinas.	La contaminación local de acuíferos, cauces y cuerpos de aguas por aguas residuales y letrinas ha sido documentada para el caso de pequeñas poblaciones.	El proyecto contará con una planta de tratamiento de aguas residuales fabricada en polipropileno de alta densidad, con tapa desmontable y canastilla para retención de sólidos no biodegradables.
Las poblaciones con menos de 1000 habitantes deberán dirigir sus descargas hacia letrinas o contar con sistemas alternativos para el manejo de las aguas residuales.	Poblaciones pequeñas pueden contaminar localmente, acuíferos, cauces y cuerpos de aguas por la descarga directa de sus aguas residuales.	El proyecto contará con una planta de tratamiento de aguas residuales fabricada en polipropileno de alta densidad, con tapa desmontable y canastilla para retención de sólidos no biodegradables.
Los camellones, banquetas y áreas verdes públicas deberán contar con vegetación nativa de la región. Preferentemente, con base en la fenología de las especies para su correcta ubicación en áreas públicas.	Las áreas verdes dentro de los centros de población cumplen diversas funciones ambientales (captación de aguas pluviales, disminución de la contaminación). La utilización de plantas nativas es preferible debido a su adaptación a las condiciones ambientales, por lo que tendrán mayores probabilidades de éxito y menor mantenimiento.	No le compete al proyecto el establecimiento de áreas verdes en espacio público.
No se deberán crear nuevos centros de población en las Áreas Prioritarias para la Conservación	En las Áreas Prioritarias para la Conservación debe mantenerse la integralidad de los ecosistemas con el fin de que cumplan su misión de protección de los ecosistemas, de los recursos naturales y de los servicios ambientales.	El proyecto no se encuentra dentro de un Área Prioritaria para la Conservación.
Todos los asentamientos humanos deberán contar con infraestructura para el acopio y manejo de residuos sólidos urbanos.	Los asentamientos humanos producen residuos que es necesario disponer adecuadamente evitando con ello las filtraciones, escurrimiento de lixiviados y proliferación de fauna nociva	El proyecto contará con contenedores para la separación secundaria de residuos durante todas sus etapas. Asimismo, se contará con empresas autorizadas para su recolección y disposición final.

Acciones	Reglas de decisión	Forma de Cumplimiento
Los asentamientos temporales (campamentos para la construcción de obra pública) deberán ubicarse dentro de las áreas de desplante de la obra; nunca sobre humedales, manglares, zona federal, dunas, o Áreas Prioritarias para la conservación. O tipo de vegetación frágil.	La etapa de construcción en cualquier desarrollo es la más sensible para el medio ambiente derivado del manejo de materiales, la generación de residuos y la modificación del terreno.	Las obras provisionales del proyecto se establecerán dentro del polígono del mismo.
En el Plan de Desarrollo Urbano del municipio, así como en los Planes Parciales de Desarrollo Urbano, se deberá cumplir con un mínimo de 12 metros cuadrados de áreas verdes por habitante para las ampliaciones de los centros de población existentes y áreas de reserva territorial.	Las áreas verdes dentro de los centros de población cumplen múltiples funciones, tales como la captación de agua pluvial hacia los mantos acuíferos; la generación de oxígeno; la disminución de los niveles de contaminantes en el aire; la disminución de los efectos de las llamadas "islas de calor"; el amortiguamiento del ruido; la disminución de la erosión del suelo; además de representar sitios de refugio, protección y alimentación de fauna silvestre	El proyecto contará con una superficie de áreas verdes, contribuyendo al cumplimiento de las superficies de áreas verdes por habitante pretendidas por este ordenamiento.
Con el fin de evitar procesos de erosión del suelo y riesgos a la vivienda y espacios públicos, la construcción se deberá desarrollar preferentemente en terrenos con pendientes menores al 30%.	Construir en pendientes pronunciadas genera la erosión del suelo y la sedimentación de las zonas bajas; también implica riesgos a los habitantes, y dificulta la prestación de servicios públicos.	Aunque el terreno del predio se encuentra medianamente inclinado, se aplicarán medidas para evitar la erosión del suelo, que corresponden a barreras de retención del suelo en las áreas con más inclinación.
Se deberá promover el aumento de densidad poblacional en las áreas ya urbanizadas mediante la construcción de vivienda en terrenos baldíos, y el impulso de la construcción vertical en las reservas territoriales.	El incremento controlado de la densidad en zonas urbanas y la construcción vertical evita la dispersión de asentamientos, protegiendo de esta manera los recursos naturales; asimismo facilita la prestación de servicios públicos.	Aunque el proyecto no se establecerá en un terreno baldío, este se encuentra cercano a un área ya urbanizada, además de que su viabilidad ambiental será sometida a evaluación ante la SEMARNAT para que se encuentre regularizado en esta materia.
Criterios de Regulación Ecológica para Infraestructura (If)		
Acciones	Fundamentos técnicos	Forma de Cumplimiento
El drenaje pluvial deberá integrar un sistema de decantación, trampas de grasas y sólidos u otros que garanticen la retención de sedimentos o contaminantes	Una de las fuentes de contaminación de cuerpos costeros es el arrastre y descarga de contaminantes líquidos y sólidos a través de drenes pluviales.	Las aguas residuales se manejarán por separado de las pluviales, por lo que se garantizará que el agua pluvial se encuentre libre de contaminantes domésticos.
Se prohíben los tiraderos a cielo abierto para la disposición de residuos sólidos, así como la quema de los residuos.	La proliferación de tiraderos a cielo abierto trae consigo el riesgo de contaminación por efecto del escurrimiento de lixiviados y de salud pública por la proliferación de fauna	No se dispondrán residuos sólidos urbanos a cielo abierto ni se quemarán bajo ninguna circunstancia.
La construcción de caminos, deberá realizarse utilizando al menos el 50% de materiales que permitan la infiltración del agua pluvial al subsuelo, y con drenes adecuados.	Los pavimentos generan superficies impermeables que reducen la infiltración de agua al subsuelo y la recarga de acuíferos.	No se construirán caminos como parte de las actividades del proyecto.

Acciones	Reglas de decisión	Forma de Cumplimiento
Deberá evitarse la creación de nuevos caminos vecinales sobre acantilados, dunas y áreas de alta susceptibilidad a derrumbes y deslizamientos; excepto los destinados al acceso a la infraestructura autorizada.	Los caminos en acantilados pueden generar la erosión del suelo e incrementar el riesgo de derrumbes y deslizamiento. Los caminos en dunas inducen la pérdida de biodiversidad y la erosión.	No se construirán caminos como parte de las actividades del proyecto. Asimismo, no se realizarán actividades sobre acantilados, dunas ni zonas de alta susceptibilidad a derrumbes.
Se deben emplear materiales de construcción que armonicen con el entorno y paisaje del sitio.	La utilización de materiales que armonicen con el entorno, favorece que las edificaciones se integren como elementos del paisaje dando homogeneidad al mismo.	Se procurará utilizar materiales y pintura que encajen con el entorno del proyecto.
Durante las etapas de preparación y construcción, deberá mantenerse en todo momento una plataforma para el mantenimiento de equipo y maquinaria, la cual deberá contar con la infraestructura necesaria para garantizar la no infiltración de materiales peligrosos al subsuelo.	Las etapas de preparación y construcción del sitio conllevan una serie de riesgos al entorno, principalmente por la generación de residuos líquidos peligrosos que pueden infiltrarse al subsuelo y a los mantos freáticos.	En caso de ser necesario, se realizará el mantenimiento de maquinaria sobre una base impermeable
No se deberán utilizar explosivos en ninguna de las etapas de implementación de los proyectos en UGA's en las que son prioritarias para la conservación	Los explosivos son uno de los agentes de perturbación más agresivos para el entorno, y además genera ruido excesivo que puede alterar la conducta de reproducción y de alimentación de la fauna silvestre.	No se utilizarán explosivos en ninguna de las etapas del proyecto.
No se deberá instalar de manera permanente, infraestructura de comunicación o energía (postes, torres, estructuras, líneas, antenas) en zonas de alto valor escénico. Las instalaciones temporales de esta infraestructura deberán realizarse preferentemente en sitios con bajo valor ambiental o en zonas destinadas y autorizadas para la construcción de la infraestructura del proyecto.	Las torres de radiotransmisión y postes transmisores de energía eléctrica, son elementos que generan contaminación visual y escénica. Son factores de riesgo para la fauna silvestre.	No se instalará infraestructura de comunicación ni energía que pudiera afectar la calidad del paisaje.
Los proyectos y obras de cualquier índole deberán incorporar a sus áreas verdes vegetación nativa propia del ecosistema en el cual se realice el proyecto. Únicamente se permite el empleo de flora exótica que no esté incluida en el listado de flora exótica invasiva de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad	La introducción de especies exóticas a la zona o región, puede generar importantes impactos negativos a los hábitats y a las poblaciones de las especies nativas.	No se utilizarán especies exóticas con características invasivas en las áreas verdes del proyecto.

Acciones	Reglas de decisión	Forma de Cumplimiento
Las actividades de dragado para la rehabilitación o la apertura de cauces, escorrentías, canales, etc., deberán de obtener previamente el dictamen de impacto ambiental correspondiente y justificarse ambiental y técnicamente. Deberán demostrar que no afectarán la continuidad hídrica, especialmente aquella de la que dependan o se relacione con ecosistemas críticos, como son humedales.	Los humedales son uno de los ecosistemas más productivos y sensibles del planeta, por lo que cualquier cambio en su régimen hidrológico puede afectar de manera importante al ecosistema y sus especies de flora y fauna.	No aplica al proyecto, pues no se realizarán actividades de dragado, rehabilitación o apertura de cuerpos de agua.
Los proyectos, obras y actividades que colinden con cuerpos de agua, como lagunas costeras y estuarios (especialmente con los Sitios Ramsar), deberán participar en las acciones de protección, restauración y rehabilitación del humedal. Deberán respetar una franja de amortiguamiento, que será definida por el dictamen de impacto ambiental correspondiente. La Infraestructura en efluentes (ríos, arroyos) deberá tomar en cuenta el funcionamiento del ecosistema ripario en caso de que se requiera transformar el sistema de lótico a léntico (presas). Deberá presentarse una MIA la que debe contener estudios de azolves y de gasto ecológico.	La protección y rehabilitación de humedales costeros, en especial los Sitios Ramsar, permitirá que estos ecosistemas altamente productivos, que albergan especies amenazadas, y que aportan importantes servicios ambientales (tales como la pesca), mantengan sus funciones y características esenciales.	No aplica al proyecto pues no se encuentra en colindancia con cuerpos de agua.
Se deberán mantener sin alteración los canales de comunicación entre los cuerpos de agua naturales y rehabilitarse aquellos que presenten degradación.	La protección y rehabilitación canales de alimentación de agua a los humedales costeros, mantienen sus funciones y características esenciales.	No aplica al proyecto pues no se encuentra en colindancia con canales de comunicación entre cuerpos de agua.
Se deberá evitar el desarrollo urbano en el interior u orillas de los cauces de ríos, presas, arroyos, cuerpos de agua costeros y humedales. Esta medida incluye el estricto respeto a la franja de protección, determinada por el registro máximo de caudal en sus superficies o secciones, en los últimos 20 años y con una distancia mínima de 50 metros de esta cota. En caso de que no existan registros de cotas, deberá evitarse el desarrollo urbano en ambos lados del cauce en una distancia de al menos 50 metros a partir del límite de zona federal.	La protección de las riberas y márgenes de cauces y cuerpos, evitan la generación de erosión y transporte de sedimentos y restos de construcciones e infraestructura; asimismo protege de riesgos derivados de crecientes extraordinarias.	No aplica al proyecto pues no se encuentra en colindancia con cuerpos de agua.

III.6. OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR

III.6.2. Plan Estatal de Desarrollo Oaxaca 2016-2022

El presente Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 (ped 2016-2022) es el resultado de un proceso de participación incluyente, que recoge las necesidades y las aspiraciones de las y los oaxaqueños a través de la amplia participación ciudadana reflejada en las propuestas y demandas expresadas en once foros sectoriales, ocho foros regionales y un foro virtual, que incluyó la colaboración de representantes de los sectores social, privado, académico y público.

El Programa Estatal de Desarrollo 2016-2022 está estructurado en cinco ejes rectores:

1. Oaxaca incluyente con desarrollo social, que tiene por objetivo mejorar la calidad de vida y garantizar el acceso a los derechos sociales de toda la población.
2. Oaxaca moderno y transparente, que busca tener un estado fuerte, honesto, de principios y valores, cohesionado y competitivo.
3. Oaxaca seguro, que está enfocado en generar una sociedad segura, mediante la protección de su ciudadanía, la prevención del delito y el respeto de los derechos humanos.
4. Oaxaca productivo e innovador, cuyo fin es potenciar el desarrollo de todos los sectores económicos a través del empleo y la inversión nacional e internacional.
5. Oaxaca sustentable, que busca conservar y preservar las riquezas naturales y culturales de nuestra entidad.

En lo conducente al presente proyecto y debido al origen de la presente evaluación de impacto ambiental por el Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales es el quinto eje rector “Oaxaca Sustentable”.

En este eje rector se hace mención de que un ordenamiento ecológico es el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos, en sentido de lo anterior, se llevó a cabo la vinculación en la **sección III.5** con los ordenamientos correspondientes a los tres niveles de gobierno y de estos, resulta que el proyecto se encuentra en total apego a las políticas regulatorias.

En este plan de desarrollo se plantean tres objetivos particulares, mismos que se agregan a continuación:

- 1.- Impulsar el desarrollo sustentable mediante políticas públicas para la protección y conservación de los recursos naturales, la preservación del equilibrio ecológico y la promoción de una cultura ambiental, considerando la participación social y respetando los derechos de los pueblos indígenas.
- 2.- Desarrollar y promover una política pública que permita mitigar los impactos del cambio climático mediante el control de emisiones y gases de efecto invernadero, así como establecer y aplicar mecanismos de adaptación en los sectores social, ambiental y de desarrollo del estado.
- 3.- Regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas mediante la implementación de instrumentos de política ambiental, con el fin de lograr la protección del medio ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

Podemos así concluir que el establecimiento del proyecto se ajusta dicho plan estatal de desarrollo puesto que da cumplimiento a todos los criterios específicos establecidos en los ordenamientos ecológicos territoriales de los tres órdenes de gobierno, asegurando que se lleve a cabo un desarrollo sustentable a partir de la planeación del uso de suelo concordante.

III.7. NORMAS OFICIALES MEXICANAS APLICABLES AL PROYECTO

Con el objetivo de regular de forma técnica lo establecido en la legislación mexicana se han determinado las Normas Oficiales Mexicanas (NOMs), las cuales son expedidas por las Secretarías a las que corresponde cada asunto. El proyecto deberá sujetarse a las siguientes normas en materia ambiental:

Federal:

NOM-002-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado, esta NOM se vincula con el proyecto debido a que en el mismo se instalara una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

misma que seguirá los parámetros establecidos por la presente normatividad para asegurar que el agua transportada hasta el sistema de alcantarillado local cuente con lo establecido evitando generar daños al medio ambiente.

NOM-003-SEMARNAT-1997, Se vinculó a su vez esta norma que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público, ya que se pretende realizar riegos de las áreas verdes con las aguas tratadas, fomentando la reutilización de los servicios hídricos, maximizando la infiltración de estos.

NOM-041-SEMARNAT-2015. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

Esta norma está vinculada con el proyecto en las etapas de preparación del sitio y construcción con la utilización de vehículos por parte del personal, los cuales deberán operar de manera óptima y contar con su sello anual de verificación vehicular.

NOM-045-SEMARNAT-2006. Protección ambiental. Vehículos en circulación que usan diesel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

En las etapas de preparación y construcción, se llevarán actividades que pueden llegar a afectar el suelo; como son las actividades de excavación, cimentaciones, entre otras; por lo que se tomará en cuenta lo que se desprenda de estas normas oficiales para llevar a cabo un proceso responsable y evitar causar afectaciones al entorno natural donde se desarrollará el proyecto.

NOM-050-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.

La totalidad de los vehículos del proyecto utilizarán combustibles fósiles como gasolina o diésel para su funcionamiento por lo que esta norma no tiene relevancia en el proyecto. En caso de que se utilice algún vehículo con estas características, se verificará que cumpla con la norma.

NOM-076-SEMARNAT-2012. Establecer los límites máximos permisibles de emisiones de hidrocarburos (HC), hidrocarburos no metano (HCNM), monóxido de carbono (CO),

óxidos de nitrógeno (NOx) e hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno (HCNM+NOx), provenientes del escape de motores nuevos que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores, así como unidades nuevas equipadas con este tipo de motores, con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, y de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.

Esta norma está vinculada con el proyecto en las etapas de preparación del sitio y construcción con la utilización de vehículos por parte del personal, los cuales deberán operar de manera óptima y contar con su sello anual de verificación vehicular.

NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

Los límites máximos establecidos en esta norma serán cumplidos cabalmente durante las etapas de preparación y construcción, manteniendo los niveles de emisión por debajo de los 86 dB en vehículos con peso menor a las 3 toneladas y 92dB en vehículos de mayor peso. Esto mediante la implementación de silenciadores en los motores de la maquinaria, así mismo se verificará que esta maquinaria cuente con el mantenimiento adecuado mediante bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo.

NOM-059-SEMARNAT-2010.

FLORA

Los muestreos se efectuaron en la Selva Baja Caducifolia, este tipo de vegetación es propio de regiones con clima cálido y dominado por especies arborescente que pierden sus hojas en la época seca del año durante lapsos variables (Rzedowski, 1978) . En el área muestreada de la selva baja caducifolia se registraron un total de 56 especies, pertenecientes a 32 familias. Cabe señalar que ninguna especie se encuentra en categoría de amenazada y endémica de acuerdo a lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

FAUNA

Como se describió en el capítulo IV la fauna registrada en el sistema ambiental está representada por 40 especies de aves, 12 de Herpetofauna y seis de Mastofauna, de estas 58 especies, cinco se encuentran catalogadas en alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo como se establece en dicho capítulo, no se estima que ninguna de las especies se vea afectada a nivel poblacional y, con la finalidad de garantizar lo anterior se establecieron medidas de mitigación complementarias descritas en el **Capítulo VIII**.



IV.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	3
IV.1 Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto.....	3
IV.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental (SA)	8
IV.2.1 Medio abiótico.....	8
IV.2.1.1 Clima y fenómenos meteorológicos.....	8
IV.2.1.2 Geomorfología.....	17
IV.2.1.3 Edafología	29
IV.2.1.4 Hidrología.....	34
IV.2.2 Medio biótico.....	40
IV.2.2.1 Flora	44
IV.2.2.2 Fauna	90
A).- Determinación del esfuerzo muestreo de fauna	92
B) Riqueza Faunística	104
C) Conclusiones	138
IV.2.3 Medio socioeconómico.....	139
IV.2.4 Paisaje	141
IV.2.4.1 Evaluación del paisaje del sistema ambiental.....	144
IV.2.4.2 Conclusiones del Paisaje	155
IV.3 Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso de suelo propuesto	155
IV.3.1 Provisión de agua en calidad y cantidad	155
IV.3.2 Recarga acuífera.....	157
IV.3.3 Diseño de obras de infiltración	164
IV.3.4 Calidad de agua prevista con el desarrollo del proyecto.....	167
IV.3.5 Captura de carbono, contaminantes y componentes naturales	167
IV.3.5.1 Estimación de los valores de biomasa y biomasa anual producida	168
IV.3.5.2 Estimación de la captura anual de CO₂.....	169
IV.3.6 Generación de oxígeno	171
IV.3.7 Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales	173
IV.3.8 Modulación o regulación climática.....	175



IV.3.9 Protección de la biodiversidad	176
IV.3.9.1 Diversidad de especies en el área del proyecto y el sistema ambiental	177
A) Vegetación	177
B) Fauna	181
IV.3.9.3 Área de reubicación de fauna.....	187
IV.3.10 Protección y recuperación de los suelos	188
IV.3.10.1 Metodología para estimación de la erosión	188
IV.3.10.2 Metodología para estimación de los factores	189
Cubierta de la superficie (Factor C)	198
IV 3.7.6 Protección de suelos	204
Cubierta de la superficie (Factor C)	211
IV.3.11 Recreacion	213
IV.4 Diagnóstico ambiental y señalamiento de la problemática ambiental.....	213
IV.5 Bibliografía	217

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

IV.1 Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto

El sitio donde se plantea llevar a cabo el proyecto “**Villas Zipolite**” se localiza cerca de la playa que lleva como nombre “Zipolite”, dentro del municipio de Santa María Tonameca, que a su vez se encuentra en la región Costa Pacífica de México. El municipio de Santa María Tonameca, colinda al norte con San Agustín Loxicha y Santo Domingo de Morelos, con el Golfo de Tehuantepec en el Océano Pacífico al sur, Santa María Colotepec y al poniente con San Pedro Pochutla (**Figura IV.1**). Así mismo, el área del proyecto se encuentra ubicada en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 10, según el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Santa María Tonameca, Oaxaca.

Figura IV. 1 Municipio de Santa María Tonameca



Un sistema se define como un conjunto de elementos similares que generan propiedades emergentes, es decir, que no pueden ser explicados a través de la suma de sus unidades aisladas. Particularmente en ecología, se reconoce que las especies no existen de forma aislada, sino que coexisten en el tiempo y en el espacio generando una compleja gama de interacciones de las cuales depende su adecuación, por lo que de ellas ha dependido en gran medida su evolución (Thompson, 2009). A escalas mayores, es posible distinguir áreas terrestres heterogéneas integradas por conjuntos de ecosistemas interactuantes que se repiten de forma similar (Forman & Gordon, 1986).

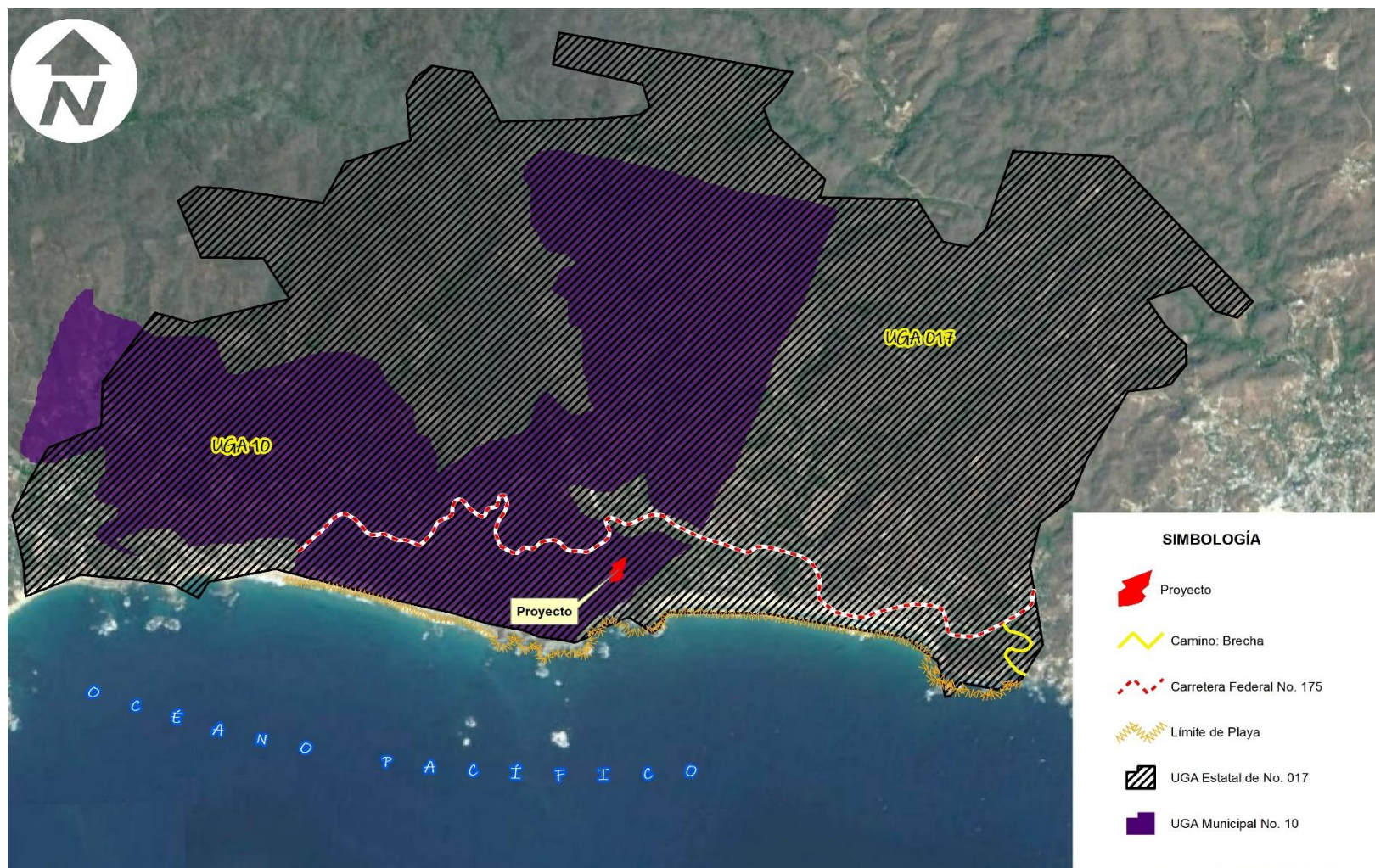
La delimitación de los sistemas ambientales debe, por tanto, considerar que los elementos presentes compartan características tanto bióticas como abióticas comunes y no simplemente abarque una superficie extensa con muchos sitios. Por esta razón, se tomaron en cuenta los elementos que podrían resultar afectados por la implementación del proyecto determinado así un área de afectación directa (área de influencia) al interior del sistema ambiental.

Para la delimitación del Sistema Ambiental, se utilizaron las Unidades de Gestión Ambiental 10 y 017 de los programas de ordenamiento municipal y estatal respectivamente, así como su intersección con la carretera federal no. 175 como elemento antropogénico determinante y al sur, el límite de playa incluyendo la geomorfología de la zona (Lugo-Hubp *et al.*, 1990).

El sistema socioeconómico directamente ligado al proyecto incluye dos poblaciones: Zipolite y Mazunte, esto debido a la movilidad y el flujo constante de personas entre una localidad y otra por la carretera. Una sección de la localidad de Zipolite se encuentra en una Unidad de Gestión Ambiental (UGA) distinta a la que conforma el Sistema Ambiental; UGA 10, esto debido al cambio municipal que tiene lugar a escasos metros del proyecto motivo por el cual, para la conformación del sistema ambiental se consideró a su vez la influencia que este tendrá incluyendo la UGA en el ámbito estatal, donde se encuentra la localidad más cercana. Ambas UGAS cuentan con criterios prohibitivos distintos con políticas de aprovechamiento, pues son áreas que presentan actualmente asentamientos humanos. Asimismo, con base en las condiciones bióticas presentes en ellas, pues se ha observado que el tipo de vegetación dominante es la Selva Baja Caducifolia y el tejido urbano lo que permite realizar comparaciones efectivas sobre la conformación de la diversidad dentro del predio y el Sistema Ambiental.

El límite norte del Sistema Ambiental fue delimitado con base en la Carretera Federal No. 200 Acapulco-Salina Cruz. Todo lo anteriormente dicho puede observarse en la **Plano IV.1**.

Plano IV. 1 Factores considerados para la delimitación del sistema ambiental



Para la elaboración del Sistema Ambiental, se trabajó con ayuda de la plataforma GoogleEarth y Sistemas de Información Geográfica (SIG) mediante el software ArcGIS®.

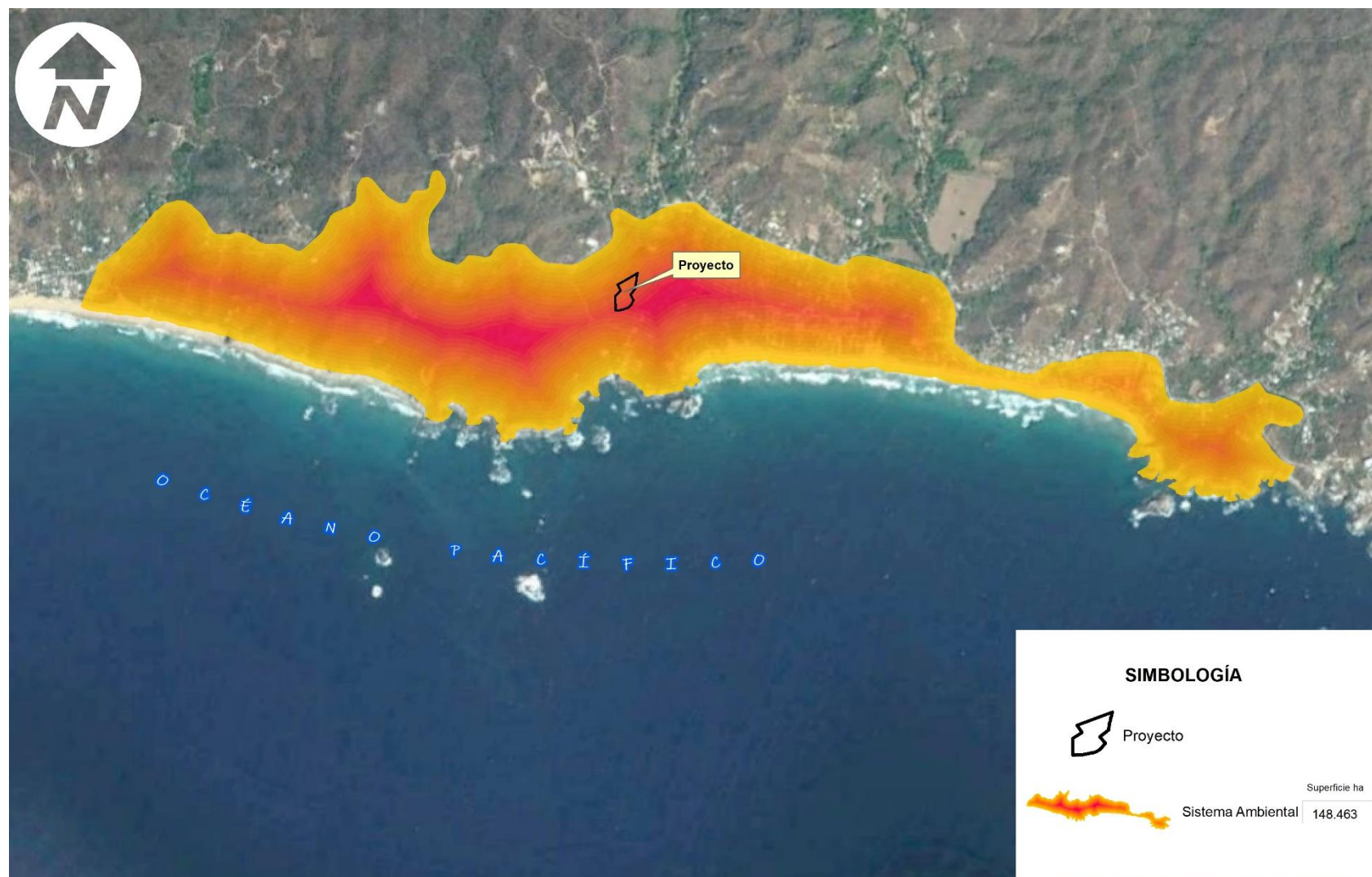
En el **Plano IV.2** se puede observar el Sistema Ambiental definido para el proyecto denominado “**Villas Zipolite**” con base en los elementos que fueron mencionados con anterioridad. Este Sistema Ambiental presenta una superficie total de **148.48 hectáreas** las cuales comparten características tanto abióticas como bióticas con el área del proyecto demarcando una envolvente del flujo que acude al área de Zipolite entre las poblaciones contiguas.

El área de influencia se delimitó utilizando 500 metros a la redondea a partir del límite de propiedad, cortando ambos extremos por los límites federales. Dicha área abarca una superficie de 148.463 hectáreas.

Plano IV. 2A Área de influencia



Plano IV. 2 Delimitación del Sistema Ambiental





IV.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental (SA)

A continuación, se incluye una descripción general del sistema ambiental dentro del cual se encuentra el área de estudio, donde se pretende desarrollar el Proyecto “Villas Zipolite”, integrando elementos abióticos, bióticos, físicos y sociales, e identificando la problemática ambiental de la zona, este apartado incluye sección.

IV.2.1 Medio abiótico

IV.2.1.1 Clima y fenómenos meteorológicos

Clima Sistema Ambiental

El clima es un elemento del medio natural que tiene una gran influencia en las modificaciones que sufre el relieve terrestre, en la conformación de la naturaleza de los suelos y en la distribución espacial y abundancia de los seres vivos.

La República Mexicana se encuentra ubicada en el hemisferio Norte y se extiende desde el paralelo 14°30'N, hasta el 32°43'N. El trópico de Cáncer la atraviesa en su parte central de forma que una parte de esta se localiza dentro de la zona intertropical mientras que la otra en la subtropical. Esto y el relieve heterogéneo que presenta propician diferentes tipos de clima dentro de esta.

México está representado por los grupos climáticos A (Cálidos húmedos), B (Secos) y C (Templados húmedos) de Köppen; los climas D (Frío Boreal) no existen en un país tropical y los climas E (Fríos) se localizan en áreas reducidas de las montañas, con altitudes superiores a los 4,000 m.

El INEGI (2010) clasifica de manera general los climas de la República según su temperatura en Cálido y Templado; y de acuerdo con la humedad existente en el medio, en: húmedo, subhúmedo y muy seco.

El clima seco se distribuye principalmente en la parte central y norte del país, región que comprende aproximadamente el 28.3% del territorio nacional. Se caracteriza por la circulación de vientos, lo que provoca una escasa nubosidad y a su vez reduce las precipitaciones (300 a 600 mm anuales) y por una temperatura promedio de 22 a 26°C.

El clima cálido se subdivide en cálido húmedo y cálido subhúmedo. El primero ocupa aproximadamente el 4.7% del territorio de la República, presenta una temperatura media anual de los 22°C a 26°C con precipitaciones anuales de los 2,000 a los 4,000 mm. Por su parte el clima cálido subhúmedo se encuentra

en el 23% del país, se registran precipitaciones anuales entre los 1,000 y 2,000 mm anuales y temperaturas de 22°C a 26°C, aunque pueden exceder los 26°C.

El clima templado se divide en húmedo y subhúmedo. El húmedo ocupa aproximadamente el 2.7% y con temperaturas entre 18°C y 22°C; las precipitaciones del clima templado húmedo van de los 2,000 a los 4,000 mm anuales. El clima templado subhúmedo, abarca el 20.5% del territorio nacional, en su mayoría presenta temperaturas entre 10°C y 22°C; con precipitaciones de 600 a 1,000 mm en promedio durante el año.

El 47% de la superficie del estado de Oaxaca presenta clima cálido subhúmedo que se localiza en toda la zona costera y hacia el este, el 22% presenta clima cálido húmedo localizado principalmente en la región norte, el 16% presenta clima templado húmedo en las partes altas orientales de los cerros Volcán Prieto y Humo Grande, el 11% presenta clima seco y semiseco en la región centro sur y noroeste, el restante 4% presenta clima templado subhúmedo hacia el sur y noroeste del estado en zonas con altitudes entre 2 000 y 3 000 metros (INEGI, 2010).

Figura IV. 2 Climas del estado de Oaxaca



Tabla IV. 1 Porcentajes de distribución de los climas de Oaxaca

Grupos	Subgrupos	Porcentajes de la superficie estatal
Climas Cálidos	Cálido subhúmedo, cálido húmedo	58%
Climas Templados	Templado subhúmedo, templado húmedo	20%
Climas Secos	Seco y semiseco	11%

Climas del sistema ambiental en estudio

De acuerdo a la Clasificación Climática de Köppen modificada por E. García y con base en los datos vectoriales de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO) del año 1998 “Climas” (Clasificación de Köppen, modificado por García) en una escala de 1: 1,000,000 se identificó que, en el sistema ambiental se presenta el tipo de clima Aw0 para el área de influencia y la superficie del proyecto, el cual se describe a continuación (Tabla IV.2).

Tabla IV. 2 Tipo de clima para el sistema ambiental

Tipo de clima	Descripción
Awo	La Clasificación A (corresponde a climas macro térmicos (cálidos, de la zona intertropical) de acuerdo a la modificación por García, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. Este clima abarca la totalidad de ha de superficie dentro del sistema ambiental en estudio.

Awo Cálido Subhúmedo: La Clasificación A (corresponde a climas macro térmicos (cálidos, de la zona intertropical) de acuerdo a la modificación por García, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. Este clima abarca la totalidad de ha de superficie dentro del sistema ambiental en estudio.

Un clima cálido subhúmedo es el ideal para mantener saludables poblaciones de especies denominadas bioindicadores de calidad ambiental, como lo son algunos artrópodos, reptiles y anfibios. En el sitio del



proyecto se observó una amplia variedad de especies indicadoras de perturbación humana, así como algunas indicadoras de integridad del hábitat con las que se puede concluir que el lugar es un sitio se encuentra enclavado en un área en equilibrio entre el impacto y la conservación, este clima abarca toda el área de estudio y el sistema ambiental en se ha analizado para ver sus condiciones bióticas y abióticas.

Para inferir los fenómenos climatológicos que se presentan dentro del Sistema Ambiental de manera más puntual, se llevó a cabo una recopilación de datos climatológicos de las estaciones climatológicas cercanas. Las estaciones son manejadas por el Servicio Meteorológico Nacional de la CONAGUA y cuentan con una base de datos que varía de 18 hasta 30 años, dependiendo de la edad de la estación.

Plano IV. 3 Clima del sistema ambiental





Temperatura y precipitación medias en el sistema ambiental

La temperatura es uno de los elementos del clima que tiene mayor influencia en los seres vivos. La incidencia sobre la superficie de la tierra, define la distribución de plantas y animales. Así mismo, procesos físicos como la formación de tormentas y el desplazamiento de masas de aire, dependen de la temperatura.

En general para el municipio de En Santa María Tonameca, la temporada de lluvia es opresiva y nublada, la temporada seca es bochornosa y mayormente despejada y es muy caliente durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 24 °C a 34 °C y rara vez baja a menos de 22 °C o sube a más de 36 °C.

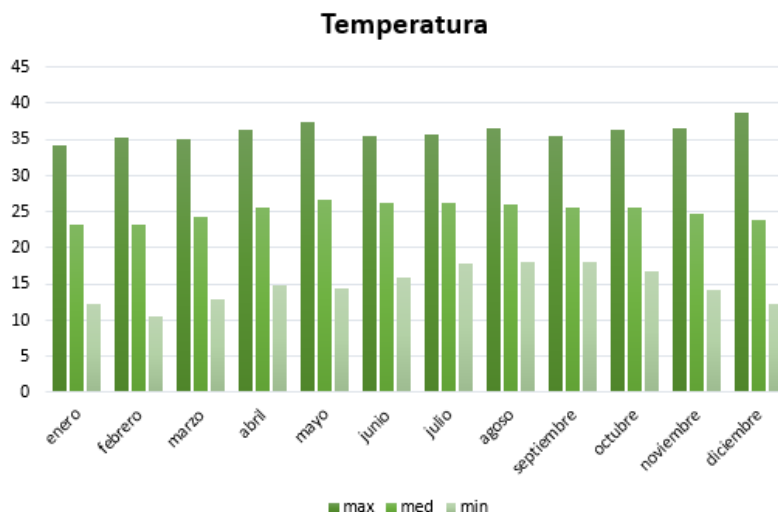
Temperatura

La temporada calurosa dura 1,0 mes, del 17 de julio al 17 de agosto, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 34 °C. El día más caluroso del año es el 30 de julio, con una temperatura máxima promedio de 34 °C y una temperatura mínima promedio de 27 °C.

La temporada fresca dura 3,6 meses, del 3 de enero al 21 de abril, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 33 °C. El día más frío del año es en enero, con una temperatura mínima promedio de 24 °C y máxima promedio de 32 °C.

La temperatura media normal reportada según la estación climatológica Tonameca con datos de 1951-2010. La temperatura media anual es de 25.1°C la temperatura máxima promedio es de 32.2°C y la temperatura mínima promedio es de 18 °C.

Figura IV. 3 Temperatura °C (Máxima, media y mínima) mensual



Precipitación

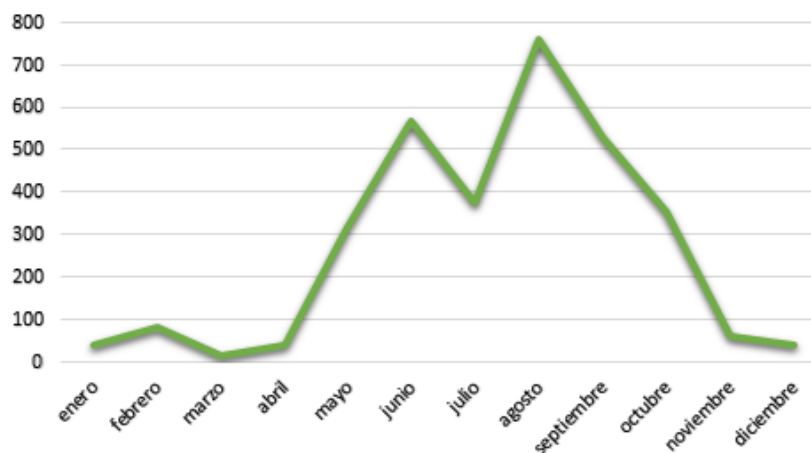
Se conoce como precipitación a la cantidad de agua que cae a la superficie terrestre y proviene de la humedad atmosférica, ya sea en estado líquido (llovizna y lluvia) o en estado sólido (escarcha, nieve, granizo). La precipitación es uno de los procesos meteorológicos más importantes para la Hidrología, y junto a la evaporación constituyen la forma mediante la cual la atmósfera interactúa con el agua superficial en el ciclo hidrológico del agua.

Según Mosiño & García (1974), La temporada lluviosa en la mayor parte de México se presenta en fecha más caliente del año, o sea entre los meses de mayo y octubre. De esa manera, se observa que las áreas del territorio nacional que presentan un régimen de lluvia más intenso durante esa época, se definen como propensas a las lluvias de verano. Al respecto, las zonas del país que presentan un régimen de lluvias de verano, son aquellas que tienen porcentajes de lluvia invernal menores del 10.2% de la precipitación anual. Esto debido a que durante el verano dominan los vientos alisios, que introducen una gran cantidad de humedad que recogen al pasar por las aguas cálidas del Golfo de México.

También contribuyen los ciclones tropicales, que por la influencia monzónica invaden el territorio de México, y que provienen tanto del Océano Pacífico como del Atlántico, produciendo vientos destructivos y lluvias torrenciales. En este sentido, la temporada de ciclones en la República Mexicana se extiende de mayo a octubre (Mosiño & García, 1974).

Según el reporte de la estación climatológica Tonameca, en el sistema ambiental y el área de influencia del proyecto se ha reportado que las lluvias se presentan principalmente durante los meses de junio, agosto y septiembre mientras que los meses más secos son diciembre y enero. Entre los años 1981-2010, se tiene que la máxima mensual corresponde a 761.7 mm en agosto, mientras que la precipitación media anual corresponde a 845.8 m.m

Figura IV. 4 Precipitación máxima en mm

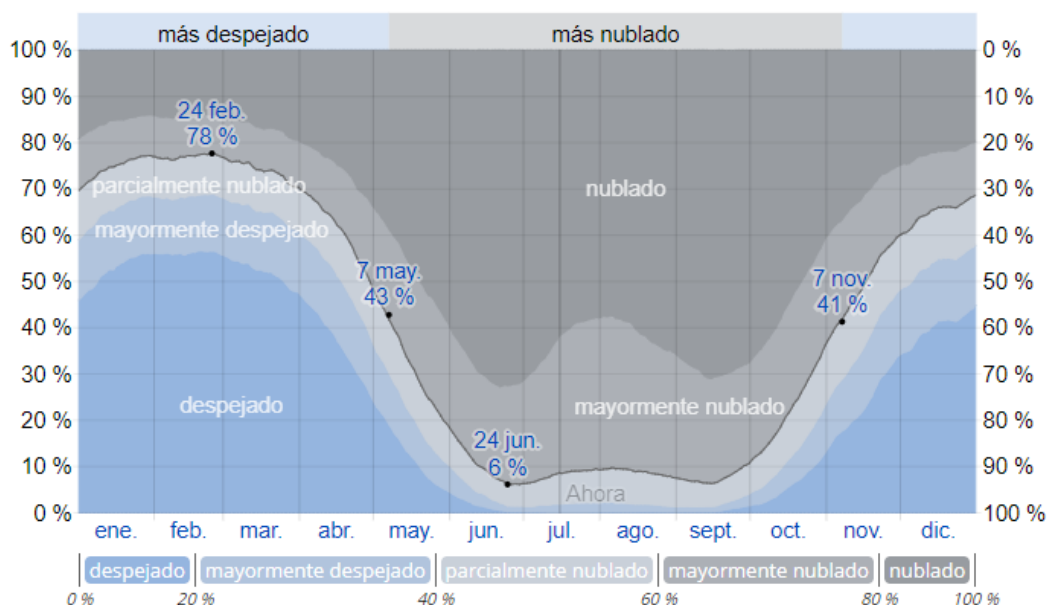


Nubes

En Santa María Tonameca, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía extremadamente en el transcurso del año.

La parte más despejada del año en Santa María Tonameca comienza aproximadamente el 7 de noviembre; dura 6,0 meses y se termina aproximadamente el 7 de mayo. El 24 de febrero, el día más despejado del año, el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 78 % del tiempo y nublado o mayormente nublado el 22 % del tiempo.

Figura IV. 5 Categorías de nubosidad Sta. María Tonameca



Viento

La parte más ventosa del año dura 5-6 meses, con velocidades promedio del viento de más de 12.2 kilómetros por hora. El día más ventoso del año suele ser en enero, con una velocidad promedio del viento de 13.7 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 6-4 meses, de abril a noviembre. El día más calmado del año es suele presentarse en agosto, con una velocidad promedio del viento de 10.8 kilómetros por hora. La dirección predominante promedio por hora del viento en Santa María Tonameca varía durante el año. El viento con más frecuencia viene del oeste durante 3-7 meses con un porcentaje máximo del 47 %.

Fenómenos naturales

Los huracanes que afectan directa e indirectamente al territorio de la costa oaxaqueña tienen su región de origen en el Golfo de Tehuantepec, activándose generalmente durante la última semana de mayo, marcando el inicio de la temporada de lluvias en nuestro país, los huracanes de esta zona nacen en latitud 15 o N aproximadamente, y por lo general los primeros viajan en dirección oeste alejándose de las costas oaxaqueñas, mientras que los generados de julio en adelante describen una parábola paralela a la costa del Pacífico afectando los estados del Occidente y del Noroeste, llegando a penetrar en tierra.

Cuando se acercan a 200 kilómetros o menos de la línea costera con precipitaciones relativamente intensas pueden persistir por más de 15 horas continuas en un área determinada y pueden provocar aumento en las corrientes de los caudales en los ríos con el consecuente riesgo de desbordamiento e inundaciones en las partes bajas de la región costera.

Tabla IV. 3 Tormentas tropicales que han pasado cerca de las costas de Oaxaca periodo – 2014-2018

Nombre	Fecha de inicio	Distancia	Vientos máximos	Rachas máximas	Presión mínima central	Duración
Calvin	11 de junio 2017	190km al sur de Salina Cruz	110 km/hr	75 km/hr	1005 hPa	42 horas
Beatriz	31 de mayo 2017	245 km de Puerto Angel	95 km/hr	95 km/hr	1002 hPa	42 horas
Trudy	17 octubre 2017	30 km Punta Maldonado	95 km/hr	110 km/hr	999 hPa	30 horas
Boris	02 de junio de 2014	220 km de Salina Cruz	85 km/hr	65 km/hr	999 hPa	48 horas

Figura IV. 6 Tormentas tropicales en el año 2017 para el Pacífico mexicano



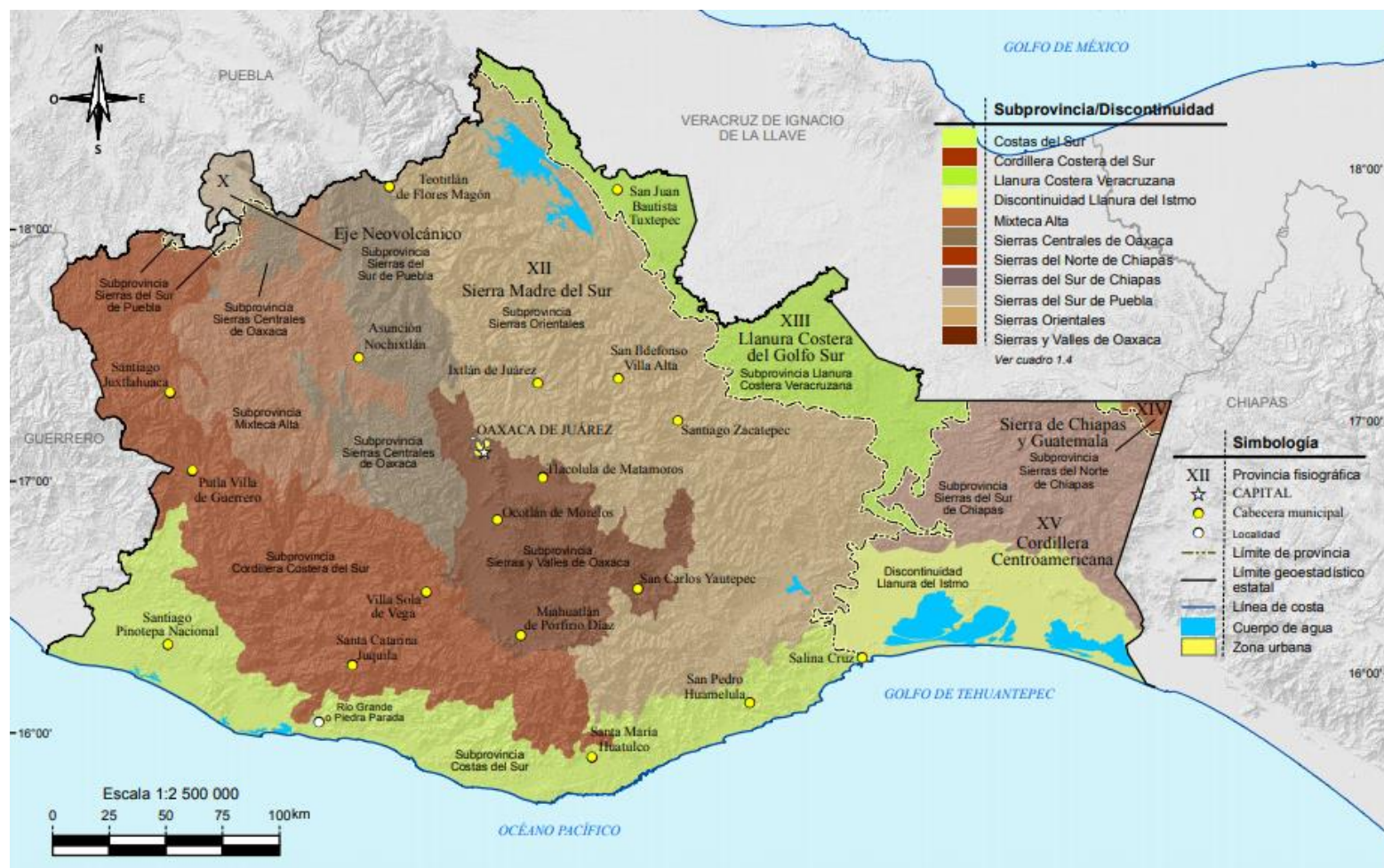
IV.2.1.2 Geomorfología

La superficie estatal forma parte de las provincias: Eje Neovolcánico, Sierra Madre del Sur, Sierras de Chiapas y Guatemala, Llanura Costera del Golfo Sur y Cordillera Centroamericana.

En la mayoría de la superficie hay sierras conformadas por rocas sedimentarias (se forman en las playas, los ríos y océanos y en donde se acumulen la arena y barro), ígneas intrusivas (formadas por debajo de la superficie de la Tierra), ígneas extrusivas o volcánicas (se forman cuando el magma o roca derretida sale de las profundidades hacia la superficie de la Tierra) y metamórficas (han sufrido cambios por la presión y las altas temperaturas), en estas elevaciones se localiza el cerro Nube Flane con 3, 720 metros sobre el nivel del mar (msnm), que representa la mayor altitud del estado.

El SA se localiza en su totalidad en la provincia de la Sierra Madre del Sur, en gran parte de esta provincia prevalecen los climas cálidos y semicálidos, subhúmedos; en ciertas zonas elevadas, incluso algunas con terrenos planos como los Valles Centrales de Oaxaca, los climas son semisecos semicálidos y templados. La selva baja caducifolia predomina en la Depresión del Balsas y en las zonas surorientales de la Sierra Madre del Sur, la selva mediana subcaducifolia en la franja costera del sur. La provincia ha sido reconocida como una de las áreas con un alto grado de endemismo, es decir, con riqueza en especies exclusivas de la región. El mayor sistema fluvial es el del río Balsas, con su afluente en el occidente, el río Tepalcatepec. En el extremo oriente se originan importantes tributarios del Papaloapan y del Tehuantepec. En la vertiente sur de la provincia, desde el río Tomatlán en el oeste, baja un buen número de ríos cortos al Océano Pacífico; pocos de éstos, como el Armería, el Coahuayana y el Papagayo, nacen al norte de la divisoria de las sierras costeras; el mayor de ellos es el Atoyac (Verde en su tramo final) que desciende desde los Valles Centrales de Oaxaca. La Sierra Madre del Sur comprende 79.82% del territorio estatal, a través de fracciones de las subprovincias: Sierras Orientales, Cordillera Costera del Sur, **Costas del Sur**, Sierras Centrales de Oaxaca, Sierras y Valles de Oaxaca y Mixteca Alta.

Plano IV. 4 Fisiografía del estado de Oaxaca (Fuente: Anuario estadístico del estado de Oaxaca)



Subprovincia Costas del sur

Esta subprovincia comprende la angosta llanura costera del Pacífico, que va más o menos en sentido oeste-noroeste-este-sureste, desde las cercanías de la desembocadura del río Coahuayana, límite entre Colima y Michoacán de Ocampo, hasta Salina Cruz, Oaxaca, pasando por el estado de Guerrero. En sus tramos más angostos tendrá unos 20 km de ancho y alcanzando un máximo de 45 km en la región de Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca.

Esta subprovincia colinda al norte con las subprovincias Cordillera Costera del Sur y Sierras Orientales, al este con la discontinuidad fisiográfica Llanura del Istmo y al sur con el Océano Pacífico. La zona está conformada por sierras, llanuras y lomeríos; las primeras se localizan a lo largo del límite norte de la subprovincia, se aproximan al litoral cerca de San Pedro Pochutla y Salina Cruz y están constituidas predominantemente por rocas metamórficas precámbricas, aunque en el oriente se encuentran rocas metamórficas y sedimentarias del Cretácico, ígneas intrusivas del Mesozoico e ígneas extrusivas del Terciario.

Las llanuras se encuentran a lo largo de la faja costera, cubiertas por suelos del Cuaternario principalmente; y los lomeríos se hallan entre las sierras y las llanuras, y sólo dos de las unidades llegan al litoral, una en Puerto Ángel y otra en Barra de la Cruz. El sistema de topoformas que abarca mayor extensión es el de sierra baja compleja, unidades de este sistema se encuentran en los alrededores de San Pedro Atoyac, cerca de Villa de Tututepec de Melchor Ocampo y del oeste de Santos Reyes Nopala a Salina Cruz; la sierra alta compleja corresponde a los terrenos situados entre San Pedro Amusgos y Mártires de Tacubaya, en el oeste de la subprovincia; la sierra baja forma unidades pequeñas entre la sierra baja compleja, tal es el caso al sureste de San Gabriel Mixtepec, en las proximidades de Santa María Huatulco y al este de San Miguel del Puerto. El lomerío se localiza en el extremo oeste, el lomerío con cañadas al norte y este de San Pedro

Sistema de topoformas

Geología

Según la cartografía geológica (1:50,000) del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), en el sistema ambiental únicamente se localiza un tipo de roca correspondiente a Gn “Roca Metamórfica Gneis” (**Plano IV.5**) cuyas características se describen a continuación.

Gneis:

El gneis es una roca metamórfica formada en un proceso de metamorfismo regional de grado medio-alto (el metamorfismo regional es aquel que está asociado a grandes superficies de la corteza terrestre y que está relacionado normalmente con la formación de montañas y zonas de subducción) de rocas pelíticas sedimentarias de grano muy fino y también de rocas ígneas.

El tamaño de grano de estas rocas suele ser medio-grueso. Durante su formación pierde prácticamente todas (o todas) las características de la roca a partir de la cual se ha formado.

Como componentes de esta roca se pueden encontrar una alternancia de minerales claros (feldespato potásico, albita, cuarzo) y oscuros (biotita, hornblenda, turmalina, cordierita, granate). Este bandeoado composicional entre minerales más claros y oscuros se forma bajo altas temperaturas y presiones y es muy característico del gneis. Además, se pueden observar otra textura característica de formación cristales de feldespato potásico tienen formas ovaladas.

Plano IV. 5 Geología del SA



Pendiente en el área del proyecto

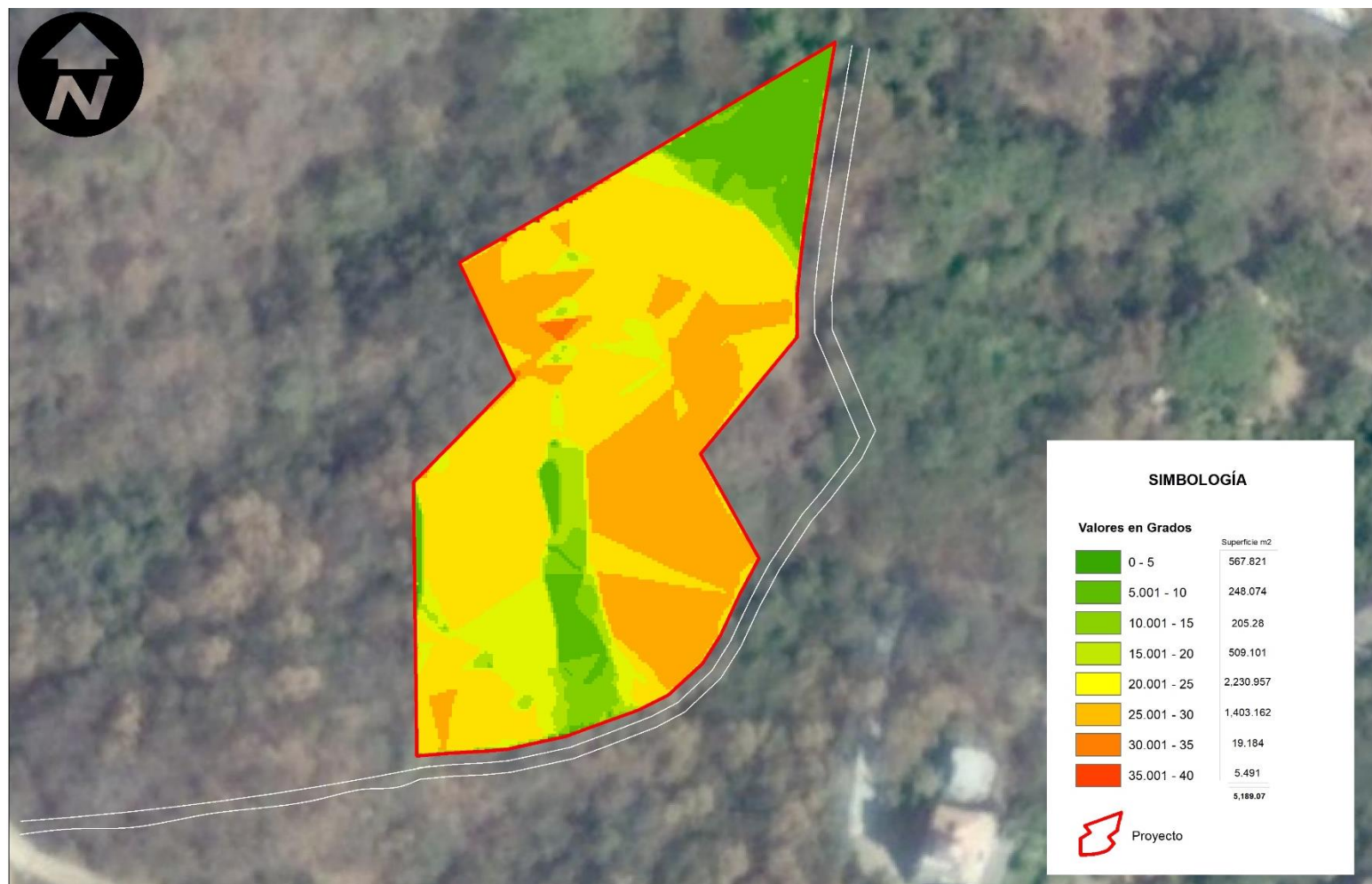
La topografía se caracteriza por los ángulos de las pendientes y por la longitud y forma de las mismas, lo que es un importante factor para determinar la erosión del suelo. Para poder conocer las pendientes que se encuentran en el predio se llevó a cabo un modelo de pendiente utilizando curvas de nivel publicadas por el INEGI (2010) en conjunto con un estudio topográfico particular (**Plano IV.6**). En este plano se puede observar que la topografía del lugar está comprendida por dos secciones planas una baja y otra en la parte superior del predio, en el área entre ambos se presenta pendientes ligeramente abruptas que suben de los 27 m snm hasta los 47 m snm.

A partir del Plano **IV.7** que corresponde al modelo de elevación del terreno se puede observar que el predio se encuentra inmerso en una zona de pendientes mayoritario de 20 grados (menor a 20 metros entre cotas) y se presentan principalmente en la sección central, por lo que el modelo de elevación no fue realizado para dicho sitio.

Plano IV. 6 Topografía del predio donde se pretende emplazar el proyecto



Plano IV. 7 Modelo de elevación del terreno

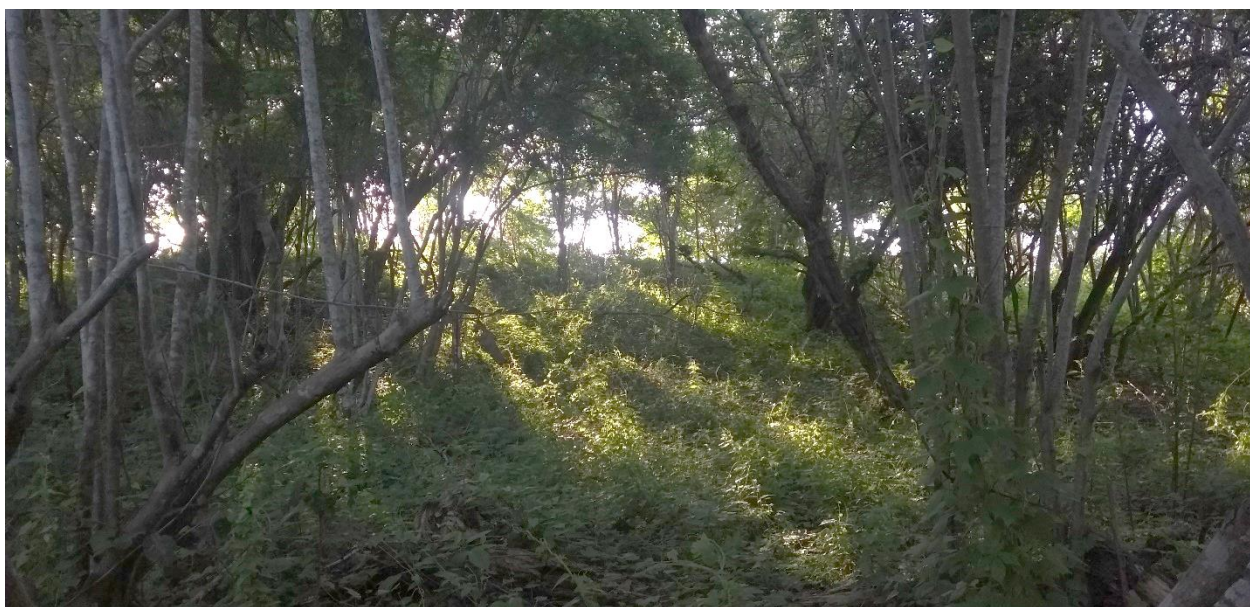


Características más importantes del predio, tales como: cerros, depresiones, laderas, etc.

El papel que juega el relieve y los aspectos Geomorfológicos en las regiones costeras es muy importante. Los flujos del viento húmedo procedentes del mar en una costa con montañas inmediatas generan un mecanismo que permite llevar súbitamente dicho aire húmedo hacia alturas más frías donde por procesos termodinámicos frecuentemente se detonan lluvias. Dicha pendiente de cara al mar y con flujo procedente del mismo se le conoce como Barlovento y suelen ser áreas con amplia diversidad vegetal. (Carrillo *et al.*, 2009)

De manera específica en el predio donde se pretende desarrollar el proyecto Villas Zipolite cuenta con topoformas características a las mesetas y a los lomeríos ondulados. Las mesetas que localizan dentro del área de influencia, presentan elevaciones entre los 20 y los 60 msnm.

Figura IV. 7 Topografía del sistema ambiental



Presencia de Fracturamientos en el área de estudio.

No se encontraron registros de la presencia de fallas y/o fracturamientos en el área donde se encuentra el proyecto Villas Zipolite.

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

El territorio mexicano se encuentra dividido entre cinco placas tectónicas. El movimiento relativo entre estas placas ocasiona uno de los peligros sísmicos y volcánicos más altos del mundo. Asimismo, el mayor riesgo lo presentan los sismos que ocurren a lo largo de las costas del Pacífico, entre las ciudades de Puerto Vallarta y Tapachula, (SSN, s.a. La sismicidad de México) y en todo el siglo pasado ocurrieron 71 grandes sismos, que en la mayoría de los casos produjeron daños y víctimas.

En la región de estudio, el tectonismo se produce por la subducción de la llamada Placa de Cocos bajo el subcontinente centroamericano a lo largo de la fosa mesoamericana (Schaaf 2002). La zona de alta sismicidad está ubicada en una franja de 35 Km paralela a la línea de costa. Para conocer el grado de peligro sísmico que tiene la región de proyecto, se acudió a la regionalización sísmica publicada por el CENAPRED misma que, en el caso de México, se encuentra definida por cuatro niveles. Esta clasificación está basada en aquellas aceleraciones que rebasan el 15 % del valor de la aceleración de la gravedad (g), siendo éstas las que producen mayores daños y efectos de consideración para los tipos de construcción que predominan en México.

Entre los sismos registrados para la zona que abarca el sistema ambiental del Proyecto Villas Zipolite se encuentra el de 1999, en un movimiento con intensidad de 7.5 grados en la escala de Richter (Singh *et al* 1985 en Schaaf 2002) con epicentro en Puerto Ángel que trajo una serie de desastres en las regiones cercanas. más recientemente fue el de 2017 el cual produjo graves daños en las costas de Chiapas, Oaxaca y Tabasco. Dada la alta sismicidad en la región, El servicio sismológico nacional y el instituto de Geofísica de la UNAM instalaron en la EBCH un sismógrafo de banda ancha (Schaaf 2002), el cual es ahora el instrumento detector de terremotos que más cerca está del área del proyecto.

Con base a esta regionalización, se estima que la zona de proyecto y la región de estudio en general, presentan un período de retorno aproximado de 100 años en la ocurrencia de sismos de magnitud igual o mayor a 0.15 g. Según el CENAPRED, la región está clasificada como zona “D”, caracterizada por la ocurrencia frecuente de grandes sismos, pudiendo presentarse aceleraciones hasta del 70 % del valor

de g. Datos publicados con antelación a la última versión del Atlas Nacional de Riesgos de CENAPRED, clasifican a la región como zona VIII, con un rango de probabilidad de 20 a 50 % de ocurrencia de sismos con intensidad máxima en la escala de Mercalli.

Figura IV. 8 Zonificación Sísmica de la República Mexicana



Imagen tomada de: SSN. s.a. Zonificación sísmica de México.

Debido a que la zona en estudio se encuentra dentro de la zona D donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente, se tiene el reporte de 17 sismos en la zona cercana al sistema ambiental y área de influencia dentro del estado de Oaxaca desde Julio del 2018 hasta Julio del 2019 y; cuya magnitud va igual o mayor a 4 en la escala de Richter. Esto nos indica que, dentro del sistema ambiental y área de influencia se pueden ocasionar sismos de manera periódica y de magnitudes bajas, que no causarían ningún tipo de daño a la infraestructura del proyecto.

Tabla IV. 4 Registro de sismos mayores a 4 en la escala de Richter cerca del sistema ambiental y área de influencia

Fecha	Profundidad (Km)	Magnitud	Zona
2018-01-22	16.7	4	20 km al SUROESTE de S PEDRO POCHUTLA, OAX
2018-02-07	17.6	5	27 km al SUR de S PEDRO POCHUTLA, OAX
2018-02-07	15.8 km	4	36 km al SUR de S PEDRO POCHUTLA, OAX
2018-09-18	16.0 km	4.1	37 km al SUR de S PEDRO POCHUTLA, OAX
2018-10-26	19.3 km	4	31 km al SUR de S PEDRO POCHUTLA, OAX
2018-10-28	15.0 km	4.1	28 km al SUR de S PEDRO POCHUTLA, OAX
2018-11-08	13.0 km	4	5 km al SURESTE de S PEDRO POCHUTLA, OAX
2019-01-24	26.0 km	4.2	9 km al SUROESTE de S PEDRO POCHUTLA, OAX
2019-03-26 (19:46hrs)	19.0 km	4.2	37 km al SUR de S PEDRO POCHUTLA, OAX
2019-03-26 (20:01hrs)	19.0 km	4.1	33 km al SUROESTE de S PEDRO POCHUTLA, OAX
2019-03-26 (20:04hrs)	19.0 km	4	31 km al SUROESTE de S PEDRO POCHUTLA, OAX
2019-03-26 (22:44hrs)	16.0 km	4	32 km al SUR de S PEDRO POCHUTLA, OAX
2019-03-27	15 km	4.3	22 km al SUR de S PEDRO POCHUTLA, OAX
2019-05-29	39 km	4.2	3 km al ESTE de S PEDRO POCHUTLA, OAX
2019-06-13 (2:08hrs)	18 km	4	33 km al SUROESTE de S PEDRO POCHUTLA, OAX
2019-06-13 (3:41hrs)	17 km	4	38 km al SUROESTE de S PEDRO POCHUTLA, OAX
2019-06-28	12 km	4	41 km al SUROESTE de S PEDRO POCHUTLA, OAX

IV.2.1.3 Edafología

El suelo se considera la parte superficial de la corteza continental. Es un agregado de minerales no consolidados y de partículas orgánicas producidas por la acción combinada del viento, el agua y los procesos de desintegración orgánica (Bautista *et al.*, 2004).

La formación del suelo comprende una serie de procesos que transforman el material original (las rocas). En una primera etapa predomina la meteorización, que consiste en la transformación total o parcial de

las rocas y sus minerales por la acción de los agentes atmosféricos. A medida que el proceso avanza comienza la edafogénesis, que abarca los procesos que afectan directamente al suelo.

La formación del suelo comprende una serie de procesos que transforman el material original (las rocas). En una primera etapa predomina la meteorización, que consiste en la transformación total o parcial de las rocas y sus minerales por la acción de los agentes atmosféricos. A medida que el proceso avanza comienza la edafogénesis, que abarca los procesos que afectan directamente al suelo.

Los suelos varían mucho de un lugar a otro, esto se debe a que las condiciones de este están determinadas por el tipo de material geológico del que se origina, así como por la cubierta vegetal, la cantidad de tiempo que ha actuado la meteorización, por la topografía y por los cambios artificiales que han causado las actividades antropogénicas. Debido a esto es necesario analizar los tipos de suelo que se encuentran en la cuenca para poder tener una visión más general del lugar (Bautista *et al.*, 2004).

Tipos de suelo de acuerdo a la FAO-UNESCO e INEGI dentro del sistema ambiental

Basados en los vectoriales Edafológicos escala 1:250,000 del INEGI que a su vez se fundamentan en la clasificación FAO-UNESCO 1970 (modificada por Centenal), en el sistema ambiental se pueden encontrar 2 tipos de suelo que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV. 5 Tipos de Suelo dentro del sistema ambiental

Clave	Tipo de suelo
PHha	Phaeozem háplico
RGeu	Regosol éutrico
RGsklen	Regosol esquelético
LPeu	Planasol eutrico

Estos tipos de suelos a su vez forman asociaciones entre ellos que dan origen a suelos específicos en donde las características físicas y químicas se clasifican también dando lugar a suelos definidos. Dentro del sistema ambiental se cuenta con dos asociaciones edáficas que varían entre ellas por tres motivos (INEGI 1998):

- **Suelos asociados:** Tipos de suelos que se asocian, por ejemplo, Cambisol éutrico + Luvisol Órtico

- **Textura:** El dominio de los valores de las clases texturales se presenta a continuación:
 1. Gruesa: Menos del 18% de arcilla y más del 65% de arena.
 2. Media: Menos del 35% de arcilla y menos del 65% de arena.
 3. Fina: Más del 35% de arcilla.
- **Fase física y Química:** Estas fases corresponden a la presencia de fragmentos de roca y materiales cementados en el caso de la fase física mientras que la química se basa en la presencia de sales solubles en el suelo, que limitan o impiden el desarrollo de cultivos.

Así es que en el sistema ambiental se localizaron dos asociaciones de suelo dentro del sistema en estudio como se observa en la tabla y plano a continuación.

Tabla IV. 6 Edafología del sistema ambiental

Clave	Asociación	Superficie en ha	Porcentaje %
PHha+RGeu/1R	Phaeozem haplico + Regosol eútrico / Gruesa	44.197	29.76
RGsklen+PHha+LPeu/1	Regosol esquelético endoléptico+ Phaeozem haplico + Planasol éútrico / Gruesa	104.266	70.24

A continuación, se describen los tipos de suelo dentro del sistema ambiental, así como las subunidades de cada uno según la guía para la interpretación de la cartografía de INEGI (2004):

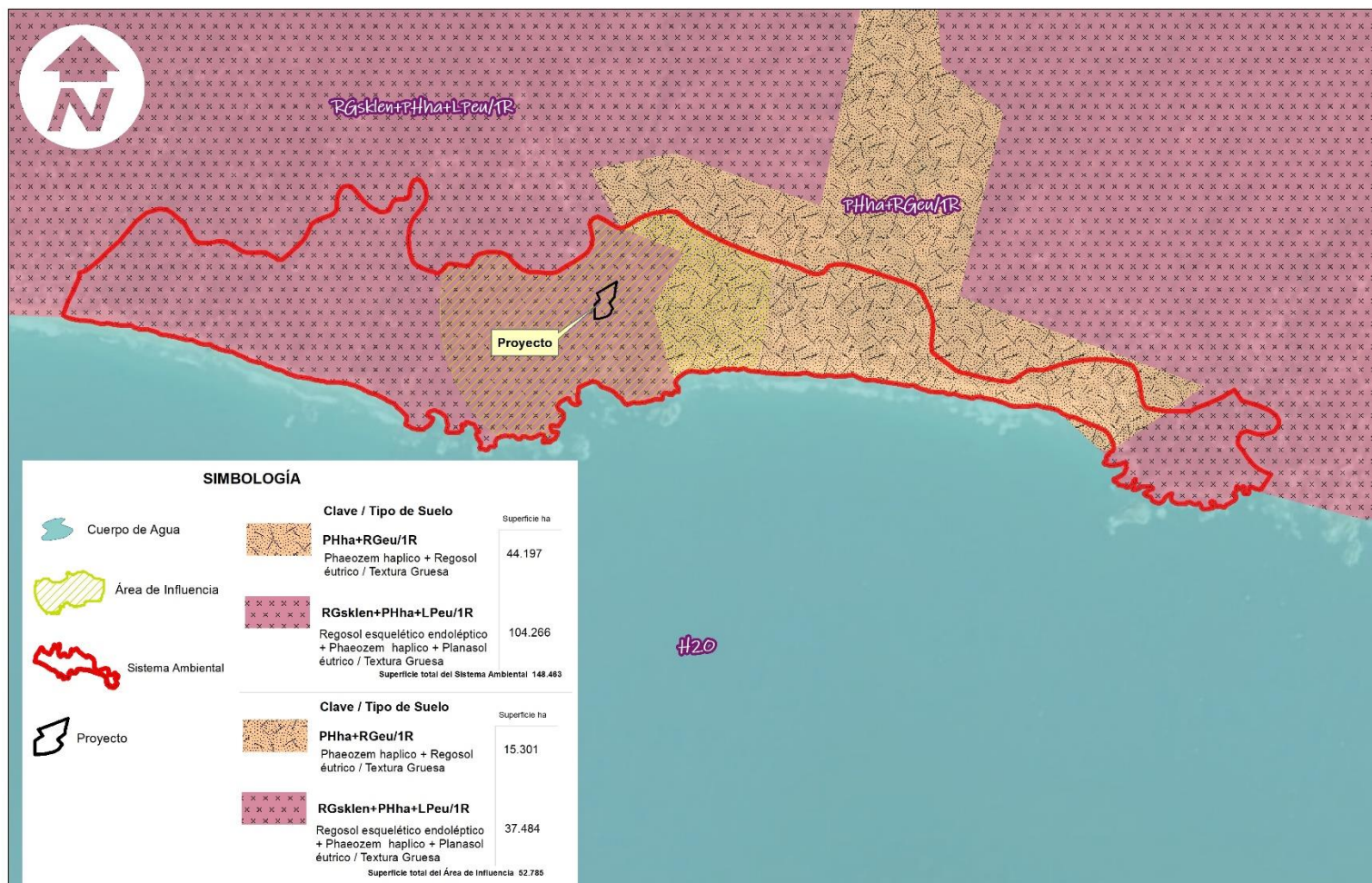
Regosol (R): suelos con débil o ningún desarrollo genético, formados de materiales inconsolidados, excluyendo los depósitos aluviales recientes. Cuando la textura es gruesa carecen de películas de arcilla acumulada, carecen de propiedades hidromórficas dentro de los primeros 50 cm de profundidad. Este tipo de suelo es acompañado en el área de estudio por la subunidad “e” que hace alusión al termino **eútrico**, vocablo que proviene del griego *eu*, que significa bueno y *tropos* nutrientes, por lo que podemos entender que es un suelo rico en bases (INEGI, 2004); mientras que el término esquelético hace referencia a suelos que tienen entre el 40 % y el 90 % de gravas u otros fragmentos gruesos hasta una profundidad de un metro.

Phaeozems (H): proviene de la palabra griega *phaios*=negruzco y de la palabra rusa *zaemlja*= tierra; de manera general se caracterizan por ser substratos profundos y desarrollados, tienen un alto contenido

de materia orgánica y formación de arcilla en el interior del perfil. Por lo regular el horizonte mineral superior es un horizonte A mólico de color gris oscuro y llega a tener hasta 5 cm de espesor, este horizonte pasa gradualmente a un horizonte arcilloso B Árgico de color café oscuro. Es importante mencionar que este tipo de suelo en el área de estudio va acompañado por la subunidad **(h)** que hace referencia a que es un suelo de tipo **háplico** palabra que proviene del griego *haplos*, simple, connotativo de los suelos con una secuencia simple o normal de horizontes que corresponde a suelos rojizo o pardo obscuro que por lo general acumulan arcillas en el subsuelo (INEGI, 2004).

Plaosoles (Pl): El nombre proviene del Latín. *Planus* (plano). Los Planosoles son el grupo de suelos con un horizonte superficial órgano-mineral que descansa abruptamente sobre otro de naturaleza Árgica (Bt) muy denso, típico de llanuras y tierras planas que se anegan estacionalmente por agua; constituido preferentemente por depósitos arcillosos aluviales y coluviales. En sitios que presentan estaciones contrastadas que ocasionan que el perfil del suelo se encuentre periódicamente húmedo, desarrollándose sobre áreas niveladas (mesetas), principalmente en regiones subtropicales Este tipo de suelo es acompañado en el área de estudio por la subunidad **"e"** que hace alusión al termino **eútrico**, vocablo que proviene del griego *eu*, que significa bueno y *tropos* nutrientes, por lo que podemos entender que es un suelo rico en bases (INEGI, 2004); mientras que el término esquelético hace referencia a suelos que tienen entre el 40 % y el 90 % de gravas u otros fragmentos gruesos hasta una profundidad de un metro.

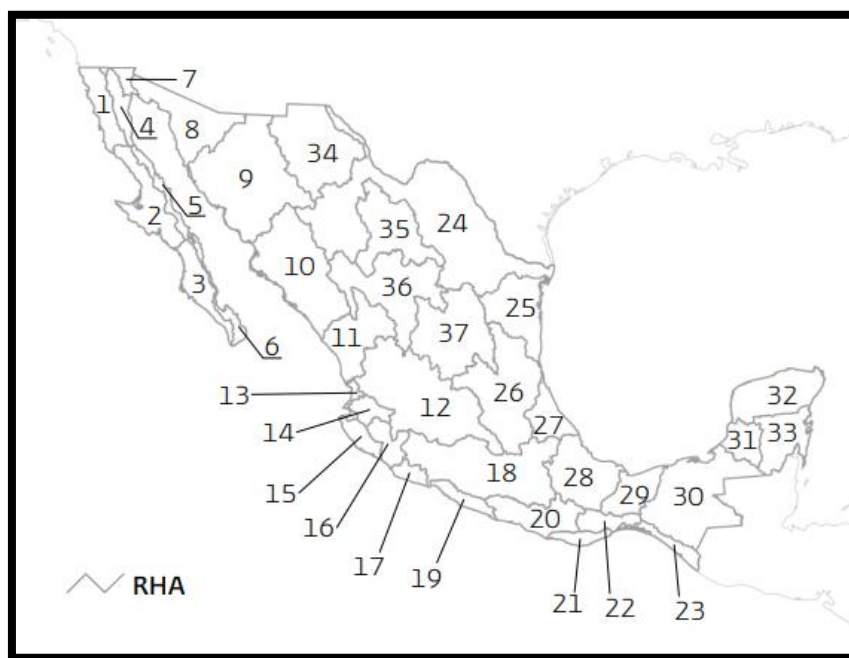
Figura IV. 9 Edafología del sistema ambiental



IV.2.1.4 Hidrología

Las cuencas del país se encuentran organizadas en 37 regiones hidrológicas (**Figura IV.10**) Región Hidrológica No. 21 Costa de Oaxaca Puerto Ángel, asentada en la cuenca B del Río Copalita. Esta cuenca presenta una superficie de captación de 5,098 km², Tonameca con 598 km², Cozoaltepec con 560 km² y Valdeflores con 330 km²; con patrones detríticos, sub-detríticos y sub-parallelos, con corrientes secundarias de tipo perenne e intermitente.

Figura IV. 10 Regiones hidrológicas del país



El área donde se planea desarrollar el proyecto “Villas Zipolite” se ubica dentro de la Región Hidrológica Administrativa (RHA) V Pacífico Sur. De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (2012), anualmente esta Región Hidrológica Administrativa cuenta con 32,824 de hm³ de agua dulce renovable al año, lo que se le denomina disponibilidad natural media, lo que la coloca como la cuarta de la República en términos de disponibilidad natural media. Sin embargo, esta región hidrológica es la que presenta los menores volúmenes concesionados de todas las del país por lo que el grado de presión sobre este recurso en esta RHA es de 18.57% ubicándola dentro del grado de presión baja.

Tabla IV. 7 Agua renovable per cápita, por RHA

RHA	Agua renovable (hm ³ /año)	Población a diciembre de 2009 (Mill. Hab)	Agua renovable per cápita 2009 (m ³ /hab/año)	Escurrimiento natural medio superficial total* (hm ³ /año)	Recarga media total de acuíferos (hm ³ /año)
I Península de Baja California	4 667	3.78	1 234	3 367	1 300
II Noroeste	8 499	2.62	3 250	5 074	3 426
III Pacífico Norte	25 630	3.96	6 473	22 364	3 267
IV Balsas	21 680	10.62	2 040	17 057	4 623
V Pacífico Sur	32 824	4.13	7 952	30 800	2 024
VI Río Bravo	12 163	10.98	1 107	6 857	5 306
VII Cuencas Centrales del Norte	7 898	4.19	1 887	5 506	2 392
VIII Lerma-Santiago-Pacífico	34 533	20.97	1 646	26 431	8 102
IX Golfo Norte	25 564	4.97	5 145	24 227	1 338
X Golfo Centro	95 866	9.65	9 937	91 606	4 260
XI Frontera Sur	157 754	6.62	23 835	139 739	18 015
XII Península de Yucatán	29 645	4.06	7 294	4 330	25 316
XIII Aguas del Valle de México	3 513	21.42	164	1 174 ^b	2 339
Total nacional	460 237	107.97	4 263	378 530	81 707

Más específicamente, el área del proyecto se encuentra en la Región Hidrológica No. 21 (RH-21) Costa de Oaxaca, la cual abarca una extensión de 10, 514 km², ósea el 11% de la superficie del estado, abarcando la zona costa centro de la entidad.

Hidrología Superficial

Con base en la red hidrográfica a una escala 1: 50,000 edición 2.0, Subcuenca hidrográfica D14B28; San Pedro Pochutlá, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) del año 2010, se presentó lo siguiente para las áreas en estudio.

Los principales corrientes de agua en el sistema ambiental son los ríos El Tres y Hipólita (**Plano IV.8**), ambos considerados como arroyos intermitentes, sin embargo no son los únicos, existen Dentro del **área de influencia** no se reconocieron escurrimientos perennes y solo dos escurrimientos intermitentes clasificados con nombre por el INEGI que desembocan en el cuerpo marino de Zipolite.

En el **área del proyecto** no se encontró algún tipo de escurrimiento ya sea perenne o intermitente, sin embargo, aunque en el plano de hidrología superficial basado en la carta topográfica Escala 1:50,000 INEGI, se identifica un escurrimiento intermitentes que bordea el predio, en la visita de campo no se observó la presencia de ningún escurrimiento. Es posible que dicho escurrimiento se haya azolvado en años anteriores o que nunca haya presentado las características establecidas en el Artículo 3 Fracción XI de la Ley de Aguas Nacionales para considerarse un buen nacional. (**Plano IV.9**)

Plano IV. 8 Hidrología superficial del Sistema ambiental



Plano IV. 9 Hidrología superficial del predio donde se desarrollara el proyecto Villas Zipolite



Hidrología subterránea

Para fines prácticos la Ley de Aguas Nacionales en su artículo 3 fracción II define un acuífero como: *“cualquier 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 del subsuelo”*

Aunado a lo anterior el sistema ambiental, área de influencia y la superficie donde se pretende llevar a cabo el proyecto se encuentran dentro del acuífero Colotepec-Tonameca (**Plano IV.10**) A continuación, se hace un análisis puntual del mismo.

El acuífero Colotepec-Tonameca, definido con la clave 2024 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo de Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se ubica en la porción sur del estado de Oaxaca, entre los paralelos 15° 39' y 16° 14' de latitud norte y los meridianos 96° 24' y 97° 52' de longitud oeste; abarca una superficie aproximada de 3, 217 km². El acuífero Colotepec-Tonameca pertenece al Organismo de Cuenca V Pacífico Sur. En el área que cubre el acuífero no rige ningún decreto de veda para la extracción de agua subterránea.

De acuerdo con el censo de aprovechamiento realizado en 2010, existen 277 aprovechamientos, de los cuales 237 son norias y 40 son pozos; de los cuales 267 se encuentran activos y 10 inactivos. Del total de aprovechamientos, 46 se destinan al uso agrícola, 192 para doméstico, 32 para uso Público urbano, 3 para servicios y 4 para usos múltiples. El volumen total de extracción estimado es de 9.9 hm³ anuales; de los cuales 7.8 hm³ (78.8%) se destinan al uso Público urbano, 1.8 hm³ (18.2%) al uso agrícola, 0.2 hm³ (2%) al uso doméstico y 0.1 hm³ (1%) para otros usos, por lo que como se puede ver en la **tabla IV.8** no existe déficit o problema de recarga de acuífero ya que el mismo se encuentra subexplotado.

Tabla IV. 8 Balances del acuífero Santa Colotepe - Tonameca (2024)

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					
ESTADO DE OAXACA							
2024	COLOTEPEC-TONAMECA	61.0	36.4	3.594381	9.9	21.005619	0.000000

Plano IV. 10 Localización del SA, área de influencia y el predio del proyecto



IV.2.2 Medio biótico

México se reconoce como un país de gran riqueza biológica y se encuentra dentro de los siete países megadiversos, esto debido a su alta diversidad biológica que posee en la flora, fauna y paisaje (Flores Villela & Gerez, 1994). Esta biodiversidad se explica por su gran complejidad fisiográfica y por su intrincada historia geológica y climática. Por otra parte en este territorio es donde concurren dos grandes zonas biogeográficas; la llamada Neártica -que es de afinidad nortea-, que contribuye con una gran representación de las especies de las zonas templadas del mundo, y la Neotropical -de afinidad sureña-, que aporta muchos elementos de la zona tropical, provenientes de la Cuenca Amazónica (Sarukhán *et al.*, 2009) (**Figura IV.11**).

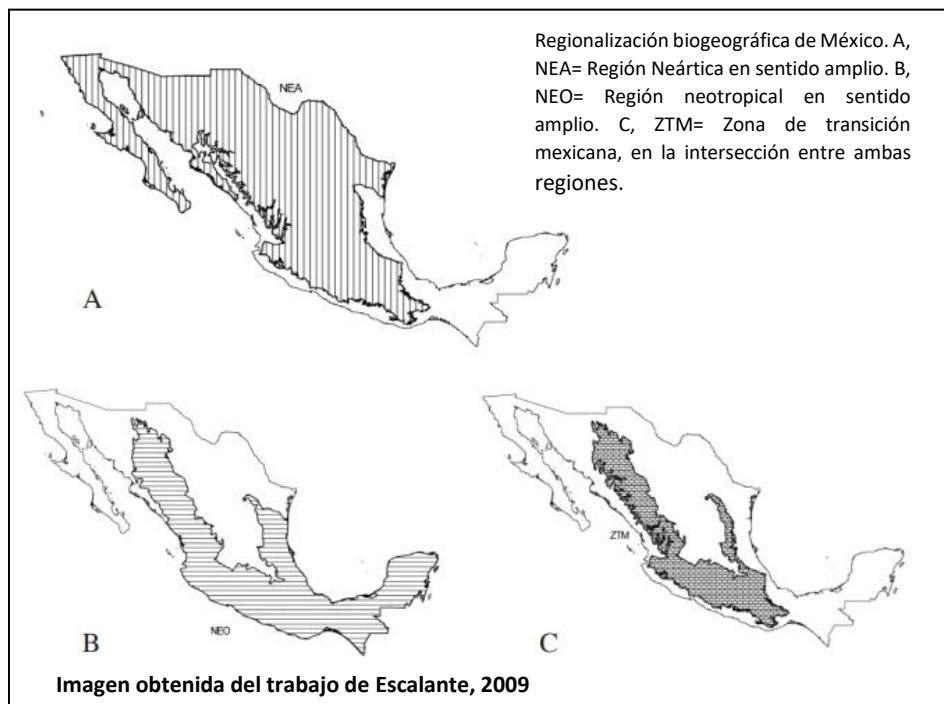
En términos biogeográficos en el territorio nacional se encuentran géneros meridionales, boreales y endémicos (Villela & Gerez, 1994) tanto de flora como de fauna. Los géneros endémicos son más abundantes hacia el medio tropical semiárido y subhúmedo, lo cual revela que dentro del territorio mexicano hay una mayor endemidad a lo largo de la vertiente del Pacífico y sobre el Altiplano (Organista *et al.*, 2001). Aunando a lo anterior, nuestro país se distingue por el alto número y porcentaje de endemismos de plantas con flor. Rzedowski (1992) revela que de cada dos especies de plantas con flor en el país, una de ellas es endémica. La causa de estos endemismos se encuentran en el “aislamiento ecológico” que presentan varias regiones, así como en la gran diversidad fisiográfica, geológica y edáfica del país, lo que significa un sinnúmero de microhábitats tanto para la flora como para la fauna.

Otro factor importante es el clima, gracias a las combinaciones de los vientos Alisios y la oscilación estacional del cinturón subtropical de alta presión, generan un patrón climático tan diverso, que al aplicar cualquier sistema de clasificación climática, casi todos los tipos y subtipos climáticos quedan representados en el país. Estas tendencias climáticas se deforman por la acción del relieve, que genera efectos de sombra lluviosa sobre todas las cordilleras. La acción del clima sobre diferentes substratos ha conformado muy diferentes fisionomías de vegetación (Organista *et al.*, 2001)

En la República Mexicana aparte de todo el sistema biogeográfico y toda su gran biodiversidad ya mencionada, presenta más de 11 000 km de costas y un mar territorial que se estima en 231 813 Km² (INEGI 1983; citado en Sarukhán *et al.*, 2009) pertenecientes al Océano Pacífico, Atlántico y el Mar Caribe. México posee también una extraordinaria diversidad marina; como ningún otro país del

mundo, tiene un mar exclusivo, que es el Golfo de California, de gran diversidad biológica y alta productividad marina (Sarukhán *et al.*, 2009).

Figura IV. 11 Ubicación de la Zona Neártica, Neotropical y de transición en la República Mexicana



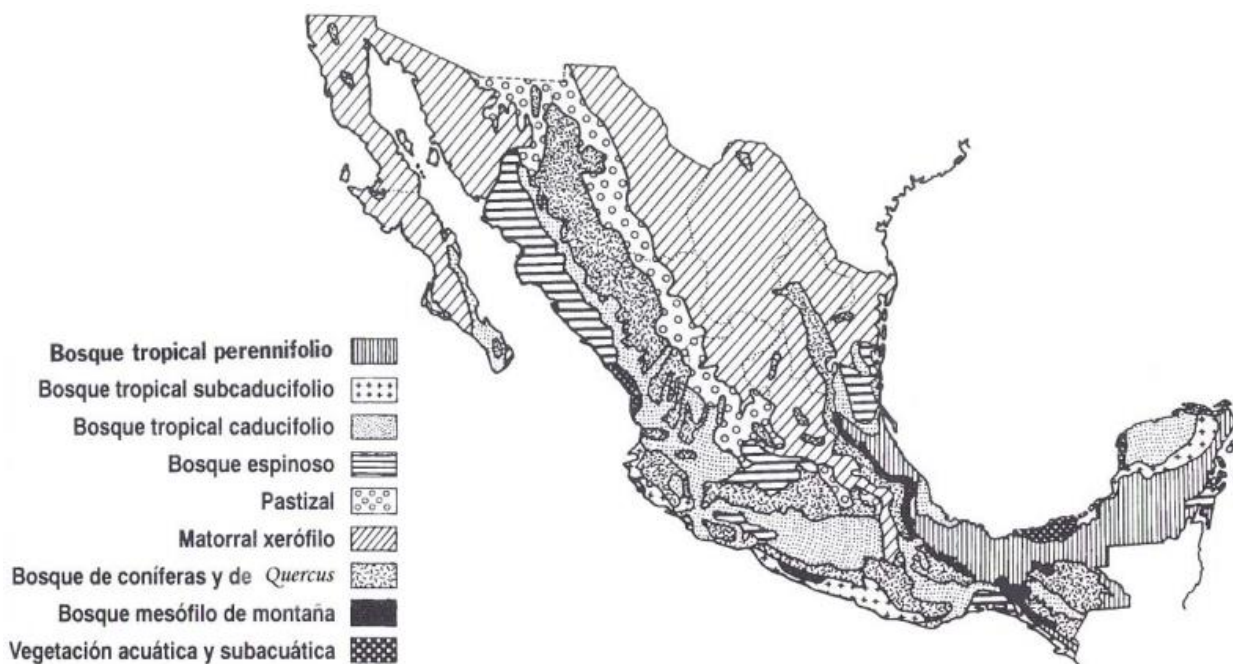
En lo referente a la flora, en México se encuentran casi todos los tipos de vegetación reconocidos en el mundo. Rzedowski, (1978) hace mención que la flora de México no está bien estudiada aún y que hay muchas deficiencias en el conocimiento de muchos grupos que la componen, sin embargo, presenta una flora más basta que algunos países de América Latina. Por esta razón el territorio del país se considera dentro de las zonas florísticamente más ricas del mundo.

El número de especies de plantas se reconoce mundialmente como uno de los más altos y de acuerdo a Villaseñor, (2016) México registra un total de 23,314 especies de plantas vasculares nativas, esto aunado a los endemismos que respresentan la importancia y singularidad de la flora mexicana. En la siguiente tabla se muestran la cobertura nacional de los tipos de vegetación y usos de suelo, como también un mapa ilustrativo de los tipos de vegetación en México según Rzedowski (1978)(Tabla IV.7 y Figura IV.2).

Tabla IV. 9 Cobertura nacional de los tipos de vegetación y uso del suelo (clasificación de vegetación según Rzedowski, 1978)

Tipos de Vegetación	%
Matorral Xerófilo	54.81
Pastizales y Cultivos	26.31
Vegetación Secundaria	11.04
Bosque Tropical Caducifolio	6.96
Bosque de Coníferas	5.65
Bosque Tropical Perennifolio	4.44
Bosques de Quercus	4.29
Ambientes Acuáticos	1.16
Bosque Espinoso	0.91
Otros Tipos de Vegetación	0.82
Vegetación Acuática y Subacuática	0.27
Bosque Mesófilo de Montaña	0.07

Figura IV. 12 Vegetación de México (Rzedowski, 1978)



En cuanto a la fauna, al igual que en la flora, México también es uno de los más ricos del mundo con un registro de 5,476 especies. A continuación, se muestra el número de especies por grupo faunístico (Tabal IV.9).

Tabla IV. 10 Vertebrados de México

Taxa	Descritas de México	Estimadas para México	Endémicos de México	Especies descritas mundialmente
Peces	2,692	2,729	271	27,977
Anfibios	361	371	174	4,780
Reptiles	804	812	368	8,238
Aves	1,150	1,167	125	9,721
Mamíferos	523	600	161	4,381

México en comparación con cada país centroamericano, posee más especies de vertebrados, y sus porcentajes de endemismo son muy elevados con relación a los otros países; entre los vertebrados, los reptiles y los anfibios son los grupos con mayores porcentajes de endemismo, con una proporción de especies de distribución exclusiva en el país de 57 y 65 %, respectivamente. Los

mamíferos (terrestres y marinos) y los peces dulceacuícolas también presentan un alto grado de endemismo, equivalente a 32% en ambos casos (Sarukhán *et al.*, 2009); en los otros países centroamericanos oscilan entre el 0.5 y el 28.4 (**Tabla IV.9**).

La importancia de México destaca, más que por el número total de especies, por los porcentajes de endemismo que hay en el país (Flores Villela & Gerez, 1994).

Tabla IV. 11 Número de vertebrados que se distribuyen en un solo tipo de vegetación específicamente

Tipo de vegetación	Número de especies
Matorral Xerófilo	88
Bosque Mesófilo de Montaña	67
Bosque de Quercus	47
Bosque Tropical Caducifolio	43
Bosque Tropical Perennifolio	43
Bosque de Coníferas	35
Vegetación acuática y subacuática, Bosque Tropical Subcaducifolio, Bosque Espinoso, Pastizales secundarios y agrícolas	Ultimo lugar de especies que solamente se encuentran en estos tipos de vegetación (no presentan datos cuantitativos)
Pastizal y Vegetación Secundaria	No poseen especies restringidas

En lo que se refiere a insectos, el grupo de animales más numeroso, se han descrito de México hasta el presente 47,853 especies, pero se estima que existen cerca de cien mil (Sarukhán *et al.*, 2009).

De esta manera se concluye que México presenta una gran diversidad biológica, reflejada en la enorme diversidad de ecosistemas, así como de procesos ecológicos que son producto de la relación de los organismos entre sí y con su medio ambiente físico. Estos procesos forman la base de importantes servicios ambientales, en particular de provisión, de regulación, culturales y de soporte.

IV.2.2.1 Flora

Vegetación dentro del sistema ambiental

Miranda & Hernández X. (1963) señala que los tipos de vegetación que cubren el multiforme territorio de la República van desde las selvas altas de las regiones muy húmedas del sureste hasta la vegetación de las zonas de desiertos áridos en los estados de Chihuahua, Sonora y Baja California. Debido a esta diversidad de habitats, la flora de México es considerada una de las más ricas y

diversas del mundo. Por su número de especies, ocupa el cuarto lugar a nivel mundial; entre los países continentales ocupa el segundo por el número de especies endémicas (alrededor del 50%), solo por debajo de Sudáfrica (Villaseñor, 2016). A continuación, se muestra una tabla con la distribución taxonómica de la flora vascular nativa de México (**Tabla IV.11**).

Tabla IV. 12 Distribución taxonómica de la flora vascular de México

	Ordenes	Familias	Géneros	Especies
Helechos	14	41	134	1,039
Gimnospermas	5	6	14	149
Angiospermas	54	250	2,706	22,126
	73	297	2,854	23,314

Fuente: (Villaseñor, 2016)

La diversidad biológica es la variedad de seres vivos que existen de manera natural en un territorio, Oaxaca es el estado del territorio mexicano que cuenta con la mayor diversidad, esto debido a que se encuentra situado en la porción meridional de la República Mexicana que cuenta con una alta complejidad orográfica, la influencia de dos océanos y una historia geológica que ha contribuido de manera conjunta para dar como resultado esta vasta diversidad. En la entidad se encuentran casi todos los tipos de vegetación que Rzedowski (1978) reconoce para el país, aunque con características propias tanto de las especies que los componen como de su fisonomía. Existen diversas estimaciones acerca de la riqueza florística de Oaxaca, las cuales varían de 8,000 (Toledo, 1988) a 9,000 especies (Lorence y García-Mendoza, 1989; Rzedowski, 1991).

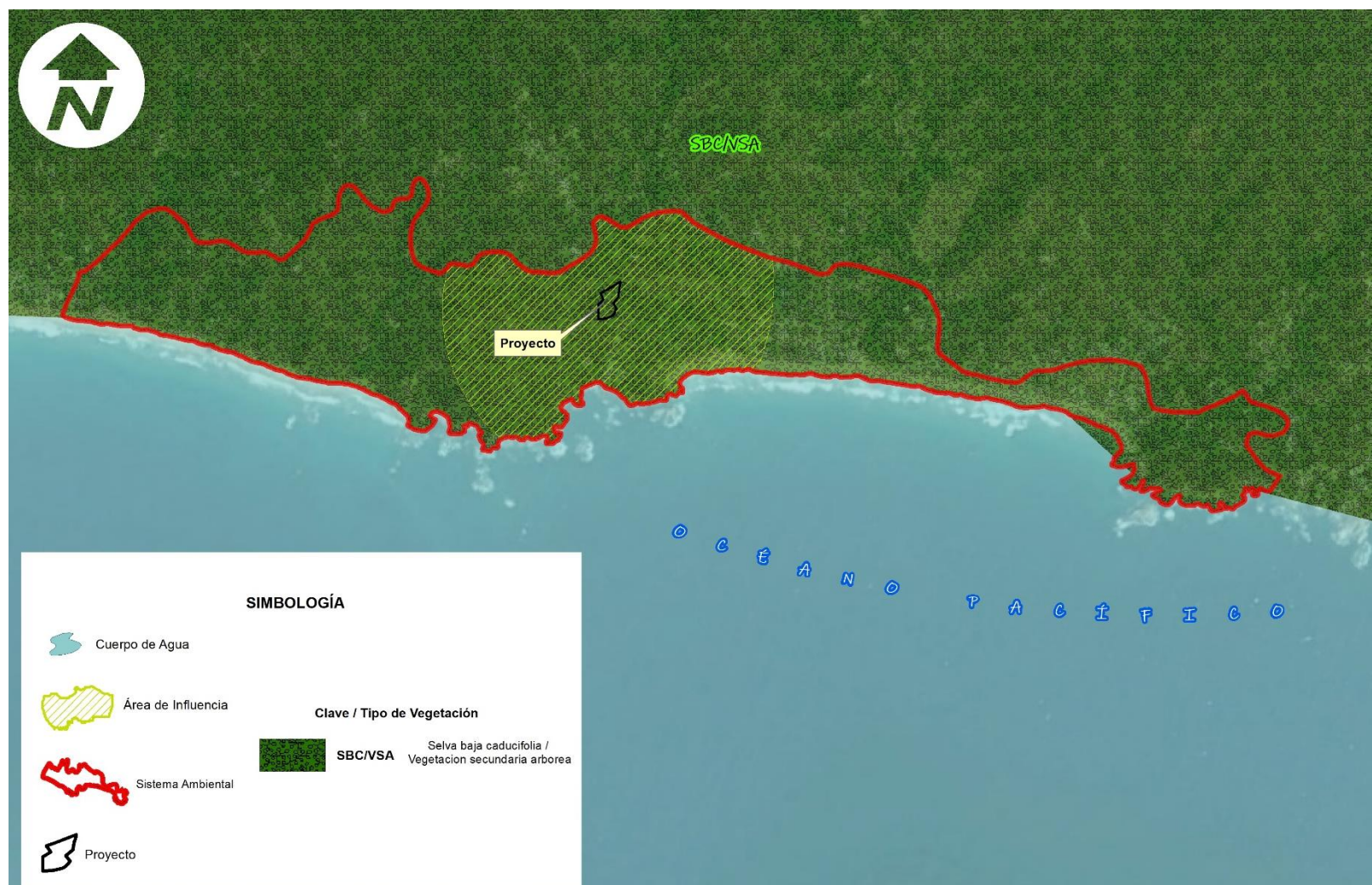
La región costera del pacífico (Donde se enclava el Sistema Ambiental del proyecto) abarca un amplio intervalo altitudinal, que va desde el nivel del mar hasta casi 2,600 m, lo que se traduce en una gran diversidad de tipos de vegetación, desde selvas bajas espinosas caducifolias hasta bosques mesófilos de montaña y bosques templados de pinoencino, pasando por grandes superficies de selvas secas, subhúmedas y húmedas.

De acuerdo con toda la información antes mencionada, a continuación, se hace una breve descripción de los tipos de vegetación dentro del sistema ambiental conformado por fracciones de las Unidades de Gestión Ambiental municipal y estatal previamente mencionadas, con base a la



carta de Uso de Suelo y Vegetación Escala 1: 50,000 Serie II 1984 Clave D14-3. En la siguiente figura se hace una representación grafica de cada tipo de vegetación (**Plano IV.8**).

Plano IV. 11 Uso de suelo y vegetación del SA según la cartografía de INEGI Serie II



Descripción de los tipos de vegetación presentes en el sistema ambiental de acuerdo con INEGI:

Debido a que existe una clasificación muy especializada en la figura anterior se decidió agrupar los tipos de vegetación conforme a lo que señala la Guía para la Interpretación de Cartografía Uso del Suelo y Vegetación del INEGI (2009a).

Vegetación Forestal

De acuerdo a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable con última reforma publicada en el DOF el día 05 de junio de 2018; se define la Vegetación Forestal como *“Es el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales”*.

Selva baja caducifolia

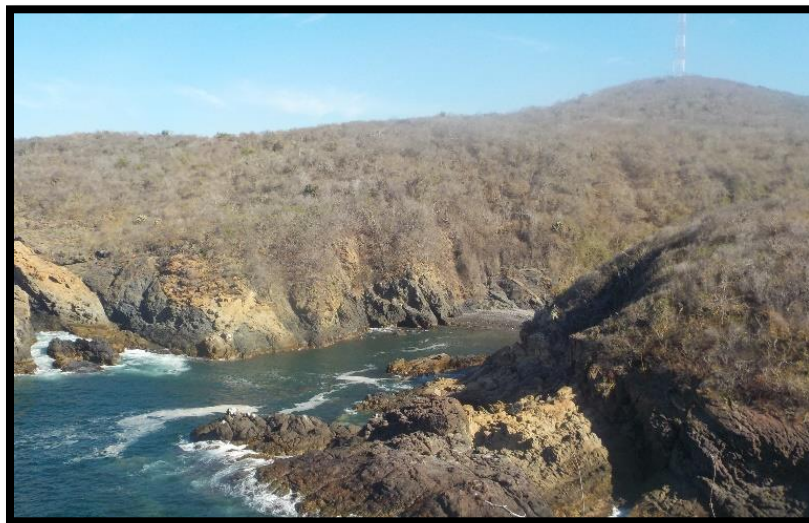
Esta selva constituye el límite térmico e hídrico de los tipos de vegetación de las zonas cálido-húmedas. Se presenta en zonas con promedios de temperatura anuales superiores a 20°C y precipitaciones anuales de 1,200 mm como máximo, con una temporada seca que puede durar hasta 7 u 8 meses y que es muy severa. Estas selvas se presentan desde el nivel del mar hasta unos 1700 msnm.

Las características fisiónomicas principales de estas selvas son las de corta altura de sus componentes arbóreos (normalmente de 4 a 10 m, en raras ocasiones de hasta 15m) y el hecho de que casi todas las especies pierden sus hojas durante un periodo de 5 a 7 meses, lo cual provoca un contraste enorme en la fisonomía de la vegetación entre la temporada seca y lluvias. Esta selva se desarrolla de preferencia en terrenos de ladera, pedregosos, con suelos bastante someros, arenosos o arcillosos con un fuerte drenaje superficial.

La selva baja caducifolia también conocida como bosque tropical caducifolio, ocupa extensiones considerables en la vertiente del pacífico, sobre todo en la cuenca del río Balsas y en las laderas de la Sierra Madre Occidental desde Colima hasta Sonora, donde se presenta en los intrincados cañones de la sierra y se extiende desde Baja California hasta Chiapas. Las especies que son característicos en

el veriente del pacífico son; *Bursera simaruba* (chaka',palo mulato); *Acacia farnesiana*, *Pithecellobium dulce* (Guamuchil), *Randia armata* (crucecita), entre otras especies (**Figura IV.13**).

Figura IV. 13 Selva baja caducifolia en temporada seca



Descripción de los Usos de Suelo y Vegetación Actual del sistema ambiental

Se prosiguió a realizar una nueva clasificación de los usos de suelo y vegetación actual debido a que los datos vectoriales del INEGI que se utilizaron para el análisis de los usos de suelo y tipos de vegetación son del año 1984.

Para la nueva clasificación se efectuó una metodología de fotointerpretación, que consiste básicamente en identificar los diferentes objetos que aparecen en una fotografía aérea. Para este caso se utilizaron las imágenes aéreas que ofrece Google Earth Pro y posteriormente se procesaron en el programa ArcGIS de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la elaboración del plano cartográfico.

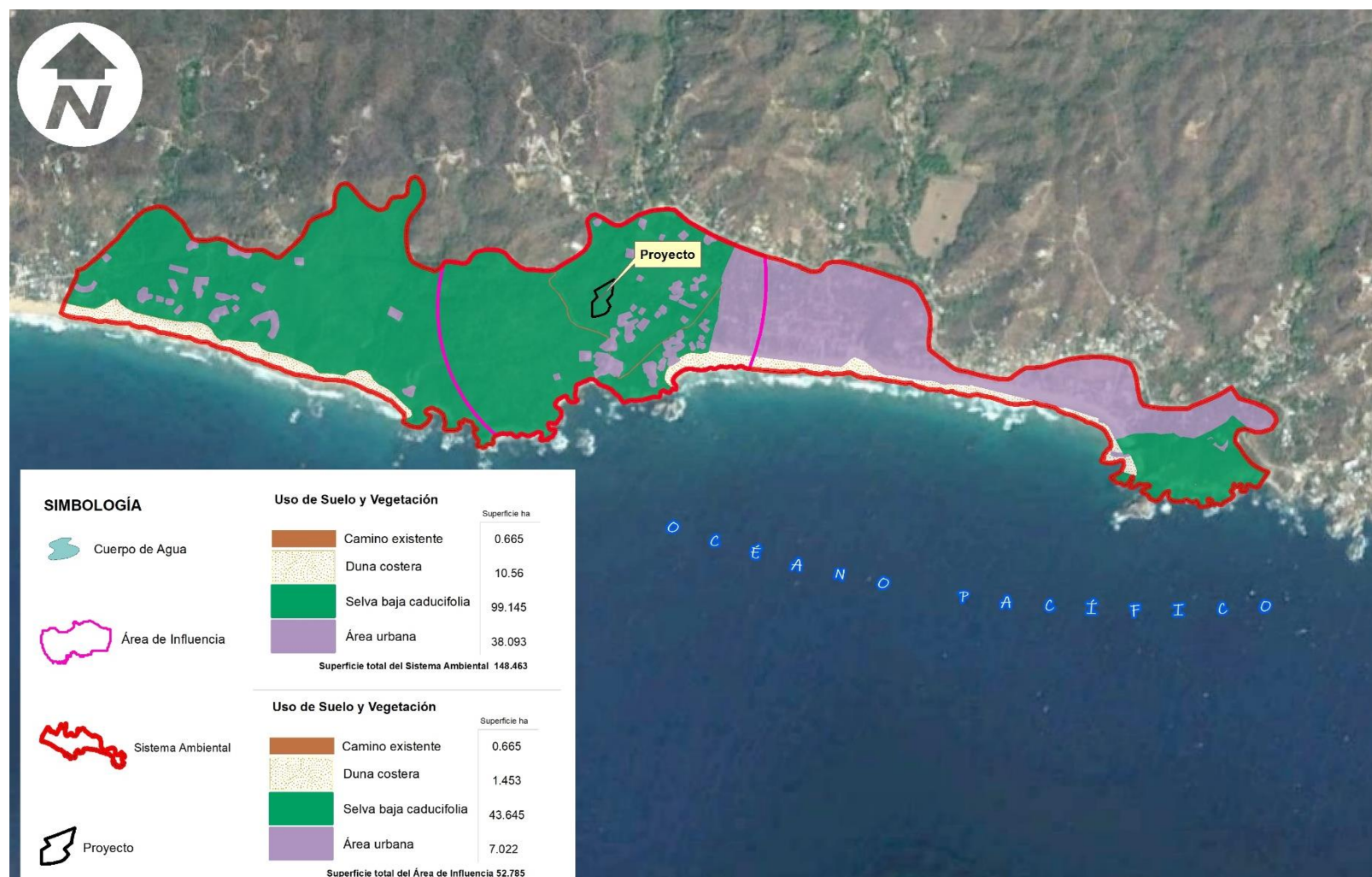
Las categorías que se utilizaron para la agrupación de usos de suelo y vegetación determinados para el área de estudio corresponden a selva baja caducifolia, duna costera, camino existente y área urbana.

Dentro del plano cartográfico elaborado se identificó que los terrenos conformados por selva baja caducifolia predominan dentro del sistema ambiental con un porcentaje de 66%, seguido del área



urbana que representa el 25 % de la superficie total, la duna costera y los caminos existentes representan la menor superficie del sistema A continuación, en el mapa cartográfico siguiente (**Plano IV.9**) se presenta lo antes mencionado.

Plano IV. 12 Uso de Suelo y Vegetación Actual en el sistema ambiental



Vegetación y uso de suelo actual del proyecto

Con la finalidad de ordenar y hacer una clasificación actual de los tipos de vegetación presentes en la propiedad donde se pretende desarrollar el proyecto “Villas Zipolite”, se llevaron a cabo tres actividades principales que ayudaron a la estructuración de la vegetación y uso de suelo actual.

1. La clasificación del uso de suelo y vegetación actual del sitio del proyecto, mediante la fotointerpretación de imágenes satelitales y la identificación de las especies vegetales.
2. Muestreos simples aleatorios en el sitio del proyecto para realizar análisis de diversidad e importancia biológica de las especies.
3. Determinación de las especies en base a los muestreos realizados para la elaboración de un listado florístico.

A continuación, se describe cada una de las actividades que se realizaron con su respectiva metodología y resultados obtenidos.

1. Clasificación de uso de suelo y vegetación del proyecto

El reconocimiento del uso de suelo y vegetación de los sitios, se realizó a partir de los recorridos realizados, y con ayuda de la fotointerpretación; esta metodología tiene como objetivo identificar, estudiar o analizar información extraída mediante la descripción de un diseño con aplicaciones visuales y digitales. En otras palabras la fotointerpretación es, básicamente, identificar los diferentes objetos que aparecen en una fotografía aérea.

Biodiversidad de flora

En México, el bosque tropical caducifolio cubre grandes extensiones de tierra y aporta aproximadamente el 31% de la superficie boscosa del país (Rzedwoski, 1978). Su distribución va desde el sur de Sonora y el suroeste de Chihuahua hasta Chiapas, penetrando hacia el interior por la vertiente del Río Balsas y hacia la Depresión Central de Chiapas, a través del Istmo de Tehuantepec. En tanto que en la vertiente del Atlántico se presenta en la región comprendida al sur de Tamaulipas, sureste de San Luis Potosí, centro y norte de Veracruz; norte de la península de Yucatán y en una fracción de Campeche. También está presente en el extremo sur de Baja California (Rzedwoski, 1978). La flora de este tipo de bosque es muy diversa y en conjunto con el bosque tropical subcaducifolio y bosque espinoso se estima que comprenden el 20% de la flora mexicana.

El bosque tropical caducifolio presenta un alto porcentaje de endemismos, aproximadamente el 40% de las especies vegetales tienen esta condición (Rzedowski, 1991b). Aunado a lo anterior, este bosque presenta un alto recambio de especies de una zona a otra a lo largo de su distribución en nuestro país (Trejo, 2005). Realice

Por otra parte tenemos que los ecosistemas arenosos costeros constan básicamente de geofomas conocidas como dunas costeras, médano, arenales o depósitos eólicos de arena, ligados a la playa (Goldsmith, 1989). Las playas y dunas son estructuras geomorfológicas con o sin vegetación. Las Dunas se distribuyen principalmente en la parte trasera de la mayoría de las playas de arena, donde llega la marea más alta y se encuentran en casi todas las costas arenosas del país. Las comunidades vegetales en las dunas son consideradas halófitos, es decir con vegetación que viven en suelos con altos contenido de sales solubles. Tiene una distribución heterogénea a lo largo de la costa, ya que hay localidades que se encuentran dominadas por especies herbáceas, otras por matorral arbustivo. La mayoría de las especies de plantas de las dunas costeras son de hábito postrado.

De acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente con última reforma publicada en el DOF el día 24-01-2017; la Biodiversidad se define como *“La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas”*

Para generar el conocimiento de las especies de fora del sitio de estudio se llevo a cabo lo siguiente:

Metodología de los muestreos para la determinación de la biodiversidad en el sistema ambiental

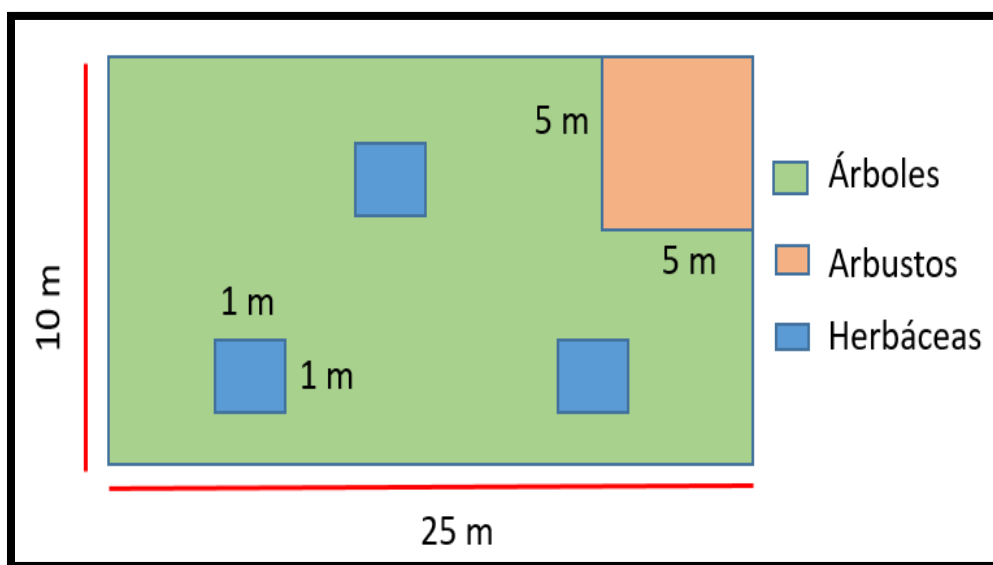
Con el fin de realizar un reconocimiento de la vegetación dentro del sistema ambiental fue posible implementar el **Muestreo Aleatorio Simple**. Este tipo de muestreo se emplea en aquellos casos en que se dispone de poca información precisa acerca de las características de la población a medirse (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

Una vez que fue determinada el tipo de muestreo, se prosiguió a salir a campo para la toma de datos de la vegetación mediante 15 muestreos donde se hizo la caracterización de la vegetación clasificándola por estratos. Con los resultados obtenidos se realizaron estimaciones para conocer la diversidad del sistema ambiental.

Método de muestreo

El método de muestreo corresponde a una modificación del método propuesto originalmente por Whittaker (1972). Este método se basa en transectos anidados, lineales de 50 m x 2 m. Para el caso del presente estudio se modificó a transectos anidados lineales de 25 m X 10 m con el fin de que los muestreos sean más precisos y se puedan registrar los tres estratos que normalmente se encuentran en una comunidad vegetal. Ya que el sistema ambiental esta en su mayoría, compuesto por Selva Baja Caducifolia se registraron los tres estratos. A continuación, se muestra gráficamente el método de muestreo utilizado para el sistema ambiental (**Figura IV.14**).

Figura IV. 14 Representación gráfica del método de muestreo empleado en el sistema ambiental



Para cada sitio de muestreo se registraron las características ambientales, así como el tipo de vegetación y su correspondiente georreferencia mediante el uso de un GPS. A continuación, se describen las características de los sitios de muestreo de acuerdo al estrato muestreado, así como las variables que fueron medidas dentro de cada uno:

Árboles: Las muestras establecidas dentro de este estrato fueron de 250 m² a partir de transectos lineales de 25 m x 10 m. Las variables a determinar para cada individuo arbóreo que se encontrara dentro del sitio de muestreo fueron; el DAP (Diámetro a la Altura del Pecho = 1.30m) en cm que se encuentra establecido en el manual de Medición Forestal de la Universidad de Guadalajara (2009);

la altura total en metros, y; la especie a la que corresponde de acuerdo con la clasificación taxonómica que se encuentra vigente.

Solo se incluyen los árboles que tengan un diámetro a la altura del pecho mayor a 7.5 cm (De acuerdo a los parámetros que establece el Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales para la realización de Inventario Nacional Forestal).

Arbustos: Las muestras distribuidas dentro de este estrato fueron establecidas a su vez dentro de los sitios de muestreo de los árboles, lo que las convirtió en sitios anidados. Los sitios fueron de 5 m por 5 m en dos replicas. Las variables a determinar para cada individuo arbustivo que se encontrara dentro del sitio fueron; la altura en m; su cobertura, es decir el largo por ancho que cubre su follaje (o copa) en m; y la especie a la que corresponde de acuerdo con la clasificación taxonómica que se encuentra vigente.

Herbáceas: Las muestras distribuidas dentro de estrato fueron establecidas dentro de los sitios de muestreo de los árboles, lo que los convierte en sitios anidados. Los sitios tienen una dimensión de 1 m², tiene la forma de un cuadro y miden 1 m de largo por 1 m de ancho en 3 réplicas. Las variables a determinar en la toma de datos para este estrato fueron; las especies encontradas dentro del sitio de acuerdo con la clasificación taxonómica que se encuentra vigente; el porcentaje de cobertura de cada especie que le corresponde dentro del sitio de muestreo (1m²=100%) y; el número de individuos que corresponden a cada especie.

Definición del Esfuerzo de Muestreo

El diseño de muestreo, se definió, especificando tanto el tipo de información por coleccionar, así como el esfuerzo de muestreo necesario para representar con precisión y eficiencia al sitio en cuestión. El muestreo se entiende como un proceso inductivo que se basa en la realización de inferencias, tomando como base el estudio de una parte de la población (muestra), en donde la inferencia hacia la población se realiza siempre bajo cierto nivel de probabilidad.

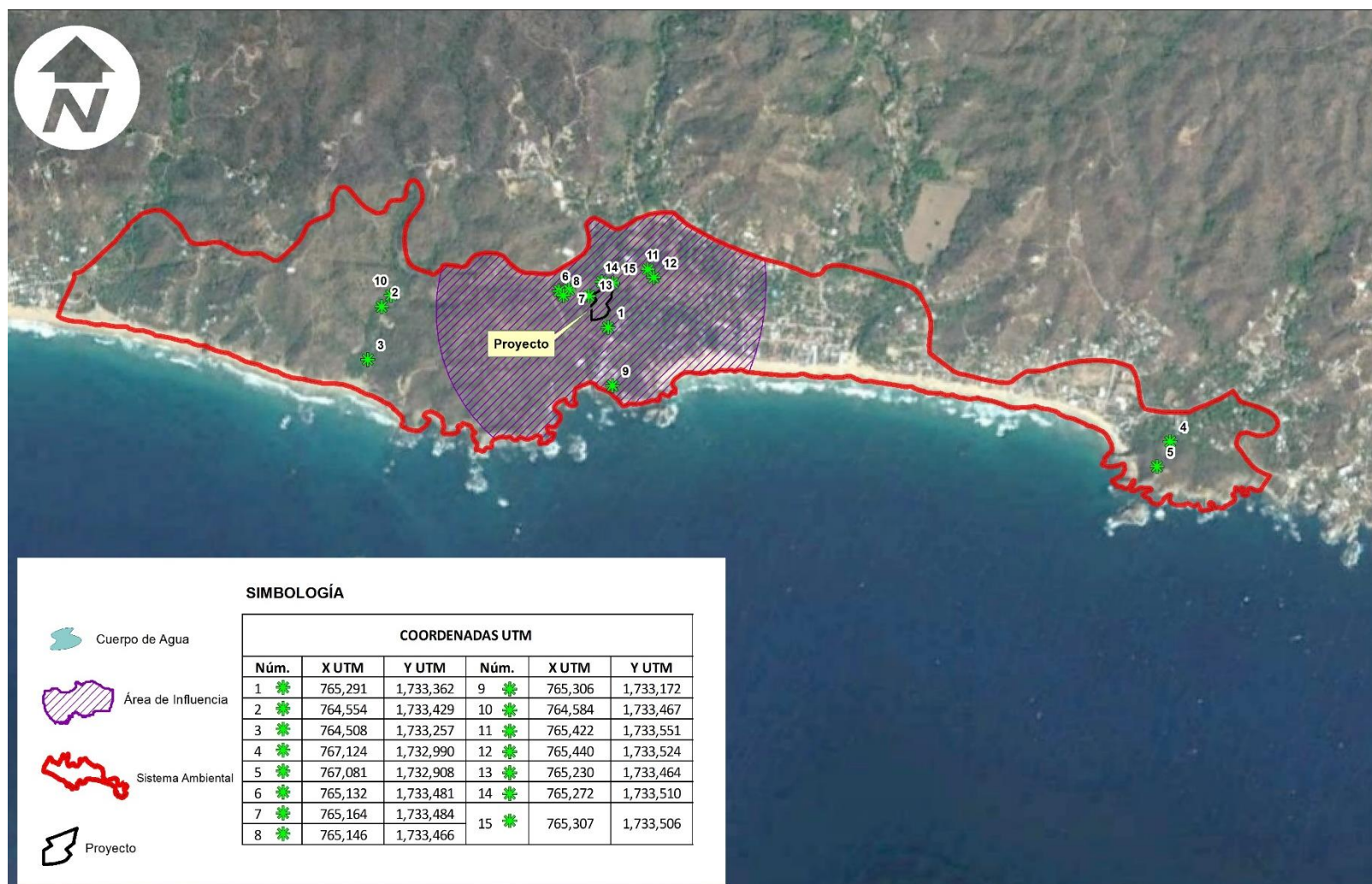
El muestreo se caracteriza porque la elección de los elementos es completamente aleatoria y su objetivo es la caracterización de las poblaciones a través de la estimación de sus parámetros.

En la tabla siguiente se presenta cada uno de los puntos de muestreo con sus respectivas coordenadas en formato UTM

Tabla IV. 13 Coordenadas de los sitios de muestreo

Núm.	XUTM	YUTM
1	765291	1733362
2	764554	1733429
3	764508	1733257
4	767124	1732990
5	767081	1732908
6	765132	1733481
7	765164	1733484
8	765146	1733466
9	765306	1733172
10	764584	1733467
11	765422	1733551
12	765440	1733524
13	765230	1733464
14	765272	1733510
15	765307	1733506

Plano IV. 13 Sitios de muestreo en el sistema ambiental



La vegetación muestreada dentro del sistema ambiental conforme a lo que se observó e identifico, corresponde a Selva Baja Caducifolia (SBC), por ende, para llevar a cabo una comparativa de diversidad este y el predio resultó necesario realizar muestreos en el mismo tipo de vegetación, factor que no ocasiono problema pues el predio esta en su totalidad compuesto por este tipo de vegetación.

Los muestreos se efectuaron en la Selva Baja Caducifolia, este tipo de vegetación es propio de regiones con clima cálido y dominado por especies arborecente que pierden sus hojas en la época seca del año durante lapsos variables (Rzedowski, 1978).

Con el fin de tener un listado florístico del sistema ambiental, a continuación, se muestra la tabla de las especies que se registraron en los muestreos. El listado incluye la familia a la que pertenece la planta, el nombre científico de la especie, si se encuentra protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y finalmente la forma biológica la cuales son: Herbácea representada con una (H), arbustivo (Ar) y Arbóreo (A).

Como resultado se obtuvo un total de 56 especies dentro del sistema ambiental, las cuales se encuentran repartidas en 32 familias, de las cuales 29 son de hábito arbóreo (A), 10 de hábito arbustivo (Ar) y 17 de hábito herbáceo. Dentro del listado elaborado no se detectaron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (**Tabla IV.13**).

Tabla IV. 14 Listado de vegetación para el sistema ambiental

Familia	Especie	FB	NOM
Acanthaceae	Aphelandra scabra (Vahl) Sm.	Ar	
Acanthaceae	Blechum pyramidatum (Lam.) Urb.	H	
Achatocarpaceae	Achatocarpus gracilis H. Walter	Ar	
Anacardiaceae	Amphipterygium adstringens (Schltdl.) Standl.	A	
Anacardiaceae	Mangifera indica L.	A	
Annonaceae	Annona squamosa L.	A	
Apocynaceae	Rauvolfia tetraphylla L.	Ar	
Bignoniaceae	Crescentia cujete L.	A	
Bixaceae	Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng.	A	
Boraginaceae	Ehretia tinifolia L.	A	
Bromeliaceae	Bromelia palmeri Mez	Ar	

Familia	Especie	FB	NOM
Burseraceae	Bursera excelsa (Kunth) Engl.	A	
Burseraceae	Bursera instabilis McVaugh & Rzed.	A	
Cactaceae	Acanthocereus occidentalis Britton & Rose	Ar	
Capparaceae	Crateva tapia L.	A	
Caricaceae	Jacaratia mexicana A. DC.	A	
Cleomaceae	Polanisia viscosa (L.) DC.	H	
Commelinaceae	Commelina diffusa Burm. f.	H	
Convolvulaceae	Ipomoea meyeri (Spreng.) G. Don	H	
Cucurbitaceae	Cyclanthera multifoliola Cogn.	H	
Euphorbiaceae	Acalypha alopeuroidea Jacq.	H	
Euphorbiaceae	Croton suberosus Kunth	Ar	
Euphorbiaceae	Jatropha sympetala S.F. Blake & Standl.	A	
Fabaceae	Acacia macracantha Humb. & Bonpl. ex Willd.	A	
Fabaceae	Acacia hindsii Benth.	A	
Fabaceae	Albizia occidentalis Brandegee	A	
Fabaceae	Crotalaria pumila Ortega	H	
Fabaceae	Delonix regia (Bojer ex Hook.) Raf.	A	
Fabaceae	Desmanthus virgatus (L.) Willd.	Ar	
Fabaceae	Desmodium hookerianum D. Dietr.	H	
Fabaceae	Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.	A	
Fabaceae	Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit	A	
Fabaceae	Mimosa acantholoba (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Poir.	Ar	
Fabaceae	Pithecellobium lanceolatum (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Benth.	A	
Fabaceae	Rhynchosia minima (L.) DC.	H	
Fabaceae	Senna pallida (Vahl) H.S. Irwin & Barneby	Ar	
Fabaceae	Stylosanthes humilis Kunth	H	
Hernandiaceae	Gyrocarpus jatrophifolius Domin	A	
Loaseaceae	Mentzelia aspera L.	H	
Malpighiaceae	Byrsonima crassifolia (L.) Kunth	A	
Malvaceae	Guazuma ulmifolia Lam.	A	
Malvaceae	Heliocarpus pallidus Rose	A	
Malvaceae	Hibiscus tiliaceus L.	A	
Malvaceae	Malvaviscus arboreus Cav.	Ar	
Meliaceae	Melia azedarach L.	A	
Moraceae	Ficus cotinifolia Kunth	A	
Poaceae	Bouteloua chondrosioides (Kunth) Benth. ex S. Watson	H	
Poaceae	Chloris barbata Sw.	H	

Familia	Especie	FB	NOM
Poaceae	Eragrostis ciliaris (L.) R. Br.	H	
Polygonaceae	Coccoloba liebmannii Lindau	A	
Primulaceae	Jacquinia macrocarpa Cav.	A	
Rubiaceae	Diodia teres Walter	H	
Rutaceae	Esenbeckia berlandieri Baill.	A	
Salicaceae	Xylosma intermedia (Seem.) Triana & Planch.	A	
Sapindaceae	Cardiospermum halicacabum L.	H	
Talinaceae	Talinum triangulare (Jacq.) Willd.	H	

Análisis de Diversidad

Índice de Shannon-Wiener

Este Índice se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por S clases de símbolos discretos cuyas probabilidades de ocurrencia son $p_1, \dots, p_S$) y es probablemente el de empleo más frecuente en ecología de comunidades.

También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos. Por lo tanto, $H=0$ cuando la muestra contenga solo una especie, y, H será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos n_i , es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa. La forma en la que se calculó este índice fue:

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i * \log(p_i)$$

En Donde:

H= Índice de Shannon y Wiener

Σ=sumatoria

Log= logaritmo base 10

p_i = n_i / N

N=Número total de individuos para todas las especies

S= Número de especies

En muchos casos no es posible contar e identificar a cada uno de los individuos de una comunidad o población. En estas instancias se hace necesario tomar una muestra al azar de individuos de todas las poblaciones de las especies presentes. Bajo esta circunstancia, la función de la teoría de Shannon-Weaver (1949) es la medida correcta de diversidad. Es uno de los índices más simples y de uso más común, mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo dado, elegido al azar de la comunidad.

Índice de Equidad de Pielou

El índice de equidad de Pielou (J') mide la proporción de la diversidad observada con relación a la diversidad máxima esperada. Su valor varía entre 0 y 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 2004). Se utilizó la siguiente fórmula:

$$J' = \frac{H}{\text{Log}}(s)$$

En Donde:

H= Índice de Shannon y Wiener

Log= logaritmo base 10

S= Número de especies

El análisis de diversidad y equidad se realizó con el apoyo del programa Microsoft Excel.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en cada uno de los índices que se calcularon para cada uno de los estratos dentro del Selva Baja Caducifolia.

Resultados

El análisis de diversidad se realizó para los tres estratos de la comunidad forestal, sin embargo y debido a que el estrato herbáceo y arbustivo son muy poco abundantes en este tipo de vegetación se considera que los resultados con mayor peso son para el estrato arbóreo ya que tiene una mayor abundancia y cobertura de especies (**Tabla IV.14, Tabla IV.15, Tabla IV.16**).

Árboles del sistema ambiental

A continuación, se presentan los análisis elaborados para el estrato arbóreo en una tabla en la que incluye las especies, la abundancia proporcional de cada especie, el índice de Shannon para cada especie como el total, la riqueza de las especies, y el índice de equidad de Pielou.

Tabla IV. 15 Análisis de diversidad de Shannon y Pielou para el estrato arbustivo

Especie	Abundancia proporcional	Shannon (H')	Riqueza (S)	Pielou (J')
<i>Acacia hindsii</i>	0.0032	0.0080	29	0.753545
<i>Acacia macracantha</i>	0.0128	0.0243		
<i>Albizia occidentalis</i>	0.1058	0.1032		
<i>Amphipterygium adstringens</i>	0.0705	0.0812		
<i>Annona squamosa</i>	0.0032	0.0080		
<i>Bursera excelsa</i>	0.0353	0.0512		
<i>Bursera instabilis</i>	0.0288	0.0444		
<i>Byrsonima crassifolia</i>	0.0128	0.0243		
<i>Coccoloba liebmannii</i>	0.0096	0.0194		
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	0.0256	0.0408		
<i>Crateva tapia</i>	0.0096	0.0194		
<i>Crescentia cujete</i>	0.0032	0.0080		
<i>Delonix regia</i>	0.0032	0.0080		
<i>Ehretia tinifolia</i>	0.0513	0.0662		
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0.0032	0.0080		
<i>Esenbeckia berlandieri</i>	0.0256	0.0408		
<i>Ficus cotinifolia</i>	0.0192	0.0330		
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.1955	0.1386		
<i>Gyrocarpus jatrophiifolius</i>	0.0064	0.0141		
<i>Heliocarpus pallidus</i>	0.2564	0.1516		
<i>Hibiscus tiliaceus</i>	0.0032	0.0080		
<i>Jacaratia mexicana</i>	0.0192	0.0330		
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	0.0288	0.0444		
<i>Jatropha sympetala</i>	0.0192	0.0330		
<i>Leucaena leucocephala</i>	0.0224	0.0370		
<i>Mangifera indica</i>	0.0032	0.0080		
<i>Melia azedarach</i>	0.0032	0.0080		
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	0.0128	0.0243		
<i>Xylosma intermedium</i>	0.0064	0.0141		
	1	1.1020		

Para el estrato arbóreo se obtuvo un registro de 312 individuos incluidos en 29 especies, los cuales obtuvieron un valor para el índice de Shannon de **1.1020**, el cual indica una contribución buena a la diversidad de la comunidad forestal. En comparación a los demás estratos el estrato arboreo es el que menos contribuye a la diversidad de especies dentro del sistema ambiental, pero el que mas riqueza aporta al mismo. En el análisis del índice de Pielou se tuvo un valor de **0.753**, este número nos permite inferir que las especies arbóreas tienden a una distribución relativamente homogénea dentro del área de estudio.

Arbustos del sistema ambiental

Dentro del estrato arbustivo se hizo un registro de 33 individuos, representados en 18 especies. Cabe mencionar que el registro de la forma de vida se hizo *in situ* esto quiere decir que algunas especies se pueden repetir con los demás estratos debido a que algunas especies se encontraron en las tres formas biológicas.

Tabla IV. 16 Análisis de diversidad de Shannon y Pielou para el estrato arbustivo

Especie	Abundancia proporcional	Shannon (H')	Riqueza (S)	Pielou (J')
<i>Acacia hindsii</i>	0.1515	0.1242	18	0.93803684
<i>Acanthocereus occidentalis</i>	0.0303	0.0460		
<i>Achatocarpus gracilis</i>	0.0303	0.0460		
<i>Albizia occidentalis</i>	0.0909	0.0947		
<i>Amphipterygium adstringens</i>	0.0303	0.0460		
<i>Aphelandra scabra</i>	0.0303	0.0460		
<i>Bromelia palmeri</i>	0.0303	0.0460		
<i>Bursera instabilis</i>	0.0303	0.0460		
<i>Coccoloba liebmannii</i>	0.0303	0.0460		
<i>Croton suberosus</i>	0.0909	0.0947		
<i>Desmanthus virgatus</i>	0.0303	0.0460		
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.0909	0.0947		
<i>Heliocarpus pallidus</i>	0.0303	0.0460		
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	0.0909	0.0947		
<i>Malvaviscus arboreus</i>	0.0909	0.0947		
<i>Mimosa acantholoba</i>	0.0303	0.0460		
<i>Rauvolfia tetraphylla</i>	0.0606	0.0738		
<i>Senna pallida</i>	0.0303	0.0460		

Especie	Abundancia proporcional	Shannon (H')	Riqueza (S)	Pielou (J')
	1.000	1.177		

Para el índice de Shannon se obtuvo un valor de **1.177** este número al igual que el estrato arbóreo representa una contribución alta hacia la diversidad de las especies dentro del sistema ambiental, siendo el estrato que mas contribuye a la diversidad. En el índice de Pielou se obtuvo **0.938**, representa que las especies dentro del estrato arbustivo tienen una tendencia a una misma abundancia dentro de los sitios muestreados.

Herbáceas del sistema ambiental

En el estrato herbáceo se registraron un total de 147 individuos, incluidos en 17 especies de las cuales, para el índice de Shannon tuvieron un valor total de **1.158** indicando una alta aportación a la diversidad del sistema ambiental muestreada. Cabe mencionar que este estrato es el que presento un valor de Shannon menor en comparación a los demás, sin embargo, para el índice de Pielou presento el valor más alto **0.94** el cual infiere que este estrato tiene una tendencia a la homogeneidad; esto quiero decir que todas las especies registradas tienden a una misma abundancia dentro del sistema ambiental.

Tabla IV. 17 Análisis de diversidad de Shannon y Pielou para el estrato herbáceo

Especie	Abundancia proporcional	Shannon (H')	Riqueza (S)	Pielou (J')
<i>Acalypha alopecuroidea</i>	0.0612	0.0743	17	0.9411562
<i>Blechum pyramidatum</i>	0.0204	0.0345		
<i>Bouteloua chondrosioides</i>	0.0680	0.0794		
<i>Cardiospermum halicacabum</i>	0.0408	0.0567		
<i>Chloris barbata</i>	0.0340	0.0499		
<i>Commelina diffusa</i>	0.0884	0.0932		
<i>Crotalaria pumila</i>	0.0272	0.0426		
<i>Cyclanthera multifoliola</i>	0.1156	0.1083		
<i>Desmodium hookerianum</i>	0.0408	0.0567		
<i>Diodia teres</i>	0.0340	0.0499		
<i>Eragrostis ciliaris</i>	0.0816	0.0888		

<i>Ipomoea meyeri</i>	0.0816	0.0888		
<i>Mentzelia aspera</i>	0.0340	0.0499		
<i>Polanisia viscosa</i>	0.0816	0.0888		
<i>Rhynchosia minima</i>	0.0340	0.0499		
<i>Stylosanthes humilis</i>	0.0136	0.0254		
<i>Talinum triangulare</i>	0.1429	0.1207		
	1.0000	1.1580		

Análisis del valor de Importancia biológica de las especies

Se obtuvo el Índice del Valor de Importancia Biológica (VIB) para las especies de los distintos estratos. Este índice se emplea para el análisis de los parámetros ecológicos ya que es un buen descriptor de la importancia de las especies en el área de muestreo y a la que esta representa. A continuación, se presentan las variables que derivan en la estimación del índice antes mencionado.

Se calculó el valor de importancia de cada especie, el cual es la medida de la importancia total de una especie en una comunidad. Cabe señalar, que el “valor de importancia” es un parámetro cuantitativo que se basa en la dominancia por la supremacía numérica y la ocupación del suelo de una especie en particular. Sin embargo, no considera el hecho de que existen especies “clave” que influyen en la estructura de la comunidad de manera no proporcional a su cantidad. De acuerdo con Smith & Smith, (2007) las especies clave son aquellas que funcionan de un modo singular y significativo según sus interacciones. Los efectos que producen en la comunidad son desproporcionados con respecto a su abundancia numérica. Su desaparición origina modificaciones considerables en la estructura de la comunidad y por lo común da como resultado una pérdida de diversidad significativa. Su papel dentro de la comunidad puede ser el de crear o modificar hábitats o influir en las interacciones entre otras especies.

Existen diferentes formas para calcular el valor de importancia, sin embargo, para el análisis se decidió utilizar a la cobertura (m²) como medida de abundancia (dominancia relativa). Esta medida presenta la ventaja de reducir la incertidumbre y posibles complicaciones (sobre todo en el estrato herbáceo y arbustivo) al momento de diferenciar entre un individuo y otro. Además, reduce el “ruido” generado por aquellas especies con un número elevado de individuos, pero que, al ser

pequeñas, pudieran presentar valores altos de dominancia cuando en realidad contribuyen muy poco en la biomasa total de la comunidad.

La fórmula empleada fue:

$$\text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia relativa} + \text{Dominancia relativa} = \text{VIB}$$

En donde:

Densidad relativa = 100%

Frecuencia relativa = 100%

Dominancia relativa = 100%

Valor de Importancia Biológica = VIB= 300%

A cada especie le corresponde un valor (fracción) del Valor de Importancia, donde si se suman todos los valores de todas las especies se obtendrá como resultado un 300%.

Densidad relativa = El porcentaje de individuos que le corresponde a cada especie de la totalidad de individuos que se encuentran muestreados.

Frecuencia relativa = El porcentaje de apariciones que tiene una especie dentro de la totalidad de sitios muestreados (aquí el número de individuos que aparece por sitio es irrelevante y solo se registra si aparece o no la especie).

Dominancia relativa = El porcentaje de cobertura que corresponde a cada especie respecto a la cobertura total de todas las especies. Esta variable es definida como el área basal de cada especie

Con ayuda del software Microsoft Excel 2010®, se calculó el área basal (AB) que según el Artículo 2 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable es la suma de las secciones transversales de los árboles en una superficie determinada, medida a partir del diámetro del tronco a una altura de 1.30 metros sobre el suelo, expresada en metros cuadrados; utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Área basal} = (0.7854 * ((\text{DAP}/100)^2))$$

En donde:

DAP = Diámetro a la altura del pecho (cm)

0.7854 = Constante que permite derivar el diámetro en el área de un círculo

Resultados de la estimación del VIB en el Sistema Ambiental

En las siguientes tablas se presentan los resultados obtenidos en cuanto al Índice del Valor de Importancia biológica de cada especie dentro de cada uno de los estratos (arbóreo, arbustivo y herbáceo) que fueron analizados en el sistema ambiental (**Tabla IV.15, Tabla IV.16, Tabla IV.17**).

Estrato arbóreo el sistema ambiental

Tabla IV. 18 Índice del valor de importancia biológica para las especies del estrato arbóreo

Especie	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Cobertura relativa	VIBr
<i>Acacia hindsii</i>	0.3205	0.870	0.088	0.426
<i>Acacia macracantha</i>	1.2821	1.739	0.291	1.104
<i>Albizia occidentalis</i>	10.5769	8.696	5.933	8.402
<i>Amphipterygium adstringens</i>	7.0513	3.478	9.498	6.676
<i>Annona squamosa</i>	0.3205	0.870	0.471	0.554
<i>Bursera excelsa</i>	3.5256	2.609	1.676	2.603
<i>Bursera instabilis</i>	2.8846	3.478	2.128	2.830
<i>Byrsonima crassifolia</i>	1.2821	2.609	0.540	1.477
<i>Coccoloba liebmannii</i>	0.9615	2.609	0.556	1.375
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	2.5641	4.348	1.683	2.865
<i>Crateva tapia</i>	0.9615	1.739	1.228	1.309
<i>Crescentia cujete</i>	0.3205	0.870	0.794	0.661
<i>Delonix regia</i>	0.3205	0.870	0.353	0.514
<i>Ehretia tinifolia</i>	5.1282	9.565	3.212	5.969
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0.3205	0.870	4.636	1.942
<i>Esenbeckia berlandieri</i>	2.5641	5.217	1.291	3.024
<i>Ficus cotinifolia</i>	1.9231	3.478	1.242	2.215
<i>Guazuma ulmifolia</i>	19.5513	9.565	28.915	19.344
<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i>	0.6410	1.739	1.909	1.430
<i>Heliocarpus pallidus</i>	25.6410	12.174	18.888	18.901
<i>Hibiscus tiliaceus</i>	0.3205	0.870	0.324	0.505
<i>Jacaratia mexicana</i>	1.9231	4.348	4.206	3.492

<i>Jacquinia macrocarpa</i>	2.8846	5.217	3.631	3.911
<i>Jatropha sympetala</i>	1.9231	3.478	0.934	2.112
<i>Leucaena leucocephala</i>	2.2436	5.217	2.833	3.431
<i>Mangifera indica</i>	0.3205	0.870	0.885	0.692
<i>Melia azedarach</i>	0.3205	0.870	0.708	0.633
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	1.2821	0.870	0.748	0.967
<i>Xylosma intermedium</i>	0.6410	0.870	0.400	0.637
	100.0000	100.000	100.000	100.000

Figura IV. 15 Índices de Densidad, Frecuencia y Cobertura relativa del estrato arbóreo del sistema ambiental

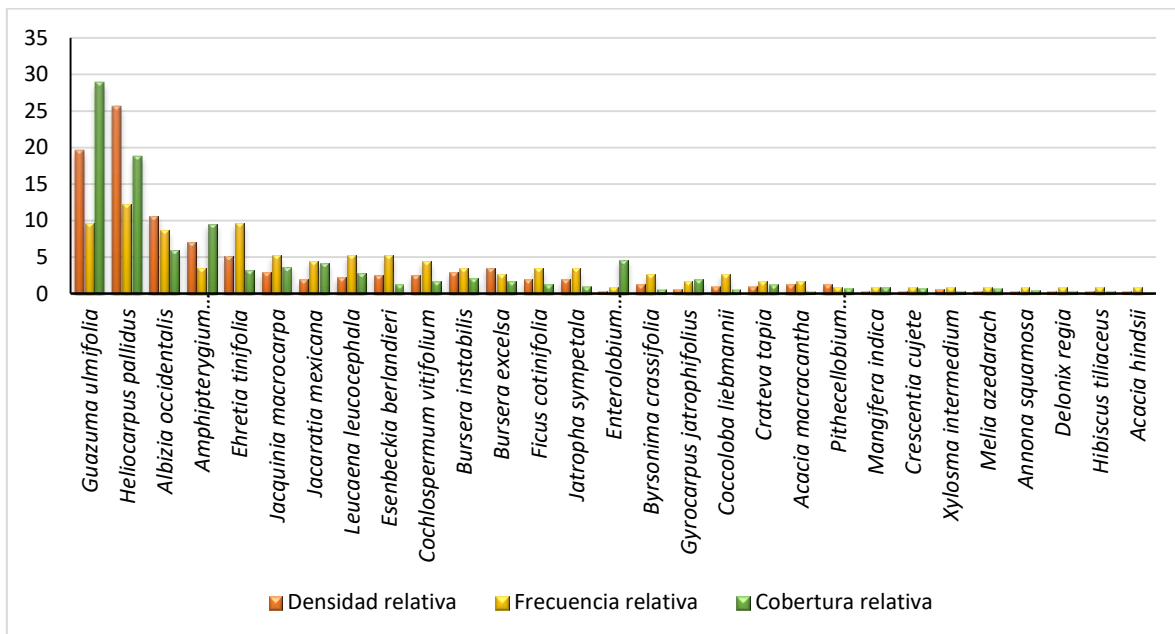
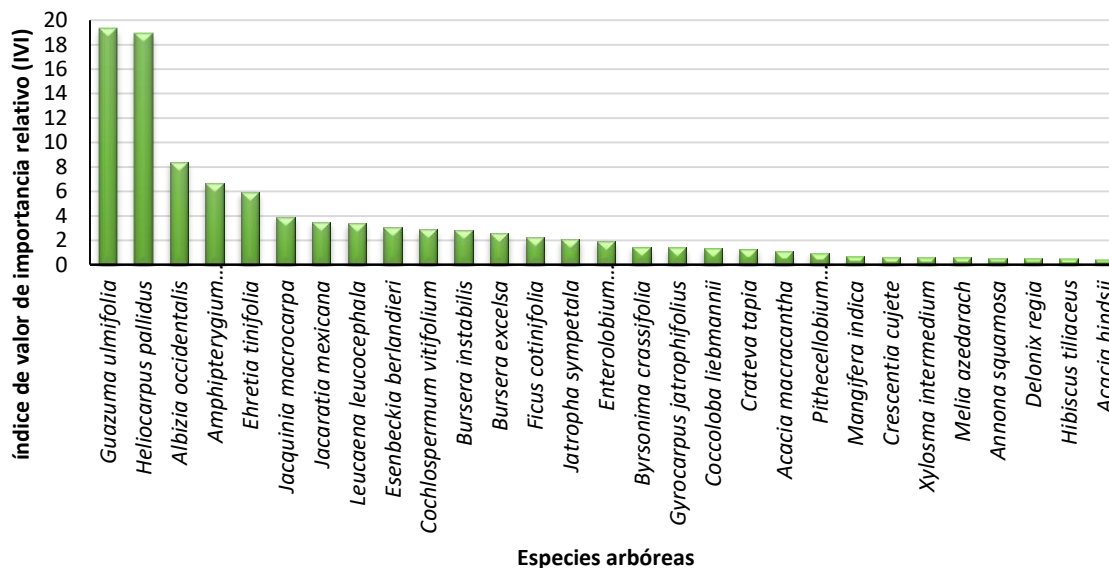


Figura IV. 16 Índice del valor de importancia para las especies del estrato arbóreo en el Sistema Ambiental



Con los datos obtenidos del índice de valor de importancia biológica, se obtuvo como resultado para el estrato arbóreo que, las especies que más contribuyen a la comunidad forestal son *Guazuma ulmifolia* con 19.34% y *Heliocarpus pallidus* con 18.90%, este resultado está influido directamente por la densidad y la cobertura, sin embargo, no se pueden despreciar las demás especies ya que también contribuyen con un porcentaje importante a la comunidad forestal del sistema ambiental. Por otra parte, tenemos que las especies *Hibiscus tiliaceus* y *Acacia hindsii* son las que menos contribuyen con 0.50 % y 0.42% respectivamente (Figura IV.18 y IV.19).

Estrato arbustivo en el sistema ambiental

Tabla IV. 19 Índice del valor de importancia para las especies del estrato arbustivo en el sistema ambiental

Especie	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Cobertura relativa	VIBr
<i>Acacia hindsii</i>	15.152	14.815	8.800	12.922
<i>Acanthocereus occidentalis</i>	3.030	3.704	5.503	4.079
<i>Achatocarpus gracilis</i>	3.030	3.704	2.397	3.044
<i>Albizia occidentalis</i>	9.091	11.111	23.262	14.488
<i>Amphipterygium adstringens</i>	3.030	3.704	4.658	3.797
<i>Aphelandra scabra</i>	3.030	3.704	0.317	2.350

<i>Bromelia palmeri</i>	3.030	3.704	5.725	4.153
<i>Bursera instabilis</i>	3.030	3.704	0.971	2.568
<i>Coccoloba liebmannii</i>	3.030	3.704	3.883	3.539
<i>Croton suberosus</i>	9.091	3.704	5.503	6.099
<i>Desmanthus virgatus</i>	3.030	3.704	0.266	2.333
<i>Guazuma ulmifolia</i>	9.091	3.704	0.971	4.588
<i>Heliocarpus pallidus</i>	3.030	3.704	15.164	7.299
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	9.091	11.111	14.468	11.557
<i>Malvaviscus arboreus</i>	9.091	7.407	4.341	6.946
<i>Mimosa acantholoba</i>	3.030	3.704	0.713	2.482
<i>Rauvolfia tetraphylla</i>	6.061	7.407	2.346	5.271
<i>Senna pallida</i>	3.030	3.704	0.713	2.482
	100.000	100.000	100.000	100.000

Figura IV. 17 Índices de Densidad, Frecuencia y Cobertura relativa del estrato arbustivo del Sistema Ambiental

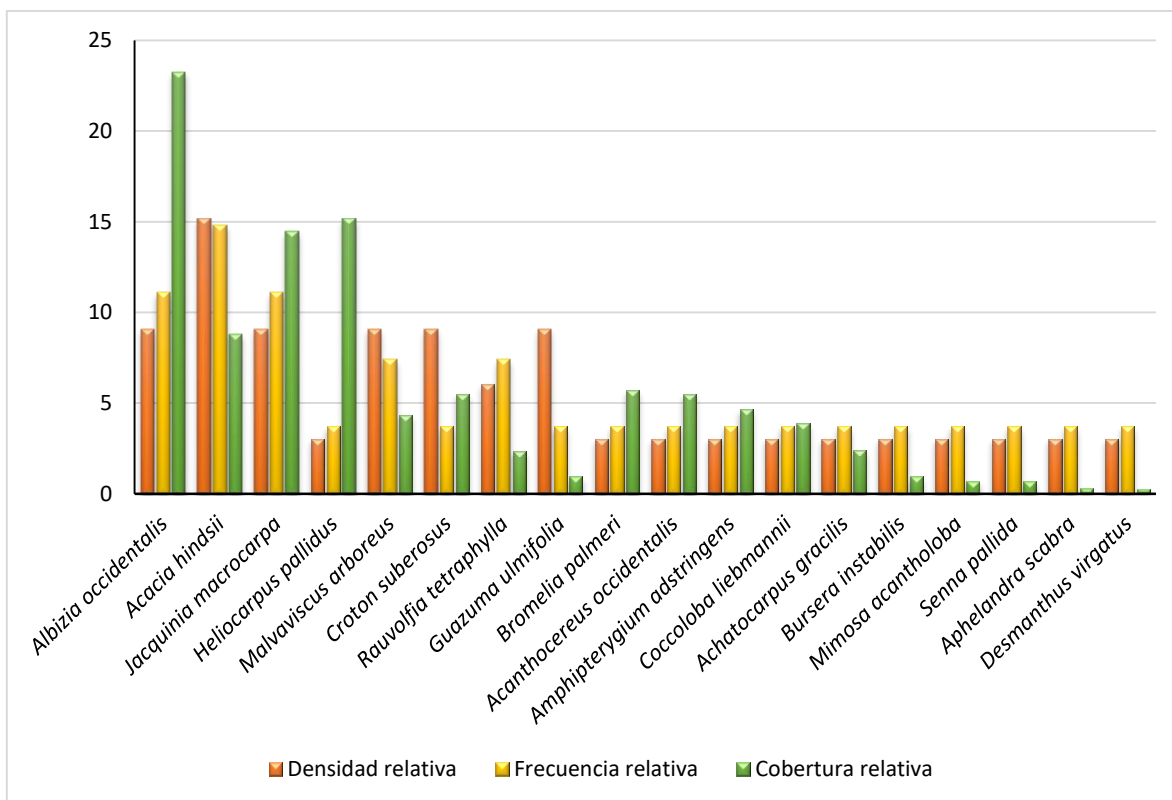
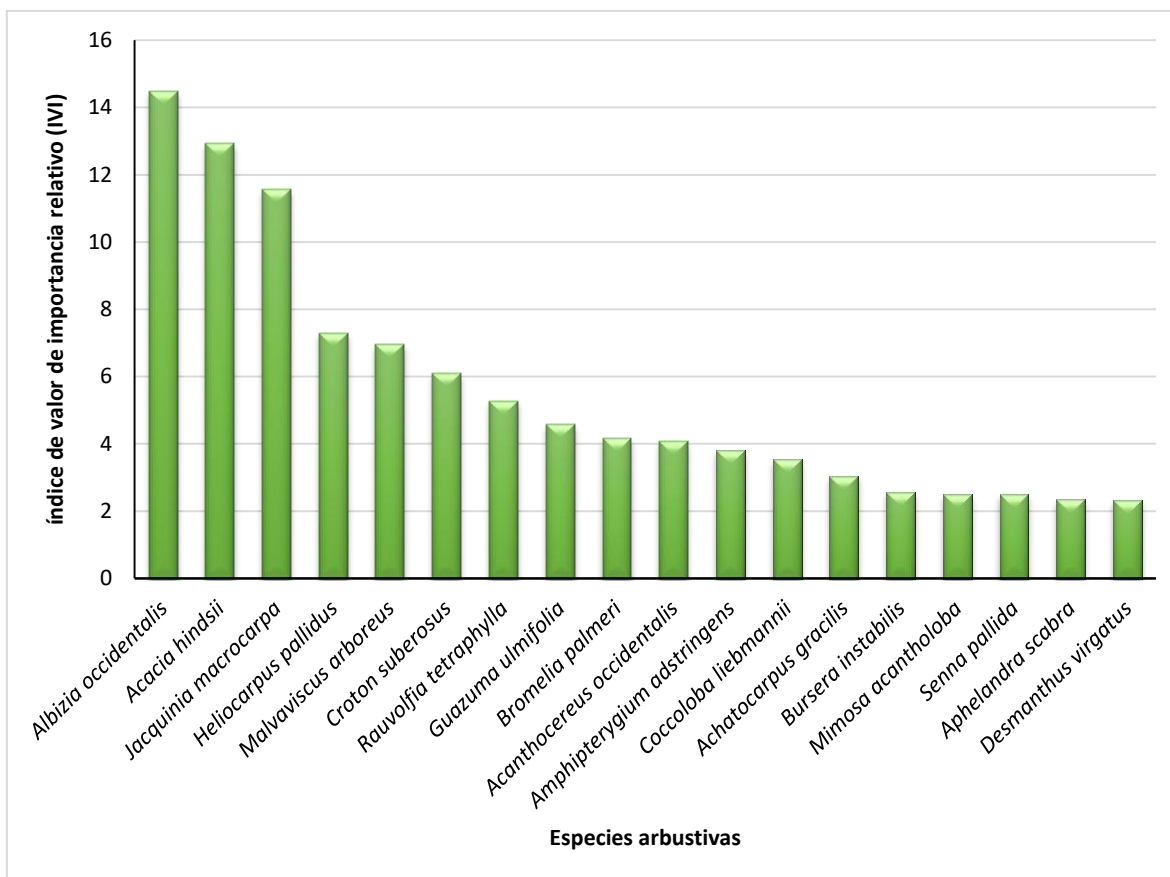


Figura IV. 18 Índice del valor de importancia para las especies del estrato arbustivo en el sistema ambiental



En el estrato arbustivo, la especie que más importancia biológica obtuvo fue *Albizia occidentalis* con el 14.48%, este resultado está completamente ligado a la cobertura ya que al compararlo con *Acacia hindsii* presenta una menor frecuencia y densidad. *Albizia occidentalis* se considera como un elemento importante de la vegetación de selva baja caducifolia del sistema. No obstante, no se discriminan los porcentajes de las demás especies ya que tienen una contribución importante al estrato.

Por otro lado, tenemos que *Bursera instabilis* a *Desmanthus virgatus* son las especies con menor importancia ya que presentaron porcentajes de 0.2 a 0.05% (Figura IV.17 y Figura IV.18).

Estrato herbáceo en el sistema ambiental

Tabla IV. 20 Índice del valor de importancia para las especies del estrato herbáceo del SA

Espece	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	VIBr
<i>Acalypha alopecuroides</i>	6.12244898	3.921568627	5.454545455	5.16618769
<i>Blechum pyramidatum</i>	2.040816327	5.882352941	4.090909091	4.00469279
<i>Bouteloua chondrosioides</i>	6.802721088	5.882352941	4.545454545	5.74350953
<i>Cardiospermum halicacabum</i>	4.081632653	5.882352941	15.45454545	8.47284368
<i>Chloris barbata</i>	3.401360544	1.960784314	2.727272727	2.69647253
<i>Commelina diffusa</i>	8.843537415	15.68627451	8.636363636	11.0553919
<i>Crotalaria pumila</i>	2.721088435	3.921568627	2.272727273	2.97179478
<i>Cyclanthera multifoliola</i>	11.56462585	11.76470588	18.18181818	13.83705
<i>Desmodium hookerianum</i>	4.081632653	1.960784314	0.909090909	2.31716929
<i>Diodia teres</i>	3.401360544	1.960784314	1.363636364	2.24192707
<i>Eragrostis ciliaris</i>	8.163265306	5.882352941	5.454545455	6.50005457
<i>Ipomoea meyeri</i>	8.163265306	9.803921569	13.18181818	10.3830017
<i>Mentzelia aspera</i>	3.401360544	1.960784314	1.363636364	2.24192707
<i>Polanisia viscosa</i>	8.163265306	3.921568627	3.636363636	5.24039919
<i>Rhynchosia minima</i>	3.401360544	1.960784314	0.909090909	2.09041192
<i>Stylosanthes humilis</i>	1.360544218	3.921568627	1.818181818	2.36676489
<i>Talinum triangulare</i>	14.28571429	13.7254902	10	12.6704015
	100	100	100	100

Figura IV. 19 Índices de Densidad, Frecuencia y Cobertura relativa del estrato herbáceo del sistema ambiental

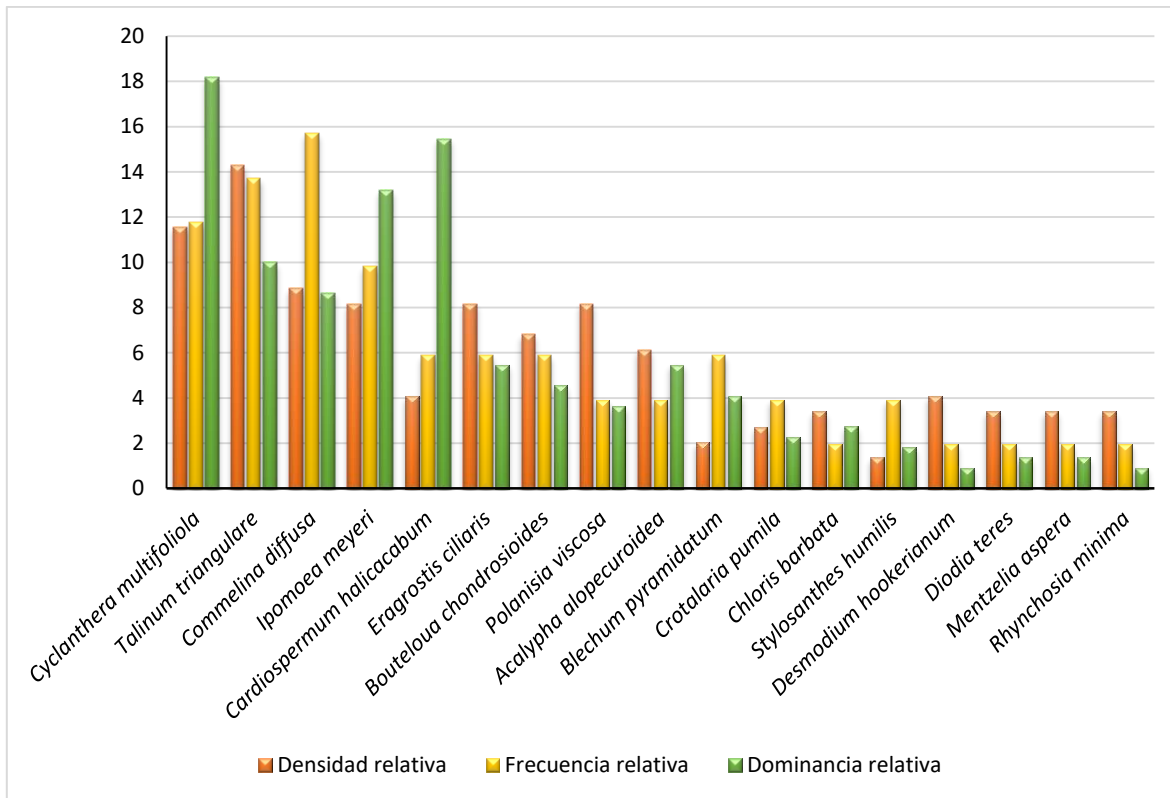
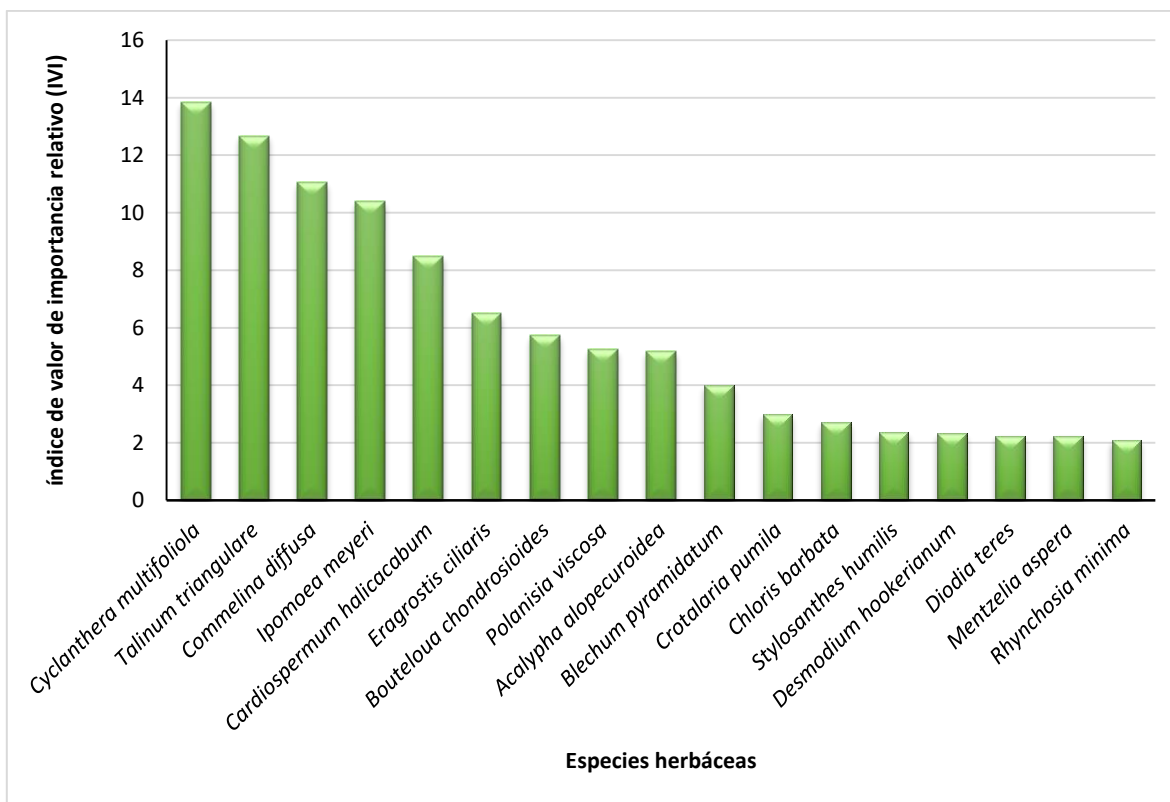


Figura IV. 20 Índice del valor de importancia para las especies del estrato herbáceo del sistema ambiental

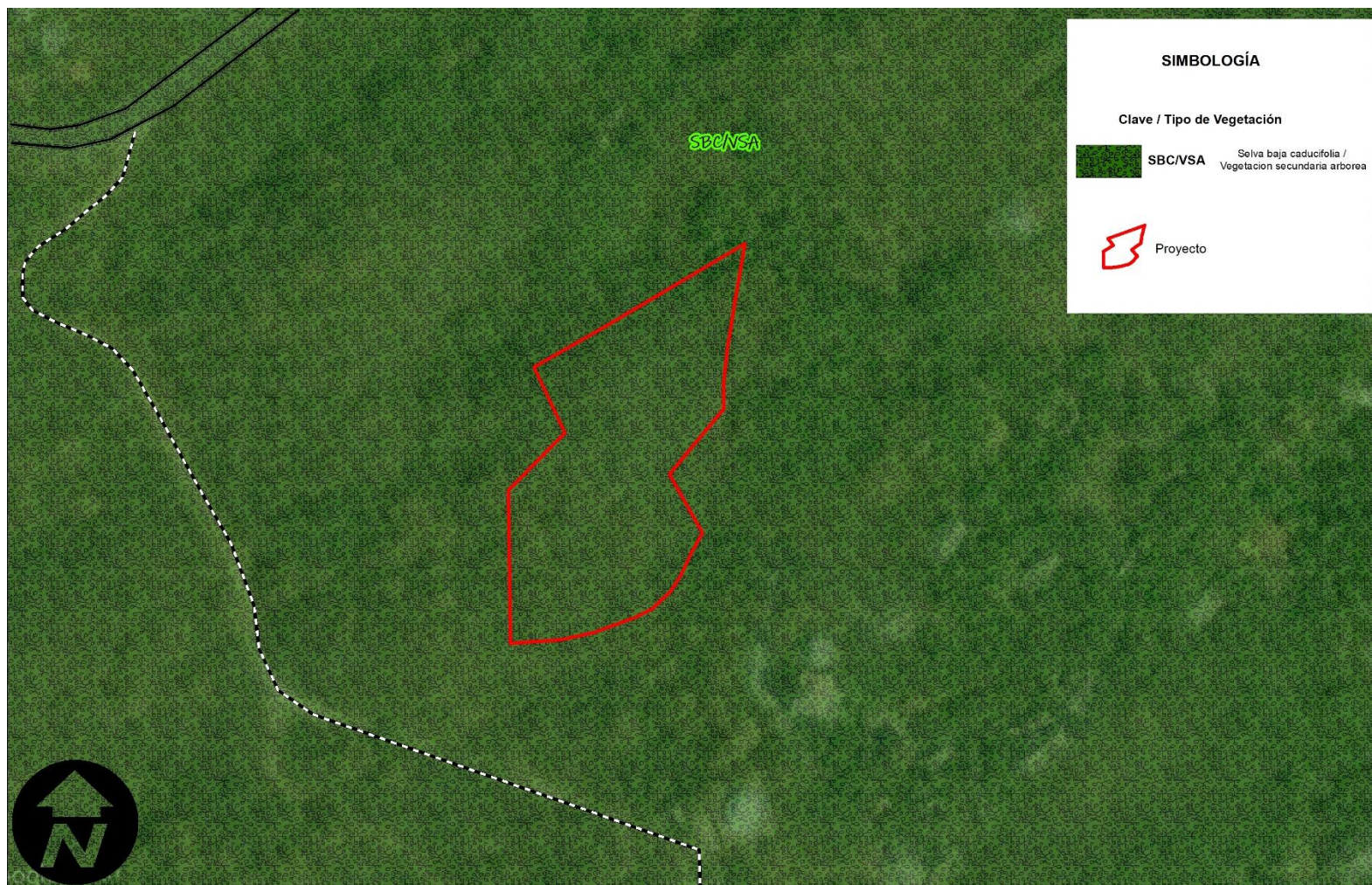


Vegetación del predio

El reconocimiento de la vegetación y el uso de suelo actual dentro de la superficie en donde se emplazará el proyecto “Villas Zipolite”, se realizó, con base a los recorridos realizados dentro del predio y la fotointerpretación la cual es una metodología que tiene como objetivo identificar, estudiar o analizar información extraída mediante la descripción de un diseño con aplicaciones visuales y digitales. En otras palabras, la fotointerpretación es, básicamente, identificar los diferentes objetos que aparecen en una fotografía aérea.

De acuerdo al conjunto de datos vectoriales de la carta de usos de suelo y vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, escala 1: 50,000, INEGI Serie VI, dentro del área propuesta para el desarrollo del proyecto “Villas Zipolite”, se un exclusivo uso de suelo y vegetación en la totalidad del predio; Vegetación de Selva Baja caducifolia (**Plano IV.11**)

Plano IV. 14 Uso de suelo y vegetación del predio acorde a INEGI



Con base en lo antes mencionado, dentro del predio se identifico un tipo exclusivo de uso de suelo y vegetación correspondiente a **Vegetación de Selva Baja Caducifolia**

Figura IV. 21 Vegetación en el predio 1) temporada seca y 2) temporada de lluvias



Muestreos de vegetación realizados dentro del área del proyecto

Con la finalidad de realizar un reconocimiento de la vegetación del área de estudio se realizaron muestreos simples aleatorios. Este tipo de muestreo se emplea en aquellos casos en que se dispone de información precisa acerca de las características de la población a medir (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

Con los datos obtenidos en campo se realizaron estimaciones estadísticas para conocer la diversidad de especies y el valor de importancia biológica.

Método de muestreo

El método de muestreo para el Sistema ambiental, fue el mismo que se realizó para la totalidad de estratos presentes en los puntos de muestreo que se hicieron en el predio.

Definición del Esfuerzo de Muestreo

El diseño de muestreo, se definió, especificando tanto el tipo de información por coleccionar, así como el esfuerzo de muestreo necesario para representar con precisión y eficiencia al sitio en cuestión. El muestreo se entiende como un proceso inductivo que se basa en la realización de inferencias, tomando como base el estudio de una parte de la población (muestra), en donde la inferencia hacia la población se realiza siempre bajo cierto nivel de probabilidad.

Ubicación de los sitios de muestreos

Para la selección de las áreas en donde se realizarían los sitios de muestreo fue necesario el reconocimiento del terreno **asegurando que los sitios contaran con los tre estratos definidos.**

En la **Tabla IV.24** se muestran cada uno de los puntos que se tomaron junto con la coordenada geográfica en formato UTM.

Núm.	XUTM	YUTM
1	765248	1733411
2	765276	1733416
3	765252	1733431
4	765269	1733434
5	765296	1733489
6	765291	1733464
7	765265	1733460

Plano IV. 15 Sitios de muestreo al interior del predio



Análisis de diversidad

Índice de Shannon-Wiener

Este índice se basa en la lógica de que la diversidad o información de un sistema natural se puede medir de forma similar a la información contenida en un código o mensaje. Esto quiere decir que mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por S clases de símbolos discretos cuyas probabilidades de ocurrencia son $p_1, \dots, p_S$. Supone que los individuos se muestrean aleatoriamente en una comunidad infinitamente grande y que todas las especies están representadas en la muestra (Magurran, 2004).

El índice de Shannon-Wiener tiene en cuenta la riqueza de especies y su abundancia. Este índice relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presente en la muestra. Además, mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies (Campo & Duval, 2014). También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos. Por lo tanto, $H=0$ cuando la muestra contenga solo una especie, y, H será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos n_i , es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa. La forma en la que se calculó este índice es:

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i * \log(p_i)$$

En donde:

H= Índice de Shannon y Wiener

Σ = Sumatoria

Log= Logaritmo base 10

p_i = n_i / N

N=Número total de individuos para todas las especies de plantas

En muchos casos no es posible contar e identificar a cada uno de los individuos de una comunidad. En estas instancias se hace necesario tomar una muestra al azar de individuos de todas las poblaciones de las especies presentes. Bajo estas circunstancias, la función de la teoría de Shannon-Wiener (1949) es la medida correcta de diversidad. Es uno de los índices más simples y de uso más

común, mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo dado, elegido al azar dentro de la comunidad.

Índice de Equidad de Pielou

El índice de equidad de Pielou (J') mide la proporción de la diversidad observada con relación a la diversidad máxima esperada. Su valor varía entre 0 y 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 2004). Se utilizó la siguiente fórmula:

$$J' = \frac{H}{\text{Log}}(s)$$

Índice de valor de importancia biológica (VIB)

Se obtuvo el Índice de Valor de Importancia (IVI) para las especies de cada uno de los estratos que corresponde al arbóreo, arbustivo y herbáceo. Este índice fue desarrollado por Curtis & McIntosh (1951) bajo la premisa de que *“la variación en la composición florística es una de las características más importantes que deben ser determinadas en el estudio de una vegetación”* y define cuáles especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema (Campo & Duval, 2014). El índice de Valor de Importancia se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$VIB = \text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia relativa} + \text{Cobertura relativa}$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad absoluta de cada especie}}{\text{Densidad absoluta de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia absoluta de cada especie}}{\text{Frecuencia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Cobertura relativa} = \frac{\text{Cobertura absoluta de cada especie}}{\text{Cobertura absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Su principal ventaja es que es cuantitativo y preciso; no se presta a interpretaciones subjetivas. Además, suministra una gran cantidad de información en un tiempo relativamente corto. El índice no solo proporciona un índice de importancia de cada especie, también aporta elementos cuantitativos fundamentales en el análisis ecológico (Dávila, 2010).

El análisis de diversidad y el índice de valor de importancia biológica se realizaron con ayuda del programa Microsoft Excel. A continuación, se presentan los resultados obtenidos por cada uno de los tipos de vegetación con su respectivo estrato identificado.

Selva baja caducifolia

Estrato arbóreo

Riqueza, diversidad y equidad del estrato arbóreo

Se registraron **142** individuos en el estrato arbóreo, los cuales se distribuyen en una riqueza de **18** especies. Para el índice de Shannon se obtuvo un valor de **1.034**, este resultado muestra que la comunidad tiene una distribución de las abundancias equitativa y representa una diversidad medianamente alta. El índice de Pielou es de **0.824**, este valor nos indica que todas las especies registradas no tienen la misma abundancia dentro de la comunidad debido a que se encontraron especies con abundancia altas, por ejemplo, *Heliocarpus pallidus*.

En la tabla siguiente se muestran los valores obtenidos y totales de cada una de las especies para cada uno de los índices que se analizaron (**Tabla IV.21**).

Tabla IV. 21 Riqueza, diversidad de Shannon y equidad de Pielou para el estrato arbóreo

Especie	Abundancia proporcional	Shannon (H')	Riqueza (S)	Pielou (J')
<i>Albizia occidentalis</i>	0.21127	0.14264	18	0.8244
<i>Amphipterygium adstringens</i>	0.02113	0.03539		
<i>Bursera instabilis</i>	0.00704	0.01516		
<i>Coccoloba liebmanni</i>	0.03521	0.05117		
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	0.02817	0.04367		
<i>Crateva tapia</i>	0.06338	0.07593		
<i>Ehretia tinifolia</i>	0.02113	0.03539		
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.12676	0.11371		
<i>Gyrocarpus jatrophiifolius</i>	0.02113	0.03539		
<i>Heliocarpus pallidus</i>	0.19718	0.13904		
<i>Hibiscus tiliaceus</i>	0.01408	0.02607		
<i>Jacaratia mexicana</i>	0.03521	0.05117		
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	0.05634	0.07038		
<i>Jatropha sympetala</i>	0.00704	0.01516		
<i>Leucaena leucocephala</i>	0.10563	0.10312		
<i>Melia azedarach</i>	0.00704	0.01516		
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	0.03521	0.05117		



<i>Xylosma intermedium</i>	0.00704	0.01516		
	1.00000	1.03488		

Densidad relativa

La densidad relativa, para fines de este estudio se define como número de individuos por unidad de área y mide el número de ejemplares por una unidad muestral. En este sentido, la densidad relativa constituye el porcentaje de individuos registrados con respecto a los demás.

En los resultados obtenidos para el estrato arbóreo la especie que mayores individuos por unidad de área obtuvo fue *Albizia occidentalis* con 30 registros, representando 21.12% del total de las especies registradas, siguiendo de *Heliocarpus pallidus* con 28 registros y representando el 19.71. Estas especies son comunes dentro de las selvas bajas caducifolias en el occidente de Oaxaca

Frecuencia relativa

La frecuencia absoluta es la probabilidad de encontrar a cierta especie dentro de una muestra, es decir, el número de puntos en que apareció cada especie. La frecuencia relativa, es el porcentaje de cierta especie como la proporción de la suma de las frecuencias de todas ellas.

La especie que mayor representatividad tuvo en los muestreos fue *Heliocarpus pallidus* presentándose en seis de los siete muestreos que se realizaron en los distintos sitios del proyecto, con un porcentaje del 12.50% respecto a las demás. Cabe observar que *Albizia occidentalis* y *Leucaena laucocephala* también tuvieron una concurrencia alta presentándose en cinco de siete muestreos, con el 10.47% respectivamente. Con la información que se señala anterior se puede deducir que las especies que presentaron una mayor frecuencia tienen una distribución más amplia dentro del predio debido a que son especies que tienen un crecimiento rápido en lugares medianamente abiertos.

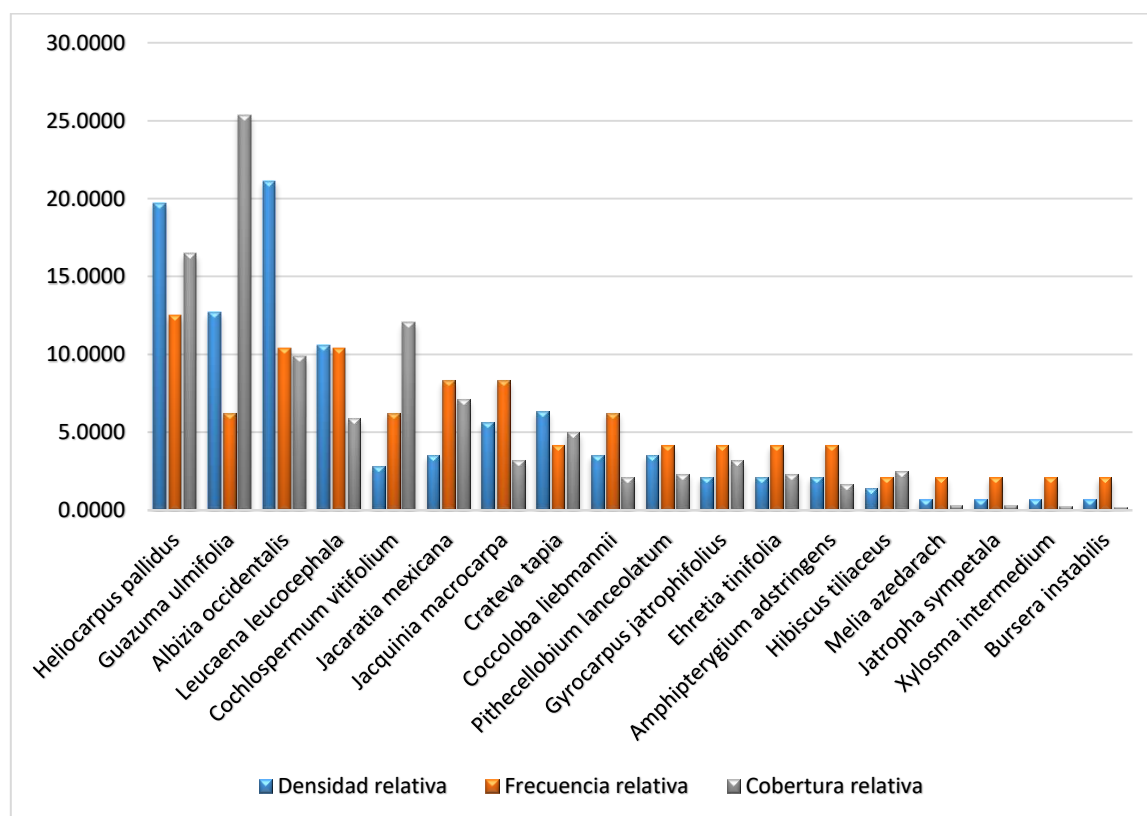
Cobertura relativa

La cobertura de una especie es la proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos de la especie considerada. Se expresa como porcentaje de la superficie total (Matteucci & Colma, 1982).

La especie que presento mayor cobertura en los muestreos realizados fue *Guazuma ulmifolia* con el 44% respecto a las demás especies, este resultado está influenciado directamente por la densidad de árboles de esa especie. Por otro lado, tenemos que *Bursera instabilis* únicamente presento un porcentaje de 2.98% de cobertura relativa, y esto puede estar determinado ya que solo fue observada en uno de los siete puntos de muestreo realizados.

A continuación, se muestra gráficamente los resultados de la densidad, frecuencia y cobertura relativas de las especies que se identificaron en el predio (**Figura IV.22**).

Figura IV. 22 Densidad, frecuencia y cobertura relativa de las especies arbóreas presentes en la selva baja caducifolia



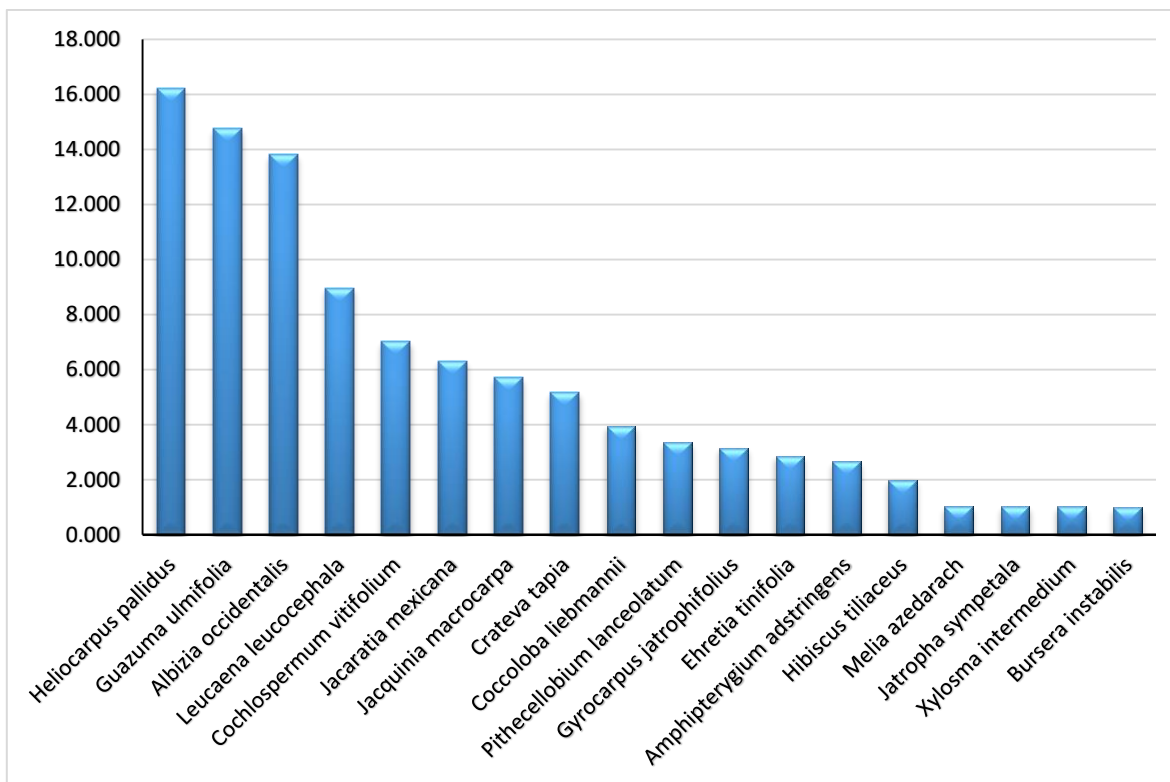
Índice de valor de importancia biológica

El índice de valor de importancia biológica define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema (Cottam & Curtis, 1956). Hace referencia a la sumatoria de la abundancia, frecuencia y cobertura acumulada para cada especie.

Como se puede observar en la siguiente gráfica (**Figura IV.23**), de acuerdo a este índice, *Heliocarpus pallidus* es la especie que mayor contribuye a las condiciones en el ecosistema dentro del predio con el 16.22%. Seguida de *Guazuma ulmifolia* con un porcentaje de 14.67. Estos resultados se le pueden atribuir directamente a la cantidad de individuos que se muestrearon.

Aunque sea muy evidente la representatividad de *A. H. pallidus* y *G. ulmifolia*, en función del índice de importancia, con base a los valores de densidad y cobertura relativa, es posible identificar que las demás especies contribuyen de una manera que no se puede despreciar a la estructura y dinámica del ecosistema.

Figura IV. 23 Índice del Valor de Importancia para las especies del estrato arbóreo



Estrato arbustivo

Riqueza, diversidad y equidad del estrato arbustivo

En el estrato arbustivo se identificó una riqueza de **8** especies con una totalidad de 15 individuos, de las cuales la mayor parte de estas prefieren sistemas abiertos para su crecimiento. En el índice de Shannon se obtuvo un total de **0.784** el cuál hace referencia a que la comunidad muestreada

tiende a una distribución de abundancias equitativas. Para el índice de Pielou el resultado fue de **0.868** el cual hace referencia a que existe una tendencia de equitatividad de abundancias de las especies dentro de los sitios del proyecto. Aunque dentro de los resultados se observa que *Albizia occidentalis* tiene una dominancia ya que es una planta de fácil propagación en sistemas medianamente cerrados. En la siguiente tabla se visualizan los resultados obtenidos de los índices analizados (Tabla IV.22).

Especie	Abundancia proporcional	Shannon (H')	Riqueza (S)	Pielou (J')
<i>Albizia occidentalis</i>	0.4	0.159176003	8	0.86874631
<i>Acacia hindsii</i>	0.133333333	0.116674835		
<i>Senna pallida</i>	0.066666667	0.078406084		
<i>Pisonia aculeata</i>	0.066666667	0.078406084		
<i>Coccoloba liebmanni</i>	0.066666667	0.078406084		
<i>Melochia tomentosa</i>	0.066666667	0.078406084		
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	0.066666667	0.078406084		
<i>Acanthocereus occidentalis</i>	0.133333333	0.116674835		
	1	0.784556093		

Densidad relativa

En el estrato arbustivo se registraron 08 especies, dentro de estas especies destaca únicamente *Albizia occidentalis* en función del número de individuos muestreados. Esta especie presentó un registro de seis individuos con el 40% del total de las especies. En cambio, las especies restantes presentan valores menores a 13%, dado que únicamente se registraron entre 1 y 2 individuos por especie.

Frecuencia relativa

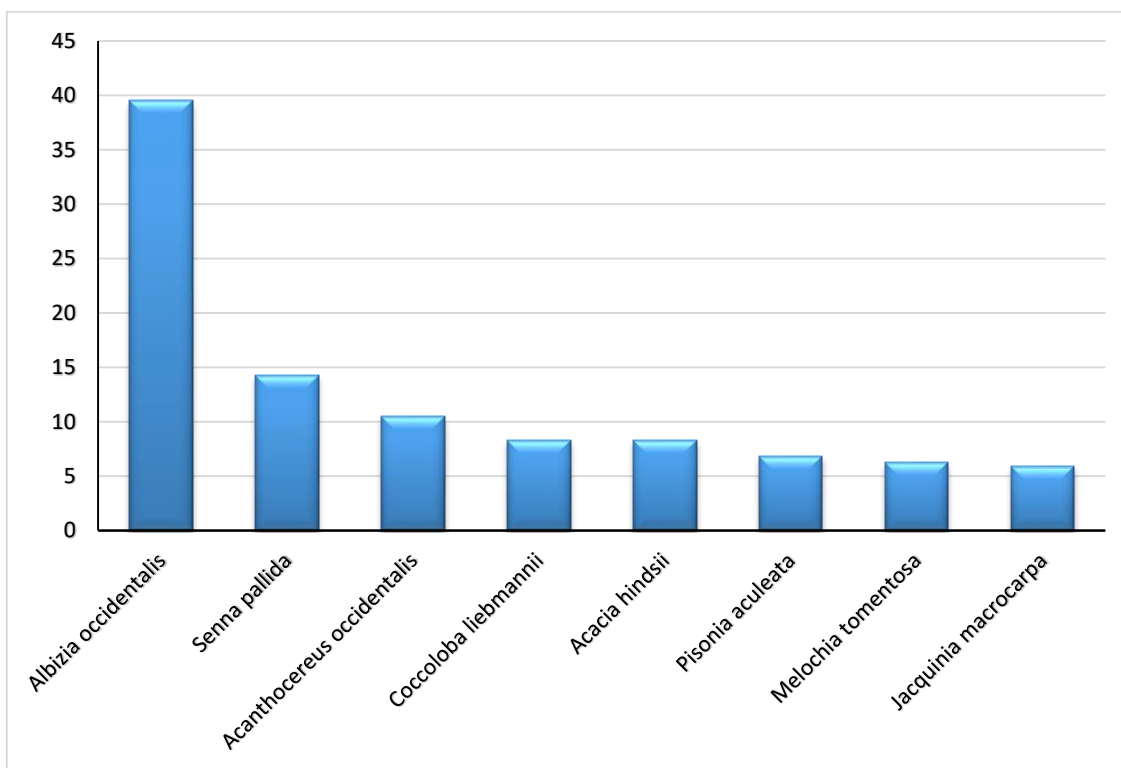
De todas las especies registradas en el estrato arbustivo ninguno fue encontrado en los siete sitios de muestreo, no obstante, la especie *Albizia occidentalis* se registro en cuatro de los sitios muestreos, representando el 33.33%, mientras que las especies restantes se registraron en 1 ó 2 muestreos. Con base en estos resultados se puede inferir que las especies presentan una distribución medianamente restringida dentro del área donde se pretende dar el emplazamiento.

Cobertura relativa

En la cobertura del estrato arbustivo se observó que la especie *Albizia occidentalis* presenta el 45.28%. Este resultado está en función del largo, ancho y alto de la especie ya que es una especie arbustiva que ocupa una mayor área que las demás por cuadrante. Seguida de esta especie también se encuentra *Senna pallida* con el 27.76% el cual también este resultado está en función de la cobertura que ocupa por cuadrante.

A continuación, se muestra gráficamente los resultados obtenidos para densidad, frecuencia y cobertura relativa para el estrato arbustivo (**Figura IV.24**).

Figura IV. 24 Índice de valor de importancia biológica para las especies del estrato arbustivo



Estrato herbáceo

Riqueza, diversidad y equidad del estrato herbáceo

Se obtuvo una riqueza de **10** especies para el estrato herbáceo. Para el índice de Shannon se obtuvo **0.909** el cuál hace referencia a que la comunidad muestreada tiende a una distribución de

abundancias equitativas, no obstante, la especie *Talinum triangulare* fue la más abundante debido a la cantidad de individuos registrados. En el índice de Pielou se tuvo como resultado **0.909** el cual hace referencia a que las especies tienen a una equidad de abundancia dentro del predio. A continuación, en la tabla siguiente se muestra los resultados de los análisis elaborados (**Tabla IV.22**).

Tabla IV. 22 Riqueza, diversidad de Shannon y equidad de Pielou para el estrato herbáceo

Especie	Abundancia proporcional	Shannon (H')	Riqueza (S)	Pielou (J')
<i>Bouteloua chondrosioides</i>	0.095890411	0.097637996	10	0.9090731
<i>Commelina diffusa</i>	0.136986301	0.118263405		
<i>Crotalaria pumila</i>	0.02739726	0.042802544		
<i>Cyclanthera multifoliola</i>	0.095890411	0.097637996		
<i>Diodia teres</i>	0.04109589	0.056967189		
<i>Eragrostis ciliaris</i>	0.123287671	0.112078399		
<i>Ipomoea meyeri</i>	0.082191781	0.089192187		
<i>Mentzelia aspera</i>	0.095890411	0.097637996		
<i>Polanisia viscosa</i>	0.02739726	0.042802544		
<i>Talinum triangulare</i>	0.273972603	0.15405284		
	1	0.909073099		

Densidad relativa

Dentro del estrato herbáceo la especie que presenta una densidad relativa mayor a todas las demás es *Talinum triangulare* con un registro de 20 individuos en diferentes puntos de muestreo, representando el 27.39% del total de las especies; el resultado se le atribuye a que es una especie de maleza que presenta una amplia distribución en México. No obstante, las especies *Crotalaria pumila* y *Polanisia viscosa* representan el 2.73% individualmente, el cual son porcentajes que no se deben despreciar debido a que forman parte importante de la comunidad vegetal.

Frecuencia relativa

Cabe señalar que ninguna de las especies que se registraron dentro del estrato herbáceo se registraron en todos los muestreos realizados (7), sin embargo, las especies que mayor frecuencia tuvieron en los muestreos fueron *Commelina diffusa* y *Talinum triangulare* presentes en cinco de los siete, con porcentajes de 21.73% cada una respectivamente. Las demás especies únicamente se registraron en tres o menos sitios, esto indica que pueden llegar a tener una distribución restringida

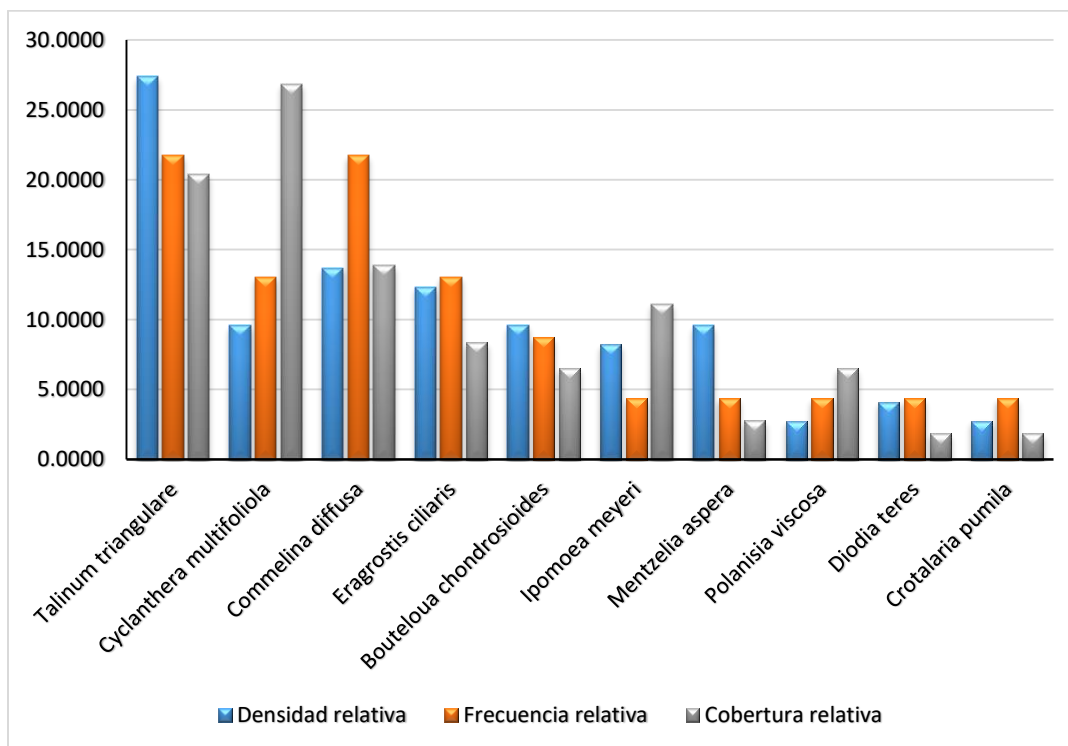
dentro del área del proyecto, esto de le puede aludir a las condiciones climáticas que necesita cada especie para poder reproducirse y dispersarse.

Cobertura relativa

Las especies que mayor cobertura ocuparon dentro de los cuadrantes de los muestreos son, *Cyclanthera multifoliola* y *Talinum triangulare* con el 26.85% y 20.37% respectivamente. Este resultado era de esperarse ya que está en función de la cantidad de individuos registrados en un cuadrante como también el largo, ancho y alto de cada individuo registrado en los muestreos.

Estos resultados indican que la dominancia de las especies herbáceas en función de la cobertura es baja, debido a que la distribución de las especies arbóreas está más concentrada en los sitios del muestreo y esto implica que las especies herbáceas no reciban la suficiente luz para su desarrollo vegetal.

Figura IV. 25 Densidad, frecuencia y cobertura relativa de las especies herbáceas presentes en la selva baja caducifolia



Índice de valor de importancia biológica

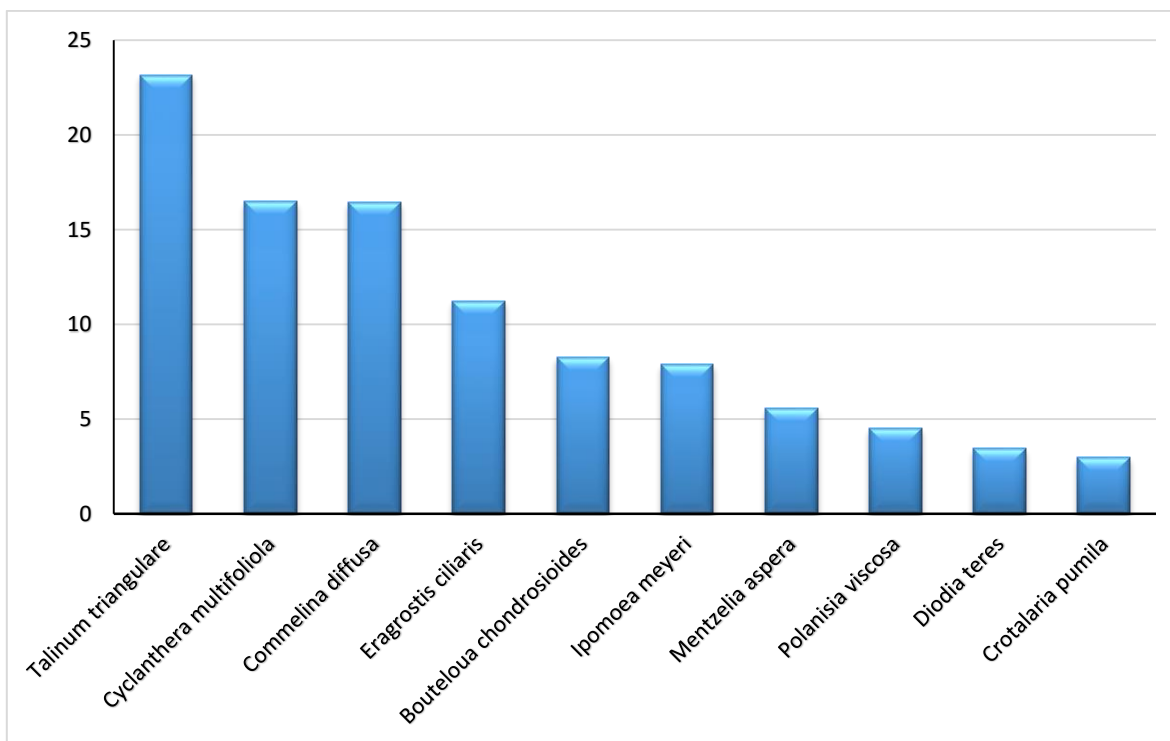
El índice de importancia biológica se concentra principalmente en dos especies que han obtenido los valores más altos en los análisis anteriores. La especie que mayor porcentaje de VIB obtuvo fue *Talinum triangulare* con un porcentaje de 69.50%. Dicha especie pertenece a la familia Talinaceae y tiene una forma de vida herbácea perenne. Esta especie se encuentra principalmente en zonas húmedas y sub húmedas y en las regiones de la selva baja caducifolia, cual es el caso observable en el predio del proyecto.

No obstante, *Commelina diffusa* y *Cyclanthera multifoliola* presentan porcentajes altos de VIB, 49.32% y 49.28% respectivamente los cuales no son valores que se deben despreciar ya que tanto esas especies como las demás forman una parte importante en la estructura de la comunidad vegetal medida.

En general, la distribución de las especies herbáceas a través del predio es de forma dispersa dado que la frecuencia de los individuos fue baja y en sitios diferentes. Además, aunque se haya observado un valor de importancia mayor para *Talinum triangulare*, dicha especie solo estuvo representada en cinco de los siete sitios de muestreo, por lo que su valor de importancia está mejor representado en función de su densidad y cobertura. En general es posible argumentar que las especies herbáceas presentan una capacidad de dispersión menor a través del predio, pero que en muchos casos están bien adaptadas a sitios perturbados, son anuales e incluso llegan a ser oportunistas.

En la siguiente figura se hace la representación gráfica de lo que se expone anteriormente para el estrato herbáceo en la selva baja caducifolia.

Figura IV. 26 Índice de valor de importancia biológica para las especies del estrato herbáceo



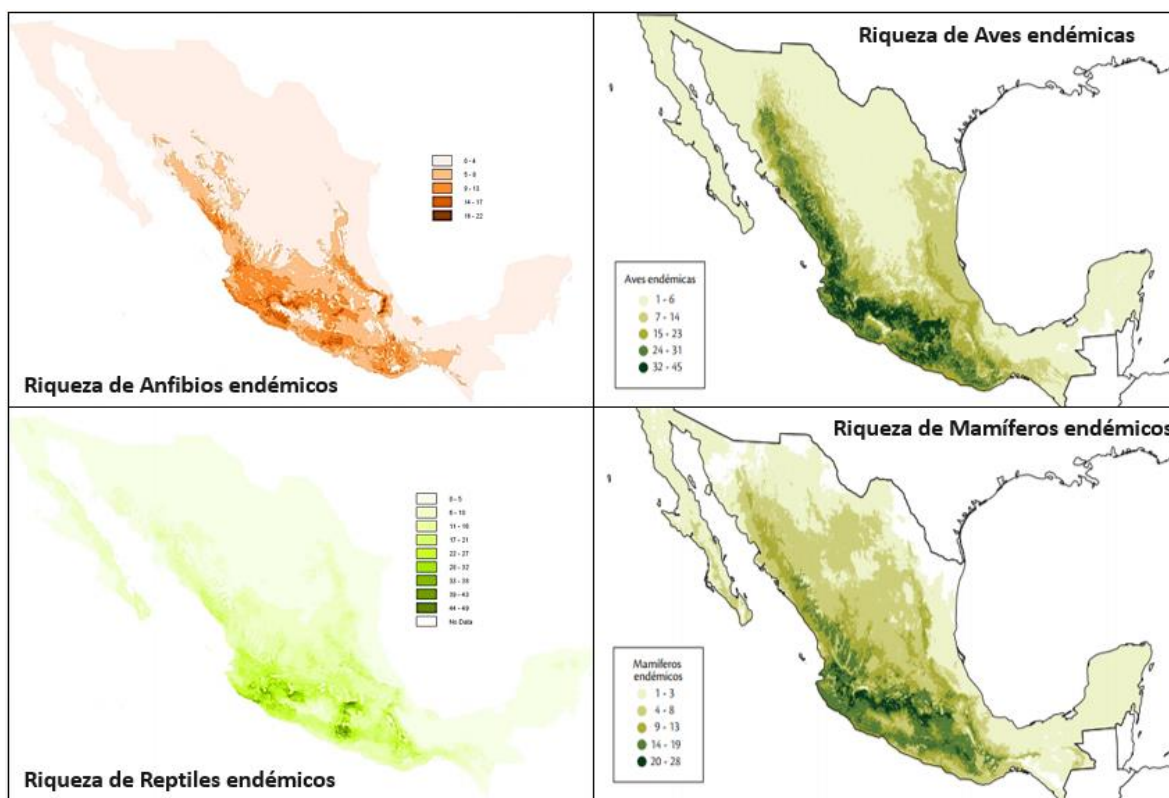
IV.2.2.2 Fauna

México es uno de los países con mayor biodiversidad a nivel mundial, ocupando el cuarto lugar de entre los países megadiversos. Para dicha valoración se encuentran, entre los grupos más importantes, 564 especies de mamíferos, las cuales corresponden casi al 13% del total en el mundo, colocando a México en el tercer lugar en diversidad de mamíferos después de Indonesia (670) y Brasil (648) (Sánchez-Cordero, V. *et al.*, 2014). México también ocupa el octavo lugar en especies de aves con 1,123 (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2014), lo que equivale al 11.82% de la avifauna mundial y aproximadamente el 9% de las especies de aves en nuestro país son endémicas (Conabio, 2013). En reptiles ocupa el segundo lugar mundial en cuanto a riqueza de especies con 864 abarcando el 9.04% de riqueza de especies del mundo (Flores-Villela & García-Vázquez, 2013) por último México se consolida con el quinto lugar mundial en riqueza de especies de anfibios con 376 (Parra-Olea *et al.*, 2014) de las cuales, un alto porcentaje son endémicas ya que tienen áreas de distribución reducidas. Esto hace que más de la mitad de la herpetofauna de México sea muy vulnerable a los cambios no

sólo biológicos como la cobertura vegetal sino también a los físicos como el cambio climático (Ochoa & Flores-Villela, 2006).

Oaxaca ha sido decretado como el estado con mayor diversidad biológica de México patrón que de igual manera incluye la fauna; para el caso de vertebrados se estima que en el Estado existen más de 1,654 especies, siendo el de las aves el grupo más diverso con 736 de ellas (Navarro et al., 2014). Le siguen en importancia los reptiles con 262 (Flores-Villela y García-Vázquez, 2014), mamíferos con 199 (Sánchez-Cordero et al., 2014), anfibios con 140 (Parra-Olea et al. 2014) y peces con 275 especies. También se debe de considerar que algunas especies se encuentran con alguna categoría de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo).

Figura IV. 27 Acumulación de riqueza de especies endémicas de los distintos grupos



El conocimiento de la composición faunística de cualquier sitio donde se pretende desarrollar el cambio de uso de suelo de terrenos forestales es fundamental ya que los animales desempeñan un papel muy importante en los ecosistemas como dispersores de semillas de muchas especies vegetales, polinizadoras de un gran número de plantas con flores, reguladores de poblaciones, entre otros. Así mismo, la fauna silvestre tiene un valor comercial, de recreación, científico, estético, cultural y espiritual.

A).- Determinación del esfuerzo muestreo de fauna

En el caso particular del presente Documento Técnico Unificado se realizó una exploración técnica y ordenada con la finalidad de aportar información relevante sobre el estado de las comunidades faunísticas por medio de la caracterización de la fauna presentes en la totalidad del sistema ambiental, esto mediante técnicas de muestreo que adaptan a las especies que se esperaba encontrar dentro de los cuatro grupos de vertebrados terrestres y que se describirán en lo subsecuente.

El muestreo representativo juega un papel muy importante en la calidad y la utilidad de los datos analíticos. El muestreo representativo debe tener altos niveles de precisión y exactitud, que garanticen que una muestra o grupo de muestras sea representativa y proporcione con precisión las características del sitio, además de que los resultados sean reproducibles. La exactitud se refiere a la aproximación del valor del análisis de suelo con respecto al contenido real en campo, y la precisión describe la posibilidad de reproducir de los resultados. Ambos parámetros están determinados por el número de muestras tomadas en el campo. A medida que se incrementa el número de muestras, aumenta la exactitud y la precisión (Mason 1992). El diseño de un muestreo puede ser (i) a juicio (no probabilístico) o bien, (ii) aleatorio simple, estratificado o sistemático (probabilístico) (Valencia y Hernández 2002).

Por las características descritas se optó por un Muestreo aleatorio simple, que se emplea en casos en los que se dispone de poca información acerca de las características de la población a medir; se basa en la teoría de probabilidades. Este tipo de muestreo permite todas las combinaciones posibles de unidades de muestras a seleccionar. Los puntos de muestreo se ubican en un plano cartesiano

(X_i, Y_j), en donde cada punto de la población tiene la misma probabilidad de ser seleccionado. El medio más común para minimizar la desviación estándar en esta selección es asignarle un número a cada unidad de población y extraer unidades de muestras de una tabla de números aleatorios (Mason 1992). Este tipo de muestreo es recomendable tanto para áreas homogéneas como heterogéneas delimitadas por referencias visibles a lo largo y ancho de toda la zona

Para el desarrollo de los muestreos de fauna se aplicó la observación en transectos, en áreas que mantuvieran continuidad de la vegetación y accesibilidad, estos transectos se realizaron una vez por la mañana y otra por la tarde por los técnicos de campo. Los muestreos se realizaron al interior del predio y en las márgenes del mismo y tienen una distancia de aproximadamente 300m lineales, los cuales se recorrieron a paso lento para obtener de manera visual los registros de fauna de manera directa o indirecta.

El criterio para la selección de los sitios de muestreo se fundamentó en el conocimiento práctico de los expertos en distintos grupos taxonómicos además de considerar la accesibilidad de los sitios, Para cada grupo faunístico se aplicaron distintos tipos de muestreo, por lo que a continuación se describe brevemente cada uno de ellos.

Para validar el esfuerzo de muestreo resultante, en particular, se utilizan con mucha frecuencia los estimadores no paramétricos para establecer el número de especies esperadas en un sistema. Por ejemplo, el estimador Chao 1 es utilizado para la evaluación de datos cuantitativos (datos de abundancia de las especies), mientras que Chao 2 es utilizado para datos cualitativos (datos de presencia-ausencia), y ambos se reconocen por ser los más rigurosos en las evaluaciones de esfuerzo de muestreo (IAVH, 2004; Magurran, 2004).

En este trabajo, se decidió utilizar el estimador Chao 1 por la naturaleza cuantitativa de los datos para la herpetofauna y el estimador de Bootstrap para la avifauna y la mastofauna debido a que las muestras son más heterogéneas y Magurran (2004) ha establecido que este segundo estimador es el mejor cuando se presentan este tipo de datos.

Dichos estimadores calculan el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo (singletons) y el número de especies

representadas por dos individuos en las muestras (doubletons); es decir, a mayor número de especies representadas por uno o dos individuos, existe una mayor probabilidad de registrar nuevas especies si el número de muestreos incrementa.

Se utilizó el programa estadístico EstimateS para la evaluación del esfuerzo de muestreo y la elaboración de la curva de acumulación de especies (Colwell, 2013). Se registró la riqueza con sus respectivos límites de confianza (inferiores y superiores), con un índice de confianza del 95%.

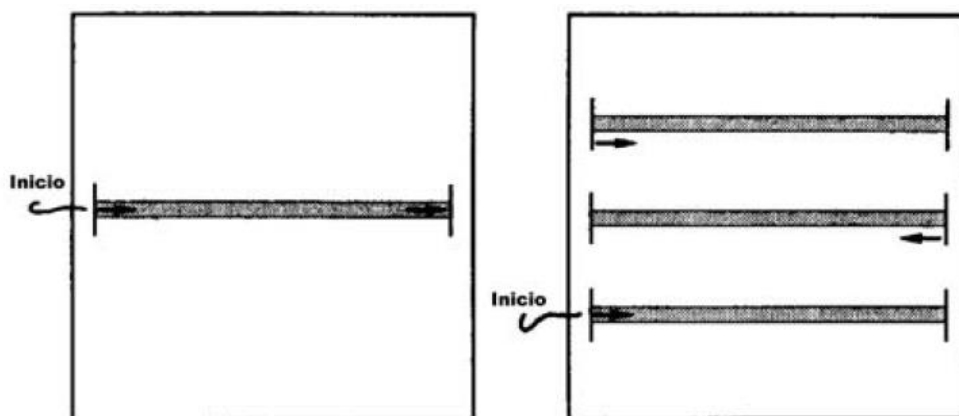
El análisis estadístico utilizado para realizar las comparaciones entre la fauna observada al interior y al exterior del predio fue la prueba t de Hutchetson, misma que se describe en el Capítulo VI del Documento Técnico Unificado.

A.1)- Muestreo de anfibios y reptiles

En el presente capítulo y con la finalidad de tener un acercamiento previo de las especies de herpetofauna que se puedan localizar en el sistema, se conformó un listado preliminar con las especies potenciales (por distribución y afinidad de hábitat) en el sistema ambiental. Posteriormente se llevaron a cabo los análisis de diversidad para conocer el estado de la herpetofauna a partir de muestreos en forma de transectos dentro de los límites del sistema ambiental.

Para el muestreo de herpetofauna existen diferentes técnicas, dependiendo del tipo de investigación que se desee realizar. En este caso, los transectos de búsqueda intensiva resultan una técnica práctica y efectiva para determinar a las especies que se encuentran en un área de estudio (Gallina-Tessaro y López- González, 2014).

Figura IV. 28 Ejemplificación de transectos lineales



El registro de observaciones empleando el método de transectos se realiza a lo largo de una línea de muestreo que se basa en tres condiciones importantes: 1) Todos los animales del transecto son observados; 2) Los animales son observados en su ubicación inicial antes de ser perturbados por el observador, y un mismo individuo no se registra dos veces; 3) Los recorridos se realizan en horarios de actividad afines a las horas de actividad de estos organismos; 4) se revisan todos los sitios que pudieran servir como refugios potenciales de estas especies, como rocas, troncos, etc.

Figura IV. 29 Ejemplificación de búsqueda intensiva de herpetofauna con el uso del gancho herpetológico

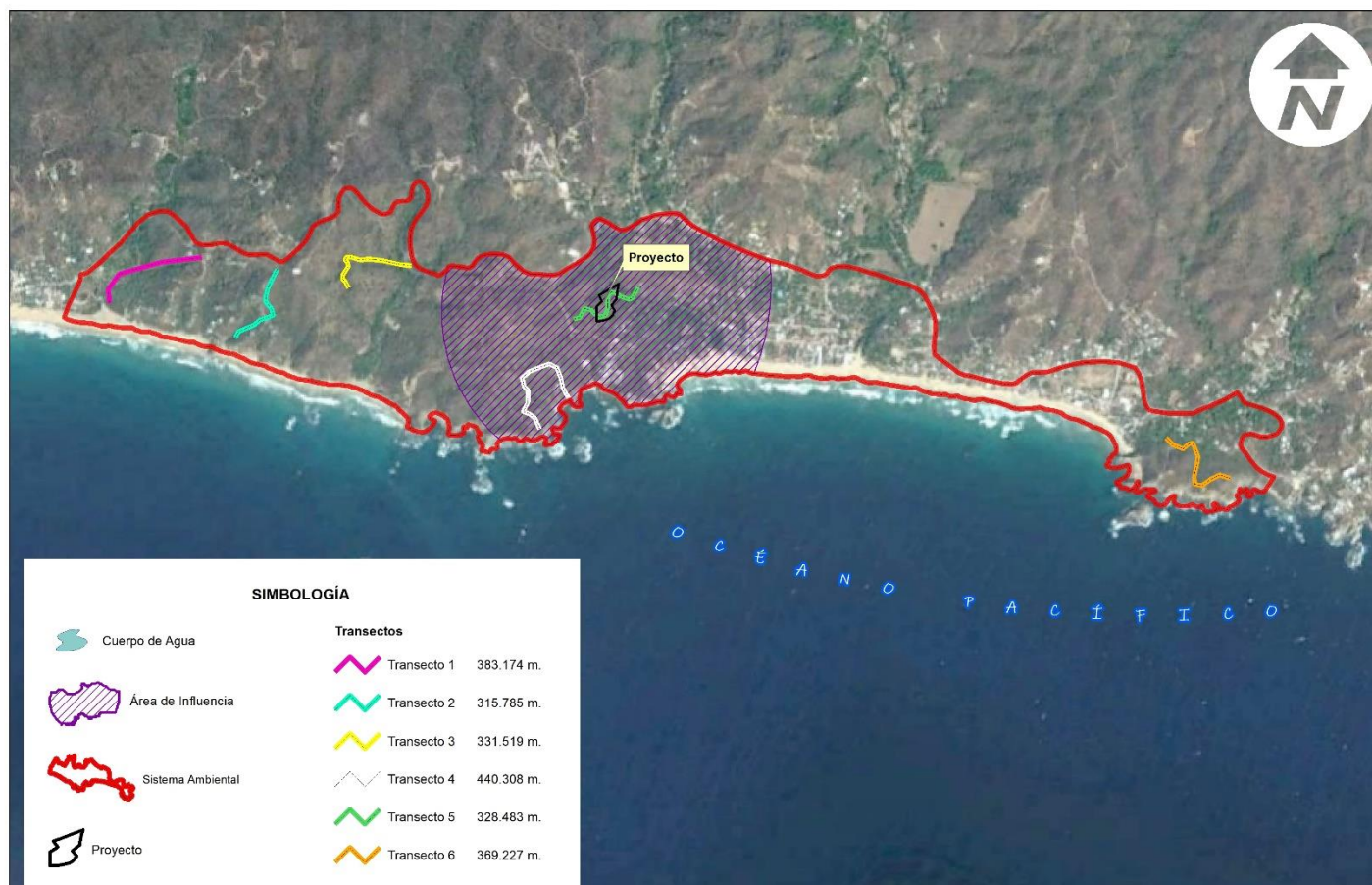


Se realizaron 6 transectos en el área de estudio con las siguientes medidas T1= 383 m, T2= 315m, T3= 331 m, T4= 440 m, T5= 328 m y T6= 369 m, que fueron llevados a cabo en diferentes sitios del sistema ambiental (**Plano IV.16**) sumando un total de 2.66 km, lo que permitió abarcar las distintas



conformaciones del terreno y de la vegetación para llevar a cabo una búsqueda intensiva en todos los sitios potenciales para este grupo de especies, como bardas de piedra, vegetación secundaria, arbustos, sitios rocosos, cuerpos de agua, vegetación muerta, etc. Siempre que fue posible se trató de capturar o fotografiar al organismo para ayudar a su identificación.

Plano IV. 16 Transectos delimitados de búsqueda intensiva en el predio del proyecto Zipolite



En la **sección B.3** se presentan los resultados de las especies observadas al interior del sistema ambiental para el grupo de la herpetofauna.

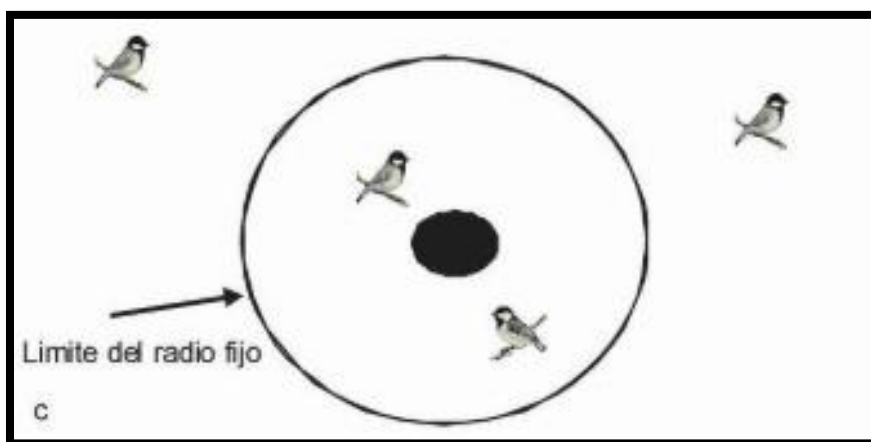
A.2)- Muestreo de aves

Una vez realizado el listado potencial de este grupo faunístico, se procedió a la selección del método de muestreo más adecuado. A partir de la bibliografía consultada, se decidió llevar a cabo la realización de puntos de conteo de radio fijo colocado lo más cercano posible a los transectos antes referidos.

Para el muestreo de las aves se utilizaron como técnicas los puntos de observación y el registro fotográfico. Estos métodos se consideran los más prácticos debido a que es menos probable provocar estrés en la fauna y se evita su daño físico. Los observadores permanecieron en un sitio durante un lapso de aproximadamente 10 + 2 minutos para realizar esta actividad.

Para el muestreo de aves se recorrieron los mismos seis transectos usados en el muestreo de herpetofauna y mamíferos para registro adicionales, siempre encabezando el recorrido el personal encargado del registro de la avifauna, procurando que el resto del equipo influyera lo menos posible en la movilidad de este grupo faunístico. También se realizaron 7 puntos de observación de radio fijo a 25m cerca de los transectos siguiendo así la metodología propuesta por Ralph *et al.*, (1996).

Figura IV. 30 Recuento de punto con radio fijo donde se cuenta solo las aves dentro del límite determinado





Los recorridos comenzaron a las 7:00 am y terminaron a las 11:00 am en promedio con un segundo muestreo por la tarde entre 16:00 y 17:00 horas. No se referenciaron las coordenadas de la totalidad de las especies pertenecientes a este grupo taxonómico debido a la enorme movilidad que presenta el mismo. El equipo utilizado para este muestreo consistió en binoculares y las guías de campo de *National Geographic Field Guide to the Birds of North America*, (Dunn & Alderfer, 2011) y *A guide to the birds of Mexico and northern central America*. (Howell, 1995) para la determinación de aves, y cámara fotográfica así cuando fue posible se fotografió la especie.

Se utilizó como material de apoyo un equipo GPS, binoculares Marca Athlon Modelo Argos 8X42, cámara fotográfica Marca Canon Modelo EOS Rebel T6, libreta de campo, así como las guías de campo mencionadas en el párrafo anterior.

En la siguiente sección (**Sección B.3**) se presenta la tabla de las especies observadas y los individuos registrados durante los recorridos realizados, señalando a su vez el estatus y si presentan alguna categoría de protección ya sea por la NOM-059-SEMARNAT-2010 o por la Lista Roja de especies amenazadas publicada por la UICN.

Plano IV. 17 Localización de puntos de radio fijo para la observación de aves



A.3)- Muestreo de mamíferos

Para el registro de mamíferos, se realizaron recorridos donde se iban registrando las observaciones de evidencias (e.g. excretas, huellas etc.). Se realizaron seis transectos aleatorios en el predio, los cuales sumaron un total de 2,066 m. Los transectos se llevaron a cabo a lo largo del sistema ambiental, colocando diversos de ellos en zonas con distintas características, cubriendo distintas cotas altitudinales, desde las zonas más altas que presentan una pendiente marcada y alta densidad de la vegetación forestal hasta las más bajas en las zonas de playa.

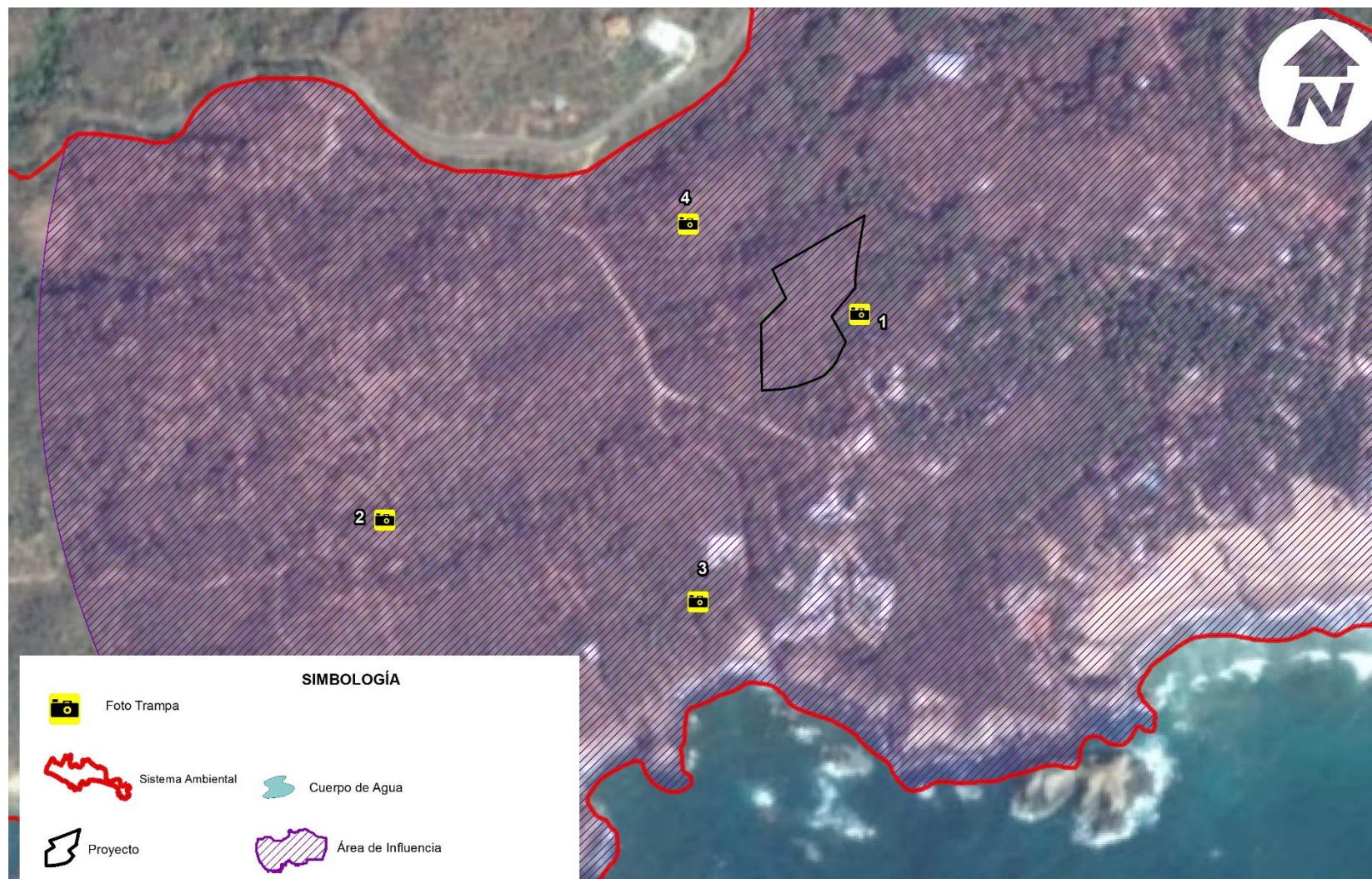
Otros transectos fueron colocados en distintas áreas de acuerdo a las características de composición de la vegetación, esto con el fin de registrar la mayor cantidad posible y diversidad de mamíferos medianos y grandes mediante técnicas directas (organismos observados en su medio o restos de estos como osamentas) y técnicas indirectas (registro de huellas, excretas, rascaderos, madrigueras, echaderos, etc.). Se utilizó como apoyo un equipo GPS marca Garmin modelo Etrex precisión +- 3 metros, libreta de campo y la guía *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México* de Marcelo Aranda, 2012 para la identificación de rastros de mamíferos de México

En las zonas más bajas se presenta una mayor amplitud de la vegetación forestal lo que permite una mejor detección de especies por el fototrampeo (**Figura IV.31 y Plano IV.18**). Además de esto, debido a que la detectabilidad de especies de menor tamaño (Roedores) es compleja, se colocaron un total de 20 trampas tipo Sherman que operaron durante 5 noches (**Plano IV.19**)

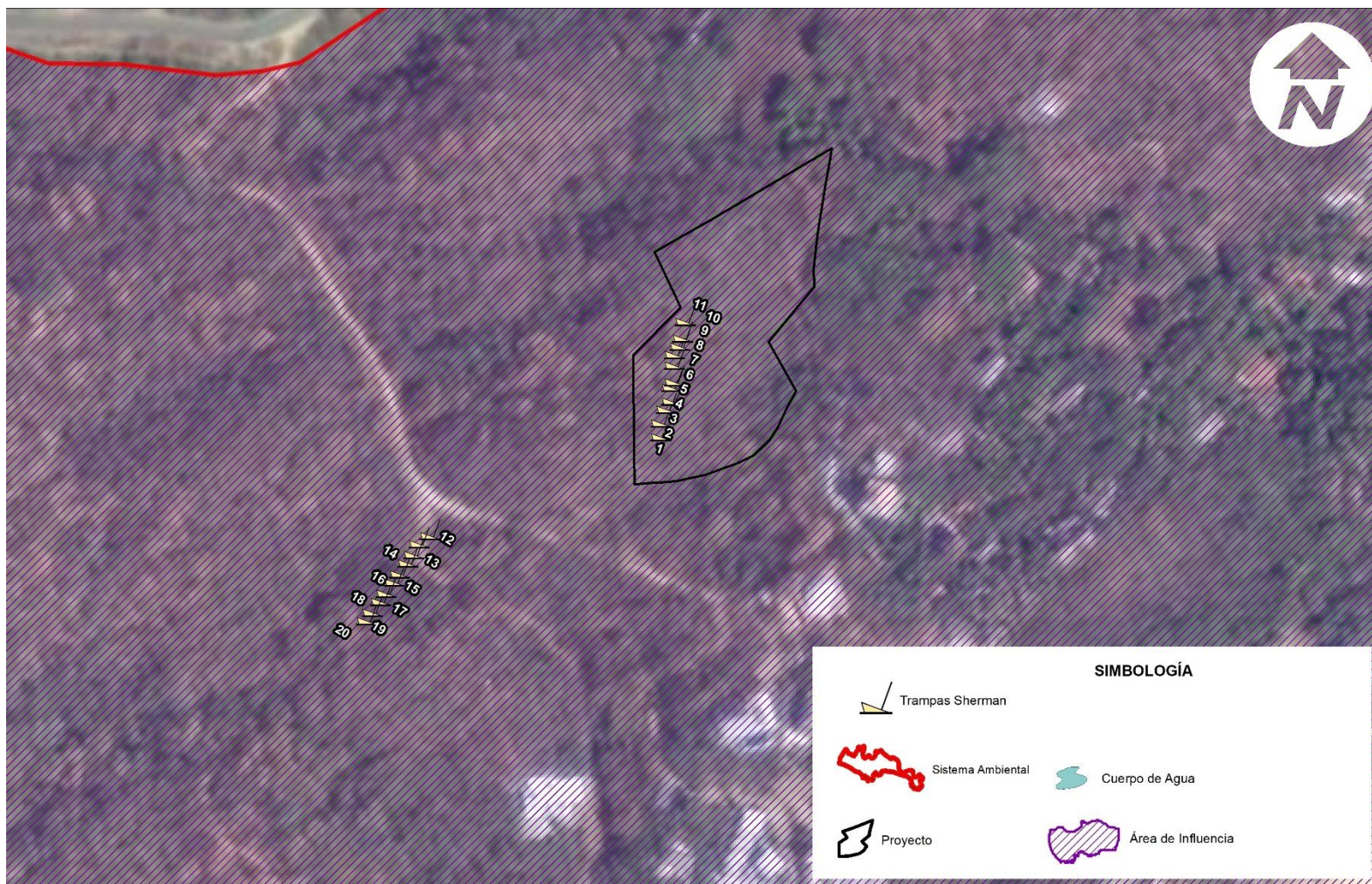
Figura IV. 31 Colocación de fototruampas en el SA



Plano IV. 18 Sitio de colocación de fototrampas en el predio



Plano IV. 19 Ubicación de las trampas tipo Sherman colocadas en el predio



B) Riqueza Faunística

B.1)- Resultados y análisis de Herpetofauna

Con la finalidad de dar un acercamiento inicial a la herpetofauna que se pudiese llegar a encontrar en el sitio de estudios es que se elaboró un listado potencial con base en lo publicado en los listados emitidos por Mata-Silva, et al., (2015) donde los autores vinculan la riqueza con las bioprovincias, adicionalmente a las especies resultantes se aplicó un filtro cruzando el área del sistema ambiental reconociendo a aquellas que se distribuyen cercanas a la línea de costa. Así es, que se identificaron un total de 20 especies de Anfibios y 60 especies potenciales de reptiles (**Tabla IV.23**) las cuales el número de especies identificadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 es de 36.

Tabla IV. 23 Herpetofauna potencial del Sistema ambiental

Herpetofauna						
Anfibios						
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus	NOM	UICN
Anura	Bufonidae	<i>Incilius canaliferus</i>	Sapo enano	RE	SC	LC
Anura	Bufonidae	<i>Incilius coccifer</i>	Sapo Chiquito	RE	Pr	LC
Anura	Bufonidae	<i>Incilius marmoreus</i>	Sapo Jaspeado	EN	SC	LC
Anura	Bufonidae	<i>Rhinella horribilis</i>	Sapo Gigante	RE	SC	LC
Anura	Centrolenidae	<i>Hyalinobatrachium fleischmanni</i>	Ranita de Cristal Norteña	RE	SC	LC
Anura	Craugastoridae	<i>Craugastor rugulosus</i>	Rana ladradora centroamericana	EN	SC	LC
Anura	Eleutherodactylidae	<i>Eleutherodactylus pipilans</i>	Rana chirriadora pípilo	RE	SC	LC
Anura	Hylidae	<i>Agalychnis dacnicolor</i>	Ranita Verduzca	EN	SC	LC
Anura	Hylidae	<i>Dendropsophus sartori</i>	Ranita Rayada	EN	A	LC
Anura	Hylidae	<i>Diaglena spatulata</i>	Rana de árbol cabeza de pala	EN	SC	LC
Anura	Hylidae	<i>Scinax staufferi</i>	Rana arborícola trompuda	RE	SC	LC
Anura	Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola mexicana	RE	SC	LC
Anura	Hylidae	<i>Tlalocohyla smithii</i>	Rana de árbol mexicana enana	EN	SC	LC
Anura	Leptodactylidae	<i>Engystomops pustulosus</i>	Ranita túngara	RE	SC	LC
Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fragilis</i>	Rana de bigotes	RE	SC	LC
Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus melanotus</i>	Ranita hojarasca	RE	SC	LC
Anura	Microhylidae	<i>Hypopachus ustus</i>	Sapo boca angosta huasteco	RE	PR	LC
Anura	Microhylidae	<i>Hypopachus variolosus</i>	Rana termitera	RE	SC	LC
Anura	Ranidae	<i>Lithobates forreri</i>	Rana Leopardo de Forrer	RE	PR	LC

Anura	Rhinophrynidae	<i>Rhinophrynus dorsalis</i>	Sapo excavador mexicano	RE	PR	LC
Reptiles						
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus	NOM	UICN
Crocodylia	Alligatoridae	<i>Caiman crocodilus</i>	Caimán	RE	PR	LC
Crocodylia	Crocodylidae	<i>Crocodylus acutus</i>	Cocodrilo de Río	RE	PR	VU
Squamata	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	RE	SC	LC
Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis carlliebi</i>		EN	SC	NC
Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis immaculogularis</i>		EN	SC	NC
Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis macrinii</i>	Anolis de Loxicha	EN	PR	LC
Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis nebulosus</i>	Abaniquillo Plañuelo	EN	SC	LC
Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis subocularis</i>	Anolis de la Costa de Guerrero	EN	PR	DD
Squamata	Eublepharidae	<i>Coleonyx elegans</i>	Geco de bandas	RE	A	LC
Squamata	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona Asiática	EX	SC	LC
Squamata	Helodermatidae	<i>Heloderma horridum</i>	Lagarto de Chaquira	RE	A	LC
Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura oaxacana</i>	Iguana de Cola Espinoza Oaxaqueña	EN	A	CR
Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana Mexicana de Cola Espinosa	EN	A	LC
Squamata	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana Vverde	RE	PR	LC
Squamata	Mabuyidae	<i>Marisora brachypoda</i>	Mabuya centroamericana	RE	SC	LC
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma asio</i>	Camaleón Gigante	RE	PR	LC
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus melanorhinus</i>	Lagartija espinosa de hocico negro	EN	SC	LC
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus siniferus</i>	Lagartija espinosa de cola larga	RE	SC	LC
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus smithi</i>	Lagartija espinosa del istmo de Tehuantepec	EN	SC	LC
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija de árbol del Pacífico	EN	SC	LC
Squamata	Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus muralis</i>	Salamanquesa oaxaqueña	EN	PR	LC
Squamata	Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus tuberculosus</i>	Salamanquesa vientre amarillo	RE	SC	LC
Squamata	Sphaerodactylidae	<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	Geco enano collarajo	RE	PR	LC
Squamata	Teiidae	<i>Aspidozelis deppii</i>	Huico siete líneas	RE	SC	LC
Squamata	Teiidae	<i>Aspidozelis guttata</i>	Ticuiche mexicano	EN	SC	LC
Squamata	Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija arcoiris	RE	SC	LC

Squamata	Xantusiidae	<i>Lepidophyma smithii</i>	Lagartija nocturna del sureste	RE	PR	LC
Squamata	Boidae	<i>Boa imperator</i>	Mazacuata	RE	SC	LC
Squamata	Colubridae	<i>Drymarchon melanurus</i>	Culebra arroyera de cola negra	RE	SC	LC
Squamata	Colubridae	<i>Drymobius margaritiferus</i>	Culebra corredora de Petatillos	RE	SC	LC
Squamata	Colubridae	<i>Lampropeltis polyzona</i>	Falsa coralillo real occidental	EN	SC	LC
Squamata	Colubridae	<i>Leptophis diplotropis</i>	Culebra perico gargantilla	EN	A	LC
Squamata	Colubridae	<i>Masticophis mentovarius</i>	Culebra chirriadora neotropical	RE	SC	LC
Squamata	Colubridae	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Culebra lagartijera común	RE	SC	LC
Squamata	Colubridae	<i>Oxybelis aeneus</i>	Culebra bejuquilla mexicana	RE	SC	LC
Squamata	Colubridae	<i>Oxybelis fulgidus</i>	Culebra bejuquilla verde	RE	SC	LC
Squamata	Colubridae	<i>Salvadora lemniscata</i>	Culebra chata sureña	EN	PR	LC
Squamata	Colubridae	<i>Salvadora mexicana</i>	Culebra chata del Pacífico	EN	PR	LC
Squamata	Colubridae	<i>Senticolis triaspis</i>	Culebra ratonera	RE	SC	LC
Squamata	Colubridae	<i>Stenorrhina freminwillii</i>	Culebra alacranera de sangre	RE	SC	LC
Squamata	Colubridae	<i>Trimorphodon biscutatus</i>	Culebra lira	RE	SC	LC
Squamata	Dipsadidae	<i>Conophis vittatus</i>	Culebra guardacaminos rayada	RE	SC	LC
Squamata	Dipsadidae	<i>Imantodes gemmistratus</i>	Culebra cordelilla centroamericana	RE	PR	LC
Squamata	Dipsadidae	<i>Leptodeira maculata</i>	Escombrera del suroeste mexicano	RE	PR	LC
Squamata	Dipsadidae	<i>Leptodeira nigrofasciata</i>	Escombrera anillada	RE	SC	LC
Squamata	Dipsadidae	<i>Manolepis putnami</i>	Culebra cabeza surcada	EN	SC	LC
Squamata	Dipsadidae	<i>Tropidodipsas philippi</i>	Culebra caracolera del Pacífico	EN	PR	LC
Squamata	Elapidae	<i>Hydrophis platurus</i>	Serpiente marina pelágica	RE	SC	LC
Squamata	Elapidae	<i>Micrurus bogerti</i>	Coralillo del Istmo	EN	PR	DD
Squamata	Elapidae	<i>Micrurus browni</i>	Serpiente coralillo de la Sierra Madre del Sur	RE	PR	LC

Squamata	Leptotyphlopidae	<i>Epictia phenops</i>	Culebra Ciega	RE	SC	LC
Squamata	Loxocemidae	<i>Loxocemus bicolor</i>	Serpiente chatilla	RE	PR	LC
Squamata	Viperidae	<i>Agkistrodon bilineatus</i>	Cantil	EN	PR	LC
Squamata	Viperidae	<i>Porthidium dunni</i>	Nauyaca nariz de cerdo oxaqueña	EN	A	LC
Testudines	Cheloniidae	<i>Chelonia mydas</i>	Tortuga prieta	RE	P	EN
Testudines	Cheloniidae	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tortuga carey	RE	P	CR
Testudines	Cheloniidae	<i>Lepidochelys olivacea</i>	Tortuga Golfina	RE	P	VU
Testudines	Dermochelyidae	<i>Dermochelys coriacea</i>	Tortuga Laúd	RE	P	VU
Testudines	Emydidae	<i>Trachemys grayi</i>	Tortuga jicotea de Tehuantepec	RE	SC	LC
Testudines	Geoemydidae	<i>Rhinoclemmys pulcherrima</i>	Tortuga de monte pintada	RE	A	LC
Testudines	Geoemydidae	<i>Rhinoclemmys rubida</i>	Tortuga de monte payaso	EN	Pr	NT
Testudines	Kinosternidae	<i>Kinosternon oaxacae</i>	Tortuga pecho quebrado oxaqueña	EN	PR	DD

Estatus: RE= Residente, EN = Endémico.

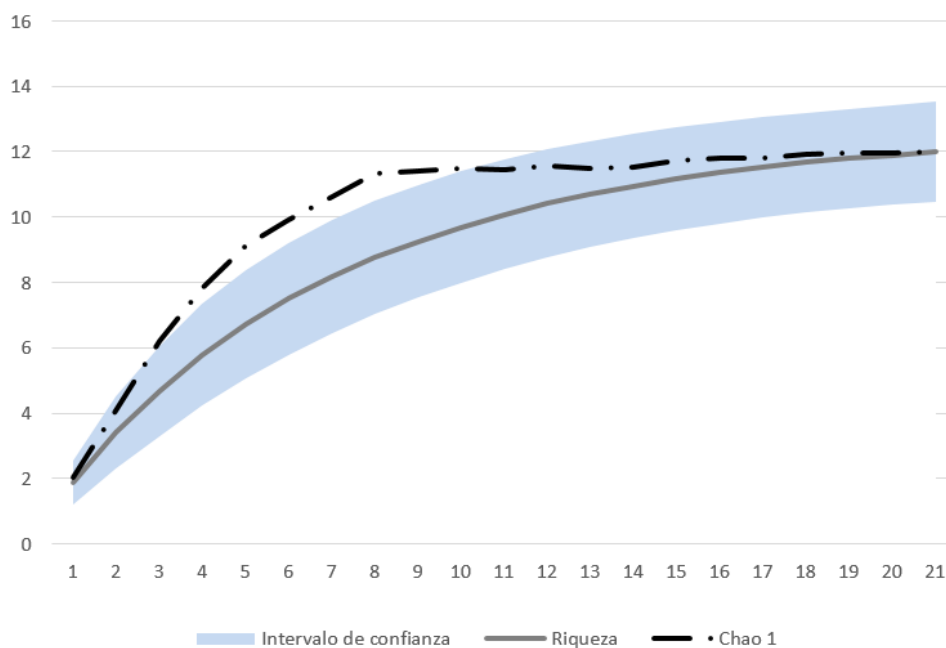
NOM-059: SC = Sin categoría, Pr = Sujeto a protección especial, A= Amenazado, P= Peligro de extinción.

UICN: LC = Least Concern, VU= Vulnerable, NT= Near threatened, EN= Engangered, CR= Critical endangered, DD= Data deficient, NC= No considered.

Una vez realizado el primer acercamiento a la herpetofauna potencial del sistema ambiental y, con la finalidad de realizar análisis de la herpetofauna más específico, para la mencionada área de estudio fue realizado a partir de la proposición de muestreos como se describió en la sección anterior (A.3). Los recorridos comenzaron a las 10:00 am y terminaron a las 4:00 pm en promedio. La falta de arroyos permanentes pudo reducir ampliamente la captura de anfibios.

En cuanto a herpetofauna, la curva de acumulación de especies se calculó a partir del método Chao2 debido a la homogeneidad de los datos, se observa que la riqueza observada es similar a la riqueza esperada a intervalo de 95% de confianza, lo que indica que el esfuerzo de muestreo fue significativo y que se detectaron una gran cantidad de las especies esperadas en el sistema ambiental.

Figura IV. 32 Curva de acumulación de herpetofauna en el sistema ambiental



A continuación, se presenta la tabla de las especies observadas y los individuos registrados durante los recorridos realizados, señalando a su vez el estatus de residencia y si presentan alguna categoría de protección ya sea por la NOM-059-SEMARNAT-2010 o si se encuentran listadas en la Lista Roja de especies amenazadas publicada por la UICN.

Tabla IV. 24 Herpetofauna observada en el área de estudio

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus	NOM	UICN	Reg.	Cant.
Anura	Bufonidae	<i>Incilius marmoreus</i>	Sapo Jaspeado	EN	SC	LC	DI	3
Anura	Bufonidae	<i>Rhinella horribilis</i> *	Sapo Gigante	RE	SC	LC	DI	2
Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis carlliebi</i>	---	EN	SC	NC	DI	2
Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis immaculogularis</i>	----	EN	SC	NC	DI	7
Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis nebulosus</i>	Abaniquillo Plañuelo	EN	SC	LC	DI	3
Squamata	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona Asiática	EX	SC	LC	DI	5
Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana Mexicana de Cola Espinosa	EN	A	LC	DI	7
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus melanorhinus</i>	Lagartija espinosa de hocico negro	EN	SC	LC	DI	2

Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus siniferus</i>	Lagartija espinosa de cola larga	RE	SC	LC	DI	8
Squamata	Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus muralis</i>	Salamanquesa oaxaqueña	EN	PR	LC	DI	1
Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis guttata</i>	Ticuiliche mexicano	RE	SC	LC	DI	2
Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis deppi</i>	Huico 7 Líneas	EN	SC	LC	DI	22
Registros: DI = Directo; * <i>Rhinella horribilis</i> antes <i>Rhinella marina</i> .							12	64

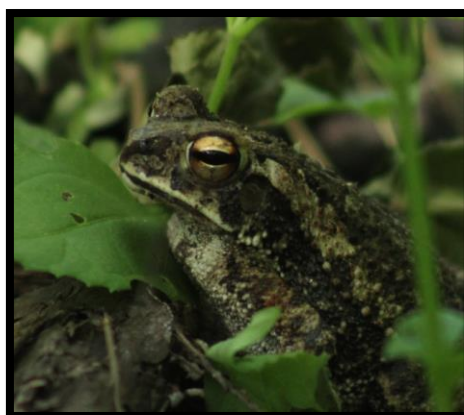
Como ya se observó en la **Tabla IV.24** se registraron un total de 12 especies distintas en el Sistema Ambiental, de estas, dos pertenecen al orden Anura y 10 al orden Squamata. Dentro de la herpetofauna, la especie más abundante fue *Aspidoscelis deppi* (**Figura IV.33**) y la menos abundante la rana *Phyllodactylus muralis*.

Figura IV. 33 Ejemplar de *Aspidoscelis deppi* en el SA



En la **sección IV.2.1.4: Hidrología del sistema ambiental** se describió la presencia de los cuerpos de agua, donde se observa que no existen cuerpos perennes de agua dulce. Esta característica reduce la detectabilidad en particular de especies de anfibios, a pesar de esto, dos especies fueron observadas: *Incilius marmoreus* y *Rhinella horribilis* ambas, especies tolerantes a la perturbación y a la moderada ausencia de cuerpos de agua. Una de estas especies de anuros tiene estatus de endémica a México (**Figura IV.234**) a pesar de lo anterior ninguna de las especies de anfibios aquí observadas cuenta con categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Figura IV. 34 *Incilius marmoreus*



En cuanto a los reptiles del sistema ambiental, diez especies fueron registradas, representadas por un total de 59 individuos, La familia Dactyloidae es la que presenta la mayor diversidad con tres especies distintas, mientras que la familia Teiidae fue la más representativa en cuanto a la abundancia por la totalidad de individuos. (Figura IV.35)

Figura IV. 35 A) Número de especies por familia; B) Número de individuos por familia

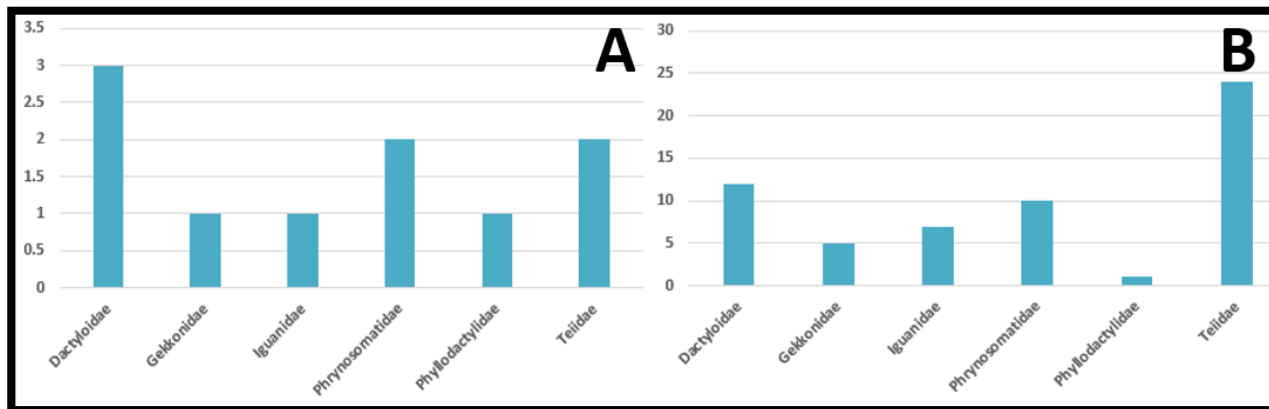


Tabla IV. 25 Índices de diversidad para la herpetofauna del sistema ambiental

Familia	Nombre científico	Cant.	Ab. Relativa	H'	Menhinick	Pielou (J')	Berger-Parker (D)
Bufonidae	<i>Incilius marmoreus</i>	3	0.05	0.06	1.50	0.84	0.34
Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	2	0.03	0.05			
Dactyloidae	<i>Anolis carlliebi</i>	2	0.03	0.05			
Dactyloidae	<i>Anolis immaculogularis</i>	7	0.11	0.11			
Dactyloidae	<i>Anolis nebulosus</i>	3	0.05	0.06			
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	5	0.08	0.09			

Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	7	0.11	0.11			
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus melanorhinus</i>	2	0.03	0.05			
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus siniferus</i>	8	0.13	0.11			
Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus muralis</i>	1	0.02	0.03			
Teiidae	<i>Aspidoscelis guttata</i>	2	0.03	0.05			
Teiidae	<i>Aspidoscelis deppii</i>	22	0.34	0.16			
		64	1	0.91			

Se calculó el índice de diversidad de Shannon (H) para describir a la comunidad de herpetofauna dentro del sistema ambiental. Este índice es un indicador de entropía en una comunidad, es decir, indica el grado de incertidumbre de la identidad de la especie de un individuo seleccionado al azar de una comunidad, lo cual es interpretado como el grado de diversidad. Por ejemplo, una comunidad donde todas las especies tienen la misma abundancia tendrá alta entropía, lo que se traduce como una alta diversidad (Moreno *et al.* 2011).

En cuanto al índice de diversidad de Shannon, se ha puesto un esfuerzo considerable en crear clasificaciones que permitan interpretar con mayor facilidad los valores de diversidad de varios índices, por ejemplo, Dolven *et al.* (2013), que clasifica el índice de Shannon (H) en malo (**<0.9**), pobre (**0.9-1.9**), moderado (**1.9-3.0**), bueno (**3.0-3.8**), y alto (**>3.8**) para una comunidad de foraminíferos. Sin embargo, el mayor poder explicativo del índice Shannon se da al comparar una misma comunidad en distintos tiempos.

Como se observa en la **Tabla IV.25**, la diversidad proporcional, correspondiente a los anfibios resultó un valor de índice de Shannon de $H' = 0.11$ mientras que los reptiles presentan un H' de 0.80 del índice de Shannon, lo que clasifica la diversidad de herpetofauna en el rango de **POBRE**, cuando se les considera en conjunto con $H' = 0.91$. Respecto a las abundancias relativas de cada especie, si consideramos la especie *Aspidoscelis deppi* fue la que presentó mayor presencia en la totalidad del ensamble de la herpetofauna lo que significa que esta especie se encuentra muy bien adaptada para habitar el área de estudio que debe presentar el clima y condiciones propicias para su subsistencia.

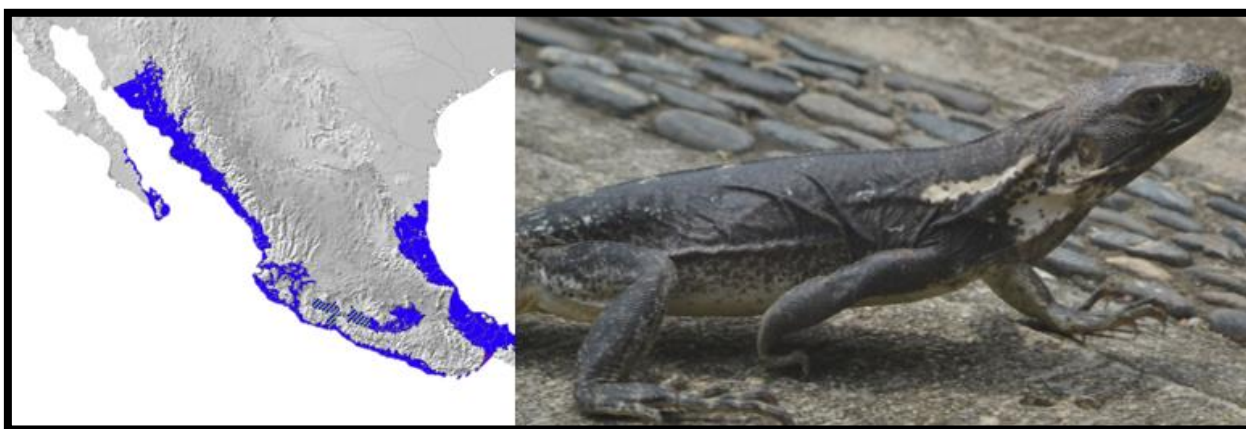
Del listado presentado anteriormente correspondiente a la herpetofauna del sistema ambiental se desprende que fueron observadas un total de dos especies indizadas en las categorías de protección por la norma **NOM-059-SEMARNAT-2010**: *Ctenosaura pectinata* con categoría de Amenazada y *Phyllodactylus muralis* sujeto a protección especial y además fueron observadas

ocho especies endémicas a México (*Incilius marmoreus*, *Anolis carlliebi*, *Anolis immaculogularis*, *Anolis nebulosus*, *Ctenosaura pectinata*, *Sceloporus melanorhinus*, *Phyllodactylus muralis* y *Aspidoscelis leppi*).

Algunas de las especies endémicas registradas en el sistema ambiental se consideran de distribución extendida y con poblaciones estables en el territorio nacional, otras en cambio, tienen una distribución restringida o al menos hasta donde se conoce, pues poco se conoce de las especies en cuestión, por ejemplo; *Anolis carlliebi* y *Anolis immaculogularis* recientemente fueron reconocidas como especies independientes (Nieto, 2013) sin embargo, fueron detectadas en distintos sitios del sistema ambiental.

En el caso de *Ctenosaura pectinata*, especie endémica a México e incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tiene una amplia distribución en el territorio nacional, pues se le puede observar por la vertiente del pacífico hasta los bajos de Chiapas y por la vertiente del golfo desde Veracruz hasta Tabasco. Es una especie que se adapta a la perturbación y suele habituarse a las zonas urbanas, la principal problemática de esta especie está relacionada con la severa explotación que sufre como fuente de alimento y por las propiedades curativas que se le atribuyen, lo que hace que dicha especie sea consumida de manera indiscriminada.

Figura IV. 36 *Ctenosaura pectinata* y su mapa de distribución



B.2)- Resultados y análisis de avifauna

Con la finalidad de dar un acercamiento inicial a la avifauna que se pudiese llegar a encontrar en el sitio de estudio es que se elaboró un listado potencial con base en lo publicado en los listados emitidos por Blazquez, (2016) donde la autora realiza una integración de distintas publicaciones

de diversidad para el estado, se revisó la distribución geográfica conocida de todas las especies reconocidas para el estado y se seleccionaron aquellas que se localizan potencialmente en el área del sistema ambiental. Así es, que se identificaron un total de 304 especies potenciales (Tabla IV.26) las cuales el número de especies identificadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 es de 48.

Tabla IV. 26 Avifauna potencial del sistema ambiental

Avifauna						
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus	NOM	UICN
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije Alas Blancas	RE	SC	LC
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna bicolor</i>	Pijije Canelo	RE	SC	LC
Anseriformes	Anatidae	<i>Cairina moschata</i>	Pato Real	RE	P	LC
Anseriformes	Anatidae	<i>Spatula discors</i>	Ceceta Alas Azules	MI	SC	LC
Anseriformes	Anatidae	<i>Spatula cyanoptera</i>	Cerceta Canela	MI, RE	SC	LC
Anseriformes	Anatidae	<i>Spatula clypeata</i>	Pato cucharón norteño	MI, RE	SC	LC
Anseriformes	Anatidae	<i>Mareca strepera</i>	Pato friso	MI	SC	LC
Anseriformes	Anatidae	<i>Mareca americana</i>	Pato Chalchán	MI	SC	LC
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas platyrhynchos</i>	Pato de Collar	MI, RE	SC	LC
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas acuta</i>	Pato Golondrino	MI	SC	LC
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas crecca</i>	Cerceta Alas Verdes	MI	SC	LC
Anseriformes	Anatidae	<i>Aythya americana</i>	Pato Cabeza Roja	MI, RE	SC	LC
Anseriformes	Anatidae	<i>Aythya affinis</i>	Pato Boludo Menor	MI	SC	LC
Anseriformes	Anatidae	<i>Oxyura jamaicensis</i>	Pato Tepalcate	MI, RE	SC	LC
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca Pálida	EN	SC	LC
Galliformes	Cracidae	<i>Penelope purpurascens</i>	Pava Cojolita	RE	A	LC
Galliformes	Odontophoridae	<i>Colinus virginianus</i>	Codorniz Cotuí	RE	SC	NT
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor menor	RE	PR	LC
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor Pico Grueso	RE, MI	SC	LC
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podiceps nigricollis</i>	Zambullidor Orejón	MI, RE	SC	LC
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma Doméstica	EX	SC	LC
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma Morada	RE	SC	LC
Columbiformes	Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de Collar Turca	EX	SC	LC
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortola Cola Larga	RE	SC	LC

Avifauna						
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus	NOM	UICN
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita Pico Rojo	RE	SC	LC
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita Canela	RE	SC	LC
Columbiformes	Columbidae	<i>Geotrygon montana</i>	Paloma Canela	RE	SC	LC
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma Arroyera	RE	SC	LC
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas	RE, MI	SC	LC
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuculillo Canelo	RE	SC	LC
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus minor</i>	Cuculillo Manglero	RE	SC	LC
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	Cuculillo Pico Negro	T	SC	LC
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Dromococcyx phasianellus</i>	Cuculillo Faisán	RE	SC	LC
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Morococcyx erythropygus</i>	Cuculillo terrestre	RE	SC	LC
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Pijuy	RE	SC	LC
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras Menor	RE	SC	LC
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabras Zumbón	MV	SC	LC
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras pauraque	RE	SC	LC
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Antrostomus ridgwayi</i>	Tapacaminos Tucuchillo	RE	SC	LC
Nyctibiiformes	Nyctibiidae	<i>Nyctibius jamaicensis</i>	Pájaro Estaca Norteño	RE	SC	LC
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne rutila</i>	Vencejo Cuello Castaño	RE	SC	LC
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo Collar Blanco	RE	SC	LC
Apodiformes	Apodidae	<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de Vaux	RE	SC	LC
Apodiformes	Trochillidae	<i>Phaethornis mexicanus</i>	Colibrí Ermitaño Mexicano	EN	SC	LC
Apodiformes	Trochillidae	<i>Anthracothonax prevostii</i>	Colibrí Garganta Negra	RE	SC	LC
Apodiformes	Trochillidae	<i>Helimaster longirostris</i>	Colibrí Picudo Coroniazul	RE	PR	LC
Apodiformes	Trochillidae	<i>Tilmatura dupontii</i>	Colibrí Cola Pinta	RE	A	LC
Apodiformes	Trochillidae	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí Garganta Rubí	MI	SC	LC
Apodiformes	Trochillidae	<i>Atthis heloisa</i>	Zumbador Mexicano	EN	SC	LC
Apodiformes	Trochillidae	<i>Selasphorus calliope</i>	Zumbador Garganta Rayada	MI	SC	LC
Apodiformes	Trochillidae	<i>Chlorostilbon auriceps</i>	Esmeralda Occidental	EN	SC	LC
Apodiformes	Trochillidae	<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí Pico Ancho	SE	SC	LC
Apodiformes	Trochillidae	<i>Eupherusa cyanophrys</i>	Colibrí Miahuatleco	EN	P	EN

Avifauna						
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus	NOM	UICN
Apodiformes	Trochillidae	<i>Amazilia candida</i>	Colibrí Cándido	MI	SC	LC
Apodiformes	Trochillidae	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí Canelo	RE	SC	LC
Apodiformes	Trochillidae	<i>Amazilia viridifrons</i>	Colibrí Frente Verde	EN	A	LC
Apodiformes	Trochillidae	<i>Hylocharis leucotis</i>	Zafiro Orejas Blancas	RE	SC	LC
Gruiformes	Rallidae	<i>Laterallus ruber</i>	Polluela Canela	RE	SC	LC
Gruiformes	Rallidae	<i>Porzana carolina</i>	Polluela Sora	RE	SC	LC
Gruiformes	Rallidae	<i>Pardirallus maculatus</i>	Rascón Pinto	RE	SC	LC
Gruiformes	Rallidae	<i>Porphyrio martinicus</i>	Gallineta Morada	RE	SC	LC
Gruiformes	Rallidae	<i>Gallinula galeata</i>	Gallineta Frente Roja	MI	SC	LC
Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica americana</i>	Gallareta Americana	MI	SC	LC
Gruiformes	Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>	Carrao	RE	PR	LC
Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Monjita Americana	RE	SC	LC
Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Recurvirostra americana</i>	Avoceta Americana	RE	SC	LC
Charadriiformes	Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i>	Ostrero Americano	RE	SC	LC
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlo Gris	MI	SC	LC
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Pluvialis dominica</i>	Chorlo Dorado Americano	MI	SC	LC
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius collaris</i>	Chorlo de Collar	RE	SC	LC
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius nivosus</i>	Chorlo Nevado	MI	A	NE
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius wilsonia</i>	Chorlo Pico Grueso	RE	SC	LC
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlo Semipalmeado	MI	SC	LC
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo Tildío	RE	SC	LC
Charadriiformes	Jacanidae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana Norteña	RE	SC	LC
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito Trinador	MI	SC	LC
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Numenius americanus</i>	Zarapito Pico Largo	MI	SC	LC
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Limosa fedoa</i>	Picopando Canelo	MI	SC	LC
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Arenaria interpres</i>	Vuelvepiedras Rojizo	MI	SC	LC
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris canutus</i>	Playero Rojo	MI	SC	LC
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris himantopus</i>	Playero Zancón	MI	SC	LC
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris alba</i>	Playero Blanco	MI	SC	LC
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris alpina</i>	Playero Dorso Rojo	MI	SC	LC
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris melanotos</i>	Playero Pectoral	MI	SC	LC

Avifauna						
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus	NOM	UICN
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris pusilla</i>	Playero Semipalmeado	MI	SC	NT
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris maur</i>	Playero Occidental	MI	SC	LC
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Limnodromus griseus</i>	Costurero Pico Corto	MI	SC	LC
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Limnodromus scolopaceus</i>	Costurero Pico Largo	MI	SC	LC
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago delicata</i>	Agachona Norteamericana	MI	SC	LC
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero Alzacolita	MI	SC	LC
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa solitaria</i>	Playero Solitario	MI	SC	LC
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa incana</i>	Playero Vagabundo	MI	SC	LC
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa melanoleuca</i>	Patamarilla Mayor	MI	SC	LC
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa semipalmata</i>	Playero Pihuiuí	MI	SC	LC
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa flavipes</i>	Patamarilla Menor	MI	SC	LC
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Phalaropus tricolor</i>	Falaropo Pico Largo	MI	SC	LC
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Phalaropus lobatus</i>	Falaropo Cuello Rojo	MI	SC	LC
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Phalaropus fulicarius</i>	Falaropo Pico Grueso	MI	SC	LC
Ciconiiformes	Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña Americana	MI	PR	LC
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán Neotropical	RE	SC	LC
Suliformes	Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	Anhinga Americana	RE	SC	LC
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelícano Blanco Americano	MI	SC	LC
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano café	RE	SC	LC
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ixobrychus exilis</i>	Avetoro Menor	RE	PR	LC
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza Tigre Mexicana	RE	PR	LC
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza Morena	MI	SC	LC
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza Blanca	RE	SC	LC
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garza Dedos Dorados	RE	SC	LC
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	Garza Azul	RE	SC	LC
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta rufescens</i>	Garza Rojiza	RE	PR	NT
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza Ganadera	EX	SC	LC
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Butorides virescens</i>	Garcita Verde	RE	SC	LC
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza Nocturna Corona Negra	RE	SC	LC

Avifauna						
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus	NOM	UICN
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nyctanassa violacea</i>	Garza Nocturna Corona Clara	RE	SC	LC
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Cochlearius cochlearius</i>	Garza Cucharón	RE	SC	LC
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis Blanco	RE	SC	LC
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Platalea ajaja</i>	Espátula Rosada	RE	SC	LC
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común	RE	SC	LC
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	RE	SC	LC
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes burrovianus</i>	Zopilote Sabanero	RE	PR	LC
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Sarcoramphus papa</i>	Zopilote Rey	RE	PR	LC
Accipitriformes	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Águila Pescadora	RE	SC	LC
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Gavilán Pico de Gancho	MI	PR	LC
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanus leucurus</i>	Milano Cola Blanca	RE	SC	LC
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Harpagus bidentatus</i>	Gavilán Bidentado	RE	PR	LC
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Ictinia plumbea</i>	Milano Plomizo	MV	PR	LC
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Busarellus nigricollis</i>	Aguililla Canela	RE	PR	LC
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gavilán Zancón	RE	A	LC
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla Negra Menor *	RE	PR	LC
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla Negra Mayor	RE	PR	LC
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus solitarius</i>	Águila Solitaria	RE	P	NT
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla Caminera	RE	SC	LC
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla Rojinegra	RE	PR	LC
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla Gris	RE	SC	LC
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo platypterus</i>	Aguililla Alas Anchas	RE	PR	LC
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla Cola Corta	RE	SC	LC
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla Aura	RE	PR	LC
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Spizaetus ornatus</i>	Águila Elegante	RE	P	NT
Strigiformes	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de Campanario	RE	SC	LC
Strigiformes	Strigidae	<i>Megascops cooperi</i>	Tecolote de Cooper	RE	PR	LC
Strigiformes	Strigidae	<i>Megascops guatemalae</i>	Tecolote Sapo	RE	SC	LC
Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho Cornudo	RE	SC	LC
Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium palmarum</i>	Tecolote Colimense	EN	A	LC
Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote Bajeño	RE	SC	LC
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon citreolus</i>	Trogon citrino	EN	SC	LC

Avifauna						
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus	NOM	UICN
Coraciiformes	Momotidae	<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto Corona Canela	CE	SC	LC
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>	Martín Pescador de Collar	RE	SC	LC
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle alcyon</i>	Martín Pescador Norteño	RE	SC	LC
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle amazona</i>	Martín Pescador Amazónico	RE	SC	LC
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín Pescador Verde	RE	SC	LC
Piciformes	Ramphastidae	<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	Tucancillo Verde	RE	PR	LC
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero Enmascarado	EN	SC	LC
Piciformes	Picidae	<i>Sphyrapicus varius</i>	Carpintero Moteado	MI	SC	LC
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes auricularis</i>	Carpintero Corona Gris	EN	SC	LC
Piciformes	Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero Lineado	RE	SC	LC
Piciformes	Picidae	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero Pico Plateado	RE	PR	LC
Falconiformes	Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón guaco	RE	SC	LC
Falconiformes	Falconidae	<i>Micrastur ruficollis</i>	Halcón Selvático Barrado	RE	PR	LC
Falconiformes	Falconidae	<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón Selvático de Collar	RE	PR	LC
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara Quebrantahuesos	RE	SC	LC
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	RE	SC	LC
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco columbarius</i>	Halcón Esmerejón	MI	SC	LC
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	Halcón Fajado	RE	A	LC
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco ruficularis</i>	Halcón Murcielaguero	RE	SC	LC
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	RE	PR	LC
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico Frente Naranja	RE	PR	LC
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Ara militaris</i>	Guacamaya Verde	RE	P	VU
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Ara macao</i>	Guacamaya Roja	RE	P	LC
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro Frente Blanca	RE	PR	LC
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona finschi</i>	Loro Corona Lila	EN	P	EN
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona oratrix</i>	Loro Cabeza Amarilla	RE	P	EN
Passeriformes	Furnariidae	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Trepatroncos Cabeza Gris	RE	SC	LC

Avifauna						
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus	NOM	UICN
Passeriformes	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos Bigotudo	RE	SC	LC
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquerito Chillón	RE	SC	LC
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiopagis viridicata</i>	Mosquerito Verdoso	RE	SC	LC
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Rhynchocyclus brevirostris</i>	Mosquerito Pico Plano	RE	SC	LC
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Mitrephanes phaeocercus</i>	Papamoscas Copetón	RE	SC	LC
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax flaviventris</i>	Papamoscas Ventre Amarillo	MI	SC	LC
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax hammondi</i>	Papamoscas de Hammond	MI	SC	LC
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax difficilis</i>	Papamoscas Amarillo del Pacífico	SE	SC	LC
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas Negro	RE	SC	LC
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Papamoscas Cardenalito	RE	SC	LC
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	Mosquero Atila	RE	SC	LC
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas Triste	RE	SC	LC
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas cenizo	MI	SC	LC
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus nuttingi</i>	Papamoscas Huí	RE	SC	LC
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus crinitus</i>	Papamoscas Viajero	MI	SC	LC
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Deltarhynchus flammulatus</i>	Papamoscas Mexicano	EN	PR	LC
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis Bien te Veo	RE	SC	LC
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis Pici Grueso	RE	SC	LC
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis Gregario	RE	SC	LC
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Papamoscas Rayado Común	MV	SC	LC
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí	RE	SC	LC
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano Pico Grueso	SE	SC	LC
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano pálido	MI	SC	LC
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus forficatus</i>	Tirano Tijereta Rosado	MI	SC	LC
Passeriformes	Tityridae	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira Puerquito	RE	SC	LC
Passeriformes	Tityridae	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	Cabezón Degollado	RE	SC	LC
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	Vireo Manglero	RE	PR	LC
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo bellii</i>	Vireo de Bell	MI	SC	NT

Avifauna						
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus	NOM	UICN
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo atricapilla</i>	Vireo Gorra Negra	SE	P	VU
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo solitarius</i>	Vireo Anteojillo	MI	SC	LC
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo hypochryseus</i>	Vireo Amarillo	EN	SC	LC
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo Verdeamarillo	MV	SC	LC
Passeriformes	Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca Cara Blanca	RE	SC	LC
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara Verde	RE	SC	LC
Passeriformes	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	RE	SC	LC
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Progne subis</i>	Golondrina Azulnegra	T	SC	LC
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Progne chalybea</i>	Golondrina Pecho Gris	RE	SC	LC
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina Bicolor	MI	SC	LC
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina Alas Aserradas	RE	SC	LC
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina Risquera	MV	SC	LC
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Tijereta	MV	SC	LC
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared Común	RE	SC	LC
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	Matraca Nuca Canela	RE	SC	LC
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Pheugopedius felix</i>	Saltapared Feliz	EN	SC	LC
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryophilus sinaloa</i>	Saltapared Sinaloense	EN	SC	LC
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryophilus pleurostictus</i>	Saltapared Barrado	RE	SC	LC
Passeriformes	Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea</i>	Perlita Azulgrís	MI	SC	LC
Passeriformes	Turdidae	<i>Poliptila albiloris</i>	Perlita Pispirria	RE	SC	LC
Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus mexicanus</i>	Zorzal corona negra	RE	PR	LC
Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal de Anteosojos	MI	SC	LC
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus assimilis</i>	Mirlo Garganta Blanca	RE	SC	LC
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus rufopalliatus</i>	Mirlo Dorso Canela	EN	SC	LC
Passeriformes	Mimidae	<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato Azul	EN	SC	LC
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle Norteño	RE	SC	LC
Passeriformes	Motacillidae	<i>Anthus rubescens</i>	Bisbita Norteamericana	MI	SC	LC
Passeriformes	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión Casero	EX	SC	LC

Avifauna						
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus	NOM	UICN
Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia affinis</i>	Euphonia Garganta Negra	RE	SC	LC
Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia hirundinacea</i>	Eufonia Garganta Amarilla	RE	SC	LC
Passeriformes	Passerellidae	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador Oliváceo	RE	SC	LC
Passeriformes	Passerellidae	<i>Melospiza cinerea</i>	Rascador Nuca Canela	EN	SC	LC
Passeriformes	Passerellidae	<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión Arlequín	MI	SC	LC
Passeriformes	Passerellidae	<i>Passerculus sandwichensis</i>	Gorrión sabanero	MI	SC	LC
Passeriformes	Icteridae	<i>Icteria virens</i>	Chipe Grande	MI	SC	LC
Passeriformes	Icteridae	<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	Tordo Cabeza Amarilla	MI	SC	LC
Passeriformes	Icteridae	<i>Sturnella magna</i>	Pradero Tortillaconchile	RE	SC	LC
Passeriformes	Icteridae	<i>Cassidix mexicanus</i>	Cacique Mexicano	CE	SC	LC
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus wagleri</i>	Calandria de Wagler	RE	SC	LC
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus spurius</i>	Calandria Castaña	MI	SC	LC
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria Dorso Negro Menor	MI	SC	LC
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria Dorso Rayado	RE	SC	LC
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus bullockii</i>	Calandria Cejas Naranjas	RE	SC	LC
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus pectoralis</i>	Calandria Pecho Moteado	RE	SC	LC
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Calandria Dorso Negro Mayor	RE	SC	LC
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus graduacauda</i>	Calandria Capucha Negra	CE	SC	LC
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus galbula</i>	Calandria de Baltimore	MI	SC	LC
Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo Ojos Rojos	RE	SC	LC
Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus ater</i>	Tordo Cabeza Café	MI	SC	LC
Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus oryzivorus</i>	Tordo Gigante	RE	SC	LC
Passeriformes	Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo Cantor	RE	SC	LC
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	RE	SC	LC
Passeriformes	Parulidae	<i>Seiurus aurocapilla</i>	Chipe Suelero	MI	SC	LC
Passeriformes	Parulidae	<i>Parkesia motacilla</i>	Chipe Arroyero	MI	SC	LC
Passeriformes	Parulidae	<i>Parkesia noveboracensis</i>	Chipe Charquero	MI	SC	LC
Passeriformes	Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe Trepador	MI	SC	LC
Passeriformes	Parulidae	<i>Oreothlypis peregrina</i>	Chipe Peregrino	MI	SC	LC
Passeriformes	Parulidae	<i>Oreothlypis celata</i>	Chipe Oliváceo	RE	SC	LC

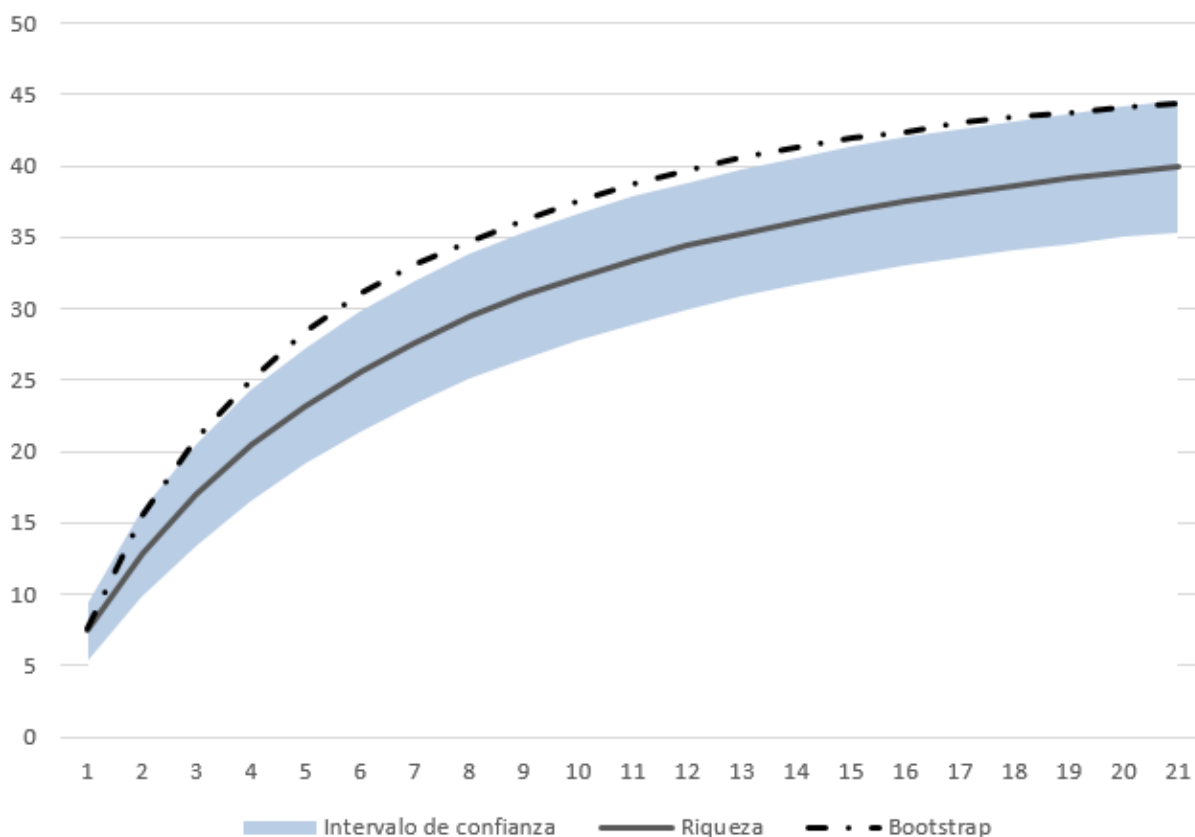
Avifauna						
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus	NOM	UICN
Passeriformes	Parulidae	<i>Oreothlypis luciae</i>	Chipe Rabadilla Castaña	SE	SC	LC
Passeriformes	Parulidae	<i>Oreothlypis ruficapilla</i>	Chipe Cabeza Gris	MI	SC	LC
Passeriformes	Parulidae	<i>Oreothlypis virginiae</i>	Chipe de Virginia	SE	SC	LC
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis poliocephala</i>	Mascarita Pico Grueso	RE	SC	LC
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis tolmiei</i>	Chipe Lores Negros	MI	A	LC
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita Común	MI	SC	LC
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis nelsoni</i>	Mascarita Matorralera	EN	SC	LC
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga ruticilla</i>	Pavito Migratorio	MI	SC	LC
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga americana</i>	Chipe Pecho Manchado	MI	SC	LC
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga pitaiyumi</i>	Chipe Tropical	MI	SC	LC
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga magnolia</i>	Chipe de Magnolias	MI	SC	LC
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	Chipe Amarillo	RE	SC	LC
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga pensylvanica</i>	Chipe Flancos Castaños	MI	SC	LC
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga palmarum</i>	Chipe Playero	MI	SC	LC
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	Chipe Rabadilla Amarilla	MI	SC	LC
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga dominica</i>	Chipe Garganta Amarilla	MI	SC	LC
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga graciae</i>	Chipe Cejas Amarillas	MI	SC	LC
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga virens</i>	Chipe Dorso Verde	MI	SC	LC
Passeriformes	Parulidae	<i>Basileuterus lachrymosus</i>	Pavito de Rocas	RE	SC	LC
Passeriformes	Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe Gorra Canela	CE	SC	LC
Passeriformes	Parulidae	<i>Basileuterus culicivorus</i>	Chipe Cejas Negras	RE	SC	LC
Passeriformes	Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe Corona Negra	MI	SC	LC
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga flava</i>	Piranga Encinera	RE	SC	LC
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Piranga Encinera	RE	SC	LC
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga ludoviciana</i>	Piranga Capucha Roja	MI	SC	LC
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga erythrocephala</i>	Piranga Cabeza Roja	EN	SC	LC
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Habia rubica</i>	Piranga Hormiguera Corona Roja	RE	SC	LC
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal Rojo	RE	SC	LC

Avifauna						
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus	NOM	UICN
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo Degollado	MI	SC	LC
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo Tigrillo	SE	SC	LC
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Granatellus venustus</i>	Granatelo Mexicano	EN	SC	LC
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Amaurospiza concolor</i>	Semillero Azul	RE	P	LC
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cyanocompsa parellina</i>	Colorín Azulnegro	RE	SC	LC
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo Azul	RE	SC	LC
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina cyanea</i>	Colorín Azul	MI	SC	LC
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina leclancherii</i>	Colorín Pecho Naranja	EN	SC	LC
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Colorín Sietecolores	MI	PR	NT
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Spiza americana</i>	Arrocero Americano	MI	SC	LC
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara Azulgris	RE	SC	LC
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa baritula</i>	Picochueco Vientre Canela	RE	SC	LC
Passeriformes	Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero Brincador	RE	SC	LC
Passeriformes	Thraupidae	<i>Cyanerpes cyaneus</i>	Mielero Patas Rojas	RE	SC	LC
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de Collar	RE	SC	LC
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila minuta</i>	Semillero Pecho Canela	RE	SC	LC
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator atriceps</i>	Saltador Cabeza Negra	RE	SC	LC
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador Gris	RE	SC	LC

Una vez realizado el primer acercamiento a la avifauna potencial del sistema ambiental y, con la finalidad de realizar el diseño estadístico de este grupo, para la mencionada área de estudio fue realizado a partir de la proposición de muestreos como se describió en la sección anterior (A.2). Los recorridos comenzaron a las 07:00 y se terminaron a las 11:00 am con un segundo pulso de 16:00 a 19:00 horas en promedio.

En cuanto a avifauna, la curva de acumulación de especies se calculó a partir del método Bootstrap debido a la heterogeneidad de los datos, se observa que, si bien la riqueza observada es menor a la riqueza esperada esta se encuentra dentro del intervalo de confianza, lo que indica que el esfuerzo de muestreo fue significativo y que se detectaron una gran cantidad de las especies esperadas en el sistema ambiental.

Figura IV. 37 Curva de acumulación de avifauna en el sistema ambiental



A continuación, se presenta la tabla de las especies observadas y los individuos registrados durante los recorridos realizados, señalando a su vez el estatus de residencia y si presentan alguna categoría de protección ya sea por la NOM-050-SEMARNAT-2010 o si se encuentran listadas en la Lista Roja de especies amenazadas publicada por la UICN.

Tabla IV. 27 Avifauna observada durante las salidas a campo del SA

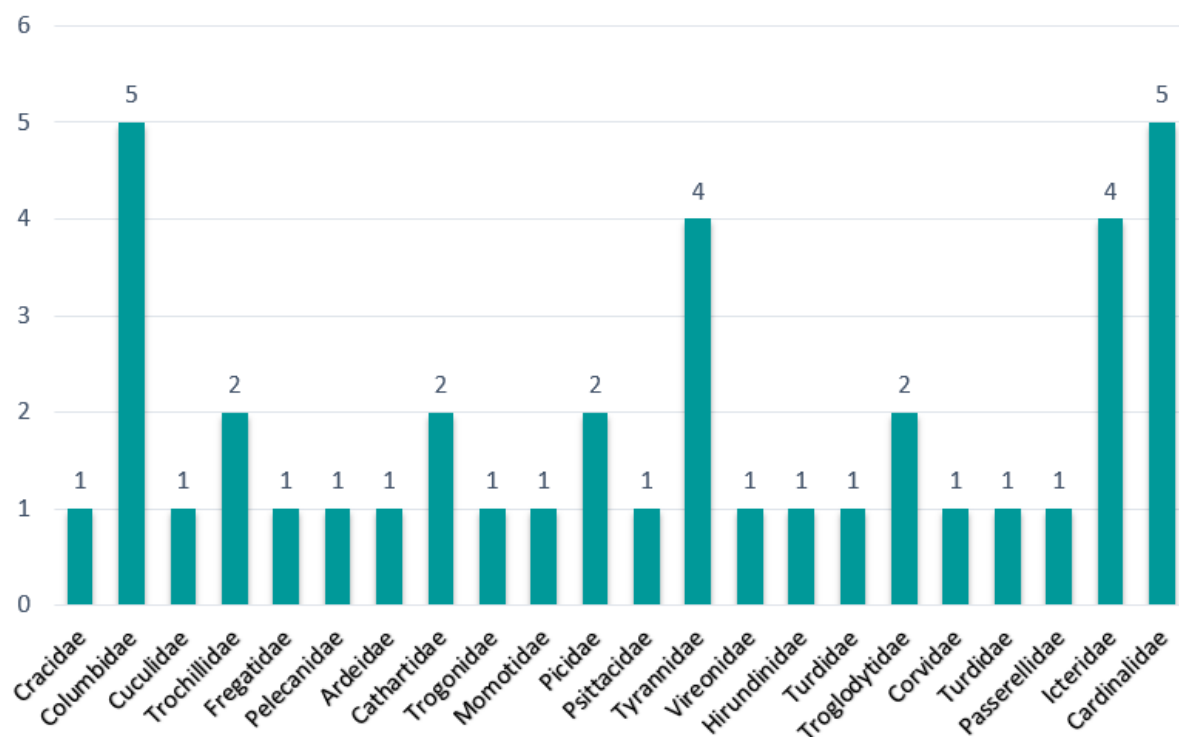
Nombre científico	Nombre común	Estatus	NOM	UICN	Reg.	Cant.
<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca Pálida	EN	SC	LC	CA	16
<i>Columba livia</i>	Paloma Doméstica	EX	SC	LC	DI	25
<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma Morada	RE	SC	LC	DI	4
<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de Collar Turca	EX	SC	LC	DI	3
<i>Columbina inca</i>	Tortola Cola Larga	RE	SC	LC	DI	28
<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma Arroyera	RE	SC	LC	CA	2
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Pijuy	RE	SC	LC	DI	6
<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí Pico Ancho	SE	SC	LC	DI	4
<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí Canelo	RE	SC	LC	DI	3

Nombre científico	Nombre común	Estatus	NOM	UICN	Reg.	Cant.
<i>Fregata magnificeps</i>	Fragata Tijereta	RE	SC	LC	DI	15
<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano café	RE	SC	LC	DI	1
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza Nocturna Corona Negra	RE	SC	LC	DI	1
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común	RE	SC	LC	DI	3
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	RE	SC	LC	DI	2
<i>Trogon citreolus</i>	Trogon citrino	EN	SC	LC	DI	8
<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto Corona Canela	CE	SC	LC	DI	9
<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero Enmascarado	EN	SC	LC	DI	12
<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero Lineado	RE	SC	LC	DI	2
<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico Frente Naranja	RE	PR	LC	DI	10
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis Bien te Veo	RE	SC	LC	DI	3
<i>Myiozetetes similis</i>	Luis Gregario	RE	SC	LC	DI	1
<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Papamoscas Rayado Común	MV	SC	LC	DI	3
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí	RE	SC	LC	DI	4
<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo Verdeamarillo	MV	SC	LC	DI	4
<i>Progne chalybea</i>	Golondrina Pecho Gris	RE	SC	LC	DI	30
<i>Polioptila albiloris</i>	Perlita Pispirria	RE	SC	LC	DI	1
<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	Matraca Nuca Canela	RE	SC	LC	DI	12
<i>Thryophilus pleurostictus</i>	Saltapared Barrado	RE	SC	LC	DI	1
<i>Calocitta formosa</i>	Urraca Cara Blanca	RE	SC	LC	DI	19
<i>Turdus rufopalliat</i>	Mirlo Dorso Canela	EN	SC	LC	DI	4
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador Oliváceo	RE	SC	LC	DI	1
<i>Cassidix mexicanus</i>	Cacique Mexicano	CE	SC	LC	DI	16
<i>Icterus pectoralis</i>	Calandria Pecho Moteado	RE	SC	LC	DI	8
<i>Icterus gularis</i>	Calandria Dorso Negro Mayor	RE	SC	LC	DI	7
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	RE	SC	LC	DI	46
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal Rojo	RE	SC	LC	DI	1
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo Degollado	RE	SC	LC	CA	2
<i>Cyanocitta stelleri</i>	Colorín Azulnegro	RE	SC	LC	DI	3
<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo Azul	RE	SC	LC	DI	1
<i>Passerina leclancherii</i>	Colorín Pecho Naranja	EN	SC	LC	DI	3
					40	324

*Distribución: RE-residente, MI-Migratoria de invierno, MV-Migratoria de verano, SE-semiendémica, CE-Cuasiendémica, EN-Endémica, TR-Transitoria. ** NOM: SC-Sin categoría, Pr- Sujeto a protección especial, A-Amenazado, P-Peligro de extinción, E-Extinto en vida silvestre ***UICN: DD- Data deficient, LC- Least concern, NT- Near threatened, VU-Vulnerable, EN-Endangered, CR-Critically Endangered, EW-Extinct in the wild, EX – Extinct ***Registros: OB-Observación, CA-Canto, RA-Rastro, RH-Registro histórico, EX – Excreta.

Como se pudo observar en la **tabla IV.27** colocada anteriormente, en total se registraron 324 ejemplares de aves distribuidas en un total de 12 órdenes y 22 familias, el orden con mayor representatividad fue el de los Passeriformes en el que se incluyen 10 de las de las 22 familias observadas. En la **figura 38** se colocó un gráfico de barras en el que se incluyeron la cantidad de especies registradas ($S=40$) seccionadas en la familia determinada de la que forman parte; en este caso las familias que colaboran más a la diversidad del predio, con el esfuerzo de muestreo realizado, fueron la familia Columbidae con cinco especies (*Columba livia*, *Patagioenas flavirostris*, *Streptopelia decaocto*, *Columbina inca* y *Leptotila verreauxi*) y la familia Cardinalidae también con cinco especies (*Cardinalis cardinalis*, *Pheucticus ludovicianus*, *Cyanocopsa parrellina*, *Passerina caerulea*, *P. leclancherii*)

Figura IV. 38 Distribución de las especies observadas por familia



En cuanto a la riqueza total de especies (40) de los 324 registros mencionados 46 pertenecen a la especie *Quiscalus mexicanus* (Zanate Mayor) correspondiéndole la mayor abundancia, siguiéndole los registros que les corresponden *Progne chalybea* (30), en cuanto a las especies con menos registros se encuentran *Passerina caerulea*, *Poliophtila albiloris*, *Pelecanus occidentalis*, entre otras, con 1 registro cada uno de ellas.

La totalidad de las especies de aves cinco, son consideradas endémicas *Ortalis poliocephala*, *Trogon citreolus* y *Melanerpes chrysogenys*, *Turdus rufopalliatu*s y *Passerina leclancherii* además de las categorías de endémico de México, existen otras subcategorías (Semiendemismo y Cuasiendemismo) dentro de las cuales también fueron observadas algunas especies: *Cyananthus latirostris* (Semiendémica), *Cassiculus melanicterus* y *Momotus mexicanus* (Cuasiendémicas). Adicionalmente de las especies registradas, dos son consideradas especies migratorias neotropicales: *Myiodinastes luteiventris* y *Vireo flavoviridis* por último durante el muestreo fueron detectadas dos especies invasoras: *Columba livia* y *Streptopelia decaocto*, ambas consideradas como especies de alto impacto a la fauna local.

Figura IV. 39 Evidencia de especies observadas en el SA: *Melanerpes chrysogenys* (A), *Quiscalus mexicanus* (B), *Icterus pectoralis* (C)



La riqueza de aves observadas en el sitio del proyecto representa el 12.63% de las especies estimadas como potenciales para la región. Es importante considerar que dada la época del año en que se realizaron los muestreos no se observaron especies migratorias de invierno, lo que correspondería a un aproximado del 28% de las especies estimadas como potenciales.

Para el estado de Oaxaca se tienen reportadas al menos 36 especies endémicas a México (Howell y Webb, 1995). De las cuales, el 11.11% (4 especies) fueron observadas en el sitio del proyecto.

De las 40 especies registradas el área de estudio, 2.5 % (1 especie) está incluida dentro de las categorías de protección acorde con la NOM-059-2010 siendo esta *Eupsittula canicularis* (Perico Frente Naranja) en categoría de Protección especial (PR), en cuanto a la categorización de riesgo internacional emitida por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Lista Roja de la IUCN) dicha especie está clasificada en la categoría de LC (Least Concern) ya que a pesar de que las poblaciones de Perico Frente Naranja se encuentran en declive, no se ha alcanzado un nivel decrecimiento tal, que se pueda considerar que dicha población pueda llegar a niveles de inviabilidad o irrecuperabilidad en los próximos años.

Tabla IV. 28 Analisis estadístico de avifauna del SA

Nombre científico	Cant.	Ab. Relativa	H'	Menhinick	Pielou (J')	Berger-Parker (D)
<i>Ortalis poliocephala</i>	16	0.05	0.06	2.2222222	0.85284888	0.141975309
<i>Columba livia</i>	25	0.08	0.09			
<i>Patagioenas flavirostris</i>	4	0.01	0.02			
<i>Streptopelia decaocto</i>	3	0.01	0.02			
<i>Columbina inca</i>	28	0.09	0.09			
<i>Leptotila verreauxi</i>	2	0.01	0.01			
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	6	0.02	0.03			
<i>Cynanthus latirostris</i>	4	0.01	0.02			
<i>Amazilia rutila</i>	3	0.01	0.02			
<i>Fregata magnificeps</i>	15	0.05	0.06			
<i>Pelecanus occidentalis</i>	1	0.00	0.01			
<i>Nycticorax nycticorax</i>	1	0.00	0.01			
<i>Coragyps atratus</i>	3	0.01	0.02			
<i>Cathartes aura</i>	2	0.01	0.01			
<i>Trogon citreolus</i>	8	0.02	0.04			
<i>Momotus mexicanus</i>	9	0.03	0.04			
<i>Melanerpes chrysogenys</i>	12	0.04	0.05			
<i>Dryocopus lineatus</i>	2	0.01	0.01			
<i>Eupsittula canicularis</i>	10	0.03	0.05			
<i>Pitangus sulphuratus</i>	3	0.01	0.02			
<i>Myiozetetes similis</i>	1	0.00	0.01			
<i>Myiodynastes luteiventris</i>	3	0.01	0.02			
<i>Tyrannus melancholicus</i>	4	0.01	0.02			
<i>Vireo flavoviridis</i>	4	0.01	0.02			
<i>Progne chalybea</i>	30	0.09	0.10			
<i>Polioptila albiloris</i>	1	0.00	0.01			
<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	12	0.04	0.05			

Nombre científico	Cant.	Ab. Relativa	H'	Menhinick	Pielou (J')	Berger- Parker (D)
<i>Thryophilus pleurostictus</i>	1	0.00	0.01			
<i>Calocitta formosa</i>	19	0.06	0.07			
<i>Turdus rufopalliatus</i>	4	0.01	0.02			
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	1	0.00	0.01			
<i>Cassiculus melanicterus</i>	16	0.05	0.06			
<i>Icterus pectoralis</i>	8	0.02	0.04			
<i>Icterus gularis</i>	7	0.02	0.04			
<i>Quiscalus mexicanus</i>	46	0.14	0.12			
<i>Cardinalis cardinalis</i>	1	0.00	0.01			
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	2	0.01	0.01			
<i>Cyanocompsa parellina</i>	3	0.01	0.02			
<i>Passerina caerulea</i>	1	0.00	0.01			
<i>Passerina leclancherii</i>	3	0.01	0.02			
	324	1	1.366			

Como base para iniciar los análisis de diversidad, se calculó el índice de diversidad de Shannon (H) para describir en función de la diversidad a la comunidad de avifauna dentro del sistema ambiental. Este índice es un indicador de entropía en una comunidad, es decir, indica el grado de incertidumbre de la identidad de la especie de un individuo seleccionado al azar de una comunidad, lo cual es interpretado como el grado de diversidad. Por ejemplo, una comunidad donde todas las especies tienen la misma abundancia tendrá alta entropía, lo que se traduce como una alta diversidad (Moreno *et al.* 2011).

En cuanto al índice de diversidad de Shannon, se ha puesto un esfuerzo considerable en crear clasificaciones que permitan interpretar con mayor facilidad los valores de diversidad de varios índices, por ejemplo, Dolven *et al.* (2013), que clasifica el índice de Shannon (H) en malo (**<0.9**), pobre (**0.9-1.9**), moderado (**1.9-3.0**), bueno (**3.0-3.8**), y alto (**>3.8**) para una comunidad de foraminíferos. Sin embargo, el mayor poder explicativo del índice Shannon se da al comparar una misma comunidad en distintos tiempos.

Como se observa en la **Tabla IV.28**, la diversidad correspondiente a las aves resultó un valor de índice de Shannon de $H' = 1.36$, lo que clasifica la diversidad de aves también en el rango de **POBRE**.

Este resultado se justifica o complementa al realizar el Índice de equitatividad de Pielou que mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada, al resultarnos en una $J' = 0.85$ lo que indica que la mayoría de las especies, son igualmente abundantes aunque, existen algunas que dominan sobre el resto: $D = 0.14$, dicese por ejemplo de *Quiscalus mexicanus* que tiene una abundancia relativa de 0.14 o *Progne chalybea* (0.12) (siendo así, las que presentan una mayor dominancia en la totalidad del ensamble de la avifauna lo que significa que estas especies se encuentran muy bien adaptadas para habitar el área de estudio que debe presentar el clima y condiciones propicias para su subsistencia.

B.3)- Resultados y análisis de mastofauna

Con la finalidad de dar un acercamiento inicial a la mastofauna que se pudiese llegar a encontrar en el sitio de estudios es que se elaboró un listado potencial con base en lo publicado en los listados emitidos por Briones-Salas, *et al.*, (2015) donde los autores presentan una actualización taxonómica de las especies relacionando la detección de ellas en cada una de las subprovincias fisiográficas, adicionalmente a las especies resultantes se aplicó un filtro cruzando el área del sistema ambiental reconociendo a aquellas que se distribuyen cercanas a la línea de costa. Así es, que se identificaron un total de 81 especies de mamíferos potenciales para el sistema ambiental (Tabla IV.29) de las cuales el número de especies identificadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 es de 11.

Tabla IV. 29 Mastofauna a potencial del Sistema ambiental

Mastofauna						
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estat	NOM	UICN
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache Sureño	RE	SC	LC
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache Norteño	RE	SC	LC
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Philander opossum</i>	Tlacuache cuatroojos gris	RE	SC	LC
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Marmosa mexicana</i>	Tlacuache Ratón Mexicano	RE	SC	LC
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Tlacuatzin canescens</i>	Tlacuache Ratón Gris	EN	SC	LC
Cingulata	Dasyopodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo Nueve Bandas	RE	SC	LC
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Tamandúa norteño	RE	P	LC
Soricomorpha	Soricidae	<i>Cryptotis goldmani</i>	Musaraña de orejitas	EN	PR	LC
Soricomorpha	Soricidae	<i>Cryptotis parva</i>	Musaraña orejillas mínima	RE	SC	LC
Chiroptera	Emballonuridae	<i>Balantiopteryx plicata</i>	Murciélago gris de saco	RE	SC	LC
Chiroptera	Emballonuridae	<i>Saccopteryx bilineata</i>	Murciélago rayado mayor	RE	SC	LC
Chiroptera	Emballonuridae	<i>Molossus aztecus</i>	Murciélago mastín azteca	RE	SC	LC
Chiroptera	Emballonuridae	<i>Molossus rufus</i>	Murciélago mastín negro	RE	SC	LC

Mastofauna						
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estat	NOM	UICN
Chiroptera	Emballonuridae	<i>Promops centralis</i>	Murciélago mastín mayor	RE	SC	LC
Chiroptera	Emballonuridae	<i>Natalus mexicanus</i>	Sopichí	RE	SC	LC
Chiroptera	Emballonuridae	<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago-barba arrugada norteño	RE	SC	LC
Chiroptera	Emballonuridae	<i>Pteronotus davyi</i>	Murciélago lomo pelón menor	RE	SC	LC
Chiroptera	Emballonuridae	<i>Pteronotus parnellii</i>	Murciélago-bigotudo de Parnell	RE	SC	LC
Chiroptera	Emballonuridae	<i>Pteronotus personatus</i>	Murciélago bigotudo	RE	SC	LC
Chiroptera	Emballonuridae	<i>Noctilio leporinus</i>	Murciélago-pescador mayor	RE	SC	LC
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia subrufa</i>	Murciélago frugívoro de cola corta	RE	SC	LC
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago vampiro	RE	SC	LC
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Anoura geoffroyi</i>	Murciélago rabón de Geoffroy	RE	SC	LC
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Hylonycteris underwoodi</i>	Murciélago lengua larga	RE	SC	LC
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Glossophaga commissarisi</i>	Murciélago lengüetón	RE	SC	LC
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Glossophaga leachii</i>	Murciélago gris de lengua larga	RE	SC	LC
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Glossophaga morenoi</i>	Murciélago lengüetón de Xiutepec	EN	SC	LC
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago lengüetón	RE	SC	LC
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Macrotus waterhousii</i>	Murciélago orejón mexicano	RE	SC	LC
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Micronycteris microtis</i>	Murciélago orejón brasileño	RE	SC	LC
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero	RE	SC	LC
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frugívoro gigante	RE	SC	LC
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Dermanura phaeotis</i>	Murciélago frugívoro pigmeo	RE	SC	LC
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Dermanura tolteca</i>	Murciélago frugívoro tolteca	RE	SC	LC
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Enchisthenes hartii</i>	Murciélago frutero menor	RE	SC	LC
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Centurio senex</i>	Murciélago cara arrugada	RE	SC	LC
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Chiroderma salvini</i>	Murciélago ojón	RE	SC	LC
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Sturnira parvidens</i>	Murciélago de charreteras menor	RE	SC	LC
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Myotis fortidens</i>	Miotis canelo	RE	SC	LC
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Eptesicus furinalis</i>	Murciélago pardo argentino	RE	SC	LC
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Lasiurus blossevillii</i>	Murciélago cola peluda de Blossevil	RE	SC	LC
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Lasiurus intermedius</i>	Murciélago cola peluda norteño	RE	SC	LC

Mastofauna						
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estat	NOM	UICN
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Rhogeessa parvula</i>	Murciélago amarillo menor	EN	SC	LC
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo de monte	EN	SC	LC
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo serrano	RE	SC	LC
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla vientre rojo	RE	SC	LC
Rodentia	Geomyidae	<i>Orthogeomys grandis</i>	Tuza mayor	RE	SC	LC
Rodentia	Geomyidae	<i>Heteromys desmarestianus</i>	Ratón de abazones	RE	SC	LC
Rodentia	Geomyidae	<i>Heteromys pictus</i>	Ratón espinoso pintado	RE	SC	LC
Rodentia	Erethizontidae	<i>Coendou mexicanus</i>	Puercoespín tropical	RE	A	LC
Rodentia	Erethizontidae	<i>Microtus mexicanus</i>	Metorito mexicano	RE	SC	LC
Rodentia	Cricetidae	<i>Baiomys musculus</i>	Ratón pigmeo sureño	RE	SC	LC
Rodentia	Cricetidae	<i>Neotoma mexicana</i>	Rata cambalachera mexicana	RE	SC	LC
Rodentia	Cricetidae	<i>Peromyscus melanophrys</i>	Ratón de meseta	EN	SC	LC
Rodentia	Cricetidae	<i>Peromyscus mexicanus</i>	Ratón mexicano	RE	SC	LC
Rodentia	Cricetidae	<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	Ratón cosechero de montaña	RE	SC	LC
Rodentia	Cricetidae	<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	Rata arrocera pigmea	RE	SC	LC
Rodentia	Cricetidae	<i>Oryzomys alfaroi</i>	Rata arrocera de Alfaro	RE	SC	LC
Rodentia	Cricetidae	<i>Oryzomys couesi</i>	Rata arrocera de Coues	RE	SC	LC
Rodentia	Cricetidae	<i>Sigmodon mascotensis</i>	Rata de la caña de Jalisco	EN	SC	LC
Rodentia	Cricetidae	<i>Nyctomys sumichrasti</i>	Rata vespertina centroamericana	RE	SC	LC
Rodentia	Cricetidae	<i>Tylomys nudicaudus</i>	Rata trepadora de Peter	RE	SC	LC
Carnívora	Felidae	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Jaguarundi	RE	A	LC
Carnívora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	RE	P	LC
Carnívora	Felidae	<i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo	RE	P	NT
Carnívora	Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma	RE	SC	LC
Carnívora	Felidae	<i>Panthera onca</i>	Jaguarundi	RE	P	NT
Carnívora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	RE	SC	LC
Carnívora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra Gris	RE	SC	LC
Carnívora	Canidae	<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo de espalda blanca norteño	RE	SC	LC
Carnívora	Mephitidae	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado sureño	RE	SC	LC
Carnívora	Mephitidae	<i>Spilogale pygmaea</i>	Zorrillo pigmeo	EN	A	VU
Carnívora	Mustelidae	<i>Lontra longicaudis</i>	Nutria de Río	RE	SC	NT
Carnívora	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja cola larga	RE	SC	LC
Carnívora	Procyonidae	<i>Bassariscus sumichrasti</i>	Cacomixtle tropical	RE	PR	LC
Carnívora	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Mico de noche	RE	PR	LC
Carnívora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí	RE	SC	LC

Mastofauna						
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estat	NOM	UICN
Carnívora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	RE	SC	LC
Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de Collar	RE	SC	LC
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado Cola Blanca	RE	SC	LC
Artiodactyla	Perissodactyla	<i>Tapirella bairdi</i>	Tapir centroamericano	RE	P	EN

Una vez realizado el primer acercamiento a la mastofauna potencial del sistema ambiental y, con la finalidad de realizar análisis de la herpetofauna más específico, para la mencionada área de estudio fue realizado a partir de la proposición de muestreos como se describió en la sección anterior. Los recorridos comenzaron a las 10:00 am y terminaron a las 4:00 pm en promedio con la intención de aprovechar las horas luz para observar la mayor cantidad de evidencia de la presencia de maíeros, el grupo de mamíferos se traslada detrás del encargado del registro de la avifauna pero antes que el equipo de herpetofauna, para registrar huellas y excretas de que el último equipo remueva los microhabitats.

A continuación, se presenta la tabla de las especies observadas y los individuos registrados durante los recorridos realizados, señalando a su vez el estatus de residencia y si presentan alguna categoría de protección ya sea por la NOM-050-SEMARNAT-2010 o si se encuentran listadas en la Lista Roja de especies amenazadas publicada por la UICN.

Tabla IV. 30 Mastofauna observada en el área de estudio

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus	NOM	UICN	Reg.	Cant.
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache Norteño	RE	SC	LC	RA	3
Chiroptera	Emballonuridae	<i>Balantiopteryx plicata</i>	Murciélago gris de saco	RE	SC	LC	DI	12
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla vientre rojo	RE	SC	LC	DI	21
Carnívora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	RE	P	LC	RA	1
Carnívora	Mephitidae	<i>Spilogale pygmaea</i>	Zorrillo pigmeo	EN	A	VU	DI	1
Carnívora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	RE	SC	LC	EX	1
							6	39

Como ya se observó en la **Tabla IV.30** se registraron un total de 6 especies distintas en el Sistema Ambiental, de estas, tres pertenecen al orden carnívora y el resto se distribuyen en: Didelphimorphia, Chiroptera y Rodentia. La especie mas abundante en el sistema ambiental fue *Sciurus aureogaster* con 21 individuos registrados, seguido por *Balantiopteryx plicata* (**Figura**

IV.40) con 12 registros y las menos abundantes *Leopardus pardalis*, *Spilogale pygmaea* y *Procyon lotor*.

Figura IV. 40 Ejemplar de *Balantiopteryx plicata* en el SA



Durante el estudio, en área de proyecto fueron comunes los avistamientos de individuos de (*Sciurus aureogaster*) (21 individuos registrados en transectos de longitud variable). Cabe mencionar que se observaron rastros de un ejemplar de Ocelote (*Leopardus pardalis*) cercano a la zona de playa en el extremo oeste del SA, en la parte baja de los límites con la localidad de Mazunte.

El fototrampeo dio como resultado principal la detección de especies de fauna doméstica: Perros y gatos principalmente, las proximidades del sitio con la localidad establecida de Zipolite

Figura IV. 41 Ejemplar de gato domestico (*Felis catus*) detectado por fototrampeo



También fueron registradas frecuentemente huellas de Tlacuache en los extremos exteriores de las brechas circundantes al predio donde se pretende emplazar el proyecto.

Nuevamente se calculó el índice de diversidad de Shannon (H') para describir a la comunidad de herpetofauna dentro del sistema ambiental. Este índice es un indicador de entropía en una comunidad, es decir, indica el grado de incertidumbre de la identidad de la especie de un individuo seleccionado al azar de una comunidad, lo cual es interpretado como el grado de diversidad. Por ejemplo, una comunidad donde todas las especies tienen la misma abundancia tendrá alta entropía, lo que se traduce como una alta diversidad (Moreno *et al.* 2011).

Tabla IV. 31 Índices de diversidad para la mastofauna del sistema ambiental

Nombre científico	NO M	UIC N	Reg.	Cant .	Ab. Relativ a	H'	Menhinic k	Pielou (J')	Berger - Parker (D)
<i>Didelphis virginiana</i>	SC	LC	RA	3	0.08	0.09	0.96	0.66	0.54

<i>Balantiopteryx plicata</i>	SC	LC	DI	12	0.31	0.16			
<i>Sciurus aureogaster</i>	SC	LC	DI	21	0.54	0.14			
<i>Leopardus pardalis</i>	P	LC	RA	1	0.03	0.04			
<i>Spilogale pygmaea</i>	A	VU	DI	1	0.03	0.04			
<i>Procyon lotor</i>	SC	LC	EX	1	0.03	0.04			
			6	39	1	0.51			

Se calculó el índice de diversidad de Shannon (H) para describir a la comunidad de mastofauna dentro del sistema ambiental. Este índice es un indicador de entropía en una comunidad, es decir, indica el grado de incertidumbre de la identidad de la especie de un individuo seleccionado al azar de una comunidad, lo cual es interpretado como el grado de diversidad. Por ejemplo, una comunidad donde todas las especies tienen la misma abundancia tendrá alta entropía, lo que se traduce como una alta diversidad (Moreno *et al.* 2011).

En cuanto al índice de diversidad de Shannon, se ha puesto un esfuerzo considerable en crear clasificaciones que permitan interpretar con mayor facilidad los valores de diversidad de varios índices, por ejemplo, Dolven *et al.* (2013), que clasifica el índice de Shannon (H) en malo (<0.9), pobre (0.9-1.9), moderado (1.9-3.0), bueno (3.0-3.8), y alto (>3.8) para una comunidad de foraminíferos. Sin embargo, el mayor poder explicativo del índice Shannon se da al comparar una misma comunidad en distintos tiempos.

Como se observa en la **Tabla IV.31**, la diversidad calculada pro índice de Shannon a la mastofauna fue de H' de 0.50, esto lo coloca como el grupo con la menor diversidad de los observados en el sistema ambiental, clasificándose en el rango de **MALO**. Respecto a las abundancias relativas de cada especie, si consideramos la especie *Sciurus aureogaster* fue la que presento mayor presencia en la totalidad del ensamble de la mastofauna lo que significa que esta especie se encuentra muy bien adaptada para habitar el área de estudio que debe presentar el clima y condiciones propicias para su subsistencia y que la amplia presencia de esta pudiera estar limitando la presencia de otros individuos que compartan su nicho ecológico.

Del listado presentado anteriormente correspondiente a la mastofauna del sistema ambiental se desprende que fueron observadas un total de dos especies indizadas en las categorías de protección por la norma **NOM-059-SEMARNAT-2010**: *Leopardus pardalis* con categoría de

Peligro de extinción y *Spilogale pygmaea* como Amezada esta ultima ademas, se encuentra catalogada como “Endangered” por la Lista Roja de la UICN.

En el caso de *Spilogale pygmaea*, especie endémica a México e incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tiene una distribución moderada en el territorio nacional, pues se le puede observar por la vertiente del pacifico desde Sinaloa hasta los bajos de Chiapas y por la vertiente del golfo desde Veracruz hasta Tabasco. Es una especie que se adapta a la perturbación y suele habituarse a las zonas urbanas, la principal problemática de esta especie está relacionada con la severa explotación que sufre como fuente de alimento y por las propiedades curativas que se le atribuyen, lo que hace que dicha especie sea consumida de manera indiscriminada; es una especie generalista de hábitat, que se alimentan principalmente de insectos, pequeños vertebrados y en algunos casos frutas (Cantú et al. 2005); debido a esto, la urbanización del sistema ambiental no afecte la presencia de esta especie.

Figura IV. 42 *Spilogale pygmaea* y su mapa de distribución



Esta especie posee un hábitat restringido y discontinuo en un área de México en franco desarrollo y es amenazada como resultado de las actividades inherentes al desarrollo del

turismo. A pesar que la especie habita una variedad de hábitats es capaz de sobrevivir bajo condiciones de intervención humana, sin embargo en estas áreas los perros y gatos representan una presión para las poblaciones.

C) Conclusiones

El estado de Oaxaca es el estado de mayor importancia biológica en cuanto a la riqueza de flora y fauna se refiere. En este contexto y vinculando con los resultados del trabajo de campo, el sitio donde se pretende emplazar el proyecto y por ende correspondiente al presente estudio, cuenta actualmente con una diversidad pobre con dominancia de ciertas especies de cada uno de los grupos de vertebrados, usualmente estos resultados corresponden a la cercanía del predio con la esfera urbana que la circunda, aunque, a pesar de los impactos antropogénicos ya existentes todavía se observa la presencia de especies asociadas a bajos niveles de impacto ambiental. De los distintos grupos zoológicos como lo son las aves, los mamíferos, los anfibios y los reptiles un bajo porcentaje de dichas especies son endémicas (13) y/o están bajo alguna categoría de protección bajo la normatividad mexicana (5).

Como se describió en los puntos anteriores la fauna registrada está representada por 40 especies de aves, 12 de Herpetofauna y seis de Mastofauna, de estas 58 especies 5 se encuentran catalogadas en alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010; De acuerdo a las observaciones en campo se puede concluir que las áreas que no serán afectadas por el emplazamiento de las obras, presentan las mismas especies de fauna que fueron registradas en el sitio del proyecto, ya que se cuenta con la misma cobertura vegetal reportada y asimismo con las mismas condiciones abióticas.

Considerando los hábitos de movimiento de las especies como las aves, los mamíferos y los reptiles mayores (Iguanidae), es posible asumir que durante las obras constructivas, la fauna que pudiera habitar o transitar por esta área, tenderán a desplazarse a sitios aledaños fuera de la observación y alcance de los trabajadores.

Durante las observaciones de campo se pudieron registrar en las inmediaciones del predio donde se pretende emplazar el proyecto especies como: *Anolis nebulosus*, *Columbina inca*, *Crotophaga sulcirostris* y *Sciurus aureogaster* que tienen la particularidad de encontrarse adaptadas a las zonas suburbanas por lo que son de las especies bien representadas en el muestreo; por otro lado la vegetación perturbada con por las actividades antropogénicas

incrementa la presencia de ejemplares exóticos como *Columba livia*, *Streptopelia decaocto* o *Hemidactylus frenatus*, contrastantemente e incluso a pesar de la perturbación existente también fue observada en el sistema ambiental la presencia de especies indicadoras de integridad del hábitat como son *Leopardus pardalis*, *Aspidoscelis guttata* y *Dryocopus lineatus*, lo que nos indicaría que a pesar de haberse realizado la perturbación del área esta continúa otorgando un hábitat favorable que sostiene a las distintas poblaciones de especies.

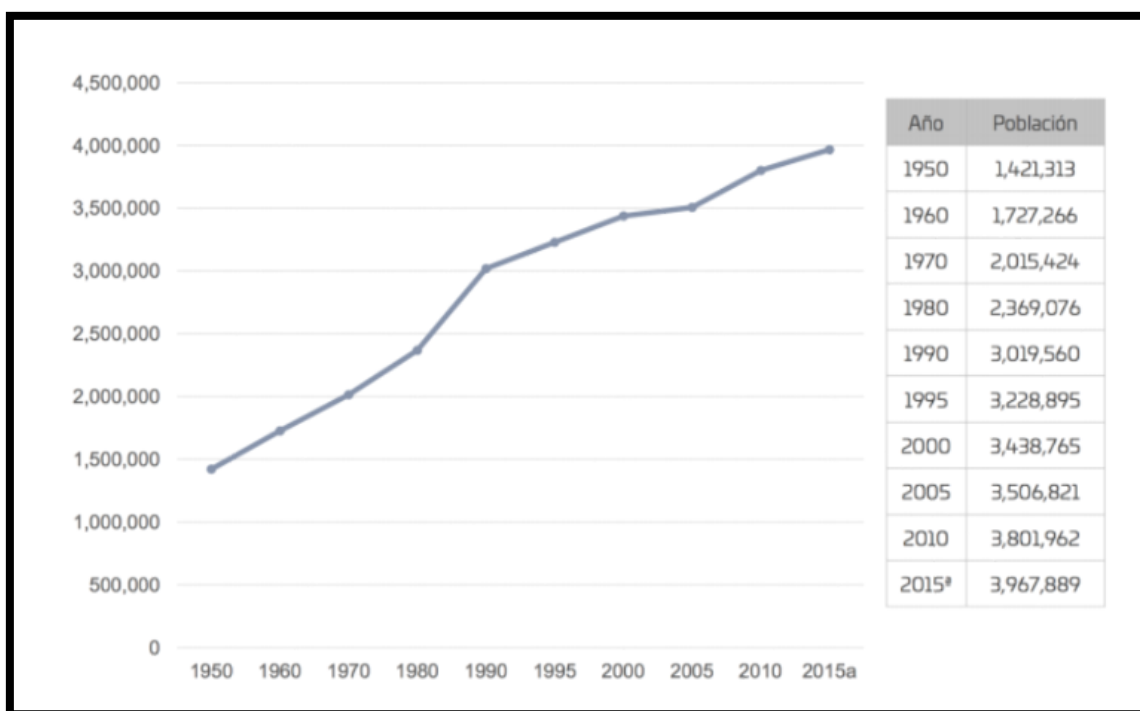
IV.2.3 Medio socioeconómico

Según información del INEGI, el nivel socioeconómico es una estructura jerárquica basada en la acumulación de capital económico y social. Representa la capacidad para acceder a un conjunto de bienes y estilo de vida de una persona. El nivel socioeconómico se relaciona con el nivel de educación y salud.

Demografía

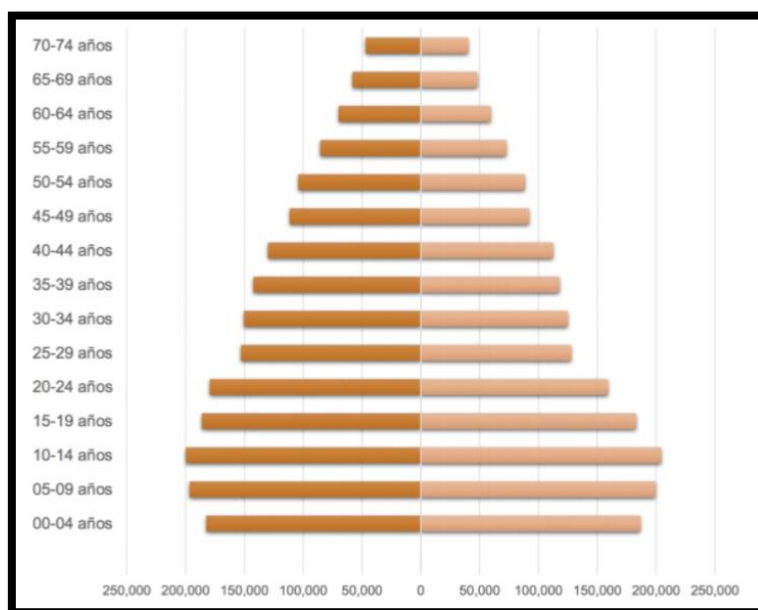
El más reciente ejercicio estadístico realizado por el INEGI, la encuesta intercensal de 2015 (INEGI 2015), revela que la población total del Estado de Oaxaca es de 3,967,889 habitantes, de los cuales 52.4% son mujeres y 47.6% son hombres

Figura IV. 43 Evolución de la población total en el estado de Oaxaca



Se puede observar que en la entidad las personas de 30 a 64 años representan el mayor volumen poblacional en el Estado (36.9%), seguido por las personas de 0 a 14 años (29.5%) y las personas de 15 a 29 años (24.9%), ocupando el menor porcentaje las personas de 65 años y más (8.7%).

Figura IV. 44 Distribución por edad y sexo de la población del estado



Pobreza

Una persona se encuentra en situación de pobreza cuando tiene al menos una carencia social (en los seis indicadores de rezago educativo, acceso a servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación) y su ingreso es insuficiente para adquirir los bienes y servicios que requiere para satisfacer sus necesidades alimentarias y no alimentarias (CONEVAL).

Si una persona tiene tres o más carencias, de seis posibles y su ingreso es menor al valor de la canasta alimentaria, se habla de pobreza extrema.

En 2010, del total de la población que habitaba en el estado, 67.4 por ciento se encontraba en situación de pobreza con un promedio de carencias de 3.2, lo cual representó 2,566,157 personas de un total de 3,807,784.

Bienes y Servicios

La cobertura de los servicios básicos mas importantes en el estado de Oaxaca supera la mitad para todas las viviendas registradas según el censo de población y vivienda 2010.

Tabla IV. 32 Servicios básicos en Oaxaca

ESTADO	% Casas con agua entubada	% Casas con agua entubada y drenaje	% Casas con energia eléctrica
Oaxaca	70	71.65	94.77

Educación

En Oaxaca, el grado **promedio de escolaridad de la población de 15 años y más es de 7.5**, lo que equivale a poco más de primer año de secundaria.

Tabla IV. 33 Educación en el estado de Oaxaca

Estado	Poblacion de 15 años o mas analfabeta	Poblacion de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	Poblacion de 15 años y mas con educacion basica incompleta
Oaxaca	16.27	5.64	57.80

IV.2.4 Paisaje

El paisaje es la expresión espacial y visual del medio, que considera la estética y la capacidad de percepción del observador. Es un recurso natural con demanda creciente, pero difícilmente renovable (Muñoz-Pedrerros, 2004).

El paisaje puede ser un concepto simple y a la vez puede ser confuso, muchas veces polémico, que ha sido objeto de estudio de disciplinas diversas como la economía, la geografía, la psicología, la arquitectura, entre otras (Gros, 2002). Su definición responde al significado más intuitivo: lo que se ve, es decir, una porción de la superficie terrestre que el ojo abarca en un golpe de vista (Brunet, 1993), y lo que el ojo ve es el resultado de la interacción del hombre con el medio que le rodea a lo largo de la historia, por tanto, supone una estratificación de culturas y de diferentes modos de vida que se han dado sobre un mismo territorio. Además, la mirada es subjetiva y la realidad material que se observa se percibirá de manera muy diferente según el observador.

Por su parte, el ministerio de Obras Públicas y Transporte (Abellán *et al*, 2006) en España, define el paisaje con base a dos enfoques: el estético (es la combinación armoniosa de las formas y los colores del territorio) y el ecológico o geográfico (es conjunto de interacciones entre el relieve, el agua, la vegetación, la fauna y las actividades del hombre en un determinado territorio).

Cualquier actividad humana repercute inmediatamente en el paisaje, por lo que este se identifica como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas. Por lo tanto, para estudiarlo, se deben investigar sus elementos constituyentes, mediante las diferentes formas de percepción (auditiva, visual, olfativa) (Dunn 1974, MOPT 1993).

Existen diversas metodologías para el estudio y análisis del paisaje, en las cuales se considera la subjetividad como factor inherente a toda valoración personal del paisaje, donde además se escapa del empleo de técnicas automáticas o no, y se da especial interés a los mecanismos de consideración de los aspectos plásticos (Color, línea, escala, etc.). Otras utilizan técnicas sistemáticas para los procesos de tipificación y valoración, y finalmente, las que combinan ambas metodologías (Subjetivas y sistemáticas) y de esta manera tratan de lograr un acercamiento más efectivo a la realidad del paisaje.

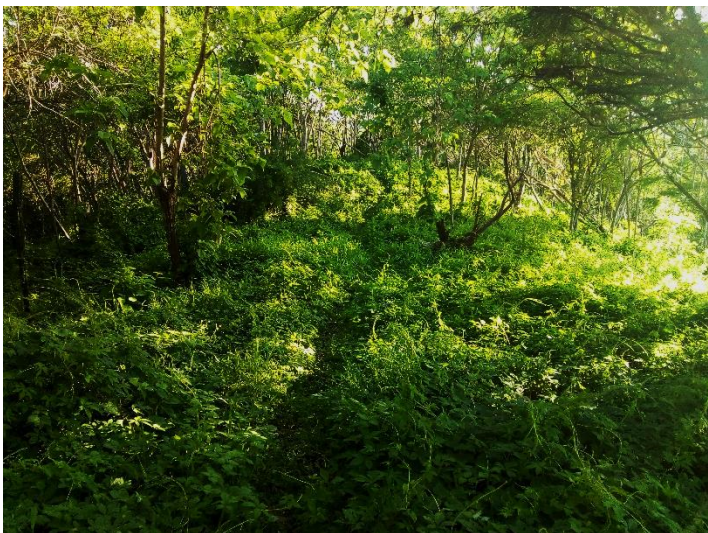
La evaluación del paisaje como parte del ambiente encierra la dificultad de encontrar un método objetivo para medirlo. Los especialistas en la materia coinciden en establecer tres aspectos descriptivos importantes a considerar para encontrarse en la capacidad de realizar una evaluación del estado del paisaje: La visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad del paisaje (Martí & Pérez, 2001).

Al ser el paisaje una componente ambiental que debe ser percibida por el ser humano a través de su sentido visual, para evaluarlo se utilizará la metodología propuesta por Zambrano *et al*. (2002), la cual propone elaborar un modelo visual que refleja todas las cualidades paisajísticas visuales de un territorio, que permite objetivar los parámetros a considerar en el presente análisis.

La visibilidad es el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada, puede estar determinado por el relieve, altitud, orientación pendiente, densidad y altura de vegetación, posición del observador y tipo de terreno.

A continuación, se describe la visibilidad que obtuvo el observador, en un punto central del área del proyecto.

Tabla IV. 34 Visibilidad del observador

Visibilidad	Factor Visual	Sistema Ambiental
Altitud	Altura de Vegetación	La visibilidad en el sistema ambiental en general es buena, la vegetación se encuentra conformada principalmente por Selva baja caducifolia (SBC) lo que permite visualizar los componentes del sistema. También se puede observar el tejido urbano de la localidad de Zipolite
	Densidad de Vegetación	Por las características intrínsecas de la SBC en general la densidad de la vegetación es de media a alta, lo que permite una visibilidad intermedia estando bajo la cobertura arbórea y que estando sobre ella, en una mayor pendiente, únicamente permite visualizar una capa del dosel sin poder visualizar el suelo hasta que se llega a la línea de costa. 
Orientación	Posición del Observador	Hacia el norte del SA se puede visualizar, en su mayoría, la continuidad de la vegetación de SBC y termina la delimitación en la localidad Zipolite, el área presenta una gran cantidad de escurrimientos temporales que desembocan en el mar.
		La totalidad del SA hacia el sur colinda con la línea de costa, por lo que se extiende el litoral, mar adentro el horizonte tiene como punto de visibilidad el mar, en la sección sureste y suroeste del SA es posible observar sitios con presencia de playa mientras que en la zona central la vegetación limita en zonas rocosas.
		Hacia el oeste se extiende la selva baja caducifolia con ligeras pendientes, conforme una se acerca al extremo oeste inicia la presencia de un mosaico entre la vegetación natural y asentamientos urbanos de baja densidad.
		Hacia el Este del sistema ambiental se localiza la localidad de Zipolite, continúa con la presencia de algunas zonas con

		vegetación nativa, incluyendo una última elevación ligera que presenta a su vez secciones con cultivo de arbolado.
Pendiente	Altitud de observación	El SA se localiza en un lomerío con llanuras de piso rocoso, por lo que el terreno en su mayoría es ligeramente accidentado.

Figura IV. 45 Visibilidad del paisaje del SA desde dos orientaciones complementarias



IV.2.4.1 Evaluación del paisaje del sistema ambiental

Para ser capaces de determinar la calidad paisajística del sistema ambiental donde el proyecto se encuentra inmerso, primero se deben integrar los aspectos descriptivos de la sección anterior a manera de conformar una concepción integral del paisaje y que de esta manera se pueda esclarecer su estado en función de la cobertura, singularidad, complejidad entre otros.

Tabla IV. 35 Parámetros de análisis del Valor Paisajístico

Valor Paisajístico	Parámetro	Elementos
	Unidad visual (UV)	Abiótico
		Biótico
		Antrópico
	Organización visual (OV)	Contraste visual
		Dominancia visual
		Importancia relativa de las características visuales
	Calidad Visual (CV)	Diversidad
		Naturalidad
		Singularidad
		Complejidad topográfica
		Superficie y límite de agua
		Actividades humanas
	Calidad escénica	Degradación de capacidad visual
		Morfología o topografía

	(CE)	Vegetación
		Formas de aguas río o lagos
		Color
		Fondo escénico
		rareza

Cada parámetro considerado será evaluado cualitativamente con la escala señalada a continuación y aplicando los rangos de valoración indicados en las tablas siguientes lo que determinará el valor paisajístico de la zona, de acuerdo a los siguientes rangos:

Tabla IV. 36 Valores por Calidad Paisajística

Zona de Valor	Calidad Paisajística	Valores Comprendidos
1	Zonas de calidad paisajística baja	28-37
2	Zonas de calidad paisajística regular	38-47
3	Zonas de Calidad paisajística buena	48-57
4	Zonas de Calidad paisajística alta	58-67
5	Zonas de calidad paisajística muy alta	68-78

La Unidad Visual del Paisaje se determina analizando los siguientes elementos:

- Elemento abiótico: Incluye las componentes del paisaje que no tienen vida (relieve, suelo, rocas, clima, agua).
- Elemento biótico: Corresponde a los elementos de flora y fauna presentes en el paisaje.

Elemento antrópico: Abarca las componentes del paisaje que han sido modificadas creadas por el hombre (infraestructura, datos demográficos, datos socioeconómicos, explotación de recursos, datos culturales).

Tabla IV. 37 Parámetros de Valoración de Unidad Visual

Elemento	ALTO		MEDIO		BAJO	
Abiótico	Predominio de elementos físicos, influyentes en calidad y composición de una escena.	5	Elementos que dan cierta calidad a la composición o escena, pero que por su atractivo tienen un valor medio	3	Elementos poco notorios, o que no están presentes en la escena y que disminuyen la calidad de la composición, paisajes poco atractivos.	1
Biótico	Predominio de Elementos bióticos e influyentes en la composición de una escena.	5	Elementos que dan cierta calidad a la escena, pero que por su atractivo tienen un valor medio.	3	Elementos poco notorios, ausentes en el paisaje y que disminuyen la calidad de la composición, paisajes poco atractivos.	1
Antrópico	Predominio de elementos antrópicos influyentes en la	5	Elementos que proporcionan cierta calidad a la escena.	3	Elementos que disminuyen la calidad del paisaje	1

	calidad de una escena.				haciéndolos poco atractivos.	
--	---------------------------	--	--	--	---------------------------------	--

Figura IV. 46 Unidad visual A) Abiótico, B) Biótico, c) Antrópico



Determinación de la Unidad Visual del Paisaje:

Abiótico: El sitio del proyecto “Villas Zipolite” se encuentra inmerso en un relieve con pendientes de entre 2 a 40° y el proyecto se pretende emplazar en la zona media del SA ya que colinda con un arroyo temporal que desemboca en el océano. Sin embargo, las áreas aledañas se coexisten con pendientes mayores a 40°, cañadas y barrancos abruptos, se encuentra sobre roca metamórfica, sin la presencia de escurrimientos de agua perennes aunque si existen una gran cantidad de arroyos temporales. El clima del proyecto es Cálido Subhúmedo con lluvias en verano acorde a la clasificación de Koppen. Por las características encontradas a este elemento se le da un valor promedio de 5.

Biótico: Respecto a los elementos bióticos el área del proyecto se encuentra en frontera con área urbana y actualmente cuenta con vegetación consistente con la Selva Baja Caducifolia además, también es posible observar sitios donde se observaron especies cultivadas y así como áreas de suelo desnudo. La vegetación forestal cubre la mayor parte del SA y las especies de fauna que se encontraron dentro del proyecto son especies adaptadas a bastos niveles de perturbación, sin embargo se observa que aun cuenta con un potencial de cruce de especies indicadoras de integridad, por esto a este rubro se le da un valor promedio de 3.

Antrópico: El área del proyecto se encuentra en frontera con zonas habitacionales y turísticas como ya se mencionó lo que genera movimiento y actividades de paso moderadas desde mantenimiento hasta el paso de las personas que habitan en el lugar, el sitio se encuentra cercano a la carretera que conecta las localidades colindantes, sin embargo en la zona del proyecto lo que existe es una brecha aun no pavimentada ni empedrada, a este elemento se le da una calificación de 3

$$UV: 5+3+3= 11$$

La Organización Visual del Paisaje:

Se determina analizando los siguientes elementos:

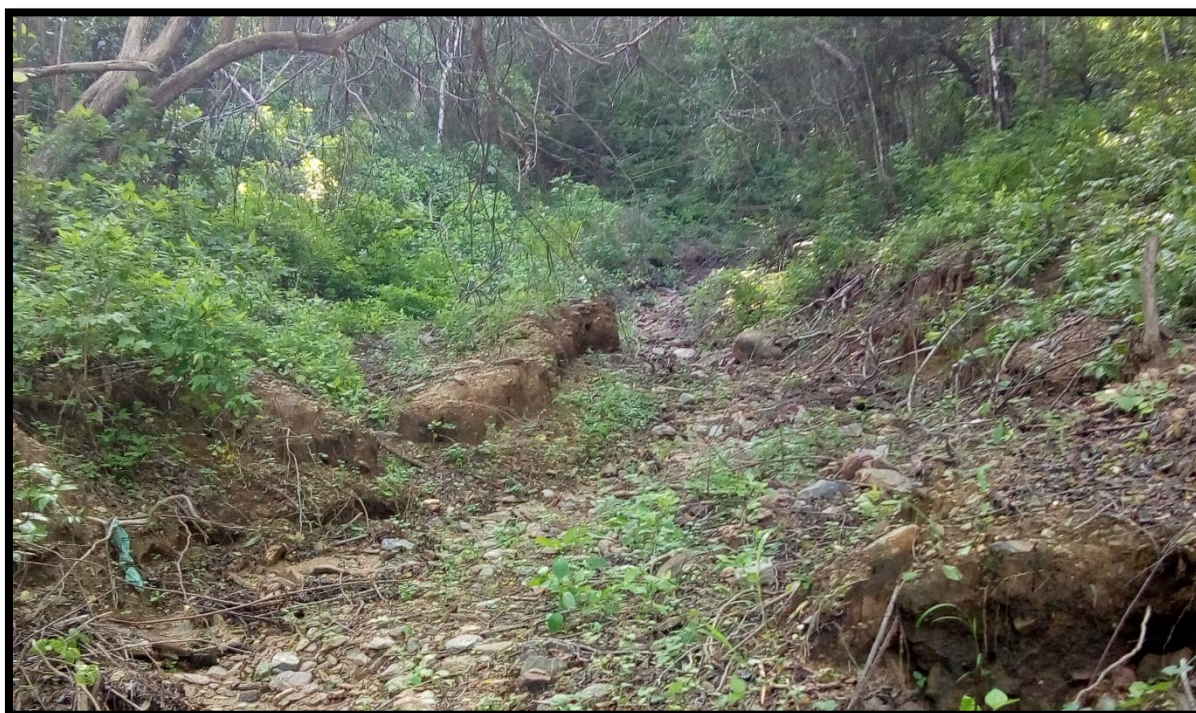
- Elemento Contraste Visual.
- Elemento Dominancia visual.
- Elemento Importancia Relativa de las Características Visuales.

Tabla IV. 38 Parámetros de Valoración de la Organización Visual

Elemento	ALTO		MEDIO		BAJO	
Contraste visual	Un contraste alto entre cada uno de los elementos integrantes del paisaje.	5	Contraste medio entre cada uno de los elementos	3	Bajo contraste entre cada uno de los elementos integrantes de la unidad visual.	1

Dominancia visual	Dominio total de la apreciación del paisaje.	5	Dominio parcial de los elementos.	3	Presencia de un elemento de forma negativa dentro de la unidad del paisaje.	1
Importancia relativa de las características visuales	Igual presencia entre el contraste y la dominancia de cada una de las características visuales.	5	Una interrelación entre contraste y dominancia de carácter medio.	3	Carácter y dominancia de carácter bajo de la unidad de paisaje.	1

Figura IV. 47 Organización visual de paisaje: Contraste y dominancia



Determinación de la Organización Visual del Paisaje:

Respecto al **Contraste** Visual de los elementos revisados en la unidad visual, podemos definir que los elementos presentan un contraste medio de sus elementos, distinguiéndose principalmente los componentes abióticos y bióticos levemente mezclados con un área urbana, esta última con presencia de degradación por lo cual la valoración del contraste visual se estima en 3.

La **Dominancia** Visual global del paisaje puede ser apreciada parcialmente, y se encuentra dividida entre la dominancia del elemento abiótico, en un paisaje con especies cultivadas y

zona urbana así la dominancia del elemento biótico con la SBC así como las zonas de arroyos temporales. Sin embargo, a medida que nos alejamos del punto donde se pretende realizar el proyecto también podemos observar una mayor presencia de elementos antropogénicos por lo que se le da una validación de 3.

La relación entre contraste y dominancia genera la Importancia Relativa de las Características Visuales de los elementos, según esto, se considera que existe una media interrelación entre las propiedades de los elementos, por lo que al no incluir el 4 su valoración es 3

$$OV= 3+3+3 = 9$$

La Calidad Visual del Paisaje:

Se determina analizando los siguientes elementos:

- Diversidad
- Naturalidad
- Singularidad
- Complejidad Topográfica
- Superficie y Límite de Agua
- Actuaciones Humanas
- Degradación de la Capacidad Visual

Tabla IV. 39 Parámetros de Valoración de Calidad Visual

Elemento de Calidad Visual	ALTO		MEDIO		BAJO	
Diversidad	Gran variedad de elementos biofísicos, características visuales.	5	Diversidad media de vegetación, presencia de actuaciones humanas.	3	Escasa diversidad (paisajes monótonos).	1
Naturalidad	Mantiene íntegramente las características naturales.	5	Poca intervención humana en la naturaleza.	3	Naturaleza altamente modificada.	1



Singularidad	Presencia de elementos con alto grado de atracción visual, por su escasez o valoración histórica.	5	Escaso grado de atracción visual, no existe un realce histórico.	3	La presencia de elementos pasa por desapercibidos. No son notables.	1
Complejidad Topográfica	Presencia de un relieve montañoso notorio.	5	Formas montañosas interesantes pero de poco dominio.	3	Colinas suaves y ondulaciones en el terreno poco notorias.	1
Superficie y Límite de Agua	Presencia en mayor escala de agua sobre el terreno.	5	Presencia de agua de una manera moderada, común.	3	Escasa presencia de agua, casi nula.	1
Actividades Humanas	Actuaciones humanas que estéticamente no agreden el entorno.	5	Actuaciones armoniosas sin calidad estética	3	Modificaciones intensas que reducen la calidad estética.	1
Degradación de la Capacidad Visual	Organización o equilibrio de los diferentes elementos del paisaje.	5	Existe una cierta armonía entre la distribución de los elementos.	3	Desorganización de todos los elementos.	1

Figura IV. 48 Calidad visual del paisaje en el SA



Respecto a la **Diversidad**, debido a que el SA está enclavado en un ecosistema tropical, suele contar con buenas parametrizaciones, sin embargo la riqueza general es relativamente monótona por lo que se le otorga una valoración de 3.

La **naturalidad** del paisaje tiene una valoración de 3 ya que a pesar de que el entorno se encuentra parcialmente modificado, aun se cuenta con áreas integrales en cuanto a la vegetación forestal sin actividades antrópicas.

Respecto a la **Sigunaliridad**, el predio no cuenta con rasgos o tipos de vegetación singulares respecto a los paisajes aledaños por lo cual se le da un valor de 1.

La **Complejidad Topográfica** de la zona de emplazamiento del Proyecto es de formas montañosas interesantes, pero de palto dominio y contraste, por lo que su valoración es 5.

Respecto a **Superficie y Límite de Agua** su valoración es 3, debido que se encuentra en ausencia de agua superficial permanente en el sector propio proyecto en evaluación aunque dentro del SA se localizan un gran número de arroyos temporales.

En relación a las Actuaciones Humanas presentes en la zona, aunque el paisaje ha sido modificado parcialmente a un costado del proyecto actualmente encuentra en una valoración media 3.

$$CV= 3+3+1+5+3+3 = 18$$

La Calidad Escénica:

Se determina analizando los siguientes elementos:

- Morfología o Topografía
- Vegetación
- Formas de agua, ríos o lagos
- Color
- Fondo Escénico
- Rareza
- Actuaciones Humanas

Tabla IV. 40 Parámetros de la calidad escénica

Elemento de Calidad Visual	ALTO		MEDIO		BAJO	
Morfología o Topografía	Relieve con pendientes del 60% marcado y predominante, o bien relieve de gran variedad superficial, sistemas de dunas, o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominante	5	Pendientes entre 30% y 60% formas erosivas interesantes y variadas. Presencia de formas y detalles interesantes pero no dominantes o excepcionales.	3	Pendientes entre 0 y 30%, colinas suaves, fondos de valles planos, pocos o ningún detalles singular. Sin rasgos dominantes.	1
Vegetación	Grandes masas boscosas o de selva, gran variedad de tipos de vegetación con formas, texturas y distribución interesante.	5	Cubierta vegetal casi continúa. Poca variedad en la distribución de la vegetación. Diversidad de especies media.	3	Cubierta vegetal discontinua. Poca o ninguna variedad o contraste en la distribución de la vegetación.	1
Cuerpos de agua, ríos y lagos.	Factor dominante en el paisaje, apariencia limpia y clara, aguas cristalinas o grandes láminas de agua en reposo. Formaciones hídricas excepcionales.	5	Movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje, con características bastante comunes en su recorrido y caudal.	3	Torrentes y arroyos intermitentes con poca variación en su caudal, lagos pequeños, regulares y sin reflejo.	1

Color	Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, vegetación, roca, agua y nieve.	5	Alguna variedad de intensidad en los colores y contrastes del suelo, rocas y vegetación, sin embargo no actúa como factor dominante.	3	Muy poca variación del color o contraste. Colores apagados o neutros.	1
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	5	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto.	3	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto.	1
Rareza	Único, singular o muy raro en la región.	5	Característico aunque similar a otros en la región.	3	Bastante común en la región.	1
Actividades humanas	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.	5	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	3	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad escénica..	1

Figura IV. 49 Calidad escénica del paisaje en el SA



La **Topografía** del sector presenta pendientes entre 0 - 40° marcadas por la presencia de algunas quebradas pequeñas, y cerros pequeños. En consideración a lo anterior, la valoración de la Topografía es 5.

La **Vegetación** de la zona es de moderada variedad y amplia cobertura, compuesta por especies características de la Selva Baja Caducifolia, cuenta también con estrato arbóreo y arbustivo relativamente denso, aunque monótono y con cambio estacional marcado. Por lo anterior, su valoración es 3.

Como se dijo anteriormente, no se encuentra presencia de agua superficial en forma permanente en la zona, por lo que la valoración del **elemento Formas de agua, ríos o lagos** es 1.

Respecto al **Color** su valoración es 3, determinado principalmente por la presencia de colores asociados al estrato arbóreo en combinación con las zonas urbanas.

El **Fondo Escénico** ha sido valorado con 5, alto, ya que el paisaje circundante resalta mucho la calidad visual de la zona, dando mayor contraste y diversidad al paisaje.

La **Rareza** de la zona en estudio se ha valorado con 3 dado que el paisaje es común a muchos otros paisajes de la zona.

Por último, las **Actuaciones Humanas** se han valorado con 3, dado que las modificaciones que ha sufrido el paisaje en la zona de estudio a pesar de ser intensas no son extensas y se encuentran únicamente en la zona externa del área del proyecto.

$$CE= 5+3+1+3+5+3+3=23$$

Finalmente, habiendo determinado y analizado las componentes del paisaje y aplicando los rangos de valoración indicados en las tablas anteriores el valor paisajístico actual de zona es la siguiente:

$$VP= UV+OV+CV+CE$$

$$VP= 61$$

Lo que nos da una zona de calidad paisajística ALTA, misma que continuará en el mismo rango una vez concluido el emplazamiento del proyecto puesto que el mismo no implicara una transformación del hábitat total, y las instalaciones y la construcción de las Villas no se realizaran de forma intensiva o extensiva.

IV.2.4.2 Conclusiones del Paisaje

De acuerdo a los criterios de evaluación del paisaje establecidos previamente, los paisajes en la zona de estudio se presentan de la siguiente manera:

- La visibilidad actual en el predio es buena, ya que presenta zonas de relativa elevación que ayuda a la mejor visualización del total del predio, otro factor que se debe considerar es la altura de la vegetación arbórea puesto que al ser de altura media esto impide llegar a visualizar partes lejanas del sistema ambiental.
- La calidad paisajística está determinada por las características intrínsecas o calidad escénica y la calidad visual. La calidad del paisaje actual es media porque el lugar presenta zonas conservadas de la vegetación natural que cubren las partes más cercanas a donde se busca emplazar el proyecto, como también con la presencia en algunas zonas de actividades antropogénicas por la construcción de las casas de la localidad de Zipolite.
- La fragilidad paisajística, que está integrada por factores de tipo biofísico, morfológico y de frecuencia humana, para el paisaje actual se considera que tiene una fragilidad visual media ya que debido a su acceso a la topografía que presenta la zona, la entrada de observadores dentro del lugar no es fácil, por lo cual al momento de implementar el proyecto dicha presencia se incrementara por los residentes del lugar y los visitantes en general.

Las condiciones del paisaje dentro del SA se consideran buenas, se tiene una visibilidad amplia debido a que la altura de la vegetación es media, lo cual no impide llegar a visualizar partes lejanas del lugar. La calidad paisajista es media porque se presenta una mezcla de vegetación conservada, vegetación secundaria y actividad antropogénica por la existencia de la zona urbana parte del proyecto. La fragilidad del paisaje es mayor porque el acceso a las diferentes zonas del SA es factible por la topografía del terreno.

IV.3 Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso de suelo propuesto

IV.3.1 Provisión de agua en calidad y cantidad

De acuerdo con Custodio (1983), se denomina “capacidad de infiltración” a *la cantidad máxima de agua que puede absorber un suelo en determinadas condiciones*. Este puede variar en el tiempo en función de la humedad del suelo, el material que conforma al suelo y la mayor o

menor compactación que tiene el mismo. Los factores específicos que influyen en el proceso de infiltración son: *entrada superficial, transmisión a través del suelo, capacidad de almacenamiento del suelo, características del medio permeable, y características del fluido* (Custodio, 1983).

El servicio de captura de agua en el predio, se origina de la presencia de vegetación forestal. Esta cobertura recibe e infiltra el agua de lluvia, mientras que a su vez disminuye la velocidad de escurrimiento y la erosión hídrica. Con el interés de cuantificar los impactos que podrían derivarse del CUSTF, se estimaron los valores de recarga potenciales específicamente para la superficie donde se llevaría a cabo el CUSTF. Para lo anterior, se utilizó se utilizó la metodología modificada de Schosinky (2006) propuesta por Matus-Silva (2007), la cual estima la recarga acuífera de una zona determinada con base en la siguiente ecuación:

$$R = (BC)(C)$$

Donde

R = Recarga acuífera potencial

BC = Balance climático

C = Coeficiente de infiltración

Así mismo, C se obtiene de la siguiente manera:

$$C = Kfc + Kp + Kv$$

En Donde:

Kfc = Coeficiente del tipo del suelo

Kp = Coeficiente de pendiente

Kv = Coeficiente del uso del suelo

Balance Climático (BC)

El balance climático se refiere a la cantidad de agua que permanece en el ecosistema, tomando en cuenta la precipitación media anual y la evapotranspiración real (el agua que se evapora debido a variables climáticas). Para calcularla, se utilizó la siguiente fórmula:

$$BC = P - ETR$$

Donde:

P = Precipitación media anual en la zona de estudio (mm)

ETR = Evapotranspiración real (mm)

Se tomó el valor de **P (845.8)** previamente mencionado. Para calcular la Evapotranspiración real (ETR) de la zona, se utilizó el método propuesto por Turc, el cual se basa en observaciones realizadas en 254 cuencas, distribuidas por todos los climas del mundo (cálido, templado, frío), Turc obtuvo la siguiente expresión (Pereyra *et al.*, 2011):

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \left[\frac{P^2}{L^2}\right]}}$$

De acuerdo con Turc, se utilizó la siguiente fórmula para calcular L, donde T es la temperatura media anual en la zona de estudio en °C.

$$L = 300 + (25T) + (0.05T^3)$$

La temperatura media anual, se estimó haciendo uso de los datos promedio obtenidos para estación meteorológica número **Tonameca**; **la temperatura media anual fue de 25.1°C**. De esta forma, la ecuación para estimar la evapotranspiración real tomó la siguiente forma:

$$ETR = \frac{845.8}{\sqrt{0.9 + \left[\frac{845.8^2}{\{(300) + (25 * 25.1) + (0.05 * 25.1^3)\}^2}\right]}}$$

Tras realizar las operaciones correspondientes, se obtuvo que el estimado de **evapotranspiración real para la zona de estudio fue de 939.4787 mm**. Así mismo, la ecuación para estimar el balance climático de la zona de estudio tomó los siguientes valores.

$$BC = 845.8 - 791.35$$

Con base en la ecuación anterior, el **balance climático en la zona de estudio (BC) fue de 54 mm**.

IV.3.2 Recarga acuífera

Para el cálculo de los coeficientes, se utilizó la metodología modificada de Schosinky (2006) propuesta por Matus-Silva (2007), la cual fue propuesta para el cálculo de la recarga potencial

de los acuíferos con base en el balance hídrico de los suelos. Posteriormente, se realizó el cálculo de la recarga acuífera con base en las fórmulas expuestas en el apartado previo.

Cálculo del KFC

El coeficiente del tipo de suelo (KFC) refleja la permeabilidad de este. Por ejemplo, las rocas impermeables o suelos arcillosos impiden la recarga; por otro lado, los suelos recientes, no compactados y arenosos, facilitan la infiltración. Es necesario considerar también la situación geológica, tal como fallas tectónicas, dado que son componentes que facilitan o inhiben la infiltración. Para la evaluación de este coeficiente se utilizó la cartografía de Geología, Escala 1:250 000 del Servicio Geológico Mexicano (2004), en la que se clasifica el terreno de acuerdo a los tipos de roca que influyen en el rendimiento de la infiltración. Con base en la **Tabla IV. 36**, se definió el tipo de suelo como “Material Consolidado con posibilidades bajas”, y se le asignó el valor correspondiente a 0.1.

Tabla IV. 41 Coeficiente por tipos de suelo (Matus-Silva, 2007)

Tipo de Suelo	KFC
Material Consolidado con posibilidades bajas	0.1
Material No Consolidado con posibilidades bajas	
Material No Consolidado con posibilidades medias	0.15
Material Consolidado con posibilidades medias	
Material No Consolidado con rendimiento alto	0.2

Cálculo de KP

El coeficiente de pendiente (KP) está íntimamente relacionado con la escorrentía de agua superficial que no llega al acuífero. A través de un mapa topográfico es posible asignar a cada zona del sitio de estudio un coeficiente KP, el cual varía dependiendo del porcentaje de pendiente que se presente (**Tabla IV. 42**)

Tabla IV. 42 Estimaciones de Coeficiente de Pendiente (Matus-Silva, 2007)

PENDIENTE	Kp
Muy plano	0,40
1 – 15%	0,15
15 – 30%	0,10
30 – 50%	0,07
50 – 70%	0,05
> 70%	0,01

Cálculo de KV

El coeficiente de uso de suelo (KV) es el elemento más variable en el cálculo de la recarga acuífera. En la obtención del coeficiente se inicia con la determinación de la evapotranspiración sobre los suelos con diferentes usos. Un uso inadecuado del suelo puede reducir la recarga acuífera hasta un 50%. A continuación, se presentan algunos coeficientes:

Tabla IV. 43 Valores de coeficiente de uso de suelo KV en diferentes escenarios (Matus-Silva, 2007)

USO DEL SUELO	Kv	USO DEL SUELO	Kv
Vegetación espinosa	0,30	Hortalizas	0,15
Tejido urbano, zonas comerciales	0,05	Cultivos anuales	0,12
Cultivo de piña	0,30	Bosque de coníferas	0,15
Árboles frutales	0,20	Tierras sin bosque	0,10
Bosque de galería	0,20	Zonas verdes urbana	0,15
Bosque latifoliado	0,20	Pastos cultivados	0,10
Plantaciones de bosques mono específicos	0,20	Caña de azúcar	0,10
Sistemas agroforestales	0,20	Lagos, lagunas	0,00
Vegetación arbustiva baja	0,15	Praderas pantanosas	0,05

Para el cálculo de la recarga potencial actual, se utilizó el valor propuesto en la tabla para “Bosque latifoliado”, por los elementos vegetales mayormente encontrados en el predio. En cambio, para el cálculo de la recarga potencial una vez establecido el proyecto, se utilizó un valor de KV promedio entre Tejido Urbano y zona verde urbana que se ajustaría mas que cualquier valor de coeficiente establecido en la tabla anterior, esto nos resulta en un **KV de .10**

Figura IV. 50 Pendientes del predio con valores en porcentaje



P E N D I E N T E

SIMBOLOGÍA

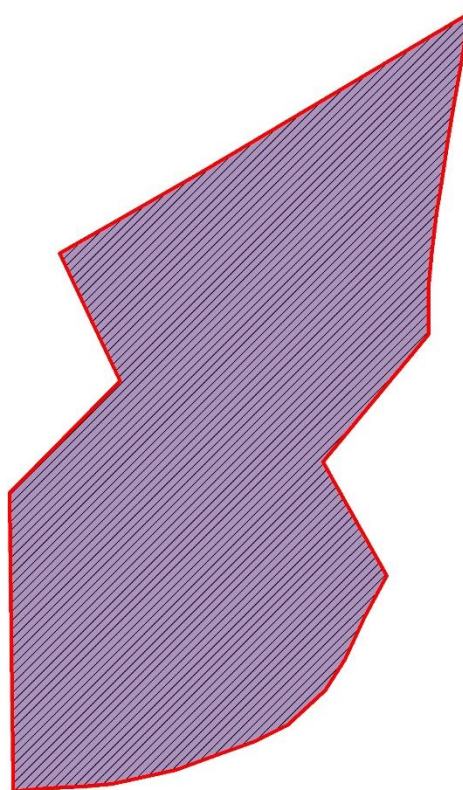
Valores en Porcentaje

	0 - 1
	1.001 - 3
	3.001 - 15
	15.001 - 30
	30.001 - 50
	50.001 - 70
	< 70.001

 CUSTF

 Proyecto

Figura IV. 51 Componentes geológicos del área del proyecto



G E O L O G Í A

SIMBOLOGÍA

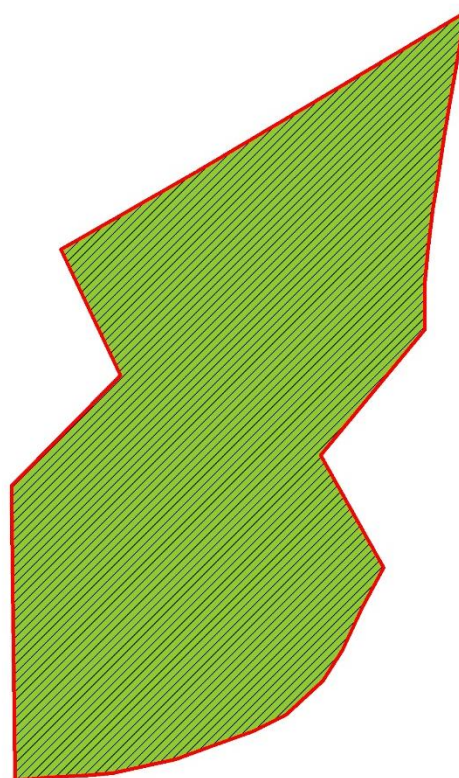
Clave / Tipo de Roca

Gn Roca metamórfica: Gneis

 CUSTF

 Proyecto

Figura IV. 52 Uso de suelo y vegetación en el área de estudio



**USO DE SUELO
Y VEGETACIÓN ACTUAL**

Uso de Suelo y Vegetación

 Selva baja caducifolia

 CUSTF

 Proyecto



Tabla IV.1 Valores de las condiciones de infiltración del predio actuales

CONDICIONES ACTUALES									
Textura del suelo	Tipo de Vegetación	Pendiente %	Superficie m2	BC	KV	KP	KFC	Recarga potencial (mm)	Recarga neta (m3)
Gruesa	Selva baja caducifolia	0-40	5,189.070	54	0.2	0.05	0.1	18.9	98.073423
Total CUSTF			5,189.070						98.073423

Tabla IV.2 Valores de las condiciones de infiltración del predio después del CUSTF

CONDICIONES DESPUÉS DEL CUSTF									
Textura del suelo	Tipo de Vegetación	pendiente %	sup m2	BC	KV	KP	KFC	Recarga potencial	Recarga neta
Gruesa	Selva baja caducifolia	0-40	5,189.070	54	0.1	0.05	0.1	13.5	70.052445
Total CUSTF			5,189.070						70.052445

Resultados y afectación a la infiltración de agua por el desarrollo del proyecto

Se determinó que actualmente, en el área propuesta al CUSTF del predio existe una recarga neta de **98.0734 m³/año**. El predio presenta gran cantidad de pendientes que disminuyen la infiltración. No obstante, el tipo de vegetación (Selva baja caducifolia) desempeña un papel importante para este servicio ambiental, ya que cuando se realizó el cálculo de la recarga neta para las condiciones del predio una vez establecido el proyecto, se obtuvo un valor de **70.05 m³/año**, lo que representa un déficit de **28.0209 m³**, **que representa el 28% de la infiltración actual del área que estaría sujeta al CUSTF**.

IV.3.3 Diseño de obras de infiltración

Con la finalidad de mitigar el impacto generado por la posible pérdida de recarga neta anual, se propone la implementación de un mecanismo de infiltración artificial, el cual contribuirá en la continuidad de las recargas y así mantener la capacidad de infiltración en el predio.

Los mecanismos de infiltración pueden ser de tres tipos, los superficiales como inundación del terreno, lagunas de regulación, piletas de infiltración; los subsuperficiales como pozos secos y zanjas; o los directos como pozos profundos.

Para fines prácticos, se eligió al método por diseño de zanjas de infiltración, dado que se integra con facilidad a la estructura turística, no irrumpe con el paisaje, son poco visibles, y ocupan sólo una franja delgada del suelo que puede ser rellenada y utilizada como área verde, además de que tienen un bajo costo de construcción. Es necesaria su manutención cada cinco años aproximadamente, debido al posible taponamiento del espacio poroso por sedimentos acarreados con el agua de entrada.

Para el diseño de obras de infiltración se deben considerar cuatro elementos hidrológicos: periodo de retorno, curvas de intensidad-duración-frecuencia, coeficiente de escorrentía y la velocidad de infiltración. La factibilidad de la construcción de zanjas como método artificial de infiltración depende de que la pendiente sea menor al 20%, que la tasa de infiltración sea mayor a 7 mm/hr, que el contenido de arcilla sea menor al 30% y que la superficie del área a drenar sea menor a 5 hectáreas (Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile, 1996). El suelo presenta principalmente clase textural gruesa, caracterizada por la presencia de arcilla, arena y limo, por lo que presenta viabilidad para la realización de dicha estructura.

Es importante considerar el principio fundamental del diseño de las zanjas de infiltración (Pizarro, 2004) que implica que la zanja debe tener la capacidad suficiente de almacenaje del agua de lluvia que cae en la zona de impluvio, es decir, que no se debe sobrepasar la capacidad de la zanja con las aportaciones de agua pluvial que reciba. De acuerdo a la precipitación media anual registrada en el periodo de 1981-2010, en la estación meteorológica cercana al sitio del proyecto, se tiene un valor de 845.8 mm/año, valores que se utilizaron para el diseño de las zanjas para una captación de este caudal.

La velocidad de infiltración es el tiempo que tarda el agua en penetrar al suelo, depende de varios factores, entre los que destacan las propiedades físicas del suelo como la textura, estructura, compactación y contenido de humedad. En la siguiente tabla se pueden encontrar los valores típicos de velocidad de infiltración, también llamada, tasa de infiltración.

Tabla IV. 44 Valores típicos de Tasas de infiltración para diferentes texturas de suelos (Critchley y Siegert, 1996)

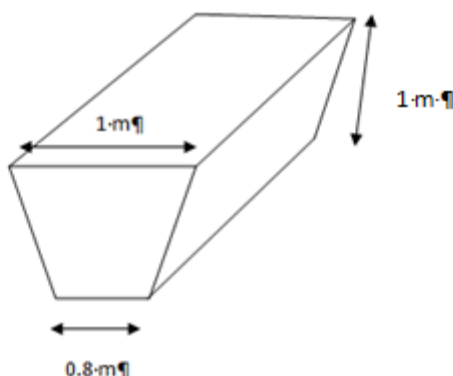
Textura del suelo	Tasa de infiltración
Arenosa	50 mm/h
Franco-Arenosa	25 mm/h
Franca	12 mm/h
Franco-Arcillosa	7 mm/h

FUENTE: Navarro Hevia, J., et al., (2009) *Hidrología de Conservación de Aguas*. Universidad de Valladolid.

Para el diseño de la zanja se debe utilizar la tasa de infiltración mínima, para que se construyan con cierto rango de seguridad y con ello se evite que las zanjas sean sobrepasadas por la intensidad de las lluvias en cantidad y/o periodicidad. Es por ello que, aunque la tasa de infiltración pueda ser mayor (sobre todo en las zonas que presenten el tipo de suelo aluvial), se tomó en cuenta un valor de 25 mm/h, del cual se establece que serán necesario contar con un área de infiltración efectiva de 0.5088 m², tomando en cuenta el periodo de mayo a octubre como temporada lluviosa.

Considerando que las zanjas tendrán una profundidad de 1 m y una base menor de 0.8 m, se establece que cada metro lineal de zanja tendrá un área de infiltración efectiva de 0.8 m² (proveniente de la multiplicación de la profundidad por la base), por lo que **serán necesarios 0.7948 metros lineales de zanjas** para promover la infiltración del volumen obtenido del déficit de infiltración por el desarrollo del proyecto, los cuales se ubicaran en las áreas con mayor pendiente

Figura IV. 53 Dimensiones de las zanjas de infiltración



El material de relleno de la zanja será grava de diámetro entre 3.5 y 7.5 cm, lo que le otorga una porosidad de un 30%. Entre el suelo de la zanja y el material de relleno se colocará un geotextil. Debido al material de relleno el volumen de agua que cabe en la zanja es menor al volumen de ella. La ubicación de las zanjas se determinó con base en las pendientes, eligiendo aquellos sitios que presentaran una pendiente menor al 20% (**Figura IV. 53**)

Conclusiones

Con el interés de cuantificar los impactos sobre la capacidad de captación de agua (R) que podrían derivarse como consecuencia del CUSTF propuesto, se estimaron los valores de recarga potenciales y anuales para el predio y específicamente para la superficie donde se llevará a cabo el cambio de uso de terreno forestal. Para lo anterior, se utilizó la metodología elaborada por Matus-Silva (2007).

Para estimar la capacidad de infiltración de agua de la zona de estudio, fue necesario determinar el balance climático (determinado por la precipitación y la evapotranspiración real en la zona de estudio), así como el coeficiente de infiltración (determinado por la permeabilidad del suelo, el coeficiente de pendiente y la evapotranspiración asociada a la cobertura de suelo) en la zona de estudio. Una vez obtenidos estos valores, se determinó que en el área propuesta para el CUSTF existe una recarga neta de 98.0734 m³/año. A su vez, esta se estimó una vez establecido el proyecto y se definió que la recarga neta será de 70.0524 m³/año, lo que resultaría en un déficit de infiltración de 28.0209 m³/año.

Con la finalidad de mitigar el impacto generado por la posible pérdida de recarga neta anual, se propone la implementación de zanjas de infiltración, las cuales contribuirán en que se sigan

produciendo las recargas y **se mantenga la capacidad de infiltración en el predio**. Para los cálculos de la infiltración, así como de los metros lineales de zanja necesarios para mitigación de este impacto, se utilizaron variables como la precipitación media anual, la textura del suelo, las unidades Geohidrológicas, la superficie del predio, la pendiente, entre otras.

IV.3.4 Calidad de agua prevista con el desarrollo del proyecto

Teniendo en cuenta que la cobertura del área donde se realizará el CUSTF corresponde a Selva Baja Caducifolia, y al hecho de que actualmente no se generan residuos asociados con desarrollo urbano, puede concluirse que actualmente, **el área del proyecto presenta una calidad del agua favorable**. Sin embargo, ésta podría verse modificada como consecuencia de un mal manejo de residuos sólidos, cambios en la cobertura vegetal, descarga de aguas negras u otros contaminantes, entre otras actividades.

Tomando en cuenta las actividades que se llevarán a cabo en las distintas etapas del proyecto, se prevé que durante la etapa de construcción exista el riesgo de generación de residuos tóxicos que puedan infiltrarse alterando la calidad del agua. Es por ello que se aplicarán medidas de prevención y mitigación respecto al manejo del equipo utilizado, evitando de esta manera que se pueda ocasionar un derrame de residuos tóxicos (Ver *Capítulo VII*).

IV.3.5 Captura de carbono, contaminantes y componentes naturales

Los bosques capturan carbono atmosférico (CO₂) y lo almacenan en diferentes reservorios (biomasa, suelo, materia orgánica, madera, entre otros). Este servicio ambiental ha ido adquiriendo cada vez mayor relevancia a nivel global. El interés en la captura de carbono surge de los avances en la investigación científica y por consecuencia un mejor entendimiento del proceso de calentamiento global. Los resultados de la investigación en torno al tema han hecho cada vez más evidente la relación causa y efecto que existe entre el calentamiento global y la emisión de gases de efecto invernadero por actividades humanas (IPCC 2001 en Vargas-Mena y Yáñez, 2000).

La vegetación, a través de la fotosíntesis, tiene la capacidad de asimilar el carbono atmosférico e incorporarlo a su estructura, almacenándolo por largos periodos de tiempo. Debido a lo anterior es que se considera a los bosques como sumideros de carbono.

La investigación en esquemas de captura de carbono (CC) por sistemas naturales se encuentra relacionada con el estudio del valor de las funciones ecológicas de los ecosistemas naturales.

Aunque el concepto de ciclo de carbono en la naturaleza y la capacidad de absorción del suelo y los océanos ha sido conocido durante largo tiempo, no fue sino hasta 1976 que la idea de los bosques como “sumideros de carbono” fue propuesto por primera vez (WRI 2001). El renovado interés en esta función ecológica de los ecosistemas terrestres aparece cuando los investigadores y administradores públicos empiezan a entender el valor total de la naturaleza.

Para estimar la captura de carbono en el área del proyecto, existente como dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera, y posteriormente estimar la captura de carbono perdida como consecuencia del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales de Selva Mediana Subcaducifolia, se utilizaron fórmulas alométricas propuestas por Navar (2014), para la estimación de la biomasa en Selva Baja Caducifolia, así como la fórmula propuesta por Balderas-Torres (2013) para la biomasa subterránea y el crecimiento anual. Posteriormente, se estimó la diferencia en biomasa entre los árboles en condiciones actuales y un año después, para obtener el valor de carbono capturado durante un año.

La metodología de muestreo que se utilizó para la publicación de Balderas-Torres fue muy similar a la utilizada para este documento: mismas variables medidas, con mismas especificaciones (DAP 1.3 metros de altura, DAP mayor a 8 cm, etc.).

IV.3.5.1 Estimación de los valores de biomasa y biomasa anual producida

Estimación de la biomasa

La biomasa de los árboles se estimó utilizando ecuaciones alométricas tanto para la biomasa aérea (tronco, ramas y hojas), como para la biomasa subterránea (raíces). El desarrollo y aplicación de este tipo de ecuaciones representa una metodología estándar para estimar la biomasa tanto aérea como subterránea de los individuos arbóreos con base en variables medibles, y de las cuales existen modelos tanto teóricos como empíricos (Navar, 2014).

Se decidió utilizar una de las fórmulas evaluadas por Navar (2014) para calcular la biomasa aérea (BA) y con aplicación en los árboles del Bosque Tropical Caducifolio. La fórmula utilizada se presenta a continuación.

$$BA = 0.1872 * pw^{0.4925}(DAP^{2.1847})$$

Donde pw es la gravedad específica de las especies arbóreas (Barajas-Morales, 1987; Miles & Smith, 2009) y DAP es el diámetro a la altura del pecho en cm.

Para el cálculo de la biomasa subterránea (BS) se utilizó la fórmula propuesta por (Navar, 2011) utilizada en un matorral espinoso de Tamaulipas. La fórmula se presenta a continuación.

$$BS = 1.9524 * (DAP)^{.071}$$

Una vez obtenidos los dos tipos de biomasa (aérea y subterránea) se procedió a calcular la biomasa total de los individuos sumando ambas.

IV.3.5.2 Estimación de la captura anual de CO₂

Para realizar el cálculo de la captura anual de CO₂, se procedió bajo el supuesto de que un 50% de la biomasa vegetal consiste en contenido de carbono (C), por lo que

$$CPA = BPA * 0.5$$

Donde CPA es el carbono producido anualmente por individuo arbóreo. Dicho supuesto sobre el contenido de carbono ha sido ampliamente utilizado en grandes sistemas tropicales, templados y escalas menores (Thomas & Martin, 2012), por lo que se considera que se ajusta adecuadamente para los fines de este trabajo.

Una vez obtenido el carbono producido anualmente, se procedió a realizar el cálculo del carbono secuestrado por los individuos arbóreos. Para ello, se tomaron como referencia los pesos atómicos del dióxido de carbono y el carbono para realizar la relación entre ellos tal como se muestra a continuación.

$$\text{Peso atómico del carbono (C)} = 12.0111$$

$$\text{Peso atómico del oxígeno (O)} = 15.9994$$

$$\text{Peso atómico del dióxido de carbono (CO}_2\text{)} = (12.0111) * 2(15.9994) = 43.9999$$

$$\text{Proporción de CO}_2 \text{ en C} = \frac{\text{Peso atómico del CO}_2}{\text{Peso atómico del C}} = \frac{43.9999}{12.0111} = 3.66$$

$$\text{Cantidad total de carbono secuestrado anualmente por individuo} = 3.66 * CPA$$

El cálculo del carbono secuestrado anualmente se realizó en relación con la cantidad potencial de árboles presentes en el predio, utilizando los valores de biomasa obtenidos a la superficie de muestreo y realizando una extrapolación a la superficie total en la que se pretende realizar el CUSTF, como se muestra en las siguientes tablas.

Resultados

Con base en los resultados, se tiene que en el área de terreno forestal existe una captura de carbono anual de 2.02 toneladas, lo que significa que una vez realizado el CUSTF, se dejarán de capturar dichas toneladas al año como producto de la remoción arbórea, por lo que, aunque se perderá cierta cantidad de captura de carbono, este valor se considera bajo, en función de que la superficie afectada por el CUSTF es reducida.

Tabla IV. 45 Cantidad de carbono producida y CO2 capturado en un año en la superficie muestreada

Superficie muestreada (3,500 m ²)		
Especie	Carbono producido en un año (kg)	CO2 capturado en un año (kg)
<i>Albizia occidentalis</i>	85.24100464	312.5190953
<i>Amphipterygium adstringens</i>	7.487936187	27.45302044
<i>Bursera instabilis</i>	1.227102755	4.498926832
<i>Coccoloba liebmanni</i>	19.29322185	70.73473928
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	25.38429253	93.0664317
<i>Crateva tapia</i>	35.12311852	128.7718894
<i>Ehretia tinifolia</i>	13.39770427	49.12000316
<i>Guazuma ulmifolia</i>	136.7221163	501.2642952
<i>Gyrocarpus jatrophiifolius</i>	12.73857521	46.7034383
<i>Heliocarpus pallidus</i>	116.2348282	426.1517505
<i>Hibiscus tiliaceus</i>	11.21072976	41.10189851
<i>Jacaratia mexicana</i>	12.90251252	47.30448164
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	23.81733088	87.32148019
<i>Jatropha sympetala</i>	1.512784562	5.546322039
<i>Leucaena leucocephala</i>	48.33549452	177.2124236
<i>Melia azedarach</i>	3.205349669	11.75177349
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	29.21727158	107.1192828
<i>Xylosma intermedium</i>	2.199136638	8.062694657
Total general	585.2505106	2145.703947

Tabla IV. 46 Cantidad de carbono producida y CO2 capturado en un año en la superficie de CUSTF

Superficie CUSTF (5,189.07 m ²)		
Especie	Carbono producido en un año (kg)	CO2 capturado en un año (kg)
<i>Albizia occidentalis</i>	87.5701029	321.0582683
<i>Amphipterygium adstringens</i>	7.692534188	28.20313809
<i>Bursera instabilis</i>	1.260631723	4.621854087
<i>Coccoloba liebmanni</i>	19.82038375	72.66747293
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	26.07788491	95.60934946
<i>Crateva tapia</i>	36.08281151	132.2904118
<i>Ehretia tinifolia</i>	13.7637789	50.4621426

<i>Guazuma ulmifolia</i>	140.4578682	514.9606823
<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i>	13.08664001	47.97954829
<i>Heliocarpus pallidus</i>	119.4107919	437.7957862
<i>Hibiscus tiliaceus</i>	11.51704819	42.2249538
<i>Jacaratia mexicana</i>	13.25505669	48.59701435
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	24.4681081	89.70742471
<i>Jatropha sympetala</i>	1.554119409	5.697867989
<i>Leucaena leucocephala</i>	49.6561983	182.0545198
<i>Melia azedarach</i>	3.29293163	12.07287523
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	30.01559508	110.0461762
<i>Xylosma intermedium</i>	2.259225153	8.282997177
Total general	601.2417105	2204.332483

IV.3.6 Generación de oxígeno

Como parte de la fotosíntesis y la evapotranspiración, la vegetación en cualquier ecosistema no solo almacena dióxido de carbono (CO₂) sino que libera oxígeno (O₂). Durante el proceso de fotosíntesis, las plantas, algas y algunas bacterias fotosintéticas utilizan energía solar para sintetizar compuestos orgánicos. Como resultado de este proceso, los organismos vegetales almacenan CO₂ y liberan O₂. Este proceso es fundamental para la vida como la conocemos ya que ha modificado la composición de la atmósfera, permitiendo la existencia de organismos que consumen oxígeno.

De acuerdo con Challenger (2009) la vegetación presente en el predio está asociada con valores medios de provisión de servicios asociados al mantenimiento de ciclos gaseosos y la filtración de contaminantes en el aire. Para poder estimar la cantidad de oxígeno que se dejó de generar a consecuencia del cambio de uso de suelo de terrenos forestales que sucedió en el predio, es necesario entender la producción de este elemento en el medio natural. A continuación, se presenta la ecuación fundamental de la fotosíntesis oxigénica:



Durante el proceso de fotosíntesis, se libera un mol de O₂ proveniente de moléculas de agua por cada mol de CO₂ que es sintetizado. Para poder relacionar la ecuación fundamental de la fotosíntesis oxigénica con las toneladas de carbono que son secuestradas por la vegetación, primero es necesario calcular los moles de CO₂ que hay en una tonelada de este compuesto.

Para poder relacionar la ecuación fundamental de la fotosíntesis oxigénica con las toneladas de carbono que son secuestradas por la vegetación, primero es necesario calcular los moles de CO_2 que hay en una tonelada de este compuesto. Para lo cual se requiere la masa molar del CO_2 que es de 44 g/mol, por lo que en una tonelada de CO_2 **existen 22,727.27 moles.**

Los factores de conversión requeridos para realizar los cálculos de generación de oxígeno en toneladas anuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla IV. 47 Factores de conversión requeridos para el cálculo de producción de oxígeno

	Concepto	Valor	Unidades
CO₂	Masa molar	44	g/mol
	Moles por tonelada	22,727.27	mol/Ton
O₂	Masa molar	32.00	g/mol
	Moles por tonelada	31,250	mol/Ton

Con base en la información anterior y a los datos del estimado de CO₂ secuestrado tanto por el predio, como por el área propuesta al CUSTF, se estimó la cantidad de O₂ liberado por estas superficies; los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla IV. 48 Estimación del O₂ liberado en el predio y en la superficie del CUSTF

Superficie	Ton de CO ₂ secuestrado	Ton de O ₂ liberado
Muestreada	2.14	1.56
Superficie del CUSTF	2.20	1.60

Se registró una liberación de oxígeno de 1.60 toneladas anuales en la superficie forestal del predio, donde se pretende realizar el CUSTF, por lo cual se perderá anualmente la liberación de dicha cantidad de O₂ como producto de la remoción arbórea, este valor se considera bajo, en función de que la superficie afectada por el CUSTF es reducida, por lo cual no se considera que el CUSTF genere pérdidas importantes en cuanto a los servicios de pérdida de carbono y liberación de oxígeno.

IV.3.7 Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales

Los fenómenos naturales se consideran eventos extraordinarios que ocurren en nuestro planeta. Estos son de importancia social y económica cuando ponen en peligro el bienestar del ser humano y el medio ambiente. Se denomina fenómenos naturales a todos aquellos que son provocados por la misma naturaleza englobando factores climáticos o geológicos, excluyendo los riesgos sanitarios que representan los agentes patógenos. La Ley General de Protección Civil

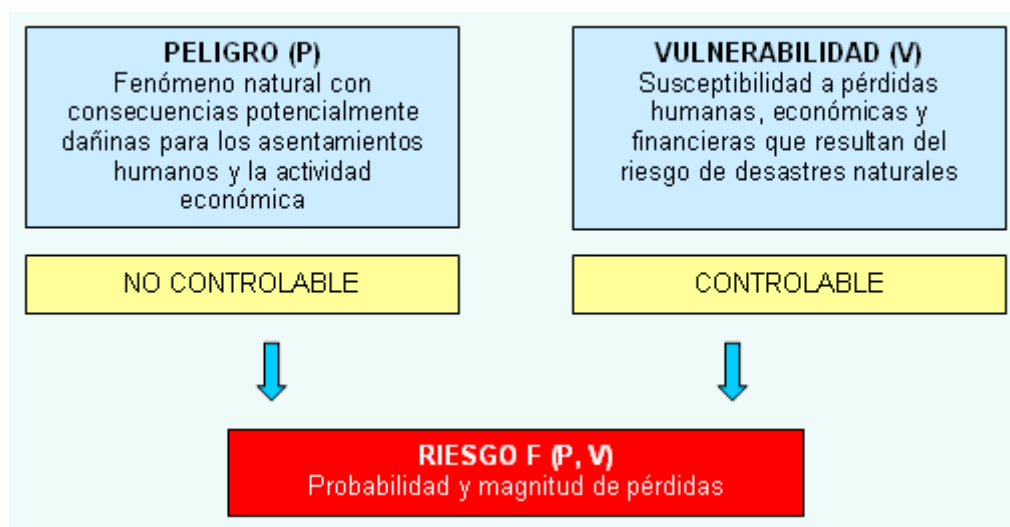
no presenta una definición para “Fenómenos Naturales”, sin embargo, en su Artículo IV, define distintos fenómenos que podrían considerarse dentro de Fenómenos Naturales:

Fenómeno Geológico: Calamidad que tiene como causa las acciones y movimientos violentos de la corteza terrestre. A esta categoría pertenecen los sismos o terremotos, las erupciones volcánicas, los tsunamis o maremotos y la inestabilidad de suelos, también conocida como movimientos de tierra, los que pueden adoptar diferentes formas: arrastre lento o reptación, deslizamiento, flujo o corriente, avalancha o alud, derrumbe y hundimiento.

Fenómeno Hidrometeorológico: Calamidad que se genera por la acción violenta de los agentes atmosféricos, tales como: huracanes, inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres; tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad; heladas; sequías y las ondas cálidas y gélidas.

Fenómeno Químico-Tecnológico: Calamidad que se genera por la acción violenta de diferentes sustancias derivadas de su interacción molecular o nuclear. Comprende fenómenos destructivos tales como: incendios de todo tipo, explosiones, fugas tóxicas y radiaciones.

Numerosos estudios han demostrado que las principales causas de los desastres provienen de la forma en que los países, regiones o comunidades se han desarrollado a lo largo de su historia, incluyendo no sólo los aspectos materiales sino también la forma en que la sociedad se ha relacionado con su ambiente, y la utilización que ha hecho de sus recursos naturales (Mansilla *et al.*, 1996). Por esto, es importante estudiar la probabilidad de que el Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales que se pretende llevar a cabo en el proyecto tenga alguna afectación en el amortiguamiento de los fenómenos climatológicos.



Para poder estimar el amortiguamiento de los impactos de los fenómenos naturales (Geológico, Hidrometeorológico y Químico-Tecnológico) que ofrecen los recursos forestales, es necesario llevar a cabo una revisión bibliográfica para la zona sobre cada uno de los fenómenos antes definidos.

Actualmente, la vegetación del sitio de estudio no presenta amortiguamiento a fenómenos geológicos o químico-tecnológicos, debido a que no se han registrado afectaciones en la zona por este tipo de agentes. Los únicos fenómenos reconocidos en esta zona son los hidrometeorológicos, particularmente, por la presencia de huracanes y tormentas tropicales.

Amortiguamiento de los fenómenos hidrometeorológicos

Un aspecto relevante de la vegetación costera, es el servicio ecosistémico que presta como barrera de protección ante la acción nociva de vientos y mareas. Si no se destruye, esta comunidad vegetal permite que la línea de costa tenga una menor dinámica, brindando protección a las construcciones en caso de tormentas tropicales y huracanes.

IV.3.8 Modulación o regulación climática

Uno de los factores de mayor impacto en los ecosistemas vegetales ha sido la deforestación que sucede de las actividades productivas del desarrollo socioeconómico. La remoción de la vegetación natural en grandes cantidades tiene un impacto sobre la proporción de calor latente y sensible de la radiación solar incidente en una determinada zona (Goel y Norman, 1992). Esta modificación del equilibrio energético propicia cambios en el microclima local y regional los cuales, a su vez, impactan procesos a nivel de superficie, generando problemas de desertificación, pérdida de nutrientes en el suelo, alteraciones a los ciclos de producción biológica y cambios en los procesos hidrológicos a nivel cuenca (Charney, 1975). Goel y Norman (1992) sugiere que la conversión de grandes extensiones de vegetación nativa tiene necesariamente un efecto sobre las tasas de evapotranspiración y la temperatura del suelo, ya que reducen la superficie de sombras.

Por otro lado, está comprobado que los bosques juegan un papel fundamental en el ciclo global del agua. Durante el día, los árboles evaporan grandes cantidades de agua proveniente del suelo a la atmósfera, promoviendo un clima más fresco y húmedo. La pérdida de la vegetación contribuye a la pérdida de equilibrio de este proceso que puede llevar a cambios en los patrones de lluvia en la zona y al aumento de temperatura (Postnote, 2009). Un ejemplo de esto es la

Región de La Plata en Argentina, en donde su producción agrícola depende de la lluvia que es acarreada desde el Amazonas (Postnote, 2009).

Para poder estimar los cambios en el régimen de lluvia o la diferencia en la temperatura media que se ocasionará por la pérdida de la vegetación sería necesario llevar a cabo un estudio puntual, con datos mensuales, durante un periodo de tiempo largo. Sin embargo, considerando que el uso de suelo corresponde a vegetación de selva baja caducifolia (ambiente perturbado), no se espera que el desarrollo pueda tener repercusiones evidentes en materia de regulación climática.

IV.3.9 Protección de la biodiversidad

La pérdida y fragmentación del hábitat está considerada como una de las causas principales de la actual crisis de biodiversidad (Santos y Tellería, 2006). Pompa (2008) asegura que la amenaza de la deforestación a nivel mundial aumenta día a día, y que esto altera los patrones de distribución geográfica y abundancia de las especies, teniendo como consecuencia la extinción de especies y el aislamiento de poblaciones biológicas.

La importancia que implica la pérdida de individuos de flora o fauna por causas antropogénicas tiende a ser subestimada; esto se debe al escaso conocimiento que se tiene sobre el funcionamiento de muchos de los ecosistemas del planeta, así como del impacto que tienen sobre estos las actividades humanas. De acuerdo con Martínez (2008), las múltiples especies que habitan un ecosistema difieren en atributos fisiológicos, morfológicos, conductuales y de historia de vida, y con ello afectan de manera diferencial la estructura dinámica o funcionamiento de las comunidades bióticas, por lo que la pérdida de alguna de ellas puede tener una afectación directa en muchas de las otras especies.

La biodiversidad, en un sentido amplio, es un término compuesto por múltiples variables, que incluye el número, abundancia, composición y distribución espacial de las especies, entre otros elementos (Díaz *et al.*, 2006). Por esta razón, la metodología para lograr identificar el servicio que presta un sistema dado como protección a la biodiversidad, demanda que los datos obtenidos sean recopilados de forma eficiente y que la metodología de su análisis refleje de la forma más precisa posible el comportamiento del sistema.

Para lograr este objetivo, con base en las descripciones del medio biótico del área del proyecto y el sistema ambiental, se realizaron comparaciones entre los valores de diversidad de las

especies de ambos sitios. Se utilizó como modelo la prueba t de Hutchenson, la cual es una modificación a la prueba “t” convencional que sirve para valorar la significancia entre dos valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener (Magurran, 2004). Además, se realizó un análisis comparativo de especies entre el área del proyecto y el sistema ambiental, así como sus índices de valor de importancia, con la finalidad de establecer las diferencias y similitudes en la composición de especies y su representatividad para ambos sitios.

IV.3.9.1 Diversidad de especies en el área del proyecto y el sistema ambiental

La selva baja caducifolia se caracteriza por presentar menos de 15 m de altura media de los árboles altos, los cuales pierden casi completamente las hojas en la época seca y comúnmente no son espinosos (Miranda & Hernández, 1963). Se encuentra distribuida en gran parte de la vertiente del pacífico de manera discontinua hacia la región central del país y la vertiente del Golfo de México. Si bien, este tipo de vegetación alberga una alta diversidad de especies de flora y fauna silvestres, está actualmente catalogado como el más amenazado de los bosques tropicales del mundo (Alanis-Rodríguez *et al.*, 2010), por lo que la caracterización de la biodiversidad y su protección representa un elemento clave para la continuidad de provisión de servicios ecosistémicos que esta pueda otorgar.

A) Vegetación

Se realizó una comparación entre la diversidad del área del proyecto y sistema ambiental con la finalidad de averiguar si la flora del sitio se afectará significativamente de forma negativa como resultado del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales. Las comparaciones se realizaron entre la diversidad de un sitio y otro, así como también entre el índice de Shannon (H') obtenido para el sistema ambiental y el obtenido para el predio.

Se identificarán y separarán las especies registradas solamente en el sistema ambiental con las que solamente se registraron en el predio y las que se encontraron en ambos sitios, para esto se utilizará el siguiente patrón de colores:

Tabla IV. 49 Colores para identificar especies exclusivas o compartidas

	Sólo en el Sistema Ambiental
	Sólo en el Predio
	En ambos sitios

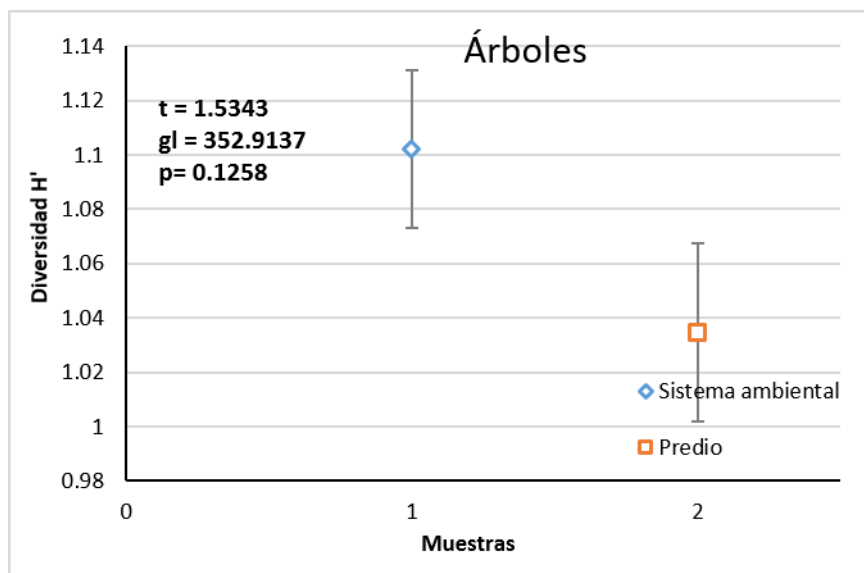
Estrato arbóreo

Con base en el análisis comparativo entre la diversidad de Shannon de un sitio y otro, se encontró que no existen diferencias significativas dentro del estrato arbóreo, pues se obtuvo un valor de $p=0.1258$. En total se registraron 29 especies, 18 de estas se comparten entre ambos sitios y 11 fueron encontradas exclusivamente en el sistema ambiental, ninguna fue exclusiva para el predio. La diversidad de especies no difirió significativamente entre un sitio y otro debido a que el predio se encuentra bien conservado, lo que significa que si representa adecuadamente la flora del sitio.

Tabla IV. 50 Comparación de riqueza de especies para el estrato arbóreo entre el sistema ambiental y el predio

Especies	SA	Predio
<i>Acacia hindsii</i>	1	0
<i>Acacia macracantha</i>	4	0
<i>Albizia occidentalis</i>	33	30
<i>Amphipterygium adstringens</i>	22	3
<i>Annona squamosa</i>	1	0
<i>Bursera excelsa</i>	11	0
<i>Bursera instabilis</i>	9	1
<i>Byrsonima crassifolia</i>	4	0
<i>Coccoloba liebmannii</i>	3	5
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	8	4
<i>Crateva tapia</i>	3	9
<i>Crescentia cujete</i>	1	0
<i>Delonix regia</i>	1	0
<i>Ehretia tinifolia</i>	16	3
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1	0
<i>Esenbeckia berlandieri</i>	8	0
<i>Ficus cotinifolia</i>	6	0
<i>Guazuma ulmifolia</i>	61	18
<i>Gyrocarpus jatrophiifolius</i>	2	3
<i>Heliocarpus pallidus</i>	80	28
<i>Hibiscus tiliaceus</i>	1	2
<i>Jacaratia mexicana</i>	6	5
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	9	8
<i>Jatropha sympetala</i>	6	1
<i>Leucaena leucocephala</i>	7	15
<i>Mangifera indica</i>	1	0
<i>Melia azedarach</i>	1	1
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	4	5
<i>Xylosma intermedium</i>	2	1

Figura IV. 54 Comparación de diversidad (H') de árboles a través de la prueba t de Hutchenson



Estrato arbustivo

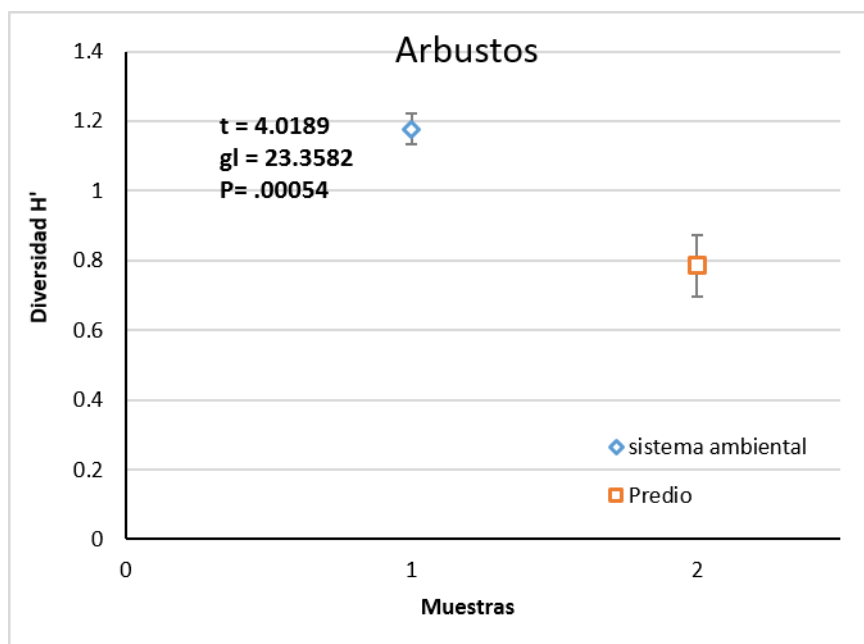
Para este estrato fue más evidente que el sistema ambiental presenta una mayor diversidad de especies, pues se registraron 18, mientras que en el predio se registraron 8 especies. De 18 especies que obtuvo el sistema ambiental, 11 fueron exclusivas y 6 compartidas. Para el predio, únicamente se registraron dos especies exclusivas; *Melochia tomentosa* y *Pisonia aculeata*. Para reforzar lo anteriormente dicho, la comparación del índice de diversidad de Shannon arrojó un valor de $p = .00054$ que indica que sí existen diferencias significativas entre la diversidad del SA y el predio.

Tabla IV. 51 Comparación de riqueza de especies para el estrato arbustivo entre el predio y el SA

Especies	SA	Predio
<i>Acacia hindsii</i>	5	2
<i>Acanthocereus occidentalis</i>	1	2
<i>Achatocarpus gracilis</i>	1	0
<i>Albizia occidentalis</i>	3	6
<i>Amphipterygium adstringens</i>	1	0
<i>Aphelandra scabra</i>	1	0
<i>Bromelia palmeri</i>	1	0
<i>Bursera instabilis</i>	1	0
<i>Coccoloba liebmannii</i>	1	1
<i>Croton suberosus</i>	3	0
<i>Desmanthus virgatus</i>	1	0

<i>Guazuma ulmifolia</i>	3	0
<i>Heliocarpus pallidus</i>	1	0
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	3	1
<i>Malvaviscus arboreus</i>	3	0
<i>Melochia tomentosa</i>	0	1
<i>Mimosa acantholoba</i>	1	0
<i>Pisonia aculeata</i>	0	1
<i>Rauvolfia tetraphylla</i>	2	0
<i>Senna pallida</i>	1	1

Figura IV. 55 Comparación de la diversidad (H') de arbustos a través de la prueba t de Hutchenson



Estrato herbáceo

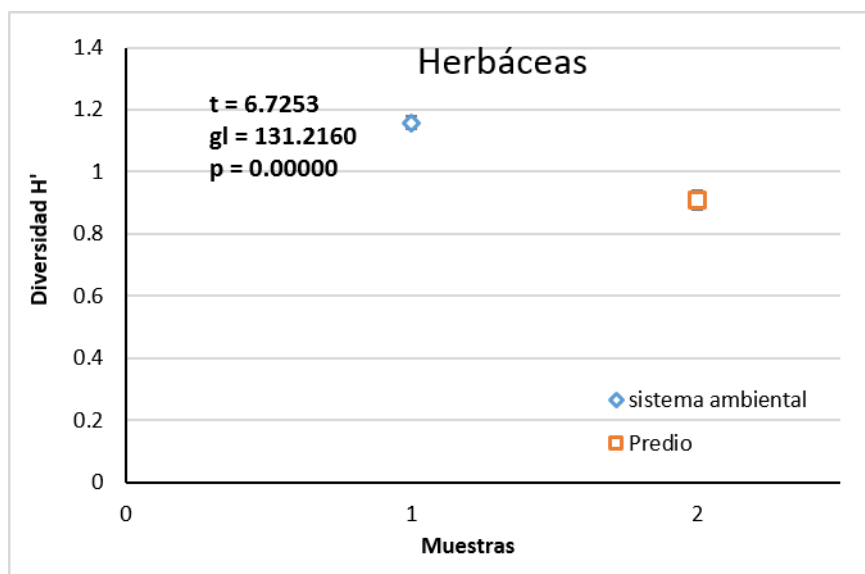
El estrato herbáceo se mostró más diverso en el sistema ambiental que en el predio, pues en el SA se registraron 17 especies 7 fueron exclusivas, mientras que en el predio se encontraron 10 especies, todas ellas compartidas. La comparación del índice de Shannon arrojó un valor de $p=0.0000$ por lo tanto se determina que sí existen diferencias significativas.

Tabla IV. 52 Comparación de riqueza de especies para el estrato herbáceo entre el predio y el sistema ambiental

Especies	SA	Predio
<i>Acalypha alopecuroides</i>	9	0
<i>Blechnum pyramidatum</i>	3	0

<i>Bouteloua chondrosioides</i>	10	7
<i>Cardiospermum halicacabum</i>	6	0
<i>Chloris barbata</i>	5	0
<i>Commelina diffusa</i>	13	10
<i>Crotalaria pumila</i>	4	2
<i>Cyclanthera multifoliola</i>	17	7
<i>Desmodium hookerianum</i>	6	0
<i>Diodia teres</i>	5	3
<i>Eragrostis ciliaris</i>	12	9
<i>Ipomoea meyeri</i>	12	6
<i>Mentzelia aspera</i>	5	7
<i>Polanisia viscosa</i>	12	2
<i>Rhynchosia minima</i>	5	0
<i>Stylosanthes humilis</i>	2	0
<i>Talinum triangulare</i>	21	20

Figura IV. 56 Comparación de la diversidad (H') de arbustos a través de la prueba t de Hutchenson



B) Fauna

Con la finalidad de garantizar que los impactos ambientales que surjan como consecuencia del cambio de uso de suelo de terreno forestal no tendrán repercusiones significativas sobre la fauna que habita en el sitio del proyecto, se realizó una comparación de la fauna registrada en ambos sitios, así como para los índices de diversidad de Shannon (H'). Para esto, se realizó una

separación de datos, excluyendo del sistema ambiental los individuos que fueron detectados en el predio.

En total, se registraron 24 especies de fauna en el área del proyecto y 57 especies en el sistema ambiental. El grupo con mayor número de registros fue el de las aves (**Tabla IV.53**), mientras que el grupo con menor número de registros fue el de la mastofauna. **Se detecto la presencia de especies con categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en ambos sitios.**

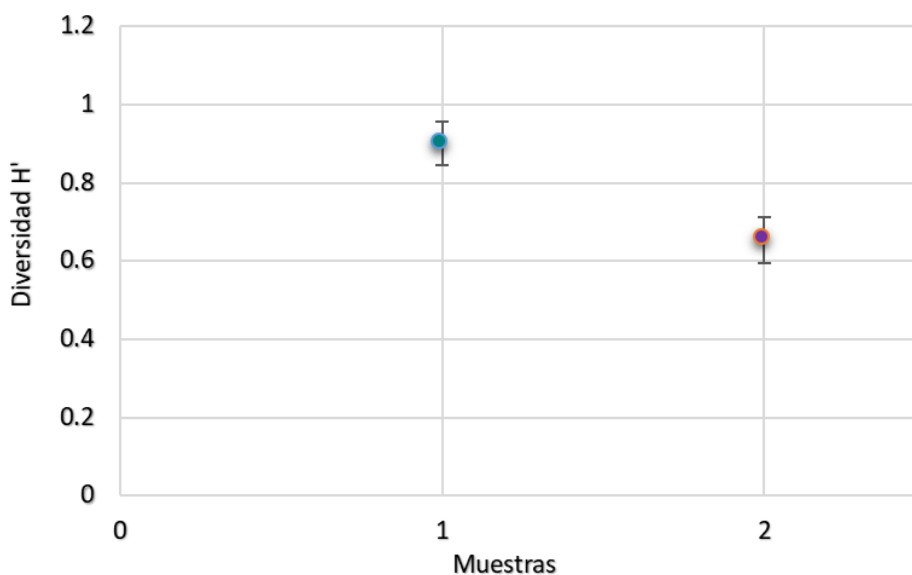
Herpetofauna

Para el caso de la herpetofauna, se registró un total de 12 especies, de las cuales, siete fueron exclusivas para el sistema ambiental, ninguna exclusiva para el área del proyecto y cinco especies se comparten. En ambos casos, la diversidad resultó ser pobre, aunque debido a que el muestreo del área del proyecto no se realizó durante un temporal de lluvias consolidado, se pudiera esperar una mayor diversidad de anfibios en ambos sitios.

Tabla IV. 53 Datos de presencia ausencia de herpetofauna para predio y sistema ambiental

Especies	SA	Predio
<i>Incilius marmoreus</i>	2	1
<i>Rinella marina</i>	2	0
<i>Anolis carlliebi</i>	2	0
<i>Anolis immaculogularis</i>	4	3
<i>Anolis nebulosus</i>	2	1
<i>Hemidactylus frenatus</i>	5	0
<i>Ctenosaura pectinata</i>	7	0
<i>Sceloporus melanorhynus</i>	2	0
<i>Sceloporus sniferus</i>	5	3
<i>Phyllodactylus muralis</i>	1	0
<i>Aspidoscelis guttata</i>	2	0
<i>Aspidoscelis deppii</i>	20	2

Figura IV. 57 Comparación de la diversidad de Shannon (H') entre el área del proyecto y el sistema ambiental para la herpetofauna



Avifauna

Se registró un total de 40 especies de aves, de las cuales, 17 se observaron en el área del proyecto y 40 en el sistema ambiental. Lo anterior nos demuestra que las 17 especies observadas en el predio, en realidad son especies compartidas entre el área del proyecto y el sistema ambiental, como se observa en la **Tabla IV.54**.

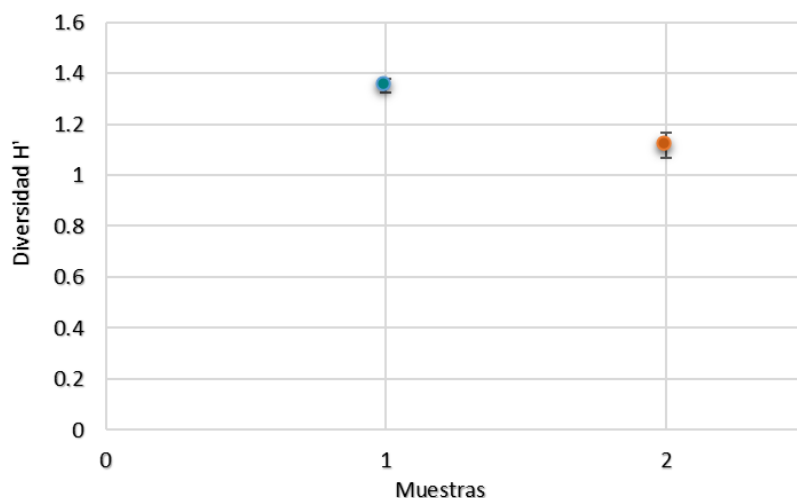
Tabla IV. 54 Datos de presencia ausencia de avifauna para predio y sistema ambiental

Especies	SA	Predio
<i>Ortalis poliocephala</i>	12	4
<i>Columba livia</i>	25	0
<i>Patagioenas flavirostris</i>	4	0
<i>Streptopelia decaocto</i>	3	0
<i>Columbina inca</i>	18	10
<i>Leptotila verreauxi</i>	1	1
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	4	2
<i>Cynanthus latirostris</i>	3	1
<i>Amazilia rutila</i>	3	0
<i>Fregata magnificeps</i>	15	0
<i>Pelecanus occidentalis</i>	1	0
<i>Nycticorax nycticorax</i>	1	0
<i>Coragyps atratus</i>	3	0
<i>Cathartes aura</i>	2	0

Especies	SA	Predio
<i>Trogon citreolus</i>	6	2
<i>Momotus mexicanus</i>	7	2
<i>Melanerpes chrysogenys</i>	10	2
<i>Dryocopus lineatus</i>	2	0
<i>Eupsittula canicularis</i>	10	0
<i>Pitangus sulphuratus</i>	3	0
<i>Myiozetetes similis</i>	1	0
<i>Myiodynastes luteiventris</i>	2	1
<i>Tyrannus melancholicus</i>	2	2
<i>Vireo flavoviridis</i>	3	1
<i>Progne chalybea</i>	30	0
<i>Polioptila albiloris</i>	1	0
<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	10	2
<i>Thryophilus pleurostictus</i>	1	0
<i>Calocitta formosa</i>	19	0
<i>Turdus rufopalliatus</i>	3	1
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	1	0
<i>Cassiculus melanicterus</i>	12	4
<i>Icterus pectoralis</i>	8	0
<i>Icterus gularis</i>	4	3
<i>Quiscalus mexicanus</i>	43	3
<i>Cardinalis cardinalis</i>	1	0
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	2	0
<i>Cyanocopsa parellina</i>	2	1
<i>Passerina caerulea</i>	1	0
<i>Passerina leclancherii</i>	3	0

Se registraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en el análisis comparativo para la diversidad de Shannon (H') de la avifauna (**Figura IV.58**), dado que en el sistema ambiental se registró un mayor número de especies y una menor equidad que en el área del proyecto. A su vez, se observa que en la avifauna se presentaron una amplia gama de especies dominantes (particularmente aquellas asociadas a la perturbación), y que la abundancia de las demás especies fue baja, por lo que el índice de equidad fue alto tanto para el área del proyecto como para el sistema ambiental. En aves, la equidad de especies puede estar influenciada por el tipo de hábitos que presenten las especies. Por ejemplo, el Zanate Mayor (*Quiscalus mexicanus*) es una especie que tiende a formar parvadas para la pernocta, mientras que otros grupos como los colibríes, son territoriales y generalmente se encuentran solos.

Figura IV. 58 Comparación de la diversidad de Shannon (H') entre el área del proyecto y el sistema ambiental para la avifauna



Mastofauna

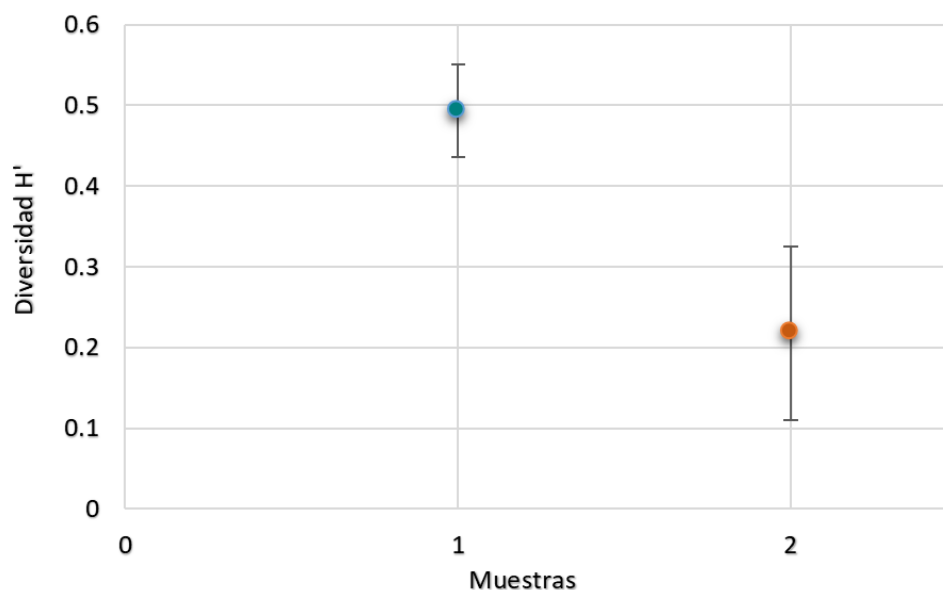
En total, se registraron 6 especies de mamíferos, 5 en el sistema ambiental y 2 en el área del proyecto, de las cuales sólo se comparte una especie, lo que representa una discriminación alta por lo que la composición de especies de mamíferos entre sistema ambiental y predio pudiera llegar a ser distinta. Sin embargo, por la notoria superioridad de la diversidad del sistema ambiental se estima que la especie *Spilogale pygmaea* se encuentra también distribuido en el y no que sea exclusivo del predio.

Tabla IV. 55 Datos de presencia ausencia de Mastofauna para predio y sistema ambiental

Especies	SA	Predio
<i>Didelphis virginiana</i>	3	0
<i>Balantiopteryx plicata</i>	12	0
<i>Sciurus aureogaster</i>	17	4
<i>Leopardus pardalis</i>	1	0
<i>Procyon lotor</i>	1	0
<i>Spilogale pygmaea</i>	0	1

No se registraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en el análisis comparativo para la diversidad de Shannon (H') de los mamíferos (Figura IV.59), esto debido a que en el la diversidad de especies para el predio y el sistema ambiental fue similar

Figura IV. 59 Comparación de la diversidad de Shannon (H') entre el área del proyecto y el sistema ambiental para la mastofauna



Una vez realizada la comparación entre la diversidad presente en el área del proyecto y el sistema ambiental, se obtuvo como resultado una mayor riqueza de especies faunísticas y vegetales para el sistema ambiental, con valores de diversidad de Shannon (H') similares para el caso de la herpetofauna, en el caso de las herbáceas y las aves, se registró un valor de H' más representativo para el sistema ambiental. Ninguno de los grupos faunísticos o estratos de flora obtuvo una mayor diversidad dentro de los límites prediales del proyecto. Es posible que la existencia de una mayor diversidad en el sistema ambiental sea consecuencia de una mayor variación en los factores ambientales de la zona; es decir, al estar conformado por una superficie más amplia, esta área tiende a albergar un mayor número de tipos de vegetación, alturas, tipo de suelo, microclimas, etc., incide directamente a una mayor diversidad de especies de fauna.

Es posible observar que solo uno de los mamíferos del sistema ambiental, fue registrado en el predio y únicamente una especie (*Spilogale pygmaea*) no fue registrada en el sistema ambiental, sin embargo esto no indica precisamente que la especie no se encuentre fuera de los límites, sino que no fue detectada.

Es importante señalar que se registraron 4 especies de animales protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el área del proyecto, de las cuales, 2 corresponden a especies de baja movilidad. No obstante, para mitigar el posible impacto provocado por el desarrollo del proyecto

en caso de encontrar especies de baja movilidad, se propuso llevar a cabo un rescate y reubicación de fauna como medida de mitigación.

A su vez, no se observaron diferencias en la composición de especies vegetales del área del proyecto y el sistema ambiental. En el caso de los estratos herbáceo y arbustivo, es posible encontrar especies de rápido crecimiento y con adaptaciones a sitios perturbados. Muchas de ellas se consideran maleza y crecen en áreas abiertas y de cultivo.

Con base en lo anterior, se puede concluir que el desarrollo del proyecto no tendrá impactos significativos sobre la densidad y diversidad de especies del sistema ambiental. Esto se debe principalmente a que la contribución del área del área del proyecto sobre la diversidad del sistema ambiental es baja, dado que se registró un menor número de especies en el área del proyecto y los índices de diversidad son más altos en el sistema ambiental para la mayoría de los grupos de flora y fauna estudiados; además, se argumenta que el servicio ambiental de protección de biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida, prestado por el área del proyecto no se verá comprometido,

Entonces, tomando como referencia los resultados obtenidos en los análisis de diversidad y diferencia en composición de especies, así como la biología y distribución de los organismos, y tomando en cuenta las medidas de mitigación y compensación propuestas en este estudio, tales como el rescate y reubicación de fauna de baja movilidad, es posible argumentar que no se ha visto ni se verá comprometida la biodiversidad por el desarrollo de este proyecto.

IV.3.9.3 Área de reubicación de fauna

Con base en la información antes expuesta, es importante considerar que el personal del proyecto contará con reglas estrictas de operación, las cuales incluyen el rescate de fauna en caso de ser detectada durante las actividades de desmonte y despalde. Estas actividades serán aplicadas para fauna de lento desplazamiento (e.g. organismos que viven en madrigueras y reptiles de baja movilidad). En el caso de los reptiles, es recomendable realizar el rescate durante la mañana, cuando aún no alcanzan la temperatura suficiente para salir de su letargo. Cualquier actividad de rescate y reubicación se realizará por personal capacitado para ello.

Para esto, es necesario contar con un área de reubicación de fauna que cumpla con características que favorezcan a los individuos y disminuyan su riesgo por actividades antropogénicas. Para lograr este fin, se delimitó un área para la reubicación de fauna realizando

fotointerpretación satelital, utilizando como criterios a la altitud del sitio (una mayor altura con respecto a las zonas transitadas por las personas, representa una menor probabilidad de que estas accedan al área), la cercanía con el área del proyecto y la poca existencia de cambio de uso de suelo en las inmediaciones de la zona (lo que representa menor riesgo en caso de que la fauna se desplace).

IV.3.10 Protección y recuperación de los suelos

La erosión del suelo es un proceso natural que forma parte del reciclaje constante de los materiales de la tierra. Una vez formado el suelo, el agua y el viento mueven los componentes del suelo de un lugar a otro, dando lugar al proceso erosivo.

Si bien, la erosión ocurre de forma natural, la remoción de capa vegetal expone la capa superficial del suelo, acelerando el proceso erosivo. Es por ello que a continuación se presenta el análisis para determinar la cantidad de suelo que podría perderse a partir del desarrollo del proyecto, detallando la erosión actual, erosión potencial (posterior a las actividades de desmonte y despalde) y con proyecto.

IV.3.10.1 Metodología para estimación de la erosión

Estimación de la erosión actual

A fin de llevar a cabo estimaciones sobre la erosión, se realizó el análisis de los elementos o parámetros que la componen de acuerdo con la metodología de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2005) que es una adaptación para México de la Ecuación Universal de la Pérdida del Suelo (USLE; Wischmeier and Smith 1978). La metodología antes mencionada presenta modificaciones para el presente estudio con el fin de estimarla llevarla a cabo en Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Para estimar la erosión de los suelos se ha utilizado la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), un modelo que permite estimar en campo, la erosión actual y potencial de los suelos. Esta ecuación constituye un instrumento de planeación para establecer las prácticas y obras de conservación de suelos para que hagan que la erosión actual sea menor que la tasa máxima permisible de erosión.

La tasa máxima permisible de pérdidas de suelo según SAGARPA (2005) es de 10 t/ha; pérdidas mayores se consideran degradación.

Para estimar la erosión del suelo se decidió utilizar la siguiente ecuación:

$$E = R K L S C P$$

Donde:

E = Erosión del suelo t/ha año.

R = Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm/hr

K = Erosionabilidad del suelo.

LS = Longitud y Grado de pendiente.

C = Factor de vegetación

P = Factor de prácticas mecánicas.

Donde el factor C y P pueden ser modificados para reducir las pérdidas.

Estimación de la erosión potencial

La erosión potencial se estima con la siguiente ecuación:

$$E_p = R K L S$$

De acuerdo a lo observado anteriormente las estimaciones para la **erosión actual** y la **erosión potencial** parten de la utilización de factores en sus ecuaciones, entre los cuales se consideran como inmodificables para ambas **R**, **K** y **LS**.

IV.3.10.2 Metodología para estimación de los factores

Erosividad (Factor R)

La erosividad está en función de la intensidad de la lluvia, es decir, la energía cinética que tiene la caída de las gotas de lluvia. Debido a la dificultad para conocer la intensidad de la lluvia para cada evento, se decidió utilizar la metodología de Cortés y Figueroa (1991) donde se correlacionan los datos de precipitación anual, con los valores de R. Para ello se clasificó el territorio del país en 14 regiones como se muestra en la **Figura IV.60**, de forma que cada una tiene un modelo de regresión distinta.

Figura IV. 60 Regiones de México para la estimación de R

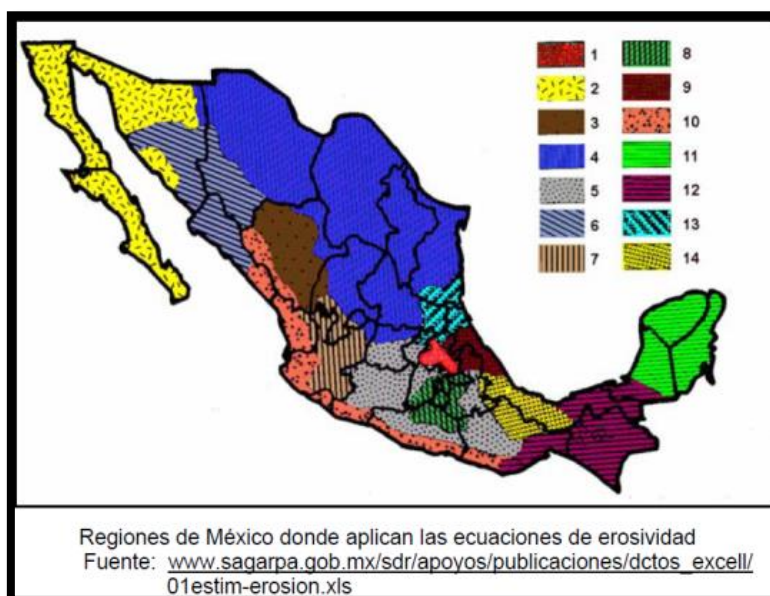
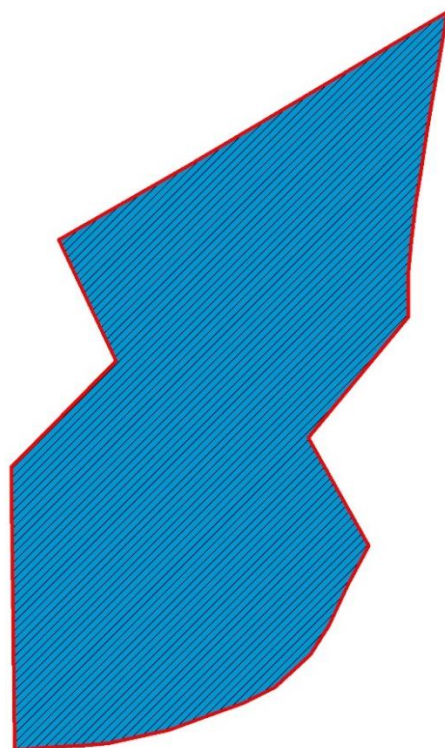


Tabla IV. 56 Ecuación por región para la estimación de R

Región	Ecuación	R ²
I	$R = 1.2078P + 0.002276P^2$	0.92
II	$R = 3.4555P + 0.006470P^2$	0.93
III	$R = 3.6752P - 0.001720P^2$	0.94
IV	$R = 2.8559P + 0.002983P^2$	0.92
V	$R = 3.4880P - 0.00088P^2$	0.94
VI	$R = 6.6847P + 0.001680P^2$	0.90
VII	$R = -0.0334P + 0.006661P^2$	0.98
VIII	$R = 1.9967P + 0.003270P^2$	0.98
IX	$R = 7.0458P - 0.002096P^2$	0.97
X	$R = 6.8938P + 0.000442P^2$	0.95
XI	$R = 3.7745P + 0.004540P^2$	0.98
XII	$R = 2.4619P + 0.006067P^2$	0.96
XIII	$R = 10.7427P - 0.00108P^2$	0.97
XIV	$R = 1.5005P + 0.002640P^2$	0.95

Plano IV. 20 Ráster del Factor R para el área de CUSTF



FACTOR R

Erosibilidad de la Lluvia

Mj/ha mm/hr

5,751.57

CUSTF

Proyecto

Erosionabilidad (Factor K)

Es la susceptibilidad del suelo a erosionarse; a mayor erosionabilidad, menor resistencia a la acción de los agentes erosivos. Las propiedades del suelo que afectan la erosionabilidad pueden agruparse en dos categorías (Loredo, 2007): las que afectan la capacidad de infiltración y almacenamiento, así como las que influyen en la resistencia a la dispersión y al transporte durante la lluvia y el escurrimiento.

Figuerola *et al.*, (1991) señalan que la erosionabilidad varía en función de la textura del suelo, el contenido de materia orgánica, la estructura del suelo, presencia de óxidos de fierro y aluminio, uniones electroquímicas, contenido inicial de humedad y procesos de humedecimiento y secado. Estas propiedades se relacionan entre sí, observando que el contenido de materia orgánica afecta directamente la estabilidad estructural (Loredo *et al.* 2007; Loredo, 1986) y ésta, a su vez, influye en la porosidad, así como en la retención de humedad y conductividad hidráulica del suelo.

En la **Tabla IV.51** se muestran los datos propuestos por la FAO para estimar el Factor K, donde se utiliza la unidad de clasificación del suelo FAO/UNESCO y la textura como parámetros para determinar K, debiendo realizar un ajuste para las fases gravosa o pedregosa (Loredo *et al.*, 2007). La ventaja de este método radica en su sencillez y en la disponibilidad de la información, considerando que los mapas de edafología escala 1: 50,000 publicados por la Dirección de Estudios del Territorio Nacional (DETENAL) (INEGI), contienen esta información (unidad de suelo, grupo textural y fase gravosa o pedregosa).

Tabla IV. 57 Valores del Factor K por unidades, Subunidades y Textura del suelo

Unidades y subunidades de suelo de acuerdo a la		Textura		
Símbolo	Nombre	Grues	Medi	Fina
A	Acrisol	0.026	0.040	0.013
Af	Acrisol férrico	0.013	0.020	0.007
Ag	Acrisol gléyico	0.026	0.030	0.013
Ah	Acrisol húmico	0.013	0.020	0.007
Ao	Acrisol órtico	0.026	0.040	0.013
Ap	Acrisol plántico	0.053	0.079	0.026
B	Cambisol	0.026	0.040	0.013
B (c,d,e,k)	Cambisol crómico, dístrico, éutrico,	0.026	0.040	0.013
Bf	Cambisol férrico	0.013	0.020	0.007
Bg	Cambisol gléyico	0.026	0.040	0.013
Bh	Cambisol húmico	0.013	0.020	0.007
Bk	Cambisol cálcico	0.026	0.040	0.013

Unidades y subunidades de suelo de acuerdo a la		Textura		
B (v,x)	Cambisol vértico, xérico)	0.053	0.079	0.026
C (h,k,l)	Chernozem (háplico, cálcico y lúvico)	0.013	0.020	0.007
D (d,g,e)	Podzoluvisol (dístico,gléyico, éútrico)	0.053	0.079	0.026
E	Rendzina	0.013	0.020	0.007
F(a,h,p,o)	Ferrasol (ácrico, húmico, plíntico, ócrico)	0.013	0.020	0.007
G	Gleysol	0.026	0.040	0.013
Gc	Gleysol calcárico	0.013	0.020	0.007
G (d,e)	Gleysol dístico éútrico	0.026	0.040	0.013
G(h,m)	Gleysol húmico, mólico	0.013	0.020	0.007
G(p,x)	Gleysol plíntico, gélico)	0.053	0.079	0.026
Gv	Gleysol vértico	0.053	0.079	0.026
H(c,g,h,l)	Feozem calcárico, gléyico, háplico,	0.013	0.020	0.007
I	Litosol	0.013	0.020	0.007
J	Fluvisol	0.026	0.040	0.013
Jc	Fluvisol calcárico	0.013	0.020	0.007
Jd	Fluvisol dístico	0.026	0.040	0.013
Je	Fluvisol éútrico	0.026	0.040	0.013
Jt	Fluvisol tiónico	0.053	0.079	0.026
Jp	Fluvisol plíntico	0.053	0.079	0.026
K (h,k,l)	Kastañosem (húmico, cálcico y lúvico)	0.026	0.040	0.013
L	Luvisol	0.026	0.040	0.013
La	Luvisol albico	0.053	0.079	0.026
Lc	Luvisol crómico	0.026	0.040	0.013
Lf	Luvisol férrico	0.013	0.020	0.007
Lg	Luvisol gléyico	0.026	0.040	0.013
Lk	Luvisol cálcico	0.026	0.040	0.013
Lo	Luvisol órtico	0.026	0.040	0.013
Lp	Luvisol plíntico	0.053	0.079	0.026
Lv	Luvisol vértico	0.053	0.079	0.026
M (a,g)	Greysem (ácrico, gléyico)	0.026	0.040	0.013
N (d,e,h)	Nitosol (dístico, éútrico, húmico)	0.013	0.020	0.007
O (d,e,x)	Histosol (dístico, éútrico, gélico)	0.013	0.020	0.007
P	Podzol	0.053	0.079	0.026
Pf	Podzol férrico	0.053	0.079	0.026
Pg	Podzol gléyico	0.053	0.079	0.026
Ph	Podzol húmico	0.026	0.040	0.013
Po	Podzol órtico	0.053	0.079	0.026
Pp	Podzol plácico	0.053	0.079	0.026
Q (a,c,f,l)	Arenosol (albico, cámbico, ferrálico,	0.013	0.020	0.007
R	Regosol	0.026	0.040	0.013
Re	Regosol éútrico	0.026	0.040	0.013
Rc	Regosol calcárico	0.013	0.020	0.007
Rd	Regosol dístico	0.026	0.040	0.013
Rx	Regosol gélico	0.053	0.079	0.026

Unidades y subunidades de suelo de acuerdo a la		Textura		
S	Solonetz	0.053	0.079	0.026
Sg	Solonetz gléyico	0.053	0.079	0.026
Sm	Solonetz mólico	0.026	0.040	0.013
So	Solonetz órtico	0.053	0.079	0.026
T	Andosol	0.026	0.040	0.013
Th	Andosol húmico	0.013	0.020	0.007
Tm	Andosol mólico	0.013	0.020	0.007
To	Andosol ócrico	0.026	0.040	0.013
Tv	Andosol vítrico	0.026	0.040	0.013
U	Ranker	0.013	0.020	0.007
V(c,p)	Vertisol (crómico, pélico)	0.053	0.079	0.026
W	Planosol	0.053	0.079	0.026
Wd	Planosol dístrico	0.053	0.079	0.026
We	Planosol éutrico	0.053	0.079	0.026
Wh	Planosol húmico	0.026	0.040	0.013
Wm	Planosol mólico	0.026	0.040	0.013
Wx	Planosol gélico	0.053	0.079	0.026
X(k,h,l,g)	Xerosol (cálcico, háplico, lúvico, gypsico)	0.053	0.079	0.026
Y(h,k,l,g,t)	Yermosol (háplico, cálcico, lúvico,	0.053	0.079	0.026
Z	Solonchak	0.053	0.040	0.013
Zg	Solonchak gléyico	0.026	0.040	0.013
Zm	Solonchak mólico	0.013	0.020	0.007
Zo	Solonchak órtico	0.026	0.040	0.013
Zt	Solonchak takírico	0.053	0.079	0.026

Plano IV. 21 Ráster del factor K para el área de CUSTF



FACTOR K

Erodabilidad del Suelo

ton.h/MJ.mm.

0.026

CUSTF

Proyecto



Longitud y grado de pendiente (Factor LS)

El efecto de la topografía en la erosión de suelos tiene dos componentes: el factor de longitud de la pendiente (L) y el factor de inclinación de la pendiente (S).

La pendiente del terreno afecta los escurrimientos superficiales imprimiéndoles velocidad. El tamaño de las partículas, así como la cantidad de material que el escurrimiento puede desprender o llevar en suspensión, son una función de la velocidad con la que el agua fluye sobre la superficie. A su vez, la velocidad depende del grado y longitud de la pendiente. En igualdad de condiciones, conforme se incrementa el grado de la pendiente, el agua fluye más rápido y en consecuencia el tiempo para la infiltración del agua al suelo es menor. La longitud de la pendiente está definida por la distancia del punto de origen del escurrimiento superficial al punto donde cambia el grado de pendiente Loredó *et al.* (2007).

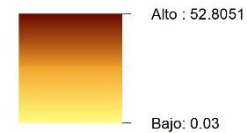
De acuerdo con la metodología que propone el CATIE para estimar la erosión en cuencas con ayuda del Sistema de Información Geográfica **ArcGis**, a fin de generar el plano representativo de este factor, primero se procedió a generar una red irregular de triángulos (TIN), el cual parte de un plano altitudinal (de curvas de nivel), posteriormente a partir de este se creó un modelo de elevación el cual, no es más que la conversión del TIN a ráster, el ráster obtenido de esta conversión se conoce como MDE. Posteriormente se calculó la acumulación de flujo con ayuda de las herramientas hidrológicas de ArcGis, esta herramienta crea un grid de acumulación de flujo. A partir del modelo de acumulación de flujo se generan los factores **L** y **S**, nuevamente con ayuda del álgebra de mapas.

Plano IV. 22 Factor LS para el área del proyecto



FACTOR LS

Valores en Grados



 CUSTF

 Proyecto

Cubierta de la superficie (Factor C)

De acuerdo con Loredó *et al.* (2007) la cobertura del suelo es el factor más importante en el control de la erosión hídrica. La cubierta vegetal, comprende a la vegetación (natural o cultivada) y los residuos de cosecha. Tiene efectos benéficos en la reducción de las pérdidas de suelo ya que le brinda protección contra la acción de los agentes erosivos.

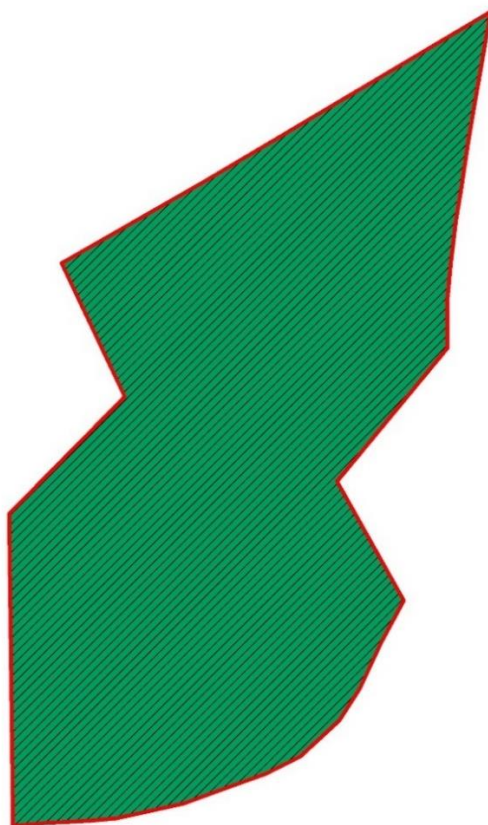
En la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), este factor se ha definido como la relación entre las pérdidas de suelo que se producen bajo un determinado uso (cultivo o vegetación perenne) bajo determinadas condiciones de manejo y las pérdidas correspondientes en ese mismo suelo bajo barbecho continuo. El factor C es considerado factor atenuante y toma valores de 0 a 1, correspondiendo el valor de la unidad al suelo que está desnudo, sin cobertura vegetal y en barbecho. El valor de C en la Ecuación es multiplicativo y a medida que aumenta la cobertura vegetal en densidad y frecuencia, el valor de C tiende a disminuir (Op. cit).

Debido a que la superficie a evaluar cuenta con usos de suelo urbano y el valor de C para la cubierta de algunas estructuras que se encuentran en éste, no está contemplado por la SAGARPA (2005) en su metodología para evaluar la pérdida de suelo, se utiliza una clasificación de C alternativa. La University of Malikussaleh, en una publicación del 2010, utilizó valores del Factor C para distintos tipos de cobertura, a continuación, se presentan los valores de C de acuerdo a la cubierta esta clasificación.

Tabla IV. 58 Valores de C (University of Malikussaleh, 2010) para los distintos tipos de cobertura que se pueden encontrar en el área que se encuentra en evaluación.

ID	Type of Cover	C Value
1	Broadleaf forest	0.01
2	Grass land	0.05
3	Man-made bamboo tree	0.01
4	Bamboo tree	0.01
5	Tea tree	0.15
6	Orchard	0.20
7	Betel palm farm	0.10
8	Vegetable	0.39
9	Other agricultural land	0.20
10	Barren land	1.00
11	Landslide	1.00
12	Building	0.01
13	Cemetery	0.01
14	Road	0.00
15	Water	0.00

Plano IV. 23 Ráster del factor C del área de CUSTF



FACTOR C

Valores

0.01

CUSTF

Proyecto



Resultados

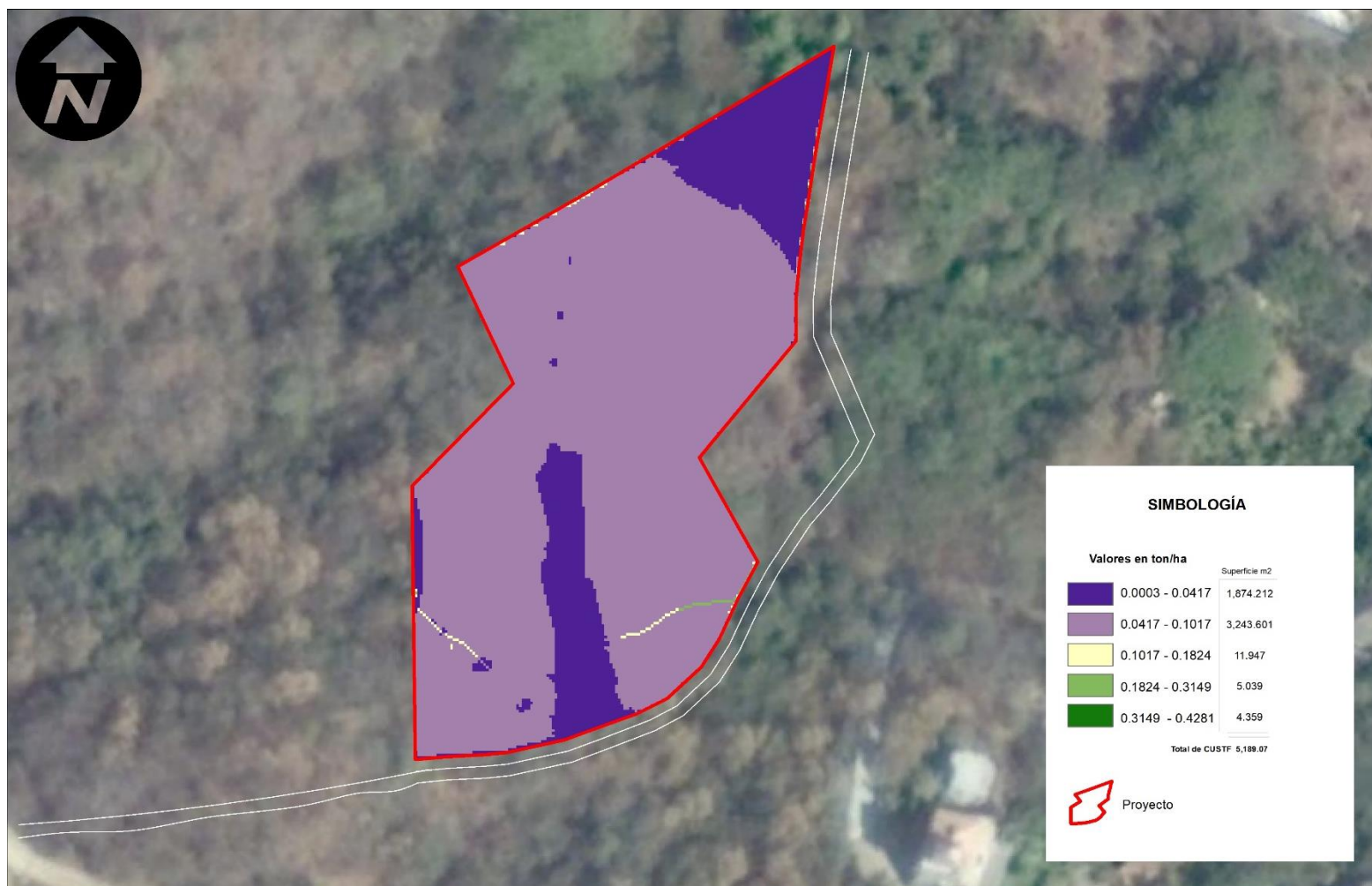
Como se muestra en la **Tabla IV.59**, la tasa de erosión actual presenta un valor de 0.0272 **Ton/ha/año**, siendo la que presenta el valor más bajo la erosión actual y posteriormente la erosión con proyecto. Una vez realizadas las actividades de desmonte y despalme, el suelo quedará expuesto por lo que la tasa de erosión aumentará a 2.7551 **Ton/ha/año** (valor que no rebasa la tasa máxima permitida de erosión según SAGARPA; 10/ton/año), y de no aplicarse medidas de mitigación, durante el tiempo que se realicen las actividades de construcción, por año podrían erosionarse 1.4140 **toneladas** de suelo en toda el área sujeta al CUSTF.

No obstante, una vez establecido el proyecto, la tasa de erosión volverá a disminuir a 0.0544 **Ton/ha/año**, debido a que, una vez establecida la capa de tejido urbano, esta evitará la exposición del suelo.

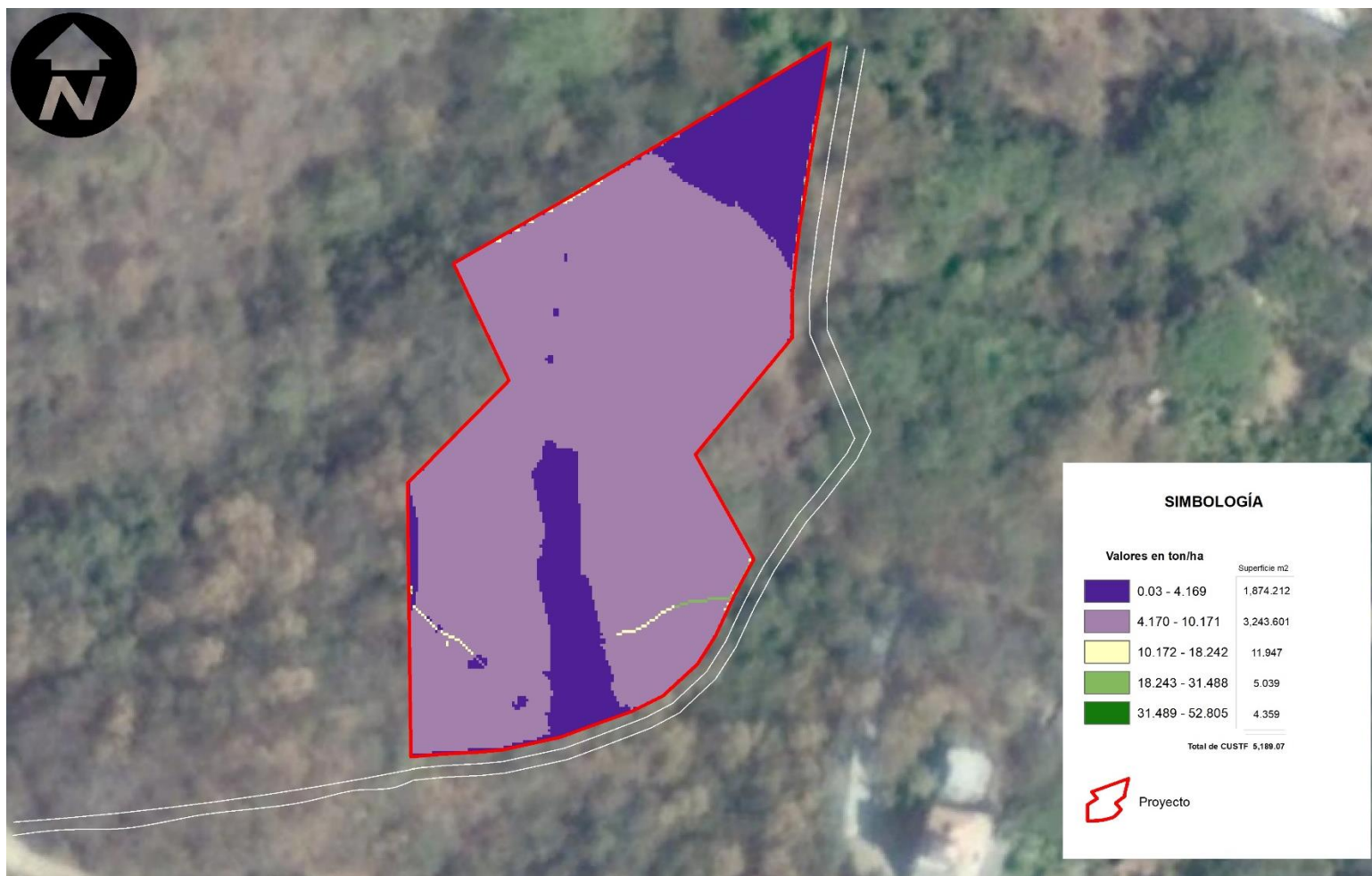
Tabla IV. 59 Tasa de erosión actual potencial y possterior al proyecto

	Total de suelo erosionado en un año (ton)	Toneladas por hectárea al año
Erosión actual	0.014155535	0.027279538
Erosión potencial	1.414087497	2.725128616
Erosión con proyecto	0.028273165	0.054486028

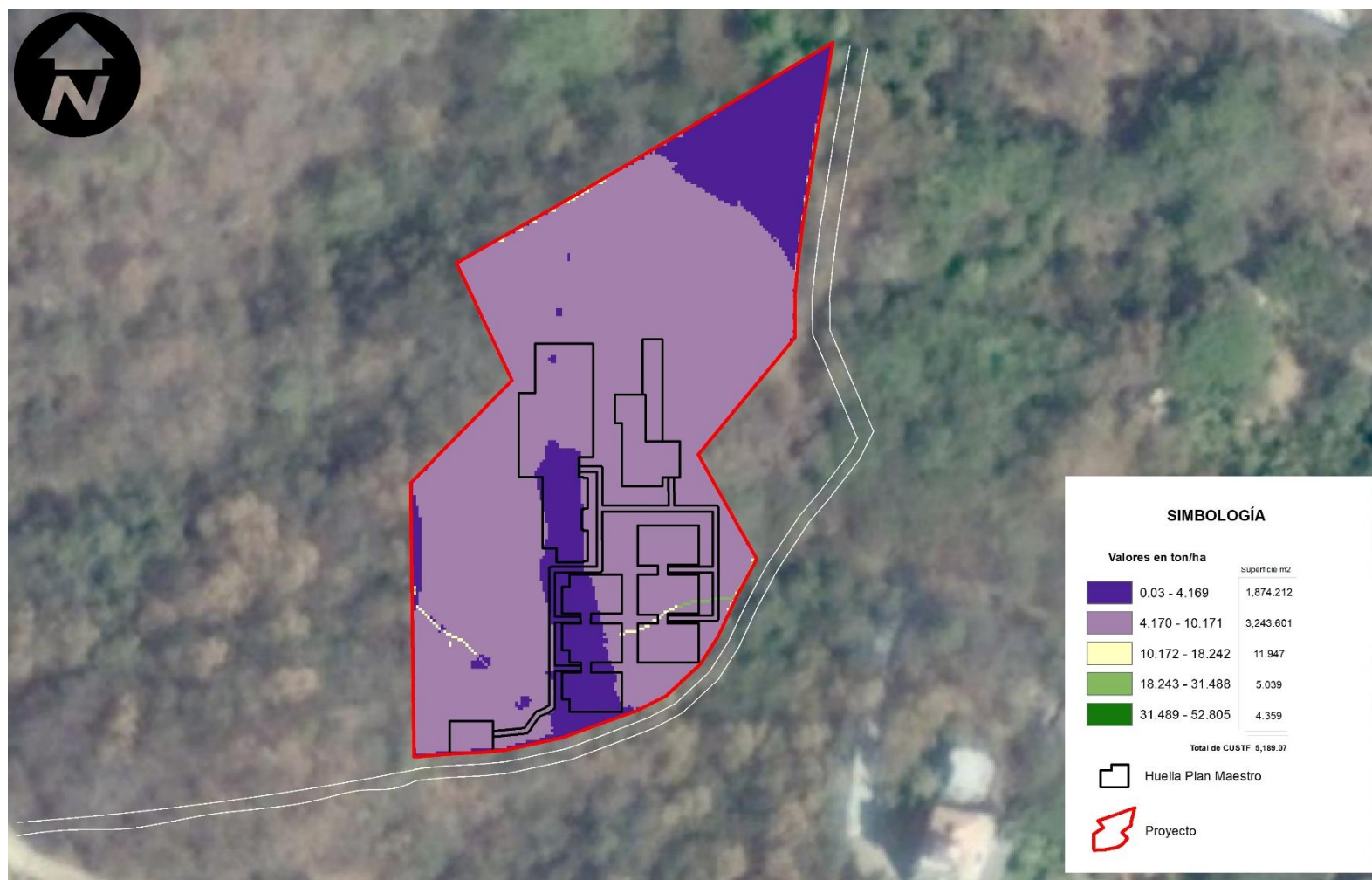
Plano IV. 24 Erosión actual en el predio del proyecto



Plano IV. 25 Erosión potencial en su punto maximo por la exposición del suelo



Plano IV. 26 Calculo de erosión una vez que se lleve a cabo el proyecto





IV 3.7.6 Protección de suelos

Para la protección de Tierras frágiles se han elegido cuidadosamente métodos recomendados en el Manual de Obras y Prácticas: Protección, restauración y conservación de suelos forestales (2007) de CONAFOR (Comisión Nacional Forestal) y SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales); la aplicación de estos métodos podría implementarse para la protección del suelo durante las actividades de desmonte y despalde del proyecto, se propone construir obras de retención de suelos con la finalidad de mitigar el posible impacto generado al componente edafológico.

Las obras de retención de suelos que se proponen construir son principalmente acordonamiento de troncos y ramas derivados del desmonte del sitio del proyecto, también estas estructuras se pueden elaborar con costales o barreras de piedra (Cardoza-Vázquez *et al.*, 2007) y deben permanecer durante todo el tiempo de vida del proyecto.

La finalidad de estas obras que a continuación se describen es retener el suelo, disminuir la velocidad del agua, retener humedad y favorecer el desarrollo de vegetación natural. Para evitar la erosión del predio derivada del CUSTF, se proponen prácticas de manejo del suelo, de forma que se asegure que, aunque se realice el CUSTF no se perderá suelo por erosión. La práctica seleccionada en la medida de control de erosión, depende del uso futuro que se le dé al terreno:

- **Terrazas de ramas:** en áreas que colinden con áreas verdes nativas, escurrimientos y áreas de cesión.
- **Terrazas de costales:** en áreas de lotes para construcción.
- **Barreras de piedra tipo jardinera:** En áreas límite de lotes para construcción se recomendarán a los propietarios de cada lote según las características del terreno.

Terrazas de ramas

Es una estructura temporal para el control de la erosión apropiada para zonas forestales, compuesta de ramas entrelazadas que se pueden conseguir del desmonte del sitio, se colocan transversalmente (en forma de barrera o trinchera) a la pendiente o flujo del agua. Esta estructura reduce la velocidad de la escorrentía, retiene azolves y humedad, detiene el crecimiento de cárcavas, protege obras de infraestructura rural y permite la acumulación de sedimentos favorables para el establecimiento de

cobertura vegetal. Estas deben recibir mantenimiento, por lo que se recomienda, después de lluvias intensas, realizar una inspección para verificar posibles daños y programar las reparaciones correspondientes, sobre todo en estructuras nuevas cuando los materiales todavía no están consolidados.

Figura IV. 61 Ejemplo de disposicion de barreras con material veetal



Terraza de costales

Es una estructura permeable, que se ordena en forma de barrera o trinchera y se coloca transversalmente a la pendiente del terreno. Sirve para el control de la erosión y retención de sedimentos, se recomienda colocar estacas para dar mayor estabilidad a la estructura. Es conveniente colocar los costales llenos de tierra en forma intercalada. Se recomienda la siembra o plantación de especies vegetales sobre los sedimentos acumulados aguas arriba y colocar semillas de pastos y arbustos en la superficie de los sacos para que estabilicen la presa. Es importante que esa vegetación sea propia de la región. Las medidas de los costales suelen ser de 60 x 40 x 25 cm de altura, por ello, para formar un metro cúbico se requieren de aproximadamente 20 costales.

Figura IV. 62 Colocaci3n de costales de material de residuo vegetal a manera de terrazas



Barreras de piedra

Son un conjunto de rocas colocadas de manera lineal en curvas a nivel y de manera perpendicular a la pendiente. Es conveniente colocar estas obras en terrenos que ya cuenten con suficientes rocas que garanticen el volumen requerido y que se encuentren aflorando sobre la superficie sin necesidad de hacer excavaciones extra para poderlas obtener.



Dichas terrazas (Ramas y Costales) se construyen colocando ramas y/o costales de tal manera que se forme una barrera cuadrangular de 50 centímetros de alto por 50 centímetros de grosor. La obra servirá para disminuir la velocidad de escurrimiento en terrenos de ladera, coadyuvar al



establecimiento de vegetación forestal, retención de suelos y propiciar la infiltración de agua. Las obras disminuyen la erosión hídrica laminar, aumentan la cantidad de agua infiltrada y mejoran la calidad de agua; dichas obras tienen una vida útil aproximada de 5 años.

Para determinar la longitud requerida de las barreras se siguió la metodología propuesta por la CONAFOR (2007) en su Manual de Obras y Prácticas para la Protección, restauración y conservación de suelos forestales. La tasa de erosión de suelo que se quiere retener es la diferencia que existe entre la erosión previa a realizar el CUSTF y la erosión posterior al CUSTF, correspondiente a 0.2298 Ton/ha/año y 6.1876 Ton/ha/año respectivamente. El volumen que puede retener cada barrera está en función de la pendiente del terreno y de la altura de la barrera, de forma que el volumen del material edáfico que se requiere retener, es la partida para calcular la longitud de las barreras. Se tomó en cuenta la cartografía edafológica de INEGI (1984), la cual indica que los suelos dentro del área del proyecto son de clase textural “1”, que indica suelos de textura gruesa. El suelo dentro del área del proyecto tiene una textura de tipo “Franco arenoso”, y de acuerdo a la CONAFOR, este tipo textural presenta una “Densidad Aparente” de 1.5 gr/ml o kg/m³.

Textura del suelo y densidad aparente	
TEXTURA DEL SUELO	DENSIDAD APARENTE (GRAMOS / MILILITRO)
Arena	1.6
Franco arenoso	1.5
Franco	1.4
Franco limoso	1.3
Franco arcilloso	1.2
Arcilla	1.1

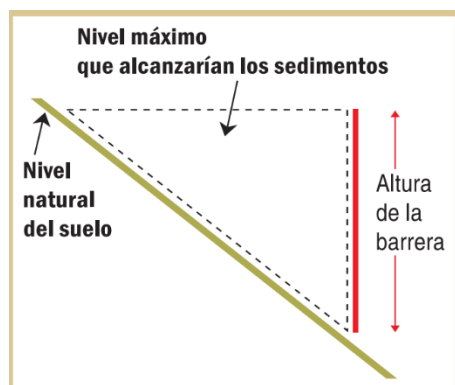
FUENTE: CONAFOR, 2007

Teniendo en cuenta la información anterior, se determinó que el suelo a retener es de 1.4114 Ton/año, que de acuerdo a la densidad aparente del suelo del predio equivale a **0.0874 m³/año de suelo**, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV. 60 Asociación de suelos y la densidad aparente

Suelo específico	Densidad Aparente	Suelo (Ton/año)	Volumen (m ³ /año)
Phaeozem háplico + Regosol eútrico/Textura Gruesa	1.5	1.4114	0.0874

Para calcular la longitud de las barreras de retención es necesario tomar la media de las pendientes del predio (25 grados). Por medio de los parámetros con los que cuentan las barreras de piedra y el área de la que se pretende retener el suelo erosionado fue posible estimar la cantidad de suelo que retendrá cada metro lineal de mencionada estructura. La manera en que se estimó la capacidad volumétrica de las barreras de piedra para el caso específico del presente proyecto se presenta a continuación.



$$\tan(\alpha) = \frac{\text{Cateto opuesto}}{\text{Cateto adyacente}}$$

$$\tan(\alpha) \times \text{Cateto adyacente} = \text{Cateto opuesto}$$

$$\tan(25^\circ) \times 50 \text{ cm} = \text{Cateto opuesto}$$

$$23.3153 \text{ cm} = \text{Cateto opuesto}$$

Ahora que se conoce la distancia que tiene el cateto opuesto, se puede estimar el área que existe entre la barrera de piedra y la pendiente del terreno, lo cual se realiza de la siguiente manera:

$$A = \frac{b \times a}{2}$$



$$A = \frac{0.233153 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}}{2}$$

$$A = 0.058288 \text{ m}^2$$

Ahora que se conoce el área que ocupará el suelo entre la barrera y la pendiente del terreno, se puede estimar la capacidad de captación volumétrica de suelo que tendrá la barrera por cada metro lineal.

$$m^3 = A \times L$$

$$m^3 = 0.058288 \text{ m}^2 \times 1 \text{ m}$$

$$\text{Volumen por metro lineal} = 0.058288 \text{ m}^3/\text{m}$$

El resultado del volumen por metro lineal se multiplica por la densidad del suelo aparente, que en el caso del proyecto es 1.5, esto para tener el valor real del volumen de suelo retenido

Acorde a lo anterior, cada metro lineal de barrera tendrá la capacidad para retener hasta 0.0874327 m^3 de suelo. Con el fin de calcular el total requerido de metros lineales de barrera para retener el suelo que provocará el CUS es necesario realizar la siguiente división:

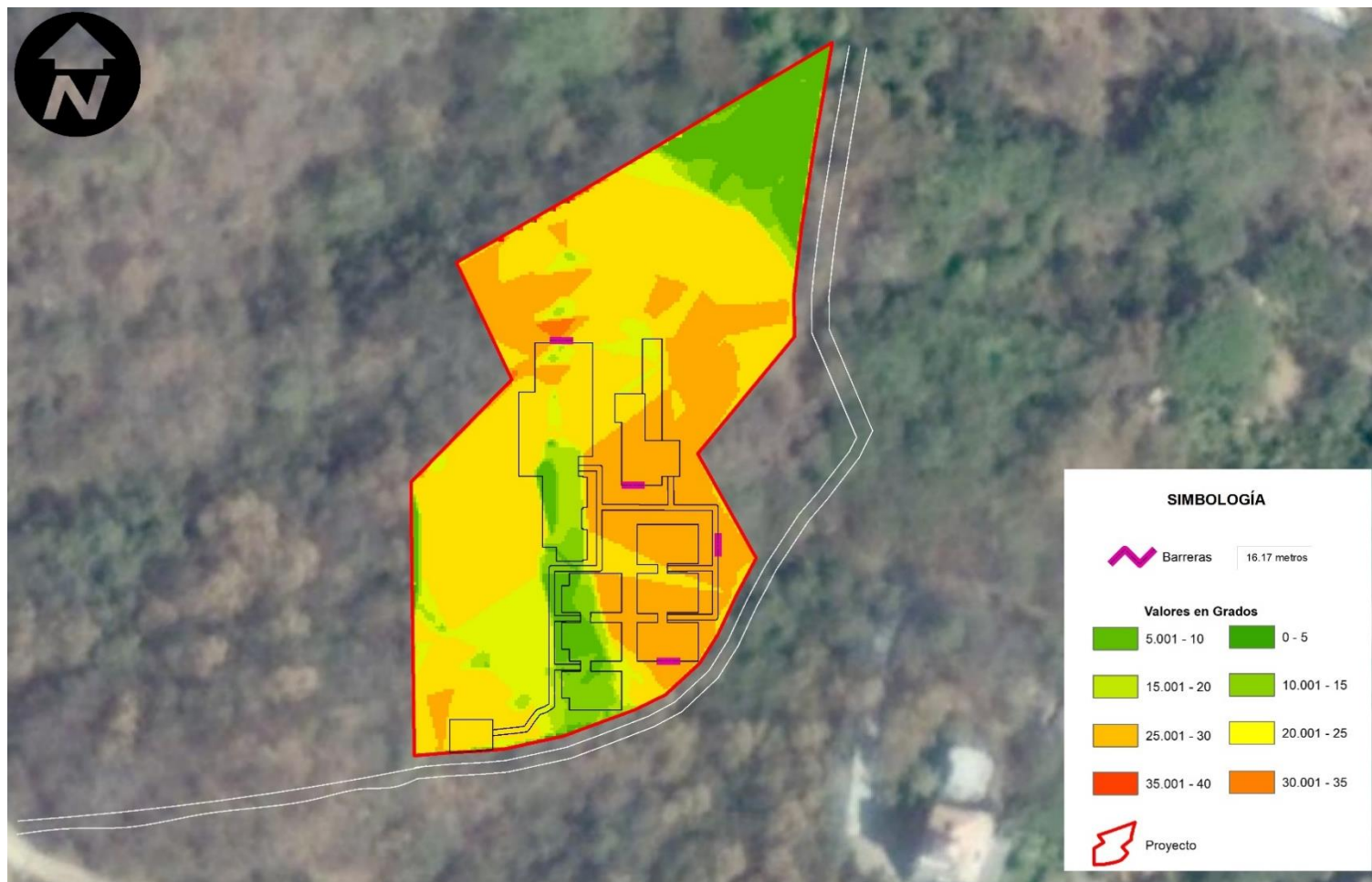
$$\text{Metros lineales de barrera} = \frac{m^3}{m^2}$$

$$\text{Metros lineales de barrera} = 16.173442$$

Se aplicarán 16.173442 metros lineales de barrera, con esto se busca proteger el suelo de forma efectiva y brindando mayor seguridad después del Cambio de Uso de Suelo.

Para la selección de la localización de las barreras, se utilizó el criterio de que estuvieran ubicados en áreas con polígonos de cambio de uso de suelo con superficies y pendientes considerables. La localización de las barreras se presenta en la siguiente Figura.

Plano IV. 27 Ubicación de las barreras de retención



Longitud y grado de pendiente (Factor LS)

El efecto de la topografía en la erosión de suelos tiene dos componentes: el factor de longitud de la pendiente (L) y el factor de inclinación de la pendiente (S).

La pendiente del terreno afecta los escurrimientos superficiales imprimiéndoles velocidad. El tamaño de las partículas, así como la cantidad de material que el escurrimiento puede desprender o llevar en suspensión, son una función de la velocidad con la que el agua fluye sobre la superficie. A su vez, la velocidad depende del grado y longitud de la pendiente. En igualdad de condiciones, conforme se incrementa el grado de la pendiente, el agua fluye más rápido y en consecuencia el tiempo para la infiltración del agua al suelo es menor. La longitud de la pendiente está definida por la distancia del punto de origen del escurrimiento superficial al punto donde cambia el grado de pendiente Loredo *et al.* (2007).

De acuerdo con la metodología que propone el CATIE para estimar la erosión en cuencas con ayuda del Sistema de Información Geográfica **ArcGis**, a fin de generar el plano representativo de este factor, primero se procedió a generar una red irregular de triángulos (TIN), el cual parte de un plano altitudinal (de curvas de nivel), posteriormente a partir de este se creó un modelo de elevación el cual, no es más que la conversión del TIN a raster, el raster obtenido de esta conversión se conoce como MDE. Posteriormente se calculó la acumulación de flujo con ayuda de las herramientas hidrológicas de ArcGis, esta herramienta crea un grid de acumulación de flujo. A partir del modelo de acumulación de flujo se generan los factores **L** y **S**, nuevamente con ayuda del álgebra de mapas.

Cubierta de la superficie (Factor C)

De acuerdo con Loredo *et al.* (2007) la cobertura del suelo es el factor más importante en el control de la erosión hídrica. La cubierta vegetal, comprende a la vegetación (natural o cultivada) y los residuos de cosecha. Tiene efectos benéficos en la reducción de las pérdidas de suelo ya que le brinda protección contra la acción de los agentes erosivos.

En la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), este factor se ha definido como la relación entre las pérdidas de suelo que se producen bajo un determinado uso (cultivo o vegetación perenne) bajo determinadas condiciones de manejo y las pérdidas correspondientes en ese mismo suelo bajo barbecho continuo. El factor C es considerado factor atenuante y toma valores de 0 a 1,

correspondiendo el valor de la unidad al suelo que está desnudo, sin cobertura vegetal y en barbecho. El valor de C en la Ecuación es multiplicativo y a medida que aumenta la cobertura vegetal en densidad y frecuencia, el valor de C tiende a disminuir (Op. cit).

Debido a que la superficie a evaluar cuenta con usos de suelo urbano y el valor de C para la cubierta de algunas estructuras que se encuentran en éste, no está contemplado por la SAGARPA (2005) en su metodología para evaluar la pérdida de suelo, se utiliza una clasificación de C alternativa. La University of Malikussaleh, en una publicación del 2010, utilizó valores del Factor C para distintos tipos de cobertura, a continuación, se presentan los valores de C de acuerdo a la cubierta esta clasificación.

Tabla IV. 61 Valores de C (University of Malikussaleh, 2010) para los distintos tipos de cobertura que se pueden encontrar en el área que se encuentra en evaluación.

ID	Type of Cover	C Value
1	Broadleaf forest	0.01
2	Grass land	0.05
3	Man-made bamboo tree	0.01
4	Bamboo tree	0.01
5	Tea tree	0.15
6	Orchard	0.20
7	Betel palm farm	0.10
8	Vegetable	0.39
9	Other agricultural land	0.20
10	Barren land	1.00
11	Landslide	1.00
12	Building	0.01
13	Cemetery	0.01
14	Road	0.00
15	Water	0.00

IV.3.11 Recreacion

Actualmente, debido a que el área del proyecto corresponde a un terreno con vegetación de Selva baja caducifolia no aprovechado, no existen en el mismo o se proveen servicios de recreación. No obstante, se tiene proyectado que al realizar el establecimiento del proyecto, este servicio ambiental se vea activado para el predio, sumándose así a la política de ordenación de la región territorial del sistema ambiental.

Los beneficios que obtendrán los visitantes, respecto a este servicio ambiental, se derivan de las amenidades recreativas del área. Considerando que el atractivo y la riqueza del Sistema ambiental radica en la abundancia de recursos naturales, es necesario mencionar que la zona costera de una región es uno de los recursos naturales más importantes para el desarrollo económico de ésta (Blanco, 1998); centrándonos en nuestro caso de estudio, la zona es el elemento fundamental para el desarrollo de la actividad turística (Bringas, 2001); los espacios litorales tienen especial importancia por las interacciones entre el sistema terrestre y el sistema marino.

Debido a la calidad estética del paisaje (Alta) proporcionada, entre otros factores, por el contraste entre la línea de costa y la vegetación natural, factor que se vera conservado en el predio ya con la finalidad de integrarse al paisaje de la región, no se alterara de manera significativa el entorno, de esta manera el servicio de recreación podrá verse incrementado ya que los visitantes podrán hacer uso del predio para realizar actividades relacionadas con la interacción con la naturaleza.

IV.4 Diagnóstico ambiental y señalamiento de la problemática ambiental

Con base en la información recabada de cada uno de los elementos ambientales descritos en este capítulo y las observaciones realizadas en campo, se llevó a cabo un diagnóstico sobre el medio físico, biótico y socioeconómico del sistema ambiental, para lograr una descripción del escenario ambiental actual y poder analizar los comportamientos de los procesos de deterioro natural y el grado de conservación en el que se encuentra el área de estudio.

De acuerdo a la Clasificación Climática de Köppen modificada por E. García (1981) para el sistema ambiental en estudio y los predios del proyecto se cuenta con dos tipos de climas, que son **Cálido**

Subhúmedo (**Awo**) con lluvias en verano. La temperatura media anual dentro del área de estudio es de 25.1°C siendo el mes más frío febrero y el más cálido agosto. Además, cuenta con una precipitación anual de 845.8 mm.

Conforme a la hidrología, el Sistema Ambiental está situado dentro de la Región Hidrológica Costa del Pacífico Sur (RHA21), a su vez dentro de la RHA Costa pacífico. Como sistema ambiental se utilizaron las unidades de gestión ambiental estatal 017 y municipal no. 10, dentro de las cuales se localiza el área de influencia y por ende el predio. Dentro del área predial no se observa ningún escurrimiento intermitente, aunque, si hay uno que colinda con uno de los vértices extremos. Los ríos y arroyos más importantes que se encuentran en el Sistema Ambiental son: El Tres al centro del sistema y Zipolite colindando con la localidad del mismo nombre, y que dentro de este sistema no existen importantes cuerpos de agua perenes, a causa de esta disposición de los arroyos se estima que el desarrollo de las villas ecoturísticas no afecte directamente a la calidad de agua de los cuerpos perennes.

En la sección de Captación de agua se determinó que actualmente, en el área propuesta al CUSTF del predio existe una recarga neta de 98.0734 m³/año. El predio presenta gran cantidad de pendientes que disminuyen la infiltración. No obstante, el tipo de vegetación (Selva baja caducifolia) desempeña un papel importante para este servicio ambiental, ya que cuando se realizó el cálculo de la recarga neta para las condiciones del predio una vez establecido el proyecto, se obtuvo un valor de 70.05 m³/año, lo que representa un déficit de 28.0209 m³ (28% de la infiltración actual). A pesar de lo anterior, el acuífero Colotepec – Tonameca se encuentra Subexplotado y es uno de los que menor extracción presentan en la entidad, por lo que la disminución de captación no repercutirá directamente a la disponibilidad de agua o a la dinámica del acuífero.

En el Sistema Ambiental, así como la zona del proyecto, existe una potencial vulnerabilidad a fenómenos naturales de origen geológico meteorológico. En la región de estudio, el tectonismo se produce por la subducción de la llamada Placa de Cocos bajo el subcontinente centroamericano a lo largo de la fosa mesoamericana aunque la zona de alta sismicidad está ubicada en una franja de 35 Km paralela a la línea de costa, lo que incluye al área del proyecto. De los fenómenos hidrometeorológicos, cabe hacer nota que el proyecto Villas Zipolite no es susceptible a deslizamientos ya que la mayor parte de sus componentes estarán localizados en las zonas altas del predio con cimentación especializada para asegurar la perdura



de los elementos, por lo que se tomarán las medidas de construcción necesarias para llevar al mínimo la probabilidad de deslizamientos. Esta naturaleza topográfica del lugar donde se localiza el sitio del proyecto contribuye a que las inundaciones no sean un factor de riesgo para el proyecto.

En el ámbito biótico, al interior del área donde se pretende emplazar el proyecto es posible observar una variación altitudinal, sin embargo no es lo suficiente marcado como para se diferencien las asociaciones vegetales, las cuales se caracterizan principalmente por la presencia de vegetación densa a medianamente densa.

Los resultados obtenidos de la revisión bibliográfica y los muestreos de campo muestran que esta no presenta una alta importancia biológica y ecológica a nivel Regional, pues en su mayoría esta compuesta por los tipos de vegetación circundantes. En los resultados obtenidos para el componente Vegetación De acuerdo a INEGI, en el uso de suelo dentro del sistema ambiental se puede encontrar diferentes usos de suelo como el Urbano y el Forestal (Selva baja caducifolia) siendo los más representativos. Se considera que el estado de conservación de la vegetación nativa es media, ya que a lo largo del sistema se encuentran mosaicos de localidades urbanas y el desarrollo de actividades que esta misma conlleva. De lo anterior se desprende que las características intrínsecas de la comunidad permanecerán estables aun una vez que se desarrolle el proyecto. De las comunidades con mayor relevancia en el sistema ambiental, se destaca la de Duna Costera, sin embargo debido a que en el predio no es posible observar dicho tipo de vegetación, este seguirá prestando los servicios ambientales característicos.

Para el listado florístico realizado en el área del proyecto se identificaron 56 especies y 32 familias de las cuales ninguna especie presenta categoría de protección por la **NOM- 059 SEMARNAT 2010**.

El cambio de Uso de Suelo propuesto en la zona afectará a 211 individuos arbóreos que en su mayoría serán de *Heliocarpus pallidus*, especie que se encuentra bien representada en el resto del sistema ambiental. En el estrato arbustivo la especie que sufrirá una mayor afectación por la remoción estimada de 494 individuos es la *Albizia occidentalis* especie perenne considerada maleza común en el territorio nacional. El estrato más afectado será el herbáceo, en el que se estima se removerán hasta 54,000 individuos. Este último estrato está compuesto por especies de amplia distribución y con alta tasa de crecimiento poblacional, por lo que al distribuirse uniformemente en el sistema ambiental no se afectará a la diversidad vegetal de manera sustancial.



La fauna dentro del Sistema Ambiental cuenta con diversidad baja, de la cual durante el muestreo de campo se registraron 6 especies de mamíferos, 10 de reptiles 2 de anfibios y 40 de aves en información consultada sobre el sitio de estudio. Se considera que el estado de conservación para la fauna dentro de del sistema ambiental es aceptable, a pesar de los impactos antropogénicos existentes.

La fauna se encuentra directamente interrelacionada con la vegetación y determinada por diferentes factores tanto bióticos como abióticos, así como por las actividades antropogénicas. Es importante mencionar que a pesar de que su estado de conservación es bueno, actualmente existen problemáticas ambientales dentro de la zona, las cuales es importante regular, como la generación de residuos, la contaminación y la modificación de su hábitat. A pesar de que el sistema ambiental presenta perturbaciones de origen antropogénico por la construcción de infraestructura (casas, caminos empedrados, etc) la riqueza de mamíferos es moderada. Esto se debe a que el bosque tropical caducifolio remanente en el área se encuentra relativamente conservado y ofrece una variedad de micro hábitats para este grupo. Además de que dicha área ofrece recursos tales como agua y alimento de forma artificial.

Las condiciones del paisaje dentro del sistema ambiental se considera buena: caracterizado principalmente por vegetación con distribución espaciada y muy poco densa en algunas zonas, siendo la selva baja caducifolia la más representativa. Se tiene una buena visibilidad en general desde cualquier ubicación dentro del sistema ambiental, particularmente desde los extremos este y oeste. Se pueden encontrar algunos arroyos intermitentes, así como la línea de costa que colinda al sur. El paisaje presenta una gama de colores que potencian una calidad visual media ya que se presentan diferentes caminos y brechas erosionadas y desprovistas de vegetación, así como las zonas con duna costera sin embargo, existen contrastes con la vegetación de la selva, el mar y los acantilados, lo cual le brinda calidad visual.

De acuerdo a INEGI, aproximadamente un 25% de la superficie del sistema ambiental presenta uso urbano, una de las actividades principales de las localidades de este, están relacionadas al turismo lo que ha generado ingresos económicos a través de algunas actividades de comercio y servicios, en este sentido, el proyecto pretende sumarse al aumento del ingreso per capita de la localidad, brindando una mayor variedad de sitios para estadia y que a su vez se encuentre en comunión con la una política de conservación, asegurando que un gran porcentaje de la propiedad será resguardada como área verde donde ademas, se conservaran especies nativas del sitio.

IV.5 Bibliografía

- **Abellán, M.A., F. A. García-Morote (Coord).** (2006). Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos y Actividades Agroforestales, Ediciones de la Universidad de Castilla. La Mancha 4ta Edición.
- **Aldemar, A. Acevedo, M. Lampo y R. Cipriani.** (2016). The cane or marine toad, *Rhinella marina* (Anura, Bufonidae): two genetically and morphologically distinct species. *Zootaxa* 4103 (6): 574-586.
- **Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer.** (2002). "Aguas continentales y diversidad biológica de México". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- **Bautista, A., Gutiérrez-Etchevers, J. y Barra, B.** (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. México: Ecosistemas.
- **Blázquez.** (2016). Avifauna de Oaxaca (México): Acervo bibliográfico para el diagnóstico de su conocimiento actual. Tesis de Maestría. Universidad Politécnica de Madrid.
- **Boron, A.A.** (2005) Manual de metodología construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales.
- **Briones-Salas, M., M. Cortés-Marcial y M. C. Lavariega.** (2015). Diversidad y distribución geográfica de los mamíferos terrestres del estado de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 86: 685-710.
- **Challenger, A., & Soberón, J.** (2008). Los ecosistemas terrestres. En *Capital natural de México: Conocimiento actual de la biodiversidad* (Vol. I, págs. 87-108). México: CONABIO.
- **CONAGUA.** (2007). Regiones Hidrológicas Administrativas. (Organismos de Cuenca). México DF.
- **Dunn, M.C.** (1974). Landscape evaluation techniques: an appraisal and review of the literature. Centre for Urban and Regional Studies, University of Birmingham, Birmingham, United Kingdom. 123 pp.

- **DOF (Diario Oficial de la Federación).** 2015. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Colotepec-Tonameca (2024), Estado de Oaxaca. Subgerencia de evaluación y ordenamiento de acuiferos de la CONAGUA:
- **Escalante, T.** (2009). Un ensayo sobre regionalización biogeográfica. *Revista Mexicana de Biodiversidad*(80), 551- 560.
- **Espinosa Organista, D., J. Morrone, J., Aguilar Zúñiga, C., & Llorente Bousquets, J.** (2001). *Hacia una clasificación natural de las provincias biogeográficas mexicanas*. Informe final SNIBCONABIO proyecto No. Q054, Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, México D.F.
- **Espinosa, D., Ocegueda, S.** (2008). El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp. 33-65.
- **Flores Villela, O., & Gerez, P.** (1994). *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*. Distrito Federal, México: S y G editores.
- **INEGI.** (1998). Diccionario de datos edafológicos Escala 1: 250,000. México.
- **INEGI.** (2000b). Diccionario de datos climáticos (Vectorial). México.
- **INEGI.** (2004). Guías para la interpretación de Cartografía Edafología. México.
- **INEGI.** (2009a). Guía para la Interpretación de la Cartografía Uso del Suelo y Vegetación. México.
- **INEGI.** (2009). Diccionario de datos Edafológicos Escala 1: 250,000. México.
- **Kôler, G., R. Gómez-Trejo, C. Petersen y F.R. Méndez de la Cruz.** 2014. A revision of the Mexican Anolis (Reptilia, Squamata, Dactyloidae) from the Pacific versant west of the Isthmus de Tehuantepec in the states of Oaxaca, Guerrero, and Puebla, with the description of six new species. *Zootaxa*. 3862 (1): 001-210.
- **Lugo-Hubp, J.** (1990). El relieve de la república mexicana. Universidad Autónoma de México, Instituto de Geología. Vol. 9, núm. 1. 82-111.

- **Malone, C.L., V. H. Reynoso y L. Buckley.** (2016) Never judge an iguana by its spines: Systematics of the Yucatan spiny tailed iguana, *Ctenosaura defensor* (Cope, 1866). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 115: 27-39
- **Mata-Silva, C. , J. D. Johnson, L.D. Wilson y E. Garía-Padilla.** (2015). The herpetofauna of Oaxaca, Mexico: composition, physiographic distribution, and conservation status
- **Miranda, F., & Hernández X., E.** (1963). *Los tipos de vegetación de México y su clasificación*. Sociedad Botanica de México.
- **MOPT.** (1993). Guía Metodológica para el estudio del Medio Físico y la Planificación. Ministerio de Obras Públicas y Transporte, series monográficas, Madrid. 809 pp.
- **Mostacedo, B., & S. Fredericksen, T.** (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Santa Cruz, Bolivia: El País. *Mesoamerican Herpetology* 2 (1)
- **Muñoz-Pedrerros, A.** (2004). La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. *Revista chilena de historia natural*, 77(1), 139-156.
- **Nieto-Montes de Oca, A., S. Poe, S. Scarpetta, L. Gray y C.S. Lieb.** (2013) Synonyms for some species of Mexican anoles (Squamata: Dactyloidae). *Zootaxa*. 3637 (4): 484-492.
- **Pérez Olvera, C. d., Dávalos Sotelo, R., & Guerrero Cuacuil, E.** (2000). Aprovechamiento de la madera de encino en México. *Madera y Bosques*, 6(1), 3-13.
- **Urbina-Cardona, J., E.A. Bernal, N. Giraldo-Echeverry y A. Echeverry-Alcendra.** (201). Monitoreo de herpetofauna en los procesos de restauración ecológica: indicadores y métodos.



V.- IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	2
V.1 Identificación de impactos.....	3
V.1.1 Identificación y caracterización de los impactos.....	4
V.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada	8
V.2.1 Lista de indicadores de impacto	15
V.2.2 Identificación y descripción de los impactos	18
V.2.3 Evaluación de los impactos	38
V.3 Resultados	46
V.4 Conclusiones	49
Referencias bibliográficas	49

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

Este Capítulo tiene como objetivo la evaluación de los impactos ambientales que podrían generar cada una de las 25 actividades que se desarrollarán como parte del proyecto. Dicha evaluación se realizó con base en la descripción de actividades del “*Capítulo II. Descripción del proyecto*”, así como en el diagnóstico ambiental desarrollado en el “*Capítulo IV. Descripción del Sistema Ambiental*”. En primera instancia, se destaca que el proyecto consiste en un desarrollo turístico que requerirá del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, y que el predio se encuentra dentro de un ecosistema costero, los cuáles son reconocidos por presentar una fragilidad importante a la perturbación antropogénica.

Anteriormente se mencionó que dentro del Sistema Ambiental existe una importante diversidad de especies animales, y que, a pesar de los impactos antropogénicos existentes, se considera que su conservación es aceptable. Asimismo, para el caso de los usos de suelo, se observó que los más representativos son la Selva Baja Caducifolia (la cual está presente en el predio) y mosaicos de localidades urbanas, por lo que la calidad paisajística es media; dentro del predio no se observaron cuerpos de agua intermitentes ni perennes. Sin embargo, la mayoría de las pendientes del predio son de mediana a fuertemente inclinadas, que podrían jugar un papel importante en la fragilidad del suelo.

Cabe señalar que el proyecto no se encuentra dentro de ningún Área Natural Protegida, Región Hidrológica Prioritaria, Región Terrestre Prioritaria ni en un Área de Importancia para la Conservación de las Aves. Aunque el proyecto sí se localiza al interior del polígono de una Región Marina Prioritaria (Puerto Ángel-Mazunte), las actividades del proyecto no tienen relación con la problemática ambiental de la misma, la cual se refiere a actividades de explotación pesquera o aprovechamiento ilegal de los recursos naturales.

Es posible intuir que el desarrollo del proyecto podría afectar a los diferentes componentes ambientales anteriormente descritos. Sin embargo, es necesaria la identificación puntual de los posibles impactos, así como la utilización de criterios cuantitativos de evaluación que permitan

fundamentar la afectación real de la actividad. Esto permitirá proponer con mayor eficacia las medidas de prevención, mitigación y/o compensaciones necesarias para disminuir lo máximo posible los impactos ambientales señalados.

Antes de la descripción de la metodología de evaluación, es necesario mencionar algunas definiciones de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, así como su Reglamento, que serán de utilidad el resto del capítulo.

V.1 Identificación de impactos

De acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, en el Capítulo I, Artículo 3o, Fracción XX, se define al Impacto Ambiental como:

“La modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza”.

A su vez, en el reglamento de dicha Ley (Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000, en su Capítulo I, Artículo 3º, Fracciones VII, VIII, IX y X, se encuentran las siguientes definiciones de los tipos de impactos ambientales reconocidos en la legislación mexicana:

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

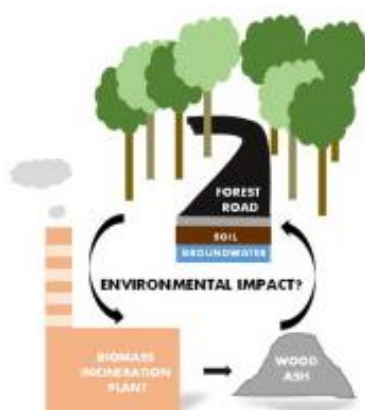
Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales consideradas aisladamente.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones de los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

La evaluación de impacto ambiental es una herramienta preventiva mediante la cual se evalúan los impactos negativos y positivos que las políticas, planes, programas y proyectos generan sobre el medio ambiente, y se proponen las medidas para ajustarlos a niveles de aceptabilidad (Espinoza, 2001). Esto se lleva a cabo para conocer la magnitud e importancia de dichos impactos sobre el medio físico, biótico y social, con el fin de buscar alternativas para prevenirlos, mitigarlos y/o compensarlos.

El análisis y evaluación de los impactos ambientales debe basarse en cuatro ejes:



1. Identificación de la relación causa-efecto entre el proyecto y los factores ambientales
2. Predicción de los efectos en las distintas etapas del proyecto
3. Descripción de la magnitud de los efectos en las distintas etapas del proyecto
4. Prevención y/o mitigación de los efectos

En este capítulo se desarrollan los primeros tres ejes a través de la metodología descrita en el apartado subsecuente; el cuarto eje es el objetivo mayor de la evaluación de impactos ambientales: evitar los impactos y/o disminuir su magnitud y efectos, y que es el resultado operativo de los tres ejes anteriores. Este cuarto eje se desarrolla en el Capítulo VII: *Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales* del presente **Documento Técnico Unificado**.

V.1.1 Identificación y caracterización de los impactos

Para la identificación, caracterización y evaluación de los impactos potenciales por el desarrollo del proyecto “Villas Zipolite”, se realizó un análisis dividido en dos etapas. En la primera, se elaboró una matriz de simple interacción causa-efecto, un método cualitativo que permite apreciar de manera gráfica la relación que tendrá cada actividad con cada uno de los componentes ambientales. Los impactos identificados como adversos potenciales o benéficos, fueron posteriormente descritos de manera puntual. En la segunda, se evaluaron los impactos ambientales a través de matrices de Leopold, donde de manera general, se busca relacionar las acciones o actividades con componentes

ambientales, atribuyéndoles valores numéricos con la finalidad de disminuir el grado de subjetividad del análisis.

Procedimiento para elaborar una matriz de simple interacción

La matriz simple de interacción (proyecto-ambiente) consiste en la elaboración de una matriz en donde las actividades a realizarse para el desarrollo del proyecto se colocan en el eje vertical (columnas), y en el eje horizontal (filas) se ubican los elementos ambientales que se encontraron presentes en el área en que se incidirá el proyecto y sus actividades. En cada celda de interacción entre elemento ambiental y actividad del proyecto se coloca ya sea la letra “A”, “B” u “O”. Se colocará la letra “A” si se considera que la interacción entre el elemento y la acción generará un impacto adverso potencial al sistema ambiental, la letra “B” si se considera que la acción será benéfica y “O” si se considera que no existe efecto alguno por la interacción. Finalmente se analizan los resultados obtenidos en la matriz, se descartan las interacciones nulas y se procede mediante una metodología de selección a caracterizar y evaluar las interacciones identificadas.

Indicadores de Impacto

Como se mencionó en el *Capítulo IV*, un “sistema” puede definirse como un conjunto de elementos relacionados entre sí que funcionan como un todo. Las relaciones entre estos elementos generan propiedades emergentes que no pueden ser explicadas mediante unidades aisladas o a través la suma de sus componentes. De esto deriva que los sistemas ambientales están compuestos por elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que brindan características particulares a cada uno de ellos. A pesar de la complejidad que representa la caracterización de los sistemas ambientales debido a la gran cantidad de elementos que los componen, la literatura reconoce la existencia de algunos atributos que funcionan como indicadores del sistema ambiental (Garmendia *et al.*, 2005). La principal característica funcional de un indicador ambiental es la de cuantificar y simplificar información que promueva el entendimiento de los problemas ambientales, tanto para los tomadores de decisiones, como para el público. Se recomienda que los indicadores sean prácticos y realistas, debido a que es necesario que cumplan con el objetivo de brindar información representativa acerca de la dirección de un efecto o cambio.

Por ello, es necesario tomar en cuenta el alcance del sistema ambiental, que, en este caso, se utilizaron como base las Unidades de Gestión Ambiental 10 y 017 de los programas de ordenamiento municipal y estatal respectivamente, así como su intersección con la carretera federal no. 175 como elemento antropogénico determinante y al sur, el límite de playa incluyendo la geomorfología de la zona. Debe considerarse que exista muy poca probabilidad de que el proyecto produzca afectaciones más allá del Sistema Ambiental, pues las evaluaciones podrían adolecer de interpretaciones poco confiables. Asimismo, el Área de Influencia fue delimitada con base en el alcance máximo de los impactos inmediatos, y contará con una superficie de 148.463 hectáreas alrededor del proyecto propuesto.

+	Indicador de impacto positivo
-	Indicador de impacto negativo

Tabla V. 1 Factores ambientales y los posibles indicadores aplicables al proyecto

Sistemas ambientales	Subsistemas ambientales	Factores ambientales	Acción o indicador de impacto ambiental	Impacto ambiental
Medio Físico	Medio Abiótico	Aire	Aumento de los niveles de ruido	Contaminación acústica
			Emisiones de gases de efecto invernadero	Contaminación del aire
			Emisiones de gases de materia orgánica	
			Levantamiento de polvos	
		Hidrología	Disminución de la tasa de infiltración	Pérdida de captación acuífera
			Derrame de residuos de maquinaria	Contaminación de agua subterránea
			Lixiviación de residuos orgánicos	
			Consumo de agua	Disminución de volumen del manto acuífero
		Edafología	Derrame de residuos de maquinaria	Contaminación del suelo
			Lixiviación de residuos orgánicos	
			Remoción de cubierta superficial	Aumento de la tasa de erosión



Documento Técnico Unificado para el Cambio
de uso de suelo en terrenos forestales
Modalidad-B
Proyecto: Villas Zipolite

Sistemas ambientales	Subsistemas ambientales	Factores ambientales	Acción o indicador de impacto ambiental	Impacto ambiental
			Compactación del suelo	
		Servicios Ambientales	Disminución de la captura de carbono y liberación de oxígeno	Pérdida de servicios ambientales
			Disminución de barrera contra vientos y huracanes	
	Medio biótico	Flora	Pérdida de individuos	Disminución de riqueza vegetal
			Pérdida de cobertura	Fragmentación del hábitat
		Fauna	Mortandad de herpetofauna	Pérdida de individuos
			Afectación a sitios de refugio	Pérdida de hábitat
	Medio Perceptual	Paisaje terrestre	Actividades o infraestructura antropogénica	Disminución de naturalidad
Medio Sociocultural y Económico	Socioeconómico	Educación	Promoción del conocimiento y apreciación de los recursos naturales	Educación ambiental
		Economía	Contratación temporal o permanente	Generación de empleos
			Adquisición de insumos	Contribución al mejoramiento económico de la región
			Aumento de ofertas de hospedaje turístico	Contribución al mejoramiento económico y turístico de la localidad

V.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

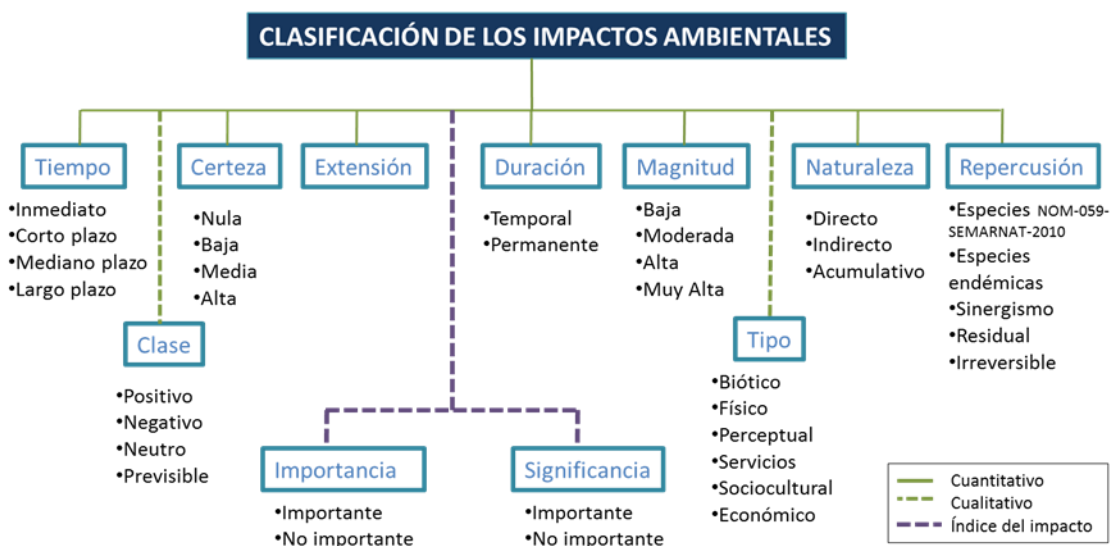
Caracterización cualitativa y cuantitativa de los impactos

Con los resultados obtenidos en la predicción, se procede a clasificar a los indicadores de impacto para poder realizar la evaluación y su respectiva interpretación. Las clasificaciones que son utilizadas en este estudio tienen como base las definidas por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, 2007) pero se realizaron algunas modificaciones y se clasificaron en cuantitativas, cualitativas e indicadores.

Figura V. 1 Tipología de impactos ambientales



Tabla V. 2 Clasificación de los impactos ambientales



Para realizar la clasificación y evaluación de los impactos ambientales se seleccionó el **método matricial**. Los métodos matriciales son técnicas bidimensionales que relacionan acciones o actividades con los componentes ambientales. Estos métodos, también denominados matrices interactivas causa-efecto, fueron los primeros en ser desarrollados para la evaluación de impacto ambiental. El principio básico de este método consiste, inicialmente, en señalar todas las posibles interacciones entre las acciones y los componentes, para luego establecer, en una escala, la magnitud e importancia de cada impacto ambiental identificado y si éste es positivo o negativo.

El método matricial más conocido, fue creado por Leopold *et al.*, (1971), el cual consiste en una matriz de interacción constituida por columnas en las que se representan las acciones del proyecto y filas relacionadas con factores ambientales.

Una cuestión muy discutida en el uso de esta técnica, es que la valoración de la “Magnitud” puede ser relativamente objetiva o empírica, puesto que se refiere al grado de alteración provocado por las acciones o actividades sobre el factor medioambiental. Por ello, deben utilizarse en la medida de lo posible, indicadores numéricos, que en un primer momento, se obtiene en unidades heterogéneas, y mediante funciones de transformación, se convierten en unidades homogéneas o comparables entre los distintos tipos de impacto (Garmendia *et al.*, 2005).

Es importante mencionar que algunos de los criterios fueron modificados con la finalidad de presentar resultados más apegados a lo que se considera “la realidad del proyecto”. Los criterios utilizados, modificados, fueron los siguientes:

Clase: Indica el carácter benéfico o perjudicial del efecto, para el cual se sigue la clasificación establecida en la **Tabla V.3**.

Tabla V. 3 Nomenclatura para clase de impactos ambientales

	Clase
+	Impacto positivo
-	Impacto negativo

Magnitud: dependiendo del tipo de impacto representa el “tamaño” de éste o la cantidad de elementos afectados.

- **Baja:** afectación pequeña en tamaño o cantidad (1 punto)
- **Moderada:** afectación moderada en tamaño o cantidad (2 punto)
- **Alta:** afectación considerable en tamaño o cantidad (3 punto)
- **Muy alta:** afectación grande en tamaño o cantidad (4 punto)

Tiempo: tiempo que transcurre desde la ejecución de una actividad y la aparición del impacto por ella producida.

- **Inmediato:** el efecto del impacto se produce inmediatamente. Ejemplo: generación de humos, polvos, pérdida de riqueza florística (4 puntos)
- **Corto plazo:** de 1 a 6 meses. Ejemplo: pérdida de hábitat de fauna (3 puntos)
- **Mediano plazo:** de 6 meses a 3 años (2 puntos)
- **Largo plazo:** mayor de 3 años (1 punto)

Certeza: representa la seguridad con la que la predicción del efecto tendrá lugar, es decir, la probabilidad de que ocurra.

- **Nula:** menos del 25% de certeza (1 punto)
- **Baja:** entre el 25% y el 50% de certeza (2 puntos)
- **Media:** entre el 50% y el 75% de certeza (3 puntos)
- **Alta:** entre el 75% y el 100% de certeza (4 puntos)

Extensión: representa el área de influencia potencial de los efectos de los impactos ambientales. Se puede representar como una unidad de medida territorial o de extensión en espacio.

- **Puntual:** cuando la localización del impacto sea precisa, poco extensa (una porción del área del proyecto). Por ejemplo: la instalación de un módulo móvil (1 punto)
- **Local:** cuando el impacto tenga una extensión que afecte el área del proyecto (en este caso, el predio del proyecto), (2 puntos)
- **Media:** cuando la afectación sea a nivel del área de influencia del proyecto (3 puntos)
- **Regional:** cuando el impacto presente afectaciones a nivel sistema ambiental (4 puntos)

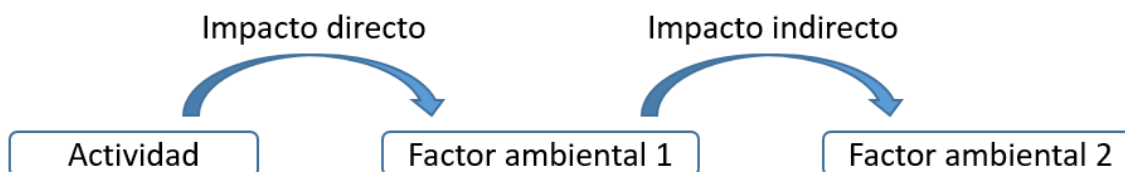
Con base en la naturaleza del proyecto propuesto, no se prevé la existencia de impactos ambientales más allá del Sistema Ambiental, pues dicho sistema se caracterizó en función de la influencia máxima del proyecto sobre los elementos socioeconómicos y de los recursos naturales.

Duración: se refiere al tiempo de permanencia del efecto, y puede ser temporal (durante la etapa de preparación y construcción; 1 punto) o permanente (indefinidamente durante la etapa de operación y mantenimiento; 4 puntos).

Naturaleza: dependiendo del tipo de impacto representa el tamaño de éste o la cantidad de elementos afectados.

- **Directo:** el agente de cambio causa un efecto directo sobre el factor ambiental (2 punto)
- **Indirecto:** el agente de cambio causa un efecto indirecto sobre el factor. Este impacto es una propiedad emergente que surge del efecto de un impacto previo (**Figura V.1**) (1 punto)
- **Acumulativo:** efectos aditivos de un impacto con otros ya existentes en el área del proyecto (4 puntos)

Figura V. 2 Naturaleza del impacto ambiental



Repercusión ambiental: representa, por medio de indicadores seleccionados por su importancia ambiental, la posible afectación de las actividades del proyecto hacia aspectos críticos del medio ambiente. Los indicadores seleccionados fueron:

- **Afectación a Especies en NOM-059-SEMARNAT-2010:** debido a que las poblaciones de estas especies se encuentran sensibles, las afectaciones pueden repercutir gravemente en su persistencia
- **Sinergismo de los impactos:** interacciones entre impactos que generan uno de orden superior. No debe confundirse con la “Naturaleza acumulativa” de los impactos descrita previamente.
- **Residualidad:** los impactos que no pueden ser prevenidos, y para los cuales las medidas de mitigación no puedan reducir completamente, se consideran impactos residuales.
- **Irreversibilidad:** los impactos que sean irreversibles serán considerados dentro de este indicador

Mitigabilidad: señala la posibilidad de que, mediante la introducción de tales medidas, puedan ser remediados los impactos negativos producidos. Su valoración cualitativa diferencia cuatro categorías, según puedan éstas ser o no introducidas, y el momento en que sería ello factible: en la fase de preparación (P), en la fase de construcción (C), en la fase de Operación (O), y si no es posible (N).

Tabla V. 4 Tabla resumen de criterios

Clave	Nombre	Rango	Parámetros			
C	Clase	Positivo o Negativo		+	-	
M	Magnitud	Baja, Media, Alta y Muy Alta	1	2	3	4
T	Tiempo	Inmediato, corto plazo, mediano plazo y largo plazo	4	3	2	1
Z	Certeza	Nula, baja, media, alta	1	2	3	4
E	Extensión	Puntual, local, media, regional	1	2	3	4
D	Duración	Temporal o permanente		1	4	
N	Naturaleza	Indirecta, directa o acumulativa	1	2	4	
RA	Repercusiones ambientales (acumulativas)	Afectación a especies en NOM; sinergismo de los impactos; residualidad; irreversibilidad	+1	+1	+1	+1
PO	Posibilidad de Introducir medidas correctivas	Fase de Preparación, Fase de Instalación de infraestructura, Fase de Operación, Fase de Abandono y Sin Posibilidad de incluir Medidas.	P	C	O	

Con los valores arrojados por la matriz, se procede a una evaluación de la relevancia de dichos impactos utilizando una variación del índice de importancia propuesto por Gómez-Orea (1998). Este índice se obtiene por medio de un modelo cuyos valores son calculados a partir de la calificación de los valores de los atributos antes descritos. El modelo matemático se expresa en la siguiente ecuación:

$$Importancia = 3M + 2E + T + Z + D + N + R$$

Una vez obtenido el resultado sobre la relevancia de los impactos ambientales que se generarán durante el proyecto, se continuó con la evaluación de su significancia, que involucra el cálculo del peso de cada rama para después utilizar una formula normalizada, con la finalidad de convertir los parámetros de importancia a una escala de 0-1, la formula normalizada tiene la siguiente ecuación:

$$Fórmula\ normalizada = +/- ((IA - IIA\ min) / (IIA\ máx - IIA\ min))$$

La realización de esta fórmula conlleva el cálculo del Impacto Ambiental Máximo (IIA máx.) y el Impacto Ambiental Mínimo (IIA min.) para la red, suponiendo que todos los impactos tienen atributos valorados en impacto máximo. Con estos valores se calcula el Coeficiente de Impacto

Ambiental (CIA). Por esto, para la interpretación del resultado obtenido (CIA) se utilizará la siguiente escala, y de acuerdo a su CIA, se muestran en la matriz utilizando la siguiente clasificación del color.

Tabla V. 5 Significado del CIA utilizado

RANGO	SIGNIFICADO
0.00 < CIA < 0.20	Impacto insignificante
0.20 < CIA < 0.40	Impacto intrascendente
0.40 < CIA < 0.60	Impacto perceptible
0.60 < CIA < 0.80	Impacto notorio
0.80 < CIA < 1.00	Impacto significativo

V.2.1 Lista de indicadores de impacto

En la siguiente tabla se muestran las 25 actividades a realizar en las tres etapas del proyecto. La primera etapa es de “Preparación” (P), la segunda “Construcción” (C) y la tercera “Operación y mantenimiento” (O).

Tabla V. 6 Actividades a realizar en las diferentes etapas del proyecto

CLAVE	ACTIVIDAD
P1	Inversión económica
P2	Contratación de personal de la región
P3	Platica de asesoramiento al personal en materia ambiental
P4	Instalación de obras provisionales
P5	Rescate y reubicación de fauna
P6	Rescate y reubicación de flora
P7	Desmante
P8	Despalme
P9	Manejo de residuos vegetales
P10	Cortes y excavaciones
P11	Rellenos y nivelación del terreno
P12	Generación y manejo de residuos sólidos urbanos y de excavación
C1	Cimentaciones
C2	Construcción de infraestructura
C3	Instalación de redes generales de servicios
C4	Instalación de planta de tratamiento de aguas residuales
C5	Acabados
C6	Instalación de áreas verdes
C7	Generación y Manejo de Residuos Sólidos Urbanos, Residuos de Manejo Especial y Residuos Peligrosos
C8	Desinstalación de obras provisionales y limpieza general
O1	Contratación de personal de la región

CLAVE	ACTIVIDAD
O2	Operación general del proyecto
O3	Mantenimiento de áreas verdes
O4	Consumo de agua y operación de la planta de tratamiento
O5	Generación y manejo de residuos sólidos urbanos

Por medio de la matriz de simple interacción, se efectuó una identificación basada en la estructura de los factores ambientales con las actividades del proyecto descritas en el **Capítulo II** y los posibles impactos que se puedan generar a partir de estas. Este análisis permitió identificar las interacciones benéficas, adversas o compensatorias entre Proyecto - Ambiente tal y como se muestra en la siguiente tabla (**Tabla V.7**).

Los impactos compensatorios se evalúan en función de la presencia de otros impactos de clase negativa que puedan ser prevenidos, mitigados o compensados a través de dicha actividad. Por ejemplo, la mortandad de fauna provocada por las actividades del proyecto, puede ser mitigada a través de un rescate y reubicación de fauna.

Tabla V. 7 Representación de los impactos adversos y benéficos en la matriz de simple interacción

A	Impacto adverso
B	Impacto benéfico

Tabla V. 8 Matriz de simple interacción entre los factores ambientales (filas) y las actividades del proyecto (columnas).

Factores ambientales	Preparación												Construcción								Operación y mantenimiento				
	Inversión económica	Contratación de personal de la región	Plática de asesoramiento al personal en materia ambiental	Instalación de obras provisionales	Rescate y reubicación de fauna	Rescate y reubicación de flora	Desmonte	Despalme	Manejo de residuos vegetales	Cortes y excavaciones	Rellenos y nivelación del terreno	Generación y manejo de residuos sólidos urbanos y de excavación	Cimentaciones	Construcción de infraestructura	Instalación de redes generales de servicios	Instalación de planta de tratamiento de aguas residuales	Acabados	Instalación de áreas verdes	Generación y manejo de residuos sólidos urbanos, de Manejo Especial y Residuos Peligrosos	Desinstalación de obras provisionales y limpieza general	Contratación de personal de la región	Operación general del proyecto	Mantenimiento de áreas verdes	Consumo de agua y operación de la planta de tratamiento	Generación y manejo de RSU
Aire				A			A	A		A	A	A	A	A	A	A	A		A	A				A	A
Hidrología							A	A		A	A	A	A	A	A	A			A					A	A
Suelo							A	A	B	A	A	A	A	A	A	A			A					A	A
Flora						B	A											B							
Fauna					B		A											B							
Paisaje				A			A	A			A	A		A				B	A	B			B		A
Servicios ambientales							A																		
Socioeconómico	B	B	B																		B	B			

Se identificaron un total de 50 interacciones potencialmente adversas y 13 benéficas entre los factores ambientales y las etapas del proyecto. Si bien, a través de la matriz de simple interacción es posible visualizar el orden de los efectos (i.e. positivos o negativos), esta no muestra el impacto certero, así como los posibles efectos ni su magnitud. Es por ello que, con base en la matriz de simple interacción, se procedió a realizar un análisis y descripción de los posibles impactos de cada actividad, lo cual sirvió para construir la matriz de evaluación de impactos ambientales.

V.2.2 Identificación y descripción de los impactos

Descripción de los impactos por etapas

1. Preparación

P1 Inversión económica

El proyecto “Villas Zipolite” tiene asignado una inversión económica aproximada de **\$13,000,000.00** que se utilizará para la contratación del personal, la adquisición de insumos y otros gastos.

Contribución al mejoramiento económico de la región

Esta actividad incidirá directamente sobre el factor socioeconómico, resultando un impacto benéfico por incrementar los ingresos en la zona, los cuales beneficiarán a la economía local a través de la adquisición de insumos. La magnitud de esta actividad es moderada, con efectos positivos que se observarán a mediano plazo. El efecto positivo presenta una certeza alta, una extensión regional, de duración temporal y naturaleza directa sobre el factor socioeconómico.

P2 Contratación de personal de la región

Generación de empleos

Esta actividad incidirá en la generación de empleos durante la preparación del sitio, debido a que el proyecto requerirá de mano de obra calificada para las distintas actividades a realizarse. Este impacto se considera de magnitud moderada ya que el número de empleos no es elevado, además de que serán de orden temporal. Sin embargo, son oportunidades de mejorar la dinámica económica local en el mediano plazo, con una certeza alta de que los efectos ocurrirán. Al contratar a personal de la región, se espera que el efecto sea regional y temporal.

P3 Platica de asesoramiento al personal en material ambiental

El objetivo de esta actividad es la de concientizar al personal que laborará en el proyecto sobre la problemática ambiental actual, la importancia del cuidado de los recursos naturales y la necesidad de evitar y minimizar los impactos.

Educación ambiental

Se espera que el impacto de esta actividad sea aplicable al proyecto en su escala global, y que se vea reflejado en el manejo de todo el proyecto, teniendo un impacto positivo sobre la educación de las personas y que de alguna manera repercuta positivamente en los otros factores ambientales. La magnitud de este impacto positivo, será moderada, que se espera tenga un efecto inmediato y el personal que la reciba la plática ponga en práctica lo aprendido durante el desarrollo de las actividades. La extensión de este impacto positivo se espera que sea medio, es decir, que sus efectos permeen en el área de influencia del proyecto y que sea de duración permanente.

P4 Instalación de obras provisionales

Para la instalación de obras provisionales se requerirá del transporte de equipo y material, así como una ubicación para cada uno de los componentes que serán instalados (Ver *Capítulo II*).

Contaminación del aire

El transporte de material para la instalación de obras provisionales traerá consigo la emisión de gases contaminantes a la atmósfera como producto de la combustión interna de los vehículos. Dicho impacto se considera de magnitud baja, de tiempo inmediato, certeza alta, extensión puntual, duración temporal y naturaleza directa sobre la calidad del aire.

Disminución de la naturalidad del paisaje

Aunque la instalación de dichas obras será temporal, durante este tiempo la calidad del paisaje se verá reducida debido a la presencia de infraestructura humana que reducirá la naturalidad. Este impacto será de magnitud baja, tiempo inmediato, alta certeza de ocurrir, extensión puntual, duración temporal y naturaleza indirecta sobre el paisaje.

P5 Rescate y reubicación de fauna

Conservación de la riqueza de fauna

Esta actividad disminuirá la posible mortalidad de los individuos de fauna, asegurando la presencia de los mismos en el área de influencia del proyecto. Se considera un impacto de clase positiva, magnitud moderada, tiempo inmediato una vez sean rescatados y reubicados los individuos, certeza media, extensión puntual en el área donde se realizará el rescate, se espera que la supervivencia de individuos sea permanente.

P8 Rescate y reubicación de flora

Conservación de la riqueza de flora

Esta actividad traerá consigo la conservación de individuos arbóreos, lo cual representa un impacto positivo de magnitud moderada, tiempo inmediato, certeza media, extensión puntual en el área donde se realice el rescate, se espera que sea permanente a través de la supervivencia de las especies y de naturaleza directa sobre la vegetación del predio.

P9 Desmante

Contaminación acústica

Como consecuencia de las actividades de remoción de arbolado, se provocará un aumento en los niveles de ruido, el cual podría afectar a las zonas habitacionales aledañas o la salud auditiva del personal. Dicho impacto se considera de magnitud moderada, con baja certeza de ocurrir extensión puntual y duración temporal únicamente durante esta actividad. Se considera que es un impacto mitigable debido a la variedad de equipos de protección existentes o los silenciadores de la maquinaria (Ver *Capítulo VII*).

Contaminación del aire

Se provocarán emisiones de gases como producto de la combustión en los vehículos y maquinaria, que podría contribuir en la generación de lluvia ácida o al cambio climático. Este impacto se considera de magnitud moderada, tiempo inmediato, con una alta certeza de producir emisiones, extensión puntual, duración temporal sólo durante las actividades de desmante y naturaleza directa sobre la calidad del aire.

El movimiento de maquinaria, así como las actividades de remoción de arbolado, provocará la suspensión de partículas de polvo en el área del proyecto, acción que podría llegar a afectar a la salud del personal expuesto a las partículas o la obstrucción de estomas en las plantas aledañas,

aunque la certeza de estos dos últimos efectos es incierta. Este impacto se considera de magnitud alta, de tiempo inmediato, alta certeza de que sucederá, extensión puntual, duración temporal y naturaleza directa sobre la calidad del aire.

Pérdida de captación acuífera

La remoción de capa vegetal expondrá directamente al suelo, eliminando la superficie útil de retención de agua por individuos vegetales, por lo que la tasa de infiltración se podría ver afectada y, en caso de suceder, disminuiría la captación de agua. Este impacto se considera de magnitud moderada, que sucederá a corto plazo, con una certeza baja, extensión puntual únicamente en el área del predio, duración permanente una vez removida la vegetación, naturaleza directa sobre la captación de agua y se considera irreversible al no poder recuperar el agua que dejará de infiltrarse. No obstante, como se menciona en el *Capítulo II*, se realizará un manejo separado de aguas residuales y aguas pluviales, por lo que durante la etapa de operación se capten las aguas pluviales, esperando que gran parte de ellas sean reincorporadas al subsuelo mediante zanjas de infiltración.

Erosión del suelo

Como se mencionó anteriormente, el suelo quedará expuesto como producto de la remoción de la vegetación, por lo que será susceptible a la acción de escorrentías superficiales y la acción del viento, aumentando la tasa de erosión. Este se considera un impacto de magnitud alta, que ocurrirá inmediatamente una vez removida la capa vegetal, con certeza alta de ocurrir, extensión local en el área sujeta a CUSTF, duración permanente si no se aplican medidas de mitigación o bajo el supuesto de que el suelo se mantenga en dichas condiciones que le causan fragilidad (i.e. exposición a la intemperie), naturaleza directa sobre el suelo e irreversible.

Pérdida del suelo

Debido a que las pendientes del predio son principalmente de mediana a fuertemente inclinadas, existe el riesgo de la pérdida de suelo mediante hundimiento de las orillas después del Cambio de Uso de Suelo. Este impacto sería de magnitud alta, tiempo inmediato, extensión puntual, duración permanente, naturaleza directa e irreversible.

Disminución de riqueza vegetal

Se realizará el Cambio de Uso den Terrenos Forestales, lo que provocará una disminución de la riqueza vegetal en el área del proyecto. Este impacto se considera de magnitud moderada, con alta certeza de que ocurrirá, tiempo inmediato, extensión local, de duración permanente y naturaleza directa sobre el componente vegetación, además de presentar residualidad.

Fragmentación del hábitat vegetal

A su vez, esto traerá como consecuencia la pérdida de cobertura, que representa una fragmentación del hábitat potencial para flora y fauna. El impacto será de magnitud moderada, inmediato, con alta certeza de ocurrir, extensión puntual, duración permanente mientras opere el proyecto, naturaleza directa sobre la flora y se considera residual.

Pérdida de individuos de fauna

El derribo de arbolado puede traer consigo la afección a los individuos faunísticos que habiten allí, que podría provocar, en el peor de los casos, la mortandad de dicha fauna, generando la pérdida de individuos. Este impacto se considera de magnitud alta, que se provocaría de forma inmediata, aunque con baja certeza de ocurrir debido a que la mayoría de los individuos potenciales y observados de fauna se consideran de alta movilidad, por lo que podrán desplazarse una vez iniciadas las actividades de desmonte. A su vez, el impacto sería irreversible y puede presentar afectaciones a especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La extensión del impacto será puntual, de duración permanente en caso de ocurrir, naturaleza directa sobre la fauna, irreversible y con posibilidades de aplicar medidas preventivas para disminuir la probabilidad de que ocurra este impacto (Ver *Capítulo VII*).

Pérdida de hábitat para fauna

De forma secundaria, el desmonte y despalde del terreno traerá consigo la pérdida de hábitat para la fauna, impacto de magnitud moderada, de tiempo inmediato, con alta certeza de ocurrir, extensión puntual únicamente en el área del predio, de duración permanente mientras opere el proyecto, de naturaleza indirecta sobre la fauna, con posible afectación a especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y se considera residual una vez removida la vegetación.

Pérdida de servicios ambientales (captura de carbono y liberación de oxígeno)

Como se menciona en el *Capítulo IV*, el desmonte del área sujeta a CUSTF (5,189.07 m²) provocará la pérdida de captura de carbono y liberación de oxígeno, servicio ambiental que

actualmente presta la vegetación del sitio. Esto representa un impacto de magnitud moderada, que ocurrirá inmediatamente una vez realizado el desmonte, con certeza alta de que ocurrirá, extensión local en el área sujeta a CUSTF, naturaleza directa sobre la calidad del aire y con características residuales.

Pérdida de servicios ambientales (barrera contra vientos y huracanes)

Es reconocido que la vegetación costera presenta la característica de servir como barrera de protección contra vientos en caso de tormentas tropicales y huracanes, la cual es de importancia para la infraestructura que se encuentra detrás de la misma. La remoción de vegetación tendrá como consecuencia que se deje de prestar este servicio ambiental. En función de la superficie a remover, se consideró que la magnitud será moderada, con un tiempo inmediato, certeza media de ocurrir, extensión local en el área del proyecto, naturaleza directa y residual.

Pérdida de naturalidad del paisaje

Una vez que el terreno propuesto para CUSTF se encuentre desprovisto de vegetación, la calidad visual del paisaje se verá disminuida en comparación de las condiciones originales. Esto debido a la disminución de elementos naturales que contribuyen en aumentar la naturalidad del mismo. La magnitud del impacto (moderada) se determinó en función de la superficie predial, la cual no excede de una hectárea. El impacto sucederá inmediatamente, con alta certeza de ocurrir, de extensión puntual, duración permanente, naturaleza indirecta sobre la naturalidad del paisaje y será irreversible.

P10 Despalme

Contaminación acústica

Se producirá un aumento de los niveles de ruido como producto de las actividades de despalme, lo cual podría afectar a las zonas habitacionales aledañas o a la salud del personal de la obra. Dicho impacto se considera de magnitud moderada, con baja certeza de ocurrir, extensión local y duración temporal únicamente durante esta actividad.

Contaminación del aire

Se provocarán emisiones de gases como producto de la combustión en los vehículos y maquinaria durante la remoción de la capa superficial del suelo. Este impacto se considera de

magnitud moderada, tiempo inmediato, con una alta certeza de producir emisiones, extensión puntual, duración temporal sólo durante el despalme del terreno, naturaleza directa sobre la calidad del aire.

Se tiene contemplado que durante la remoción de la capa superficial del suelo, así como durante el movimiento de la maquinaria, ocurra la suspensión de partículas de polvo que podrían afectar la calidad del aire a nivel puntual. Este impacto se considera de magnitud moderada, tiempo inmediato, certeza alta de ocurrir, extensión puntual en el área de despalme, duración temporal sólo durante estas actividades y naturaleza directa sobre el aire.

Contaminación del manto acuífero

El impacto producido por el derrame de hidrocarburos y posible contaminación del agua subterránea presenta una magnitud alta, con afecciones a corto plazo, con baja certeza de que ocurrirán, extensión local en las áreas aledañas al proyecto y de duración permanente en caso de ocurrir.

Contaminación del suelo

El manejo de maquinaria en el área del proyecto, en caso de que no haya un mantenimiento adecuado de los vehículos, podría provocar derrames de hidrocarburos que podrían caer sobre el suelo desnudo, provocando su contaminación. Este impacto se considera de magnitud alta, de tiempo a corto plazo, certeza baja de ocurrir, extensión puntual en el área del proyecto, duración permanente sin aplicar medidas de mitigación y de naturaleza directa sobre el suelo. Se pretende que a través de medidas preventivas de mantenimiento de maquinaria sea posible disminuir al máximo la probabilidad de que ocurra este impacto (Ver *Capítulo VII*).

Aumento de la tasa de erosión

Durante las actividades de maniobra de maquinaria para realizar el despalme del terreno, es posible que se produzca la compactación del suelo desnudo, lo que contribuirá en aumentar la tasa de erosión, impacto que presenta una magnitud media, de tiempo a mediano plazo, con baja certeza de que ocurrirá, extensión puntual, duración temporal, naturaleza directa sobre el suelo y representaría un daño irreversible.

Disminución de la naturalidad del paisaje



Como producto de la remoción de la capa superficial del suelo se disminuirá nuevamente la calidad del paisaje. Este impacto será de magnitud moderada, tiempo inmediato, certeza alta de que ocurrirá, extensión puntual, duración permanente y naturaleza indirecta.

P11 Manejo de residuos vegetales

Conservación del suelo

La reincorporación al suelo de materia orgánica del desmonte y despalme en las zonas donde se emplazarán las áreas verdes, tendrá un impacto de magnitud baja sobre el suelo y de clase positiva, debido a que contribuirá en su conservación. El tiempo será inmediato, con alta certeza de ocurrir, de extensión puntual, duración permanente y naturaleza directa sobre el suelo.

P12 Cortes y excavaciones

Se realizarán excavaciones a fin de contribuir en la modificación del terreno que permitirá el paso a la maquinaria, así como para reutilizar el material de excavación y emplazar las instalaciones hidrosanitarias u otras instalaciones subterráneas. Dicha actividad puede realizarse de forma manual o mecánica.

Contaminación acústica

Se producirá un aumento de los niveles de ruido como producto de las actividades de cortes y excavaciones, lo cual podría afectar a las zonas habitacionales aledañas o a la salud del personal de la obra. Dicho impacto se considera de magnitud moderada, con baja certeza de ocurrir, extensión local y duración temporal únicamente durante esta actividad.

Contaminación del aire

Se provocarán emisiones de gases como producto de la combustión en los vehículos y maquinaria durante las excavaciones. Este impacto se considera de magnitud moderada, tiempo inmediato, con una alta certeza de producir emisiones, extensión puntual, duración temporal sólo durante el despalme del terreno, naturaleza directa sobre la calidad del aire.

Se tiene contemplado que durante los cortes y excavaciones, así como durante el movimiento de la maquinaria, ocurra la suspensión de partículas de polvo que podrían afectar la calidad del aire a nivel puntual. Este impacto se considera de magnitud moderada, tiempo inmediato,



certeza alta de ocurrir, extensión puntual en el área de despalme, duración temporal sólo durante estas actividades y naturaleza directa sobre el aire.

Contaminación del manto acuífero

El impacto producido por el derrame de hidrocarburos y posible contaminación del agua subterránea presenta una magnitud alta, con afecciones a corto plazo, con baja certeza de que ocurrirán, extensión local en las áreas aledañas al proyecto y de duración permanente en caso de ocurrir.

Contaminación del suelo

El manejo de maquinaria en el área del proyecto, en caso de que no haya un mantenimiento adecuado de los vehículos, podría provocar derrames de hidrocarburos que podrían caer sobre el suelo desnudo, provocando su contaminación. Este impacto se considera de magnitud alta, de tiempo a corto plazo, certeza baja de ocurrir, extensión puntual en el área del proyecto, duración permanente sin aplicar medidas de mitigación y de naturaleza directa sobre el suelo. Se pretende que a través de medidas preventivas de mantenimiento de maquinaria sea posible disminuir al máximo la probabilidad de que ocurra este impacto (Ver *Capítulo VII*).

Pérdida del suelo

Debido a que las pendientes del predio son principalmente de mediana a fuertemente inclinadas, existe el riesgo de la pérdida de suelo mediante hundimiento de las orillas durante las actividades de cortes y excavaciones. Este impacto sería de magnitud alta, tiempo inmediato, extensión puntual, duración permanente, naturaleza directa e irreversible.

P13 Rellenos y nivelación del terreno

Si con el desplante no se llega al nivel deseado, se llevará a cabo la nivelación del terreno únicamente donde sea necesario; el material a utilizar para estas actividades será el resultante de los cortes y excavaciones del proyecto, con ello se reintegrará el material geológico y edáfico al suelo.

Contaminación acústica

El relleno y nivelación del terreno podrá causar un aumento de los niveles de ruido, que derivaría en contaminación acústica de la zona, lo cual podría afectar a las zonas habitacionales aledañas

o a la salud del personal de la obra. Dicho impacto se considera de magnitud moderada, con baja certeza de ocurrir, extensión local y duración temporal únicamente durante el relleno y nivelación.

Contaminación del aire

Se provocarán emisiones de gases como producto de la combustión en los vehículos y maquinaria que realice las actividades de relleno y nivelación del terreno. Este impacto se considera de magnitud moderada, tiempo inmediato, con una alta certeza de producir emisiones, extensión puntual, duración temporal sólo durante el despalme del terreno, naturaleza directa sobre la calidad del aire.

Se tiene contemplado que durante la nivelación y relleno, ocurra la suspensión de partículas de polvo que podrían afectar la calidad del aire a nivel puntual. Este impacto se considera de magnitud moderada, tiempo inmediato, certeza alta de ocurrir, extensión puntual en el área de despalme, duración temporal sólo durante estas actividades y naturaleza directa sobre el aire.

Contaminación del manto acuífero

Durante el relleno y nivelación del terreno, el impacto producido por el derrame de hidrocarburos y posible contaminación del agua subterránea presenta una magnitud alta, con afecciones a corto plazo, con baja certeza de que ocurrirán, extensión local en las áreas aledañas al proyecto y de duración permanente en caso de ocurrir.

Contaminación del suelo

El manejo de maquinaria en el área del proyecto, en caso de que no haya un mantenimiento adecuado de los vehículos, podría provocar derrames de hidrocarburos que podrían caer sobre el suelo desnudo, provocando su contaminación. Este impacto se considera de magnitud alta, de tiempo a corto plazo, certeza baja de ocurrir, extensión puntual en el área del proyecto, duración permanente sin aplicar medidas de mitigación y de naturaleza directa sobre el suelo. Se pretende que a través de medidas preventivas de mantenimiento de maquinaria sea posible disminuir al máximo la probabilidad de que ocurra este impacto (Ver *Capítulo VII*).

Aumento de la tasa de erosión

Durante las actividades de maniobra de maquinaria para realizar el relleno y nivelación del terreno, es posible que se produzca la compactación del suelo desnudo, lo que contribuirá en aumentar la tasa de erosión, impacto que presenta una magnitud media, de tiempo a mediano plazo, con baja certeza de que ocurrirá, extensión puntual, duración temporal, naturaleza directa sobre el suelo y representaría un daño irreversible.

P14 Generación y manejo de residuos sólidos urbanos y de excavación

Durante esta etapa se generarán residuos de excavación, así como residuos sólidos urbanos por parte del personal de la obra, razón por la cual será necesario un manejo adecuado de ellos. Se considera que los impactos, sumados con la acumulación de residuos de zonas aledañas, podrían incrementarse de forma acumulativa. A su vez, existen medidas de mitigación para esta actividad, así como todos sus impactos posibles. Las medidas de mitigación se aplicarán en esta misma etapa (preparación).

Contaminación del aire

La acumulación de residuos en el área del proyecto podría provocar la disminución de la calidad del aire a través de emisiones de gases con malos olores. Esto representa un impacto de magnitud media, tiempo a mediano plazo, certeza baja de ocurrir, extensión local, duración temporal y naturaleza acumulativa en caso de producirse más residuos.

Durante la recolección de residuos de excavación, en caso de que el camión no cuente con una cubierta superficial, podría generarse la suspensión de partículas de polvo, un impacto de magnitud moderada, tiempo inmediato, certeza alta, extensión puntual, duración temporal y naturaleza directa sobre la calidad del aire.

Contaminación del manto acuífero

Los residuos sólidos generados podrían generar lixiviados por descomposición de materia orgánica, que contribuiría en la contaminación del agua subterránea, un impacto de magnitud moderada, de tiempo inmediato, certeza baja, duración permanente, naturaleza acumulativa y además residual e irreversible.

Contaminación del suelo

Existe la posibilidad de que, por la acumulación de residuos en el suelo, se provoque la contaminación de este mediante lixiviados, que representa un impacto de magnitud moderada, de tiempo inmediato, certeza baja, extensión puntual, duración permanente en caso de producirse contaminación y naturaleza acumulativa.

Fauna

La generación, acumulación y llegada de residuos al mar, vuelve susceptible a la fauna de consumir dichos residuos, tales como bolsas o plásticos, que podrían generar la afectación de los individuos y posible muerte. Este impacto sería de magnitud alta, tomando en cuenta que en el municipio se ha observado la llegada de tortugas marinas. El tiempo sería inmediato, con certeza baja de ocurrir, extensión local, duración permanente, naturaleza directa sobre la fauna y con la posibilidad de afectar a especies presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como presentar irreversibilidad.

Paisaje

Otro componente afectado por la acumulación de RSU es el paisaje, el cual pierde su naturalidad en función del aumento de la generación y acumulación de residuos en la zona. Este impacto presenta una magnitud moderada, de tiempo inmediato, con certeza baja de ocurrir (es posible que no se acumulen residuos a través de medidas de mitigación), extensión local, duración temporal y naturaleza acumulativa.

2. Construcción

C1 Cimentaciones

Contaminación acústica

Se utilizará una revolvedora y una compactadora para realizar los trabajos de cimentación, los cuales pueden generar un nivel sonoro aproximado entre 80 a 90dB aproximadamente, por lo que se considera un impacto directo, negativo, de magnitud media, duración temporal y con posible afectación a la salud del personal de certeza baja.

Contaminación del aire

Se provocarán emisiones de gases como producto de la combustión en los vehículos y maquinaria (revolvedora y compactadora), que podría contribuir en la generación de lluvia ácida, impacto de magnitud moderada, de tiempo inmediato, certeza alta, extensión puntual, duración temporal y naturaleza directa sobre la calidad del aire.

A su vez, la posible suspensión de partículas de polvo presenta un impacto de magnitud moderada, de tiempo inmediato, alta certeza de que sucederá, extensión puntual, duración temporal y naturaleza directa.

Pérdida de captación acuífera

Debido a que se establecerá una capa de concreto impermeable sobre la superficie del suelo, se perderá la capacidad de infiltración en esa zona, y que representa un impacto de magnitud alta, tiempo inmediato, certeza alta, extensión puntual, duración permanente, naturaleza directa sobre la captación e irreversible.

Contaminación de manto acuífero

La revolvedora o compactadora, en caso de un mal mantenimiento, podrían derramar hidrocarburos e infiltrarse al manto acuífero, provocando un impacto de magnitud alta, de tiempo inmediato, certeza baja, duración permanente, naturaleza acumulativa y además residual e irreversible.

Contaminación del suelo

El manejo de maquinaria en el área del proyecto, en caso de que no haya un mantenimiento adecuado de los vehículos, podría provocar derrames de hidrocarburos que podrían caer sobre el suelo desnudo, provocando su contaminación. A su vez, los trompos de la revolvedora que se utilizará para preparar el concreto de la cimentación, podrían derramar los residuos de concreto causando afectación al suelo. Este impacto se considera de magnitud alta, de tiempo a corto plazo, certeza media de ocurrir, extensión local en el predio del proyecto, duración temporal y de naturaleza directa sobre el suelo. Se pretende que a través de medidas preventivas de mantenimiento de maquinaria y lavado de trompos sobre planchas de concreto, sea posible disminuir al máximo la probabilidad de que ocurra este impacto (Ver *Capítulo VII*).

C2 Construcción de infraestructura

Contaminación acústica

Para la construcción de infraestructura se requerirá de una revolvedora y mano de obra, los cuales pueden generar un nivel sonoro aproximado entre 80 a 90dB aproximadamente, por lo que se considera un impacto directo, negativo, de magnitud media, duración temporal y con posible afectación a la salud del personal de certeza baja.

Contaminación del aire

Se provocarán emisiones de gases como producto de la combustión en los vehículos y maquinaria (revolvedora), que podría contribuir en la generación de lluvia ácida, impacto de magnitud baja, de tiempo inmediato, certeza alta, extensión puntual, duración temporal y naturaleza directa sobre la calidad del aire.

Contaminación del manto acuífero

La revolvedora, en caso de un mal mantenimiento, podrían derramar hidrocarburos e infiltrarse al manto acuífero, provocando un impacto de magnitud alta, de tiempo inmediato, certeza baja, duración permanente, naturaleza acumulativa y además residual e irreversible.

Contaminación del suelo

Los trompos de la revolvedora que se utilizará para preparar el concreto de la cimentación, podrían derramar los residuos de concreto causando afectación al suelo. Este impacto se considera de magnitud alta, de tiempo a corto plazo, certeza media de ocurrir, extensión local

en el predio del proyecto, duración temporal y de naturaleza directa sobre el suelo. Se pretende que a través de medidas preventivas de mantenimiento de maquinaria y lavado de trompos sobre planchas de concreto, sea posible disminuir al máximo la probabilidad de que ocurra este impacto (Ver *Capítulo VII*).

C3 Instalación de redes generales de servicios

Contaminación acústica

Se utilizará una compactadora manual para realizar la instalación de la tubería, lo que generará un aumento de los niveles de ruido en la zona. La magnitud de este impacto será baja, de tiempo inmediato, certeza media, duración temporal y naturaleza directa.

Contaminación del manto acuífero

Podrían generarse derrames de hidrocarburos de la maquinaria utilizada o de residuos de concreto, e infiltrarse al manto acuífero, provocando un impacto de magnitud moderada, de tiempo inmediato, certeza baja, duración permanente, naturaleza acumulativa y además residual e irreversible.

Contaminación del suelo

El derrame de combustible o residuos de concreto al suelo desnudo constituye un impacto de magnitud moderada, de tiempo a corto plazo, certeza media de ocurrir, extensión local en el predio del proyecto, duración temporal y de naturaleza directa sobre el suelo. Se pretende que a través de medidas preventivas de mantenimiento de maquinaria y lavado de trompos sobre planchas de concreto, sea posible disminuir al máximo la probabilidad de que ocurra este impacto (Ver *Capítulo VII*).

C4 Instalación de planta de tratamiento de aguas residuales

Contaminación del aire

Debido a que se realizará una excavación donde se instalará la planta de tratamiento de aguas residuales, podrían dispersarse las partículas de polvo en caso de no manejarlas correctamente. Este sería un impacto de magnitud baja, tiempo inmediato, certeza baja, duración temporal y naturaleza directa sobre la calidad del aire.

Contaminación del manto acuífero

Podrían generarse derrames de residuos de concreto, e infiltrarse al manto acuífero, provocando un impacto de magnitud baja, de tiempo inmediato, certeza baja, duración permanente, naturaleza acumulativa y además residual e irreversible.

Contaminación del suelo

El derrame de residuos de concreto al suelo desnudo constituye un impacto de magnitud baja, de tiempo a corto plazo, certeza media de ocurrir, extensión local en el predio del proyecto, duración temporal y de naturaleza directa sobre el suelo. Se pretende que a través de medidas preventivas de mantenimiento de maquinaria y lavado de trompos sobre planchas de concreto, sea posible disminuir al máximo la probabilidad de que ocurra este impacto (Ver *Capítulo VII*).

C5 Acabados

Aire

Algunos acabados pueden generar la suspensión de partículas al ambiente, tales como pinturas o aerosoles, lo cual contribuye a la contaminación atmosférica y, en algunos casos, contribución al cambio climático. Este impacto se considera de magnitud media, de tiempo a largo plazo, certeza media, extensión puntual, duración permanente y naturaleza directa sobre la calidad del aire.

C6 Instalación de áreas verdes

Aumento de la riqueza vegetal

La instalación de superficie vegetal traerá consigo un aumento de la riqueza de flora, y aunque en función de la superficie, el impacto será de magnitud baja, sus efectos serán permanentes. Ocurrirá inmediatamente una vez instalada la vegetación, con una alta certeza y naturaleza directa sobre la riqueza vegetal.

Mayor disponibilidad de hábitat de fauna

A su vez, aumentará la disponibilidad de hábitat para la fauna, en especial las aves, aunque este impacto positivo no será igual al negativo ya antes descrito en la actividad de “Desmonte”. La

magnitud del impacto será baja, en función de la superficie de áreas verdes a instalar, de tiempo inmediato, certeza media, extensión puntual y naturaleza directa sobre el hábitat de la fauna.

Aumento de la naturalidad del paisaje

Asimismo, el paisaje se verá beneficiado por el incremento de los elementos naturales, generando un impacto de clase positiva, magnitud baja, de tiempo inmediato, certeza media, extensión puntual y naturaleza directa sobre el paisaje.

C7 Generación y manejo de residuos sólidos urbanos

Durante esta etapa se generarán residuos sólidos urbanos por parte del personal de la obra, además de residuos de manejo especial y residuos peligrosos, razón por la cual será necesario un manejo adecuado de ellos. A su vez, existen medidas de mitigación para esta actividad, así como todos sus impactos posibles. Las medidas de mitigación se aplicarán en esta misma etapa (construcción) y plasmadas en el *Capítulo VII* de este documento.

Contaminación del aire

La acumulación de residuos en el área del proyecto podría provocar la disminución de la calidad del aire a través de emisiones de gases con malos olores. Esto representa un impacto de magnitud media, tiempo a corto plazo, certeza media de ocurrir, extensión puntual, duración temporal y naturaleza acumulativa en caso de producirse más residuos.

Durante la recolección de residuos de construcción, en caso de que el camión no cuente con una cubierta superficial, podría generarse la suspensión de partículas de polvo, un impacto de magnitud moderada, tiempo inmediato, certeza alta, extensión puntual, duración temporal y naturaleza directa sobre la calidad del aire.

Contaminación del manto acuífero por lixiviados

Los residuos sólidos orgánicos generados podrían generar lixiviados e infiltrarse accidentalmente a los mantos, lo que contribuiría en la contaminación del agua, un impacto de magnitud media, de tiempo a mediano plazo, certeza baja, duración permanente y naturaleza acumulativa.

Contaminación del suelo por lixiviados

Por la acumulación de residuos en el suelo existe la posibilidad de provocar la contaminación de este, que representa un impacto de magnitud media, de tiempo inmediato, certeza baja, extensión puntual, duración permanente en caso de producirse contaminación y naturaleza acumulativa.

Disminución de la naturalidad del paisaje por presencia de residuos

Otro componente afectado por los Residuos Sólidos Urbanos y Residuos de Manejo Especial es el paisaje, el cual pierde su naturalidad en función del aumento de la generación y acumulación de residuos en la zona. Este impacto presenta una magnitud media, de tiempo inmediato, con certeza baja de ocurrir (es posible que no se acumulen residuos a través de medidas de mitigación), extensión puntual, duración temporal y naturaleza acumulativa.

C8 Desinstalación de obras provisionales y limpieza general de la obra

Contaminación del aire por partículas suspendidas

Durante la desinstalación, acarreo y transporte de las obras provisionales, así como en la limpieza, se provocará la suspensión de partículas al ambiente, que afectará puntualmente al sitio del proyecto, además de presentar una magnitud de impacto moderada, con alta certeza, de tiempo inmediato, duración temporal (únicamente durante estas actividades) y naturaleza directa sobre la calidad del aire.

Aumento de la naturalidad del paisaje

El retiro de infraestructura provocará de forma secundaria un aumento en la naturalidad del paisaje, esto debido a que la calidad del paisaje mejorará como producto de la ausencia de infraestructura provisional. Este impacto será positivo, de magnitud baja, tiempo inmediato, certeza alta, extensión puntual, duración permanente y naturaleza indirecta.

3. Operación

O1 Contratación de personal de la región

Generación de empleos permanentes

Para el desarrollo del proyecto “Villas Zipolite” se requerirá de la contratación de personal en su etapa de operación, los cuales, a diferencia de los generados durante la etapa de construcción (C), serán de orden permanente. Debido a que sólo se prevé la contratación de 5 personas, el



impacto se considera de magnitud baja, que ocurrirá en un tiempo inmediato, certeza alta y de extensión puntual.

02 Operación general del proyecto

Contribución al mejoramiento económico y turístico de la localidad

Gracias al proyecto aumentará la oferta de hospedaje y, a su vez, se promocionará la visita de turistas a la localidad, contribuyendo al mejoramiento económico de la misma. La magnitud del impacto será moderada, ocurriendo en un tiempo a mediano plazo, certeza alta, extensión media, duración permanente y naturaleza indirecta sobre la economía de la localidad.

03 Mantenimiento de áreas verdes

Aumento de la naturalidad del paisaje

Esta actividad traerá consigo la conservación de la naturalidad del paisaje, que representa un impacto de clase positiva, magnitud baja, tiempo a mediano plazo, certeza media, extensión puntual, duración permanente mientras opere el proyecto y naturaleza directa sobre el paisaje.

04 Consumo de agua y operación de la planta de tratamiento

Contaminación del aire por emisiones de gases de materia orgánica

Un manejo inadecuado de los lodos de la planta de tratamiento en el área del proyecto podría provocar la disminución de la calidad del aire a través de emisiones de gases con malos olores. Esto representa un impacto de magnitud alta, tiempo a corto plazo, certeza media de ocurrir, extensión puntual, duración temporal y naturaleza acumulativa en caso de producirse más lodos.

Consumo de agua

Una vez que el proyecto se encuentre en operación, se generará un consumo doméstico de agua, que es la parte del suministro de agua potable que generalmente utilizan los usuarios. Según lo reportado en el *Capítulo II*, el volumen máximo total de agua por día será de 7.92 m³. Esto impacta directamente en la disponibilidad del agua, el cual representa un impacto de magnitud baja, tiempo a largo plazo, certeza media, duración permanente mientras opere el proyecto, naturaleza directa sobre la disponibilidad de agua y extensión local.

Contaminación de aguas subterráneas por lodos de la planta de tratamiento

La acumulación de lodos de la planta podría derivar accidentalmente en su infiltración a los mantos, lo que contribuiría en la contaminación del agua, un impacto de magnitud alta, de tiempo a mediano plazo, certeza baja, duración permanente y naturaleza acumulativa.

Contaminación del suelo por lodos de la planta de tratamiento

Por la acumulación de lodos en el suelo existe la posibilidad de provocar la contaminación de este, que representa un impacto de magnitud alta, de tiempo inmediato, certeza baja, extensión puntual, duración permanente en caso de producirse contaminación y naturaleza acumulativa.

O6 Generación y manejo de residuos sólidos urbanos

Durante la etapa de operación se generarán residuos sólidos urbanos por parte de los usuarios del proyecto “Villas Zipolite”, el cual será mayor que para las etapas de preparación y construcción, razón por la cual será necesario un manejo adecuado de ellos a través de una gestión integral de residuos (Ver *Capítulo VII*). Se estima una generación máxima de 14,235 kilogramos anuales de residuos. A su vez, existen medidas de mitigación para esta actividad, así como todos sus impactos posibles.

Contaminación del aire por RSU

La acumulación de residuos generados por los usuarios en la etapa de operación y mantenimiento podría provocar la disminución de la calidad del aire a través de emisiones de gases con malos olores. Esto representa un impacto de magnitud media, tiempo a mediano plazo, certeza media de ocurrir, extensión puntual, duración temporal y naturaleza acumulativa en caso de producirse más residuos.

Contaminación del manto acuífero

Los residuos sólidos generados podrían afectar accidentalmente a los mantos acuíferos en caso de infiltrarse los lixiviados, que contribuiría en la contaminación del agua, un impacto de magnitud alta, de tiempo a mediano plazo, certeza baja, duración permanente y naturaleza acumulativa.

Contaminación del suelo por lixiviados

Por la acumulación de residuos en el suelo existe la posibilidad de provocar la contaminación de este, que representa un impacto de magnitud alta, de tiempo inmediato, certeza baja, extensión puntual, duración permanente en caso de producirse contaminación y naturaleza acumulativa.

Disminución de la naturalidad del paisaje por presencia de residuos

Otro componente afectado por los Residuos Sólidos Urbanos es el paisaje, el cual pierde su naturalidad en función del aumento de la generación y acumulación de residuos en la zona. Este impacto presenta una magnitud baja, de tiempo inmediato, con certeza baja de ocurrir (es posible que no se acumulen residuos a través de medidas de mitigación), extensión puntual, duración temporal y naturaleza acumulativa.

V.2.3 Evaluación de los impactos

El análisis para evaluar las relaciones entre los indicadores y los componentes ambientales se realizó a través de matrices causa-efecto (**Tablas V.9 – V.15**), donde el impacto ambiental final deriva de una acción previa relacionada directamente con la actividad del proyecto. Las interacciones entre las actividades y los impactos se indican en las matrices de evaluación de impacto ambiental para cada etapa del proyecto, las cuales incluyen los impactos, así como su importancia y significancia.

Tabla V. 9 Matriz de evaluación de impactos ambientales por indicador y agente de cambio (Preparación)-parte 1

Matriz de evaluación de impactos ambientales por indicador y agente de cambio (Preparación)														Importancia	Significancia
Actividad	Componente	Acción o indicador de impacto ambiental	Impacto ambiental	C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po			
Inversión económica	Economía	Adquisición de insumos	Contribución al mejoramiento económico de la región	+	2	2	4	4	1	2	-	-	23	0.52	
Contratación de personal de la región	Economía	Contratación temporal	Generación de empleos	+	2	2	4	4	1	2	-	-	23	0.52	
Plática de asesoramiento al personal en materia ambiental	Educación	Promoción del conocimiento y apreciación de los recursos naturales	Educación ambiental	+	2	4	2	3	4	2	-	-	24	0.56	
Instalaciones de obras provisionales	Aire	Emisiones de gases	Contaminación del aire	-	1	4	4	1	1	2	0	P	16	0.23	
	Paisaje	Instalación de infraestructura	Disminución de naturalidad	-	1	4	4	1	1	1	0	N	15	0.20	
Rescate y reubicación de fauna	Fauna	Contribución en la supervivencia de individuos	Conservación de la riqueza	+	2	4	3	1	4	2	-	-	21	0.44	
Rescate y reubicación de flora	Flora	Contribución en la supervivencia de individuos	Conservación de la riqueza	+	2	4	3	1	4	2	-	-	21	0.44	

Tabla V. 10 Matriz de evaluación de impactos ambientales por indicador y agente de cambio (Preparación)-parte 2

Matriz de evaluación de impactos ambientales por indicador y agente de cambio (Preparación)														Importancia	Significancia
Actividad	Componente	Acción o indicador de impacto ambiental	Impacto ambiental	C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po			
Desmonte	Aire	Aumento de los niveles de ruido	Contaminación acústica	-	2	2	2	2	1	2	0	P	17	0.27	
		Emisiones de gases	Contaminación del aire	-	2	4	4	1	1	2	0	P	19	0.33	
		Levantamiento de polvos	Contaminación del aire	-	3	4	4	1	1	2	0	N	22	0.43	
	Hidrología	Disminución de la tasa de infiltración por deforestación	Pérdida de captación acuífera	-	2	4	4	1	4	2	1	C	23	0.47	
	Suelo	Remoción de la cubierta vegetal	Erosión del suelo	-	3	4	4	2	4	2	1	C	28	0.63	
		Hundimiento del suelo en zonas con pendiente	Pérdida de suelo	-	3	4	4	1	4	2	1		26	0.57	
	Flora	Remoción de individuos vegetales	Disminución de riqueza vegetal	-	2	4	4	2	4	2	1	N	25	0.53	
		Disminución de cobertura vegetal	Fragmentación del hábitat	-	2	4	4	1	4	2	1		23	0.47	
	Fauna	Mortandad de fauna	Pérdida de individuos	-	3	4	2	1	4	2	2	P	25	0.53	
		Afectación a madrigueras y sitios de anidación	Pérdida de hábitat	-	2	4	4	1	4	2	2	N	24	0.50	
	Servicios ambientales	Disminución de la captura de carbono y liberación de oxígeno	Pérdida de servicios ambientales	-	2	4	4	2	4	2	1	N	25	0.53	
		Disminución de barrera contra vientos y huracanes	Pérdida de servicios ambientales	-	2	4	2	2	4	2	1	N	23	0.47	
	Paisaje	Remoción de elementos nativos	Disminución de naturalidad	-	2	4	4	1	4	1	1	N	22	0.43	

Tabla V. 11 Matriz de evaluación de impactos ambientales por indicador y agente de cambio (Preparación)-parte 3

Matriz de evaluación de impactos ambientales por indicador y agente de cambio (Preparación)														Importancia	Significancia
Actividad	Componente	Acción o indicador de impacto ambiental	Impacto ambiental	C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po			
Despalme	Aire	Aumento de los niveles de ruido	Contaminación acústica	-	2	2	2	2	1	2	0	P	17	0.27	
		Emisiones de gases	Contaminación del aire	-	2	4	4	1	1	2	0	P	19	0.33	
		Levantamiento de polvos	Contaminación del aire	-	2	4	4	1	1	2	0	N	19	0.33	
	Hidrología	Derrame de residuos de maquinaria	Contaminación de manto acuífero	-	3	2	2	1	4	2	0	P	21	0.40	
	Suelo	Derrame de residuos de maquinaria	Contaminación del suelo	-	3	3	2	1	1	2	0	P	19	0.33	
		Compactación de suelo	Aumento de la tasa de erosión	-	2	2	2	1	1	2	1	N	16	0.23	
	Paisaje	Alteración del terreno	Disminución de naturalidad	-	2	4	4	1	4	1	1	N	22	0.43	
Manejo de residuos vegetales	Suelo	Reincorporación de materia orgánica al suelo	Conservación del suelo	+	1	4	4	1	4	2	-	-	19	0.37	
Cortes y excavaciones	Aire	Aumento de los niveles de ruido	Contaminación acústica	-	2	2	2	2	1	2	0	P	17	0.27	
		Emisiones de gases	Contaminación del aire	-	2	4	4	1	1	2	0	P	19	0.33	
		Levantamiento de polvos	Contaminación del aire	-	2	4	4	1	1	2	0	P	19	0.33	
	Hidrología	Derrame de residuos de maquinaria	Contaminación de manto acuífero	-	3	2	2	1	4	2	0	P	21	0.40	
	Suelo	Derrame de residuos de maquinaria	Contaminación del suelo	-	3	3	2	1	1	2	0	P	19	0.33	
		Hundimiento del suelo en zonas con pendiente	Pérdida de suelo	-	3	4	4	1	4	2	1	P	26	0.57	

Tabla V. 12 Matriz de evaluación de impactos ambientales por indicador y agente de cambio (Preparación-parte 4)

Matriz de evaluación de impactos ambientales por actividad, componente, acción o indicador de impacto e impacto ambiental final (Preparación)														Importancia	Significancia
Actividad	Componente	Acción o indicador de impacto ambiental	Impacto ambiental	C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po			
Relleno y nivelación del terreno	Aire	Aumento de los niveles de ruido	Contaminación acústica	-	2	2	2	2	1	2	0	P	17	0.27	
		Emisiones de gases	Contaminación del aire	-	2	4	4	1	1	2	0	P	19	0.33	
		Levantamiento de polvos	Contaminación del aire	-	2	4	4	1	1	2	0	P	19	0.33	
	Hidrología	Derrame de residuos de maquinaria	Contaminación de manto acuífero	-	3	2	2	1	4	2	0	P	21	0.40	
	Suelo	Derrame de residuos de maquinaria	Contaminación del suelo	-	3	3	2	1	1	2	0	P	19	0.33	
		Compactación de suelo	Aumento de la tasa de erosión	-	2	2	2	1	1	2	1	N	16	0.23	
Generación y manejo de residuos sólidos urbanos y de excavación	Aire	Emisiones de gases	Contaminación del aire	-	2	3	3	1	1	4	0	P	19	0.33	
		Levantamiento de polvos	Contaminación del aire	-	2	4	4	1	1	4	0		21	0.40	
	Hidrología	Lixiviación de residuos orgánicos	Contaminación del manto acuífero	-	2	2	2	1	4	4	0		20	0.37	
	Suelo	Lixiviación de residuos orgánicos	Contaminación del suelo	-	2	4	2	1	4	4	0		22	0.43	
	Paisaje	Acumulación de residuos	Pérdida de naturalidad	-	2	4	2	1	1	4	0		19	0.33	

Tabla V. 13 Matriz de evaluación de impactos ambientales por indicador y agente de cambio (Construcción-parte 1)

Matriz de evaluación de impactos ambientales por actividad, componente, acción o indicador de impacto e impacto ambiental final (Construcción)													Importancia	Significancia
Actividad	Componente	Acción o indicador de impacto ambiental	Impacto ambiental	C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po		
Cimentaciones	Aire	Aumento de los niveles de ruido	Contaminación acústica	-	2	2	2	2	1	2	0		17	0.27
		Emisiones de gases	Contaminación del aire	-	2	4	4	1	1	2	0	C	19	0.33
		Levantamiento de polvos		-	2	4	4	1	1	2	0		19	0.33
	Hidrología	Construcción de capa impermeable	Pérdida de captación acuífera	-	3	4	4	1	4	2	1	C	26	0.57
		Derrame de residuos de concreto o maquinaria	Contaminación del manto acuífero	-	3	2	2	1	4	2	0	C	21	0.40
	Suelo	Derrame de residuos de concreto o maquinaria	Contaminación del suelo	-	3	3	3	2	1	2	0	C	22	0.43
		Disminución de la tasa de erosión	Conservación del suelo	+	1	4	4	1	4	2	-	-	19	0.37
Construcción de infraestructura	Aire	Aumento de los niveles de ruido	Contaminación acústica	-	2	2	2	2	1	2	0	C	17	0.27
		Emisiones de gases	Contaminación del aire	-	1	4	4	1	1	2	1	C	17	0.27
	Hidrología	Derrame de residuos de concreto o maquinaria	Contaminación del manto acuífero	-	3	2	2	1	4	2	0	C	21	0.40
	Suelo	Derrame de residuos de concreto o maquinaria	Contaminación del suelo	-	3	3	3	2	1	2	0	C	22	0.43
	Paisaje	Construcción de obra civil	Pérdida de naturalidad	-	2	4	4	1	4	1	1	N	22	0.43
Instalación de redes generales de servicios	Aire	Aumento de los niveles de ruido	Contaminación acústica	-	1	4	3	2	1	2	0	C	17	0.27
	Hidrología	Derrame de residuos de concreto o maquinaria	Contaminación del manto acuífero	-	2	2	2	1	4	2	0	C	18	0.30
	Suelo	Derrame de residuos de concreto o maquinaria	Contaminación del suelo	-	2	3	2	1	1	2	0	C	16	0.23

Tabla V. 14 Matriz de evaluación de impactos ambientales por indicador y agente de cambio (Construcción-parte 2)

Matriz de evaluación de impactos ambientales por actividad, componente, acción o indicador de impacto e impacto ambiental final (Construcción)														Importancia	Significancia
Actividad	Componente	Acción o indicador de impacto ambiental	Impacto ambiental	C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po			
Instalación de planta de tratamiento de aguas residuales	Aire	Levantamiento de polvos	Contaminación del aire	-	1	4	2	1	1	2	0	C	14	0.17	
	Suelo	Derrame de residuos de concreto	Contaminación del suelo	-	1	3	2	1	1	2	0		13	0.13	
	Hidrología	Derrame de residuos de concreto	Contaminación del manto acuífero	-	1	2	2	1	4	2	0		15	0.20	
Acabados	Aire	Suspensión de partículas	Contaminación del aire	-	2	1	3	1	4	2	0	C	18	0.30	
Instalación de áreas verdes	Flora	Aumento de superficie vegetal	Aumento de riqueza	+	1	4	4	1	4	2	-	-	19	0.37	
	Fauna	Aumento de superficie vegetal	Mayor disponibilidad de habitat	+	1	4	3	1	4	2	-	-	18	0.33	
	Paisaje	Aumento de superficie vegetal	Aumento de la naturalidad	+	1	4	3	1	4	2	-	-	18	0.33	
Generación y Manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos	Aire	Emisiones de gases por descomposición de materia orgánica	Contaminación del aire	-	2	3	3	1	1	4	0	C	19	0.33	
		Levantamiento de polvos	Contaminación del aire	-	2	4	4	1	1	4	0		21	0.40	
	Hidrología	Lixiviación de residuos orgánicos	Contaminación del manto acuífero	-	2	2	2	1	4	4	0		20	0.37	
	Suelo	Lixiviación de residuos orgánicos	Contaminación del suelo	-	2	4	2	1	4	4	0		22	0.43	
	Paisaje	Presencia de residuos	Disminución de la naturalidad	-	2	4	2	2	1	4	0		21	0.40	
Desinstalación de obras provisionales y limpieza general	Aire	Levantamiento de polvos	Contaminación del aire	-	1	4	4	1	1	2	0	O	16	0.23	
	Paisaje	Retiro de infraestructura	Aumento de la naturalidad	+	1	2	4	1	4	1	-	-	16	0.26	

Tabla V. 15 Matriz de evaluación de impactos ambientales por indicador y agente de cambio (Operación y mantenimiento)

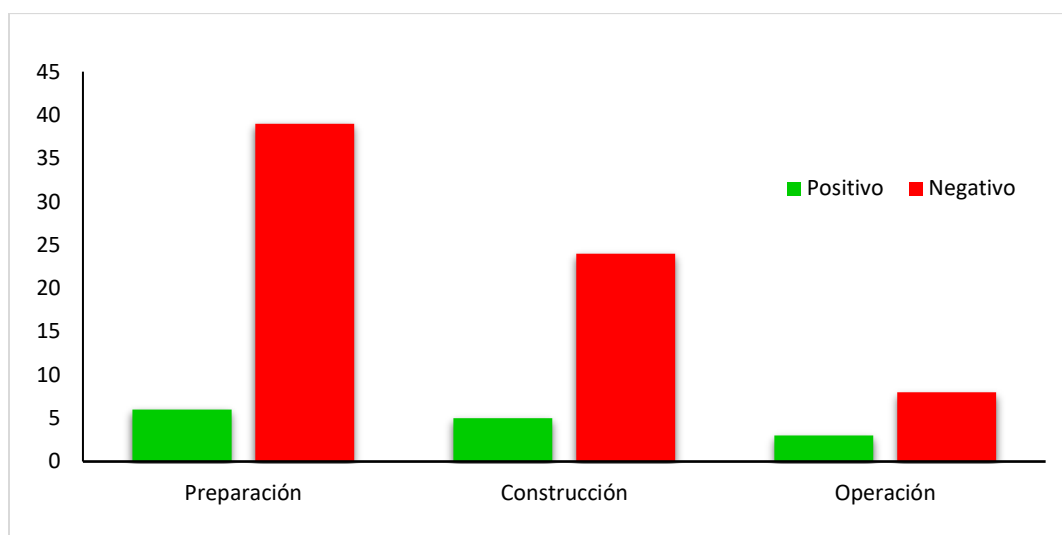
Matriz de evaluación de impactos ambientales por actividad, componente, acción o indicador de impacto e impacto ambiental final (Operación)														Importancia	Significancia
Actividad	Componente	Acción o indicador de impacto ambiental	Impacto ambiental	C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po			
Contratación de personal de la región	Economía	Contrataciones permanentes	Generación de empleos	+	1	4	4	1	4	2	-	-		19	0.37
Operación general del proyecto	Socioeconómico	Aumento de ofertas de hospedaje turístico	Contribución al mejoramiento económico y turístico de la localidad	+	2	2	4	3	4	1	-	-		23	0.52
Mantenimiento de áreas verdes	Paisaje	Mantenimiento de vegetación	Conservación de la naturalidad del paisaje	+	1	2	3	1	4	2	-	N		16	0.26
Consumo de agua y operación de la planta de tratamiento	Aire	Emisiones de gases por descomposición de materia orgánica	Contaminación del aire	-	3	3	3	1	1	4	0	O		22	0.43
	Hidrología	Consumo de agua	Disminución de volumen del manto acuífero	-	1	1	2	2	4	2	0			16	0.23
		Presencia de lodos fuera de la planta	Contaminación del manto acuífero	-	3	2	2	1	4	4	0			23	0.47
	Suelo	Presencia de lodos fuera de la planta	Contaminación del suelo	-	3	4	2	1	4	4	0			25	0.53
Generación y manejo de RSU	Aire	Emisiones de gases por descomposición de materia orgánica	Contaminación del aire	-	2	3	3	1	1	4	0	O		19	0.33
	Hidrología	Lixiviación de residuos orgánicos	Contaminación del manto acuífero	-	3	2	2	1	4	4	0	O		23	0.47
	Suelo	Lixiviación de residuos orgánicos	Contaminación del suelo	-	3	4	2	1	4	4	0			25	0.53
	Paisaje	Presencia de residuos sólidos urbanos	Pérdida de naturalidad	-	1	4	2	2	1	4	0	O		18	0.30

V.3 Resultados

Clase de los impactos

Se identificaron 85 posibles impactos ambientales, de los cuales, el 83% está representado por impactos negativos, mientras que los de carácter positivo alcanzan el 17%. A su vez, la etapa de preparación será la que presente el mayor número de impactos (**Figura V.3**).

Figura V. 3 Impactos ambientales positivos y negativos por etapas del proyecto

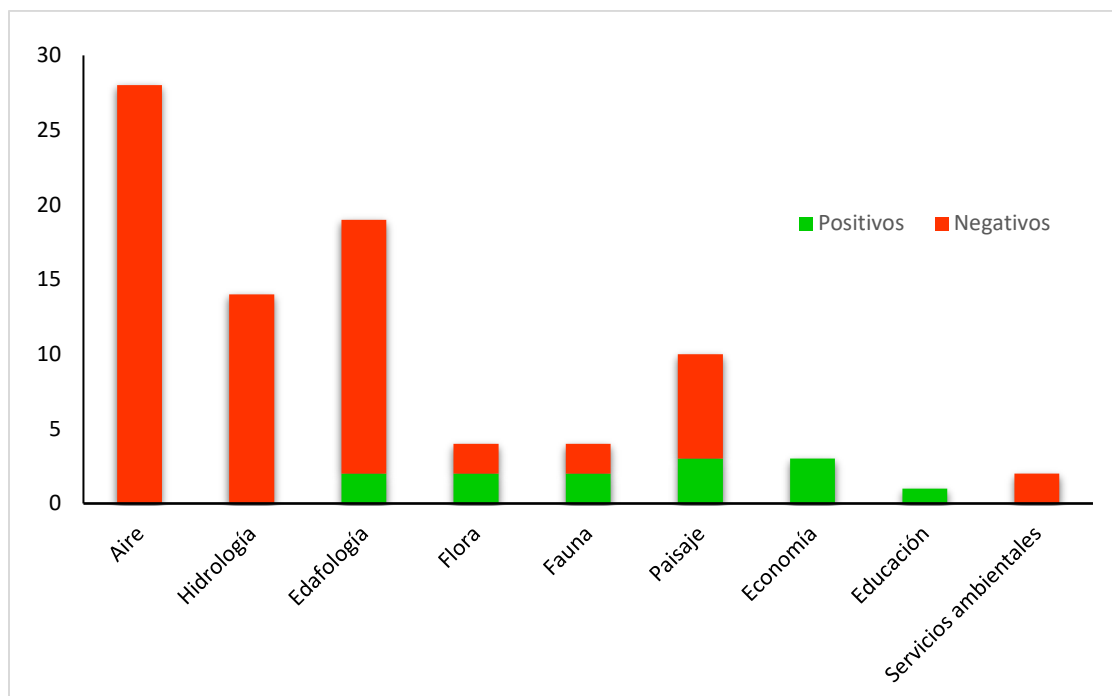


Impactos ambientales por componentes

Con base en la evaluación realizada, se tiene que el componente del que se registró mayor número de afectaciones fue el del aire, con un total de 28 impactos negativos, que representa el 33% de los impactos. Además, para el suelo y la hidrología se registraron 17 y 14 posibles impactos negativos, mientras que para el paisaje 7. La flora, la fauna y los servicios ambientales fueron los componentes que presentaron la menor cantidad de impactos negativos, pues solamente se evaluaron 2.

Por otro lado, con excepción del aire, la hidrología y los servicios ambientales, se presentarán impactos positivos para todos los componentes, siendo el paisaje y socioeconómico los que presentarán la mayor cantidad de ellos (3 cada uno).

Figura V. 4 Impactos ambientales positivos y negativos por componente ambiental



Significancia de los impactos

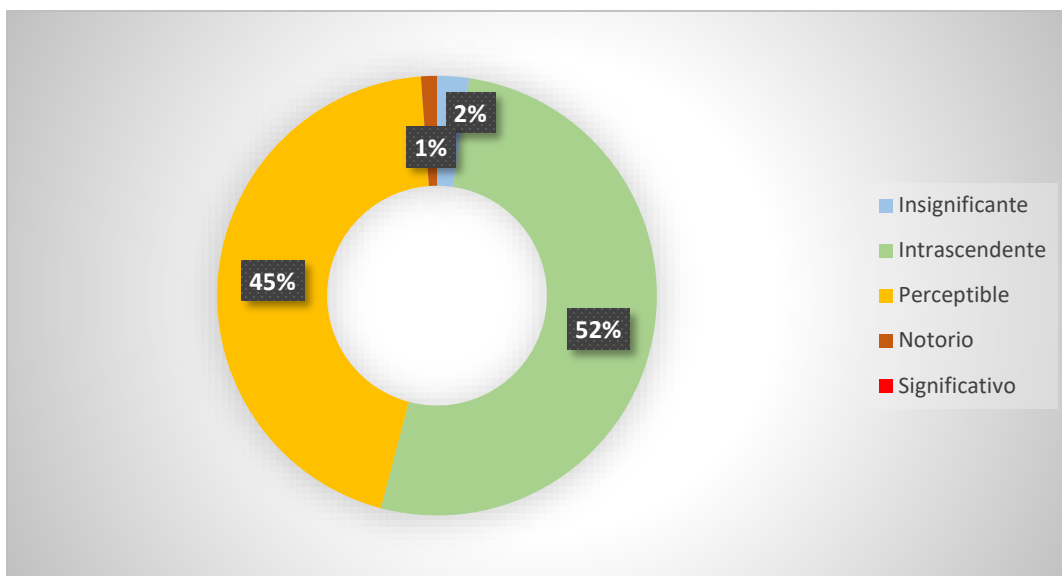
Una vez obtenidos los resultados sobre la relevancia de los impactos ambientales que se generarán durante el proyecto, se procedió con la evaluación de su significancia. Para identificar fácilmente la significancia de cada impacto con respecto de los otros, se estableció una gama colorimétrica de identificación de la significancia, cuya clasificación se muestra en la siguiente tabla.

Tabla V. 16 Colorimetría utilizada en la matriz de significancia

	Impacto insignificante
	Impacto intrascendente
	Impacto perceptible
	Impacto notorio
	Impacto significativo

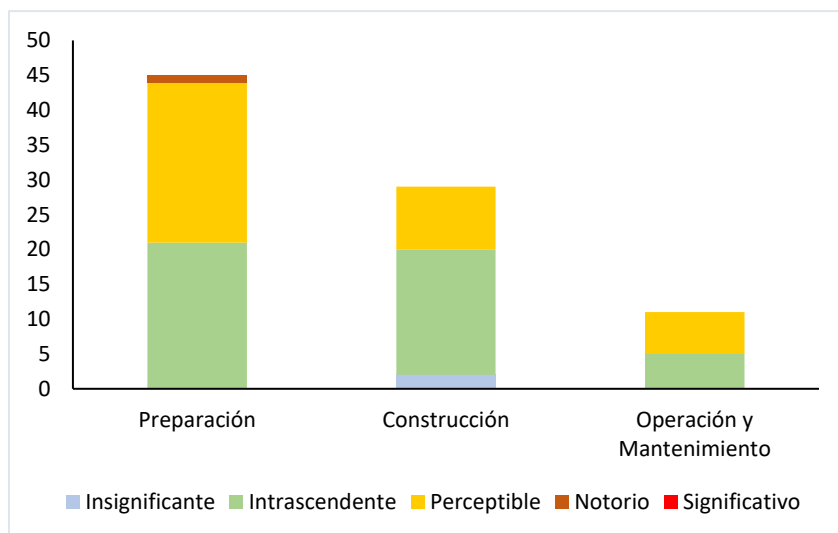
En la **Figura V.5** se ilustra la distribución de la significancia de los impactos identificados para todo el proyecto, en la cual es posible observar que la mayoría de los impactos serán intrascendentes (52%) y perceptibles (45%), y en menor medida, los notorios (1%) y los insignificantes (2%). Cabe señalar que **no se evaluaron impactos significativos**.

Figura V. 5 Porcentaje de significancia de los impactos ambientales



Se puede observar en la **Figura V.6** que la etapa de preparación será la que presente mayor cantidad de impactos. En esta etapa se evaluaron una cantidad similar de impactos intrascendentes, sin embargo, se provocará una mayor cantidad de impactos perceptibles y notorios, pues será la etapa donde se produzcan las afectaciones derivadas del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales. Por otro lado, en la segunda etapa se generarán impactos únicamente derivados de la construcción, que por las dimensiones del proyecto, no alcanzarán a generarse impactos notorios ni significativos.

Figura V. 6 Significancia de los impactos ambientales por etapas



V.4 Conclusiones

Con base en los resultados, se puede apreciar que las etapas que requerirán mayor atención en materia de impactos negativos de este proyecto serán la de preparación y construcción. Se observa en la etapa de preparación existirá un impacto notorio en materia de suelo por el aumento de la tasa de erosión después de llevar a cabo el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales. **Cabe señalar que no se registró ningún impacto significativo.**

A pesar de que el porcentaje de impactos negativos se encuentra por encima de la mitad (83%), sólo se registró 1 impacto notorio (1%). La realización de este proyecto generará impactos negativos principalmente en materia de aire, suelo y agua, resultado del cambio de uso de suelo, contaminación producida por la maquinaria y los posibles residuos generados. Por otro lado, el factor socioeconómico será el que presente la mayor cantidad de impactos positivos, dado que el proyecto contribuirá en el desarrollo económico y turístico de la zona a través de la generación de infraestructura y empleos, tanto temporales como permanentes.

Aunque la mayoría de los impactos negativos se localizan dentro de las primeras dos etapas del proyecto, se consideran de orden temporal y presentan la ventaja de que pueden ser prevenidos, y en su caso, mitigados. Para esto, se tomará una serie de medidas ambientales que serán propuestas en el *Capítulo VII* del presente documento, con el fin de evitar, disminuir, mitigar y/o compensar los efectos propios del presente proyecto.

Referencias bibliográficas

- Almeida, J.S., &P.S. Moreira Eds. (2008). Análisis y Evaluaciones de Impactos Ambientales. CETEM, Brasil, 35 pp.
- Bautista, A., J. Gutiérrez - Echeverría., Barra, B. (2004). *La calidad del suelo y sus indicadores*. México: Ecosistemas
- Beanlands, G E & P N Duinker (1983) *An Ecological Framework for Environmental Impact Assessment in Canada*. Halifax, NS: Institute for Resource and Environmental Studies, Dalhousie University, and Hull, QC: Federal Environmental Assessment Review Office. 132 pp.

- **Benavides - Ballesteros H.O., G.E. León – Aristizabal (2007)** *Información técnica sobre Gases de efecto invernadero y el cambio climático*, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, Colombia.
- **Garmendia S., A. Salvador, C. Crespo-Sánchez & L. Garmendia.** (2005). *Evaluación de Impacto Ambiental*, Pearson Education, 146 p. Madrid, España.
- **Gómez Orea, D.** (1988). *Evaluación del impacto ambiental de proyectos agrarios*. Estudios monográficos No. 6. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- **Gomez-Orea, D., M. T. Gomez-Villarino.** (1998) *Evaluación de Impacto Ambiental*. Madrid, Barcelona, México, Ediciones: MundiPrensa
- **Leopold, L. B., F. E. Clarke, B. B. Hanshaw, and J. E. Balsley.** (1971). *A procedure for evaluating environmental impact*. U.S. Geological Survey Circular 645, Washington, D. C.
- **Magrini, A.** (1990). *A Evaluación de impactos ambientales*. pp. 85-108. En: Margulis, S. (ed.) Medio Ambiente. Aspectos Técnicos y Económicos. Ipea, Brasilia. 238 p.
- **Ministerio de Educación y Ciencia de España** (1999) *Libro Blanco de la Educación Ambiental en España*. Secretaria General de Medio Ambiente. España.
- **Perevochtchikova, M.** (2013). *La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales*. Gestión y política Pública Volumen XXII. Número 2., 300-303.
- **Radle, A.L.** (2007) *Effect of Noise on Wildlife: A Literature Review*. Obtenido de http://wfae.proscenia.net/library/articles/radle_effect_noise, revisado el día 05 de Mayo del 2016.
- **Beanlands, G.E. y Duinker, P.N.** (1983). *An Ecological Framework for Environmental Impact Assessment in Canada*. (Halifax, NS, Dalhousie University), Institute for Resource and Environmental Studies.
- **Espinoza, G.** 2001. *Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. Banco Interamericano de Desarrollo. Centro de estudios para el Desarrollo. Santiago, Chile.
- **Garmendia, A., Salvador, A., Crespo, C y Garmendia, L.** (2005). *Evaluación de Impacto Ambiental*. Pearson Educación, 2005.
- **Gómez-Orea, D.** (1988). *Evaluación del impacto ambiental de proyectos agrarios*. Estudios monográficos No. 6. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.



- **Leopold, L. B., F. E. Clarke, B. B. Hanshaw, and J. E. Balsley.** (1971). *A procedure for evaluating environmental impact*. U.S. Geological Survey Circular 645, Washington, D. C.
- **Pérez Ramírez, Carlos, Zizumbo y Lilia, González Vera, Miguel.** (2009). Impacto ambiental del turismo en áreas naturales protegidas; procedimiento metodológico para el análisis en el Parque Estatal El Ocotal, México. *El Periplo Sustentable*. 16. Pp.25-26.
- **Sorensen, J.** (1971). *A framework for identification and control of resource degradation and conflict on the multiple uses in the coastal zone*. University of California, Berkeley: 1-79.



VI.- JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO	2
VI.1 Justificación técnica	3
VI.1.1 La biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantendrá.....	4
VI.1.2 La erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, se mitigarán en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal	15
VI.1.2.1 Erosión de los suelos.....	15
VI.1.2.2 Calidad del agua	17
VI.1.2.3 Captación del agua.....	18
VI.2 Justificación Económica	19
Derrama económica por parte del proyecto	20
VI.3 Justificación social.....	21

VI.- JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

A lo largo del tiempo, la actividad humana ha contribuido en la degradación de los recursos naturales, esto debido al mal uso de los mismos y la sobreexplotación así como la fragmentación del hábitat, lo cual ha traído consigo la destrucción, desgaste y desperdicio de dichos recursos. Por ello, es necesario buscar principios que orienten el progreso tecnológico y la vida en armonía con la naturaleza, aquí radica la importancia de realizar estudios que pretendan mitigar los impactos negativos hacia los recursos naturales ocasionados en áreas donde pretende llevarse a cabo alguna actividad. El Documento técnico Unificado de Cambio de Uso de Suelo Forestal, modalidad “B” servirá, además, como base para proponer las labores y avances de las mismas. Este Capítulo tiene como objetivo justificar lo que establece el artículo 93, párrafo primero, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, además de complementarlo con una justificación económica y social.

El artículo 93, párrafo primero, de la LGDFS, establece:

ARTICULO 93.- *La Secretaría autorizará 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, 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..*

De la lectura de la disposición anteriormente citada se desprende que sólo se autorizará el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, por excepción, cuando se demuestre a través de su Documento Técnico Unificado de Cambio de Uso de Suelo Forestal, modalidad “B”, (DTU), que se cumplirán los supuestos siguientes:

1. Que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantendrá
2. Que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, se mitigarán en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal

VI.1 Justificación técnica

En su origen el proyecto surge en respuesta a la demanda de las necesidades por espacios turísticos, los cuales garanticen el suministro de servicios básicos otorgando una calidad de vida apta para los usuarios.

Desde el punto de vista ambiental, se prevé que el proyecto no pondrá en riesgo los servicios ambientales que proporcionan el ecosistema identificado, lo anterior en virtud de que se consideraron los siguientes criterios:

- El proyecto considera el mantenimiento de áreas verdes, la cuales favorecen la infiltración del agua y la conservación del suelo.
- Que el proyecto pretende usos productivos los cuales generen derramas económicas mayores a las actuales, debido a la adquisición de insumos en etapas de preparación y construcción, así como la adquisición de bienes y servicios en la etapa de operación del mismo, se considera que la plusvalía del sitio aumentará con el suministro de servicios básicos.
- Aplicación de un programa de rescate y reubicación de flora y otro de rescate y reubicación de fauna para las especies del predio.
- Realización de obras para la conservación del suelo en las zonas que pudieran verse afectadas por el proyecto.
- Debido a las rasantes del proyecto, se considera la conducción del agua pluvial hacia sitios los cuales cuenten con potencial de infiltración, manteniendo el balance hidrológico de la zona.
- La aplicación de las demás medidas de mitigación que sean necesarias para que disminuya el posible impacto ambiental del proyecto.

A continuación, se desglosan cada uno de los elementos que componen la justificación técnica del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

VI.1.1 La biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantendrá

La biodiversidad, en su sentido amplio, es un término compuesto por múltiples variables, que incluye el número, abundancia, composición y distribución espacial de las especies, entre otros elementos (Díaz et al., 2006). Por esta razón, la metodología para lograr establecer que en un sistema dado “se mantendrá la biodiversidad” demanda que los datos obtenidos sean recopilados de forma eficiente y que la metodología de su análisis refleje de la forma más precisa posible el comportamiento del sistema.

Para lograr este objetivo, con base en las descripciones del medio biótico del predio y el sistema ambiental (Capítulo IV), se realizaron comparaciones entre los valores de diversidad de las especies de ambos sitios. Se utilizó como modelo la prueba t de Hutchenson, la cual es una modificación a la prueba “t” convencional que sirve para valorar la significancia entre dos valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener (Magurran, 2004). Además, se realizó un análisis comparativo de especies entre el predio y el sistema ambiental con la finalidad de establecer las diferencias y similitudes en la composición de especies para ambos sitios.

A) Vegetación

Se realizó una comparación entre la diversidad del área del proyecto y sistema ambiental con la finalidad de averiguar si la flora del sitio podría afectarse de forma negativa como resultado del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales. Las comparaciones se realizaron entre la diversidad de un sitio y otro, así como también entre el índice de Shannon (H') obtenido para el sistema ambiental y el obtenido para el predio.

Se identificaron y separaron las especies registradas solamente en el sistema ambiental con las que solamente se registraron en el predio y las que se encontraron en ambos sitios, para esto se utilizará el siguiente patrón de colores:

Tabla VI. 1 Colores para identificar especies exclusivas o compartidas

	Sólo en el Sistema Ambiental
	Sólo en el Predio
	En ambos sitios

Estrato arbóreo

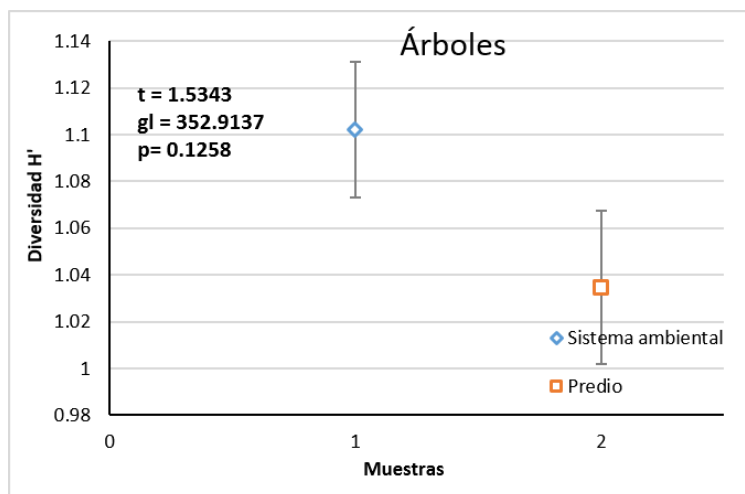
Con base en el análisis comparativo entre la diversidad de Shannon de un sitio y otro, se encontró que no existen diferencias significativas dentro del estrato arbóreo, pues se obtuvo un valor de $p=0.1258$. En total se registraron 29 especies, 18 de estas se comparten entre ambos sitios y 11 fueron encontradas exclusivamente en el sistema ambiental, ninguna fue exclusiva para el predio. La diversidad de especies no difirió significativamente entre un sitio y otro debido a que el predio se encuentra bien conservado, lo que significa que si representa adecuadamente la flora del sitio.

Tabla VI. 2 Comparación de riqueza de especies para el estrato arbóreo entre sistema ambiental y predio

Especies	SA	Predio
<i>Acacia hindsii</i>	1	0
<i>Acacia macracantha</i>	4	0
<i>Albizia occidentalis</i>	33	30
<i>Amphipterygium adstringens</i>	22	3
<i>Annona squamosa</i>	1	0
<i>Bursera excelsa</i>	11	0
<i>Bursera instabilis</i>	9	1
<i>Byrsonima crassifolia</i>	4	0
<i>Coccoloba liebmannii</i>	3	5
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	8	4
<i>Crateva tapia</i>	3	9
<i>Crescentia cujete</i>	1	0
<i>Delonix regia</i>	1	0
<i>Ehretia tinifolia</i>	16	3
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1	0
<i>Esenbeckia berlandieri</i>	8	0
<i>Ficus cotinifolia</i>	6	0
<i>Guazuma ulmifolia</i>	61	18
<i>Gyrocarpus jatrophiifolius</i>	2	3
<i>Heliocarpus pallidus</i>	80	28
<i>Hibiscus tiliaceus</i>	1	2
<i>Jacaratia mexicana</i>	6	5
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	9	8
<i>Jatropha sympetala</i>	6	1
<i>Leucaena leucocephala</i>	7	15
<i>Mangifera indica</i>	1	0

<i>Melia azedarach</i>	1	1
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	4	5
<i>Xylosma intermedium</i>	2	1

Figura VI. 1 Comparación de la diversidad (H') de árboles a través de la prueba t de Hutchenson



Estrato arbustivo

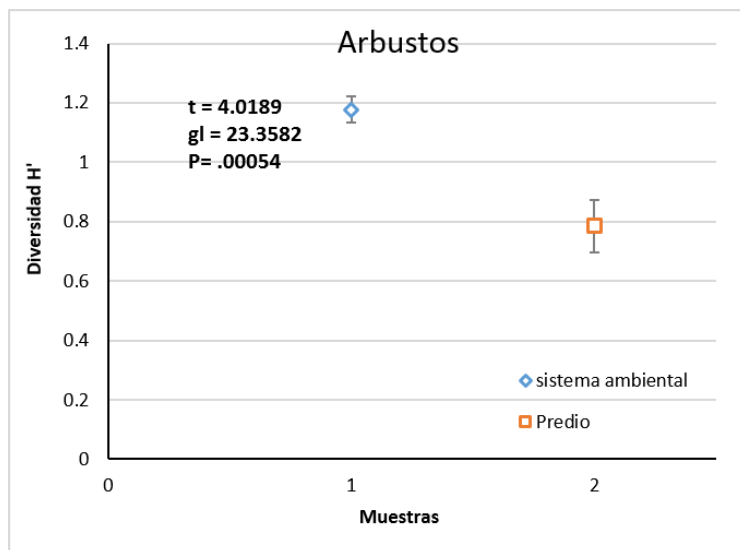
Para este estrato fue más evidente que el sistema ambiental presenta una mayor diversidad de especies, pues se registraron 18, mientras que en el predio se registraron 8 especies. De 18 especies que obtuvo el sistema ambiental, 11 fueron exclusivas y 6 compartidas. Para el predio, únicamente se registraron dos especies exclusivas; *Melochia tomentosa* y *Pisonia aculeata*. Para reforzar lo anteriormente dicho, la comparación del índice de diversidad de Shannon arrojó un valor de $p = .00054$ que indica que sí existen diferencias significativas entre la diversidad del SA y el predio.

Tabla VI. 3 Comparación de riqueza de especies para el estrato arbóreo entre el predio y el sistema ambiental

Especies	SA	Predio
<i>Acacia hindsii</i>	5	2
<i>Acanthocereus occidentalis</i>	1	2
<i>Achatocarpus gracilis</i>	1	0
<i>Albizia occidentalis</i>	3	6
<i>Amphipterygium adstringens</i>	1	0

Especies	SA	Predio
<i>Aphelandra scabra</i>	1	0
<i>Bromelia palmeri</i>	1	0
<i>Bursera instabilis</i>	1	0
<i>Coccoloba liebmannii</i>	1	1
<i>Croton suberosus</i>	3	0
<i>Desmanthus virgatus</i>	1	0
<i>Guazuma ulmifolia</i>	3	0
<i>Heliocarpus pallidus</i>	1	0
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	3	1
<i>Malvaviscus arboreus</i>	3	0
<i>Melochia tomentosa</i>	0	1
<i>Mimosa acantholoba</i>	1	0
<i>Pisonia aculeata</i>	0	1
<i>Rauvolfia tetraphylla</i>	2	0
<i>Senna pallida</i>	1	1

Figura VI. 2 Comparación de la diversidad (H') de arbustos a través de la prueba t de Hutchenson



Estrato herbáceo

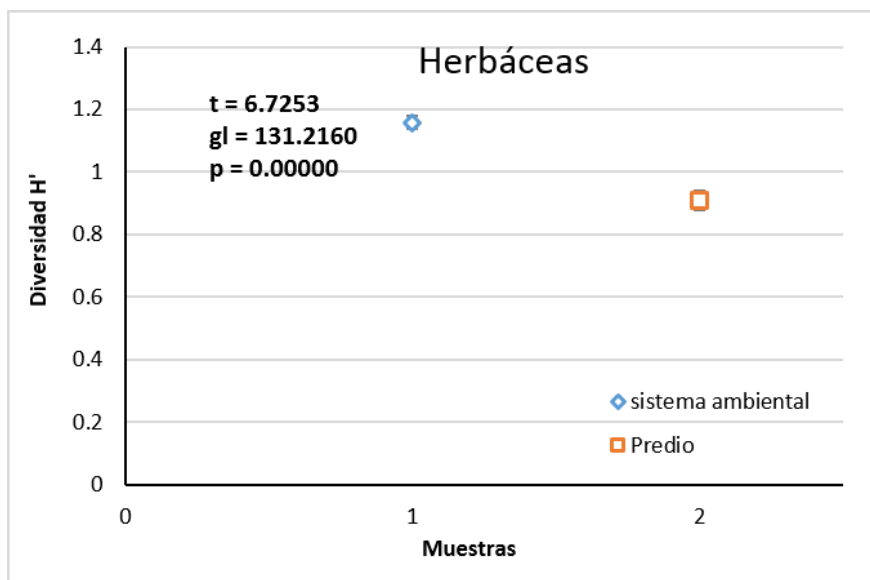
El estrato herbáceo se mostró más diverso en el sistema ambiental que en el predio, pues en el SA se registraron 17 especies 7 fueron exclusivas, mientras que en el predio se encontraron 10 especies, todas ellas compartidas.

La comparación del índice de Shannon arrojó un valor de $p=0.0000$ por lo tanto se determina que sí existen diferencias significativas.

Tabla VI. 4 Comparación de riqueza de especies para el estrato herbáceo entre el predio y el sistema ambiental

Especies	SA	Predio
<i>Acalypha alopecuroidea</i>	9	0
<i>Blechum pyramidatum</i>	3	0
<i>Bouteloua chondrosioides</i>	10	7
<i>Cardiospermum halicacabum</i>	6	0
<i>Chloris barbata</i>	5	0
<i>Commelina diffusa</i>	13	10
<i>Crotalaria pumila</i>	4	2
<i>Cyclanthera multifoliola</i>	17	7
<i>Desmodium hookerianum</i>	6	0
<i>Diodia teres</i>	5	3
<i>Eragrostis ciliaris</i>	12	9
<i>Ipomoea meyeri</i>	12	6
<i>Mentzelia aspera</i>	5	7
<i>Polanisia viscosa</i>	12	2
<i>Rhynchosia minima</i>	5	0
<i>Stylosanthes humilis</i>	2	0
<i>Talinum triangulare</i>	21	20

Figura VI. 3 Comparación de la diversidad (H') de arbustos a través de la prueba t de Hutchenson



B) Fauna

Con la finalidad de garantizar que los impactos ambientales que surjan como consecuencia del cambio de uso de suelo de terreno forestal no tendrán repercusiones significativas sobre la fauna que habita en el sitio del proyecto, se realizó una comparación de la fauna registrada en ambos sitios, así como para los índices de diversidad de Shannon (H'). Para esto, se realizó una separación de datos, excluyendo del sistema ambiental los individuos que fueron detectados en el predio.

En total, se registraron 24 especies de fauna en el área del proyecto y 57 especies en el sistema ambiental. El grupo con mayor número de registros fue el de las aves (**Tabla IV.48**), mientras que el grupo con menor número de registros fue el de la mastofauna. **Se detectó la presencia de especies con categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en ambos sitios.**

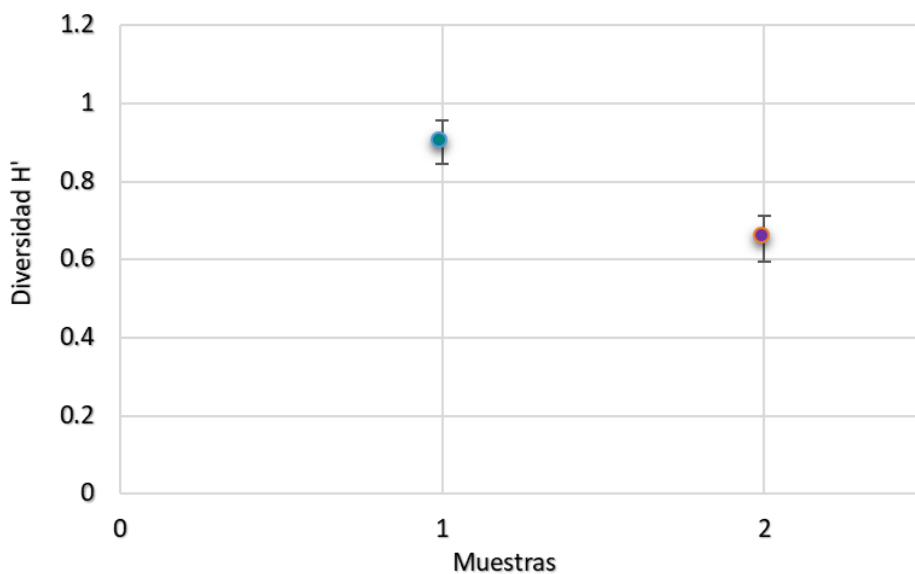
Herpetofauna

Para el caso de la herpetofauna, se registró un total de 12 especies, de las cuales, siete fueron exclusivas para el sistema ambiental, ninguna exclusiva para el área del proyecto y cinco especies se comparten. En ambos casos, la diversidad resultó ser pobre, aunque debido a que el muestreo del área del proyecto no se realizó durante un temporal de lluvias consolidado, se pudiera esperar una mayor diversidad de anfibios en ambos sitios.

Tabla VI. 5 Datos de presencia ausencia de herpetofauna para predio y sistema ambiental

Especies	SA	Predio
<i>Incilius marmoreus</i>	2	1
<i>Rinbella marina</i>	2	0
<i>Anolis carlliebi</i>	2	0
<i>Anolis immaculogularis</i>	4	3
<i>Anolis nebulosus</i>	2	1
<i>Hemidactylus frenatus</i>	5	0
<i>Ctenosaura pectinata</i>	7	0
<i>Sceloporus melanorhynus</i>	2	0
<i>Sceloporus sniferus</i>	5	3
<i>Phyllodactylus muralis</i>	1	0
<i>Aspidoscelis guttata</i>	2	0
<i>Aspidoscelis deppii</i>	20	2

Figura VI. 4 Comparación de la diversidad de Shannon (H') entre el área del proyecto y el sistema ambiental para la herpetofauna



Avifauna

Se registró un total de 40 especies de aves, de las cuales, 17 se observaron en el área del proyecto y 40 en el sistema ambiental. Lo anterior nos demuestra que las 17 especies observadas en el

predio, en realidad son especies compartidas entre el área del proyecto y el sistema ambiental, como se observa en la **Tabla VI.6**.

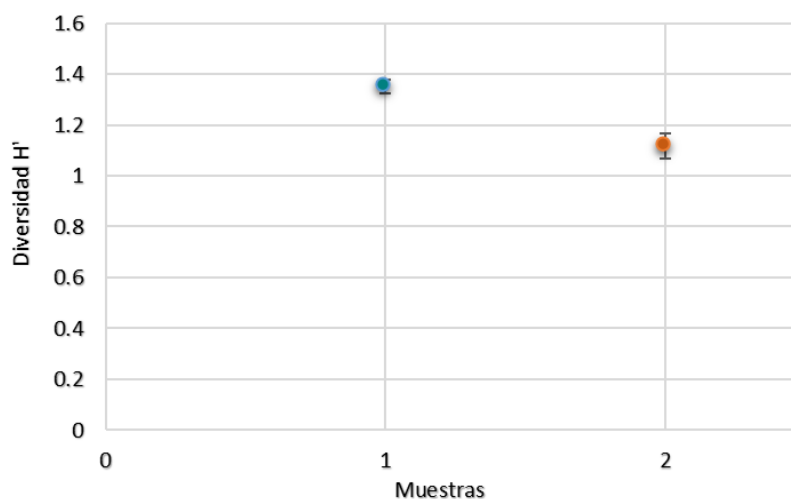
Tabla VI. 6 Datos de presencia ausencia de avifauna para predio y sistema ambiental

Especies	SA	Predio
<i>Ortalis poliocephala</i>	12	4
<i>Columba livia</i>	25	0
<i>Patagioenas flavirostris</i>	4	0
<i>Streptopelia decaocto</i>	3	0
<i>Columbina inca</i>	18	10
<i>Leptotila verreauxi</i>	1	1
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	4	2
<i>Cyananthus latirostris</i>	3	1
<i>Amazilia rutila</i>	3	0
<i>Fregata magnificeps</i>	15	0
<i>Pelecanus occidentalis</i>	1	0
<i>Nycticorax nycticorax</i>	1	0
<i>Coragyps atratus</i>	3	0
<i>Cathartes aura</i>	2	0
<i>Trogon citreolus</i>	6	2
<i>Momotus mexicanus</i>	7	2
<i>Melanerpes chrysogenys</i>	10	2
<i>Dryocopus lineatus</i>	2	0
<i>Eupsittula canicularis</i>	10	0
<i>Pitangus sulphuratus</i>	3	0
<i>Myiozetetes similis</i>	1	0
<i>Myiodynastes luteiventris</i>	2	1
<i>Tyrannus melancholicus</i>	2	2
<i>Vireo flavoviridis</i>	3	1
<i>Progne chalybea</i>	30	0
<i>Polioptila albiloris</i>	1	0
<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	10	2
<i>Thryophilus pleurostictus</i>	1	0
<i>Calocitta formosa</i>	19	0
<i>Turdus rufopalliatus</i>	3	1
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	1	0
<i>Cassiculus melanicterus</i>	12	4
<i>Icterus pectoralis</i>	8	0
<i>Icterus gularis</i>	4	3

Especies	SA	Predio
<i>Quiscalus mexicanus</i>	43	3
<i>Cardinalis cardinalis</i>	1	0
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	2	0
<i>Cyanocopsa parellina</i>	2	1
<i>Passerina caerulea</i>	1	0
<i>Passerina leclancherii</i>	3	0

Se registraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en el análisis comparativo para la diversidad de Shannon (H') de la avifauna (**Figura VI.5**), dado que en el sistema ambiental se registró un mayor número de especies y una menor equidad que en el área del proyecto. A su vez, se observa que en la avifauna se presentaron una amplia gama de especies dominantes (particularmente aquellas asociadas a la perturbación), y que la abundancia de las demás especies fue baja, por lo que el índice de equidad fue alto tanto para el área del proyecto como para el sistema ambiental. En aves, la equidad de especies puede estar influenciada por el tipo de hábitos que presenten las especies. Por ejemplo, el Zante Mayor (*Quiscalus mexicanus*) es una especie que tiende a formar parvadas para la pernocta, mientras que otros grupos como los colibríes, son territoriales y generalmente se encuentran solos.

Figura VI. 5 Comparación de la diversidad de Shannon (H') entre el área del proyecto y el sistema ambiental para la avifauna



Mastofauna

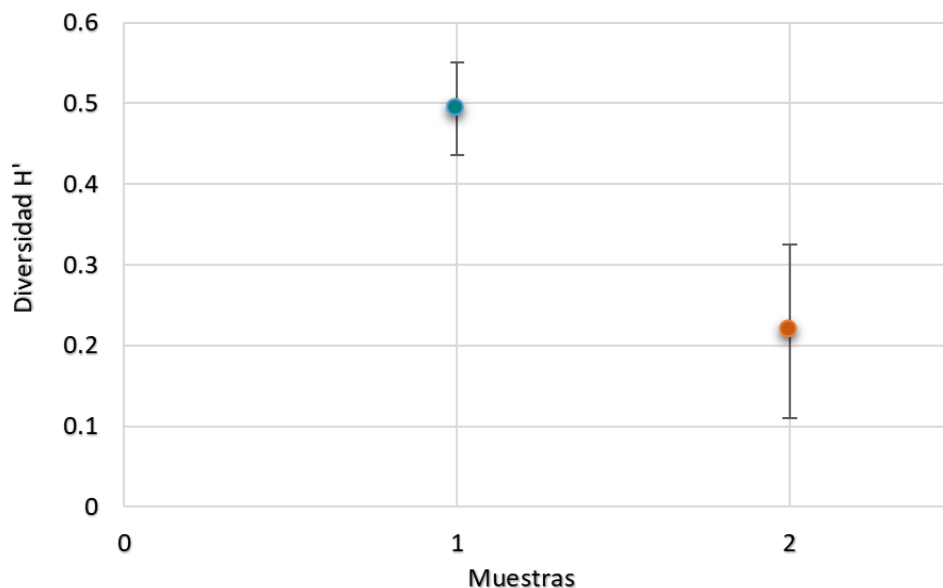
En total, se registraron 6 especies de mamíferos, 5 en el sistema ambiental y 2 en el área del proyecto, de las cuales sólo se comparte una especie, lo que representa una disimilitud alta por lo que la composición de especies de mamíferos entre sistema ambiental y predio pudiera llegar a ser distinta. Sin embargo, por la notoria superioridad de la diversidad del sistema ambiental se estima que la especie *Spilogale pygmaea* se encuentra también distribuido en él y no que sea exclusivo del predio.

Tabla VI. 7 Datos de presencia ausencia de Mastofauna para predio y sistema ambiental

Especies	SA	Predio
<i>Didelphis virginiana</i>	3	0
<i>Balantiopteryx plicata</i>	12	0
<i>Sciurus aureogaster</i>	17	4
<i>Leopardus pardalis</i>	1	0
<i>Procyon lotor</i>	1	0
<i>Spilogale pygmaea</i>	0	1

No se registraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en el análisis comparativo para la diversidad de Shannon (H') de los mamíferos (**Figura VI.6**), esto debido a que en el la diversidad de especies para el predio y el sistema ambiental fue similar

Figura VI. 6 Comparación de la diversidad de Shannon (H') entre el área del proyecto y el sistema ambiental para la mastofauna



Una vez realizada la comparación entre la diversidad presente en el área del proyecto y el sistema ambiental, se obtuvo como resultado una mayor riqueza de especies faunísticas y vegetales para el sistema ambiental, con valores de diversidad de Shannon (H') similares para el caso de la herpetofauna, en el caso de las herbáceas y las aves, se registró un valor de H' más representativo para el sistema ambiental. Ninguno de los grupos faunísticos o estratos de flora obtuvo una mayor diversidad dentro de los límites prediales del proyecto. Es posible que la existencia de una mayor diversidad en el sistema ambiental sea consecuencia de una mayor variación en los factores ambientales de la zona; es decir, al estar conformado por una superficie más amplia, esta área tiende a albergar un mayor número de tipos de vegetación, alturas, tipo de suelo, microclimas, etc., incide directamente a una mayor diversidad de especies de fauna.

Es posible observar que solo uno de los mamíferos del sistema ambiental, fue registrado en el predio y únicamente una especie (*Spilogale pygmaea*) no fue registrada en el sistema ambiental, sin embargo, esto no indica precisamente que la especie no se encuentre fuera de los límites, sino que no fue detectada.

Es importante señalar que se registraron 4 especies de animales protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el área del proyecto, de las cuales, 2 corresponden a especies de baja

movilidad. No obstante, para mitigar el posible impacto provocado por el desarrollo del proyecto en caso de encontrar especies de baja movilidad, se propuso llevar a cabo un rescate y reubicación de fauna como medida de mitigación.

A su vez, no se observaron diferencias en la composición de especies vegetales del área del proyecto y el sistema ambiental. En el caso de los estratos herbáceo y arbustivo, es posible encontrar especies de rápido crecimiento y con adaptaciones a sitios perturbados. Muchas de ellas se consideran maleza y crecen en áreas abiertas y de cultivo.

Con base en lo anterior, se puede concluir que el desarrollo del proyecto no tendrá impactos significativos sobre la densidad y diversidad de especies del sistema ambiental. Esto se debe principalmente a que la contribución del área del área del proyecto sobre la diversidad del sistema ambiental es baja, dado que se registró un menor número de especies en el área del proyecto y los índices de diversidad son más altos en el sistema ambiental para la mayoría de los grupos de flora y fauna estudiados; además, se argumenta que el servicio ambiental de protección de biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida, prestado por el área del proyecto no se verá comprometido,

Entonces, tomando como referencia los resultados obtenidos en los análisis de diversidad y diferencia en composición de especies, así como la biología y distribución de los organismos, y tomando en cuenta las medidas de mitigación y compensación propuestas en este estudio, tales como el rescate y reubicación de fauna de baja movilidad, es posible argumentar que la biodiversidad del ecosistema de estudio se mantendrá después de haber desarrollado el proyecto.

VI.1.2 La erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, se mitigarán en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal

VI.1.2.1 Erosión de los suelos

La erosión es un proceso de desgaste que ocurre naturalmente, no obstante, es casi siempre magnificado por la acción del hombre (Marelli, 2004).

Sobre el suelo actúan básicamente dos tipos de erosión:

- Geológica (a largo tiempo): incluye los procesos de erosión y formación de suelo en forma balanceada. Esto dio origen a la mayor parte de la topografía actual.
- Antrópica: la acción del hombre acelera los procesos erosivos debido a la eliminación de la vegetación natural, al exceso de laboreo, etc.

Por lo tanto, se prevé que con la implementación del proyecto “Villas Zipolite”, principalmente durante las actividades de desmonte y despalme, el suelo quede expuesto hasta que se inicien las actividades de construcción, por lo que a continuación, se presenta el análisis para determinar la cantidad de suelo que podría perderse a partir del desarrollo del mismo, detallando la erosión actual, erosión potencial (posterior a las actividades de desmonte y despalme) y con proyecto.

En el capítulo IV, en el apartado “Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso de suelo propuesto” del presente Documento Técnico Unificado, se describe la metodología para llevar a cabo la estimación de la erosión del suelo del predio; de acuerdo con la metodología de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2005).

Como se mencionó antes y de acuerdo a lo estudiado en el capítulo citado en el párrafo anterior, proyecto podría ocasionar erosión durante la etapa de preparación de terreno, preferentemente en las actividades de desmonte y despalme, pues el suelo se encontrará desnudo e indefenso ante los factores erosivos (agua y aire). Posteriormente las actividades constructivas evitarán que ocurra la erosión, pero limitarán la regeneración del suelo.

El área del proyecto donde se pretende realizar el CUSTF, es de 5,189.07m². La tasa de erosión actual presenta un valor de **0.0272 Ton/ha/año**, siendo la que presenta el valor más bajo comparada con la erosión potencial y la erosión una vez instalado el proyecto. Una vez realizadas las actividades de desmonte y despalme, el suelo quedará expuesto, por lo que la tasa de erosión aumentará a **2.7551 Ton/ha/año** (valor que no rebasa la tasa máxima permitida de erosión según SAGARPA; 10/ton/año), y de no aplicarse medidas de mitigación, por año que se realicen las actividades de construcción, podrían erosionarse **1.4140 toneladas** de suelo en toda el área sujeta al CUSTF. No obstante, una vez establecido el proyecto, la tasa de erosión volverá a disminuir a **0.0544 Ton/ha/año**, debido a que la capa de tejido urbano evitará la exposición del suelo.

Para protección de tierras frágiles durante el despalme, se eligieron métodos recomendados en el Manual de Obras y Prácticas: Protección, restauración y conservación de suelos forestales 2007 de CONAFOR (Comisión Nacional Forestal) y SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales); la aplicación de estos métodos podría implementarse para la protección del suelo durante las actividades de desmonte y despalme del proyecto, se propone construir obras de retención de suelos, con la finalidad de mitigar el posible impacto generado al componente edafológico.

Las obras de retención de suelos que se proponen son principalmente acordonamiento de troncos y ramas derivados del desmonte del sitio del proyecto, también estas estructuras se pueden elaborar con costales o barreras de piedra (Cardoza-Vázquez *et al.* 2007) y deben permanecer durante todo el tiempo de vida del proyecto. Estas obras, se realizan con la finalidad de retener el suelo, disminuir la velocidad del agua, retener la humedad y favorecer el desarrollo de vegetación natural.

La práctica seleccionada en la medida de control de erosión depende del uso futuro que se le dé al terreno. Las obras de retención propuestas son las siguientes:

- **Terrazas de ramas:** en áreas que colinden con áreas verdes nativas, escurrimientos y áreas de cesión.
- **Terrazas de costales:** en áreas de lotes para construcción.
- **Barreras de piedra tipo jardinera:** En áreas límite de lotes para construcción se recomendarán a los propietarios de cada lote según las características del terreno.

Estas obras se describen puntualmente en el *capítulo IV*, en el apartado *IV.3.7.6 “protección de suelos”*.

VI.1.2.2 Calidad del agua

Teniendo en cuenta que la cobertura del área donde se realizará el CUSTF corresponde a Selva Baja Caducifolia, y al hecho de que actualmente no se generan residuos asociados con desarrollo urbano, puede concluirse que actualmente, **el área del proyecto presenta una calidad del agua favorable**. Sin embargo, ésta podría verse modificada como consecuencia de un mal manejo de

residuos sólidos, cambios en la cobertura vegetal, descarga de aguas negras u otros contaminantes, entre otras actividades.

Tomando en cuenta las actividades que se llevarán a cabo en las distintas etapas del proyecto, se prevé que durante la etapa de construcción exista el riesgo de generación de residuos tóxicos que puedan infiltrarse alterando la calidad del agua. Es por ello que se aplicarán medidas de prevención y mitigación respecto al manejo del equipo utilizado, evitando de esta manera que se pueda ocasionar un derrame de residuos tóxicos, estas medidas se describen en el capítulo VII del presente Documento Técnico Unificado.

VI.1.2.3 Captación del agua

Para demostrar que no se alterará la captación del agua, se calculó el potencial de infiltración en el sistema ambiental, así como en el área propuesta para Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

Para estimar la capacidad de infiltración de agua de la zona de estudio, fue necesario determinar el balance climático (determinado por la precipitación y la evapotranspiración real en la zona de estudio), así como el coeficiente de infiltración (determinado por la permeabilidad del suelo, el coeficiente de pendiente y la evapotranspiración asociada a la cobertura de suelo) en la zona de estudio. Con estos valores se determinó la recarga neta, que para el área propuesta para el CUSTF es de 98.0734 m³/año. También se calculó la recarga neta una vez se encuentre establecido el proyecto, la cual será de 70.05 m³/año, lo que resultaría en un déficit de infiltración de 28.0234 m³/año, que representa el **28% de la infiltración actual del área que estaría sujeta al CUSTF**.

VI.2 Justificación Económica

El municipio de Santa María Tonameca es originalmente un pueblo dedicado a la agricultura, sin embargo, debido a que dentro del mismo existen algunas playas de interés turístico, esta última actividad se ha incrementado en los últimos años siendo también una buena fuente de ingresos de los habitantes del municipio.

Para la ejecución del proyecto “Villas Zipolite” el promovente contempla una inversión privada aproximada de **\$13,000,000.00** pesos. El proyecto se estima se ejecutará en un periodo de 18 meses, durante los cuales se hará la adquisición de materiales y servicios, (maquinaria, equipos, materiales, pago de derechos, impuestos, permisos, personal etc.), beneficiando al comercio local y estatal, generando empleos, e incrementando la plusvalía en el área del proyecto.

Se hará uso de mano de obra calificada y no calificada, lo cual generará aproximadamente 15 empleos en el transcurso de las etapas de preparación y construcción, mismos que consumirán los insumos necesarios en las localidades aledañas generando beneficios económicos a nivel local.

El municipio de Santa María Tonameca se ubica dentro de la región Costa Pacífica de México, los principales sitios turísticos son; playa Mazunte, San Agustínillo, Ventanilla, Aragón, Agua Blanca y Tilzapote, se encuentra también el Centro Mexicano de la Tortuga, otro sitio cercano al sitio del proyecto es la playa Zipolite (perteneciente al municipio de San Pedro Pochutla), estas playas mencionadas anteriormente forman parte de un corredor que va desde la playa Ventanillas hasta Puerto Ángel, las cuales cuentan con innumerables atractivos para los visitantes y turistas, entre los cuales destacan diferentes actividades culturales, gastronómicas y ecoturismo.

Debido a esta exposición con los turistas nacionales e internacionales, el desarrollo inmobiliario en la localidad se ha incrementado, lo cual genera un incremento en el valor de la tierra y en general en la economía local.

Derrama económica por parte del proyecto

El municipio de Santa María Tonameca presenta un desarrollo económico basado principalmente en la agricultura, seguido del turismo, principalmente en las zonas de playa.

El gasto que realiza el turista en territorio nacional representa una inyección inicial en la economía, traducido en ingresos percibidos por los factores de producción del sector turístico, lo que a su vez origina efectos indirectos en la economía. Lo anterior principalmente se da debido a que una parte de esos ingresos son utilizados en la compra de bienes y servicios para el funcionamiento de la propia industria. Esos pagos realizados a la compra de bienes y servicios, originan a su vez efectos inducidos, debido a que quienes reciben estos ingresos, los emplean también en el pago de productos y servicios, así de manera sucesiva (Chávez, 2008). A través de la exposición con el turista extranjero y nacional, la inversión para el desarrollo inmobiliario en la zona tiene una tendencia que continúa en ascenso.

El proyecto de villas consiste en una inversión privada enfocada en brindar descanso a los visitantes del sitio, con áreas recreativas y todos los servicios básicos, dentro de una comunidad costera rodeada de atractivos naturales, busca estar en armonía entre el desarrollo urbano planificado y el medio natural costero. Se presenta a continuación, el análisis de los costos que representarán los componentes de operación del desarrollo, así como el mantenimiento a los diversos elementos que lo componen. Se estima que se realizará una inversión de \$13,000,000.00 pesos para el emplazamiento de la obra.

En el capítulo II se presentaron los costos estimados de los recursos biológico forestales correspondientes a la vegetación y la fauna, junto con los valores del suelo y los servicios ambientales, todos ellos sumaron un valor aproximado **de \$961, 178 MXN**, derivado de los bienes y servicios tanto de uso directo como indirecto de los recursos biológicos forestales presentes en el área del proyecto.

Tabla VI. 8 Estimación económica total de los recursos biológico forestales del área propuesta para Cambio de Uso de Suelo

Recursos	Valor estimado (\$ pesos)
Vegetación	\$123, 167.37
Fauna	\$541, 858.44
Microorganismos (suelo)	\$295, 776.99
Servicios ambientales	\$375.2
Total general	\$961,178.00

Una vez realizados los cálculos correspondientes, es importante mencionar que la inversión que se realizará en la construcción y operación del proyecto sometido a evaluación será mayor al costo estimado de los servicios ambientales que presenta el predio, que equivale a un 7% de la derrama económica que producirá el proyecto una vez emplazado y en operación, lo anterior debido a la superficie que será sometida a CUSTF que corresponde a 5,189.07m². Por lo que se concluye que el emplazamiento del proyecto representa una derrama económica importante que generará recursos económicos en la región, por medio de la adquisición de insumos, servicios y contratación de personal.

Tabla VI. 9 Comparación entre los costos sin proyecto y con proyecto

Costos de los recursos biológico forestales (sin proyecto)	Costos de inversión y derrama económica de la operación del proyecto
\$961,178.00	\$13,000,000.00

VI.3 Justificación social

El municipio de Santa María Tonameca para el 2010 contó con un total de 24,318 habitantes, de ellos 12,318 son mujeres (50.65%) y 12,000 hombres (49.34%).

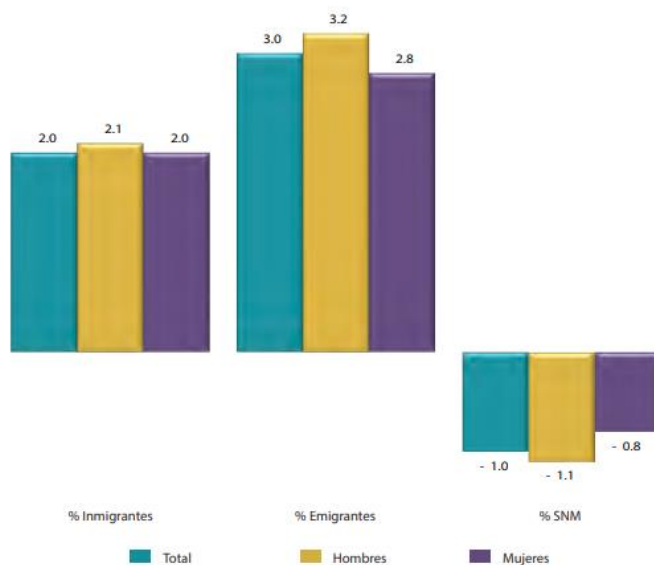
El crecimiento de población presenta un aumento constante en la presión sobre los recursos naturales, sin llegar a ser aún un factor crítico, pero que en 25 años pasó de 18 habitantes por kilómetro cuadrado a 39 en 2005.

Por otro lado, resulta vital el análisis migratorio de esta zona debido a que, la estimación de los flujos migratorios resulta de gran importancia para ajustar los procedimientos de proyección

demográfica en el ámbito local y municipal. Así mismo, a este nivel la migración neta es muy sensible a la influencia de factores económicos y sociales. No existe información confiable y de amplia cobertura geográfica y temporal, que nos permita hacer estimaciones directas de la emigración e inmigración en el ámbito local y municipal. En los censos, la migración es captada sólo a nivel interestatal e internacional. A la vez que las encuestas demográficas recientes, no ofrecen datos estadísticamente representativos a escalas municipales.

Los censos de población no ofrecen información sobre el origen y destino de la migración a nivel municipal, lo cual impide estimar de modo directo el número de inmigrantes y emigrantes. Los censos de población, en concreto, sólo ofrecen información en el ámbito estatal.

Figura VI. 7 Porcentaje de población inmigrante, emigrante y saldo neto migratorio interno por sexo, Oaxaca



Fuente: INEGI, Encuesta Intercensal 2015.

En cuanto a factores socioeconómico se estima que la población económicamente activa del municipio es el 35.4% respecto de la población total de habitantes del municipio (INEGI, 2010). De ellos, el 74.7% son hombres y 25.3% son mujeres. La población ocupada equivale al 96% de la población total del municipio. Las principales actividades económicas que constituyen una fuente de ingreso son la agricultura, la ganadería, la pesca, el turismo y el comercio.

Figura VI. 8 Población de 12 años o más Económicamente activa en Santa María Tonameca



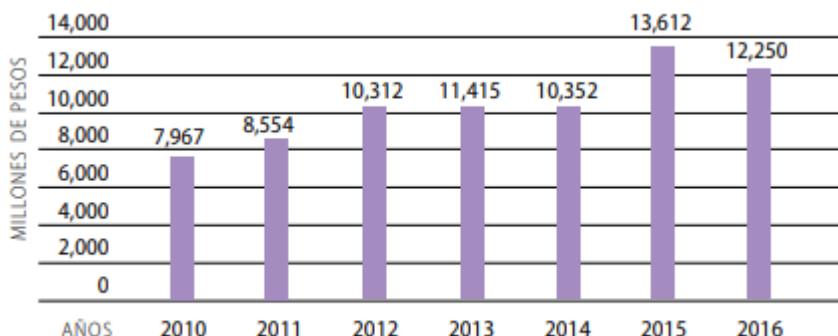
El sector Primario es en el que más se ocupan los habitantes del municipio de Santa María Tonameca, para el año 2000 abarcaba menos del 60%, seguido del sector terciario, donde el turismo y el comercio son las actividades de mayor importancia.

Turismo

A lo largo de las últimas décadas, el turismo se ha afirmado como una de las mejores alternativas para el desarrollo económico y social de Oaxaca, esto como resultado de la gran riqueza de atractivos y recursos naturales, étnicos y culturales de la entidad (Plan Estratégico Sectorial Turismo, Oaxaca, 2016-2022).

Uno de los indicadores más importantes es la derrama económica que se deriva de la actividad turística, dimensionada a partir de la suma del gasto promedio diario de los turistas, que al cierre del año 2016 ascendía a \$1,479 pesos, y que ese mismo año reportó un monto conjunto superior a 12 mil millones de pesos, con una Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) de 7.43% en el periodo 2010-2016 (Plan Estratégico Sectorial Turismo, Oaxaca, 2016-2022).

Figura VI. 9 Derrama económica en Oaxaca derivada de la actividad turística 2010-2016 (MDP)

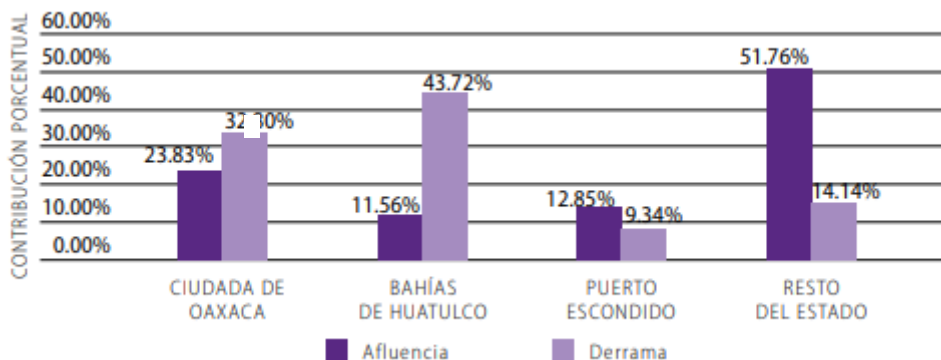


Fuente: Sistema de Información Turística Estatal. Secretaría de Turismo de Oaxaca

En el año 2016, el principal destino captador de divisas fue Bahías de Huatulco, que por sí solo, y con apenas 11.56% de la afluencia turística estatal, contribuyó con 43.72% del total de la derrama económica que en materia turística generó el estado. A este destino le sigue la ciudad de Oaxaca, que contribuyó con 32.80%, y Puerto Escondido, con 9.34%. El resto de la derrama provino de otros destinos como Juquila, los cinco Pueblos Mágicos —Capulálpam de Méndez, San Pedro y San Pablo Teposcolula, El Mazunte, San Pablo Villa de Mitla y Huautla de Jiménez—, así como el Istmo de Tehuantepec y el resto del estado, incluyéndose en este último porcentaje los pueblos con proyectos de turismo de naturaleza.

En la siguiente figura, el sitio del proyecto corresponde a la categoría “Resto del Estado”.

Figura VI. 10 Contribución porcentual de los principales destinos turísticos a la afluencia turística y derrama económica de Oaxaca.



Fuente: Sistema de Información Turística Estatal. Secretaría de Turismo de Oaxaca



Como se dijo en secciones anteriores, el potencial turístico de Sta. María Tonameca es amplio, cuenta con centros turísticos como las playas de Mazunte, San Agustín, Ventanilla, Aragón, Agua Blanca y Tilzapote; Estas playas se encuentran al sur de la Cabecera Municipal, cuentan con servicio de transporte, hospedaje y restaurante, entre las actividades que se pueden desarrollar se encuentra la pesca, sobre todo en el caudaloso río de Cozoaltepec. Están las lagunas del Palmar, Tilapa, Salinas, Barrita, Barra de Cozoaltepec, El tule; los centros recreativos como el Iguanario, Mariposario y el Centro Mexicano de la Tortuga (Resumen Ejecutivo del Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Santa María Tonameca, Oaxaca, 2011).

Basado en lo dicho anteriormente, se observa la congruencia que guarda el proyecto con el desarrollo socioeconómico de la zona, la generación de empleos relacionado al proyecto se encontrará acorde a la situación actual de la sociedad del municipio. Asimismo, se observa el gran crecimiento que ha tenido el estado de Oaxaca en relación al turismo, con ello se espera que el proyecto puntualmente satisfaga la necesidad de los usuarios. A su vez, el proyecto concuerda con el Plan de Ordenamiento Territorial Local y va de acuerdo con el potencial turístico de la zona.



Referencias

- **SECTUR.** 2017. Indicadores de la Actividad Turística. Oaxaca.
- **SAGARPA.** Plan Municipal de Desarrollo Rural Sustentable 2008-2010. Santa María Tonameca, Oaxaca.
- **INEGI.** Principales resultados de la Encuesta Intercensal 2015. Oaxaca
- **INEGI.** 2015. Panorama sociodemográfico de Oaxaca.
- **SEMARNAT.** 2011. Resumen Ejecutivo del Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Santa María Tonameca, Oaxaca.
- **SEDESOL.** 2010. Informe Anual sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social. Santa María Tonameca, Oaxaca. CONEVAL
- **Gobierno del Estado de Oaxaca.** Plan Estratégico Sectorial “Turismo”2016-2022.



VII. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	2
VII.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN.	3
VII.1.1 Medida 1. Gerencia Ambiental.....	4
VII.1.2 Medida 2. Plática de Concientización Ambiental	5
VII.1.3 Medida 3. Manejo de Residuos	7
VII.1.4 Medida 4. Instalación de Sanitarios Portátiles	12
VII.1.5 Medida 5. Monitoreo, Rescate y Reubicación de Fauna	13
VII.1.6 Medida 6. Mantenimiento de Áreas Verdes con Vegetación Nativa	14
VII.1.7 Medida 7. Delimitación de Áreas para el Acceso de Maquinaria, Equipo y Material	15
VII.1.8 Medida 8. Uso de Equipo de Protección Personal	15
VII.1.9 Medida 9. Mantenimiento de Vehículos y Maquinaria.....	17
VII.1.10 Medida 10. Señalización sobre el Cuidado del Ambiente	18
VII.1.11 Medida 11. Conservación de Suelos y Zanjas de Infiltración	20
VII.2 IMPACTOS RESIDUALES	20
VII.3 ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO	21
VII.4.1 Medidas de restauración	27

VII. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Las medidas de protección ambiental, constituyen un conjunto de acciones enfocadas a la prevención, control, atenuación, restauración o compensación dirigidos a los resultados de los impactos ambientales negativos que se espera se generen durante el desarrollo de un proyecto, asegurando así el uso sostenible de los recursos naturales al ambiente y la protección del medio natural circundante. Según Fernández-Vitoria (1993) todo proyecto, obra o actividad ocasionará, sobre el entorno en el que se ubique, una perturbación; por lo que se pudiera definir como impacto ambiental a toda acción o actividad que produce una alteración en el medio o en alguno de los componentes del medio.

En este capítulo se presentan las medidas de prevención, mitigación y compensación consideradas a partir de la evaluación de los impactos ambientales potenciales, evaluadas en el **capítulo V**, que se generarán sobre los recursos naturales a consecuencia del desarrollo del proyecto “Villas Zipolite” en el municipio de Santa María Tonameca, Oaxaca.

Implementar medidas de protección ambiental es importante ya que estas constituyen acciones que permitirán disminuir los impactos negativos que pudieran generarse por la implementación del proyecto. Las medidas de protección ambiental propuestas se clasifican como Preventivas, de Mitigación y de Compensación, las cuales se describen a continuación:

- **Medidas Preventivas.** Como su nombre lo indica, se aplican antes de la implementación de la actividad que causará impacto y están encargadas de proteger el entorno y los diferentes elementos del ambiente, evitando que los impactos puedan afectarles y actúan fundamentalmente sobre la obra y sus partes, es decir, protegiendo los ecosistemas valiosos con la realización de cambios en la tecnología de aprovechamiento, en las dimensiones, en la calendarización de las actividades y en el diseño mediante la zonificación de áreas para la protección y su conservación dentro del área que será modificada.
- **Medidas de Mitigación.** Corrigen o mitigan los efectos generados por las actividades del proyecto una vez que se produjo el impacto sobre los elementos ambientales, siendo su implementación después que ha ocurrido la acción.

- **Medidas de Compensación.** Son las actividades que corrigen las acciones del proyecto para alcanzar una mejor integración ambiental, modificando los procesos e integrando elementos no previstos inicialmente.

VII.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN.

A partir del análisis del proyecto y la estimación de los alcances y limitaciones del mismo, se propusieron un total de 11 medidas de Prevención, Mitigación y Compensación, mismas que se enlistan en la siguiente tabla y se describen a continuación.

Tabla VII. 1 Medidas propuestas para minimizar los impactos ambientales

Núm.	Medida	Etapas	Tipo de medida	Componente ambiental a proteger
1	Gerencia Ambiental	Preparación y Construcción	Prevención, Mitigación y Compensación	Todos
2	Plática de Concientización Ambiental	Preparación y Construcción	Prevención	Todos
3	Manejo de Residuos	Preparación, Construcción y Operación	Prevención y Compensación	Todos
4	Instalación de Sanitarios Portátiles	Preparación y Construcción	Prevención	Edafología e Hidrología
5	Monitoreo, Rescate y Reubicación de Fauna	Preparación y Construcción	Prevención	Fauna
6	Mantenimiento de Áreas Verdes Nativas	Preparación	Prevención	Flora, Fauna, Suelo e Hidrología
7	Delimitación de Áreas para el Acceso de Maquinaria, Equipo y Material	Preparación y Construcción	Prevención	Edafología, Flora y Fauna
8	Uso de Equipo de Protección Personal	Preparación y Construcción	Prevención	Seguridad Laboral
9	Mantenimiento de Vehículos y Maquinaria	Preparación y Construcción	Prevención y Mitigación	Aire, Edafología e Hidrología
10	Señalización sobre el Cuidado del Ambiente	Preparación, Construcción y Operación	Prevención y Mitigación	Todos
11	Conservación de suelos y zanjas de infiltración	Preparación, Construcción y Operación	Prevención, Mitigación y Compensación	Edafología e Hidrología



VII.1.1 Medida 1. Gerencia Ambiental

Tipo de medida: Prevención, Mitigación y Compensación

Duración: El gerente ambiental deberá localizarse durante todo el proceso de preparación y construcción, por lo anterior acorde al cronograma de trabajo establecido (Capítulo II) su contratación será de 18 meses.

Etapas donde se llevará a cabo: Preparación y Construcción

Componente ambiental a proteger: Todos

Impacto ambiental a prevenir: Afectaciones a la flora, Mortandad de fauna, Contaminación del suelo, Contaminación de cuerpos de agua, Pérdida de la calidad del aire.

Características de la medida: Esta medida consiste en contratar a un “Gerente Ambiental”. La persona a contratar deberá tener una amplia experiencia en materia ambiental y en manejo de vida silvestre, y deberá ser contratada antes de que inicie la etapa de Preparación y hasta que concluya la etapa de Construcción.

El Gerente Ambiental estará a cargo de supervisar y organizar todo lo relacionado con los aspectos ambientales del proyecto; promoverá asegurar el cumplimiento de todas las medidas de Prevención, Mitigación y Compensación establecidas en este Documento Técnico Unificado y sus respectivos anexos. Un punto clave para lograr los alcances establecidos es la elección de la persona encargada de estas tareas, por lo que esta deberá contar con conocimientos comprobables en biología, ecología, manejo de recursos naturales y gestión ambiental. La meta de esta medida es que se respeten y apliquen de manera efectiva el resto de las aquí establecidas.

El Gerente Ambiental deberá llenar una bitácora donde se incluya toda la información sobre el cumplimiento de las distintas medidas y acciones a su cargo.



Tabla VII. 2 Ejemplo de formato de evaluación de cumplimiento de las medidas propuestas

	BITÁCORA DE REPORTE DEL MES 1			
	MEDIDA	APLICACIÓN	FECHA	COMENTARIOS
Prevención	Plática Ambiental	Si	Día/ Mes/ Año	Se dio la plática ambiental a los trabajadores y se repasaron todos los reglamentos y generalidades.
	Monitoreo de Fauna	Si	Día/ Mes/ Año	Se colocaron cinco fototrampas en las coordenadas (X, Y).
Mitigación	Separación de Residuos y limpieza del sitio	Si	Día/ Mes/ Año	Se ha llevado a cabo la separación de basura generada por los trabajadores y se mantienen limpias las distintas áreas.
	Colocación de señalización	Si	Día/ Mes/ Año	Se ha colocado el 20% de la señalización que se plantea poner en el predio.

VII.1.2 Medida 2. Plática de Concientización Ambiental

Tipo de medida: Prevención

Duración: El gerente ambiental deberá localizarse durante todo el proceso de preparación y construcción, por lo anterior acorde al cronograma de trabajo establecido (Capítulo II) la aplicación de esta medida será de manera intermitente durante los 18 meses.

Etapas donde se llevará a cabo: Preparación y Construcción

Componente ambiental a proteger: Todos

Impacto ambiental a prevenir: Afectaciones a la flora, Mortandad de fauna, Contaminación del suelo y Contaminación del agua.

Características de la medida: Previo al comienzo de las actividades, el Gerente Ambiental dará una plática a todo el personal que trabajará en el sitio. Entre los puntos que se tocarán en la charla están los siguientes:

- La importancia de la flora y la fauna de la Región especificando que queda prohibida la captura, caza y/o aprovechamiento o extracción de cualquier especie silvestre ya sea de

flora o de fauna. Para fortalecer este punto se revisarán los fundamentos legales establecidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley General de Vida Silvestre, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, así como las consecuencias del incumplimiento de estos, en un lenguaje claro y didáctico para la comprensión adecuada por parte del personal involucrado. Además, se dará a conocer la fauna local por medio de fotografías y sobre todo las especies que tengan más probabilidad de ser observadas en el sitio.

- Se mencionará que toda persona que encuentre, dentro del área de trabajo un animal silvestre, deberá notificarlo al Gerente Ambiental o al residente de obra para asegurar que este no corra riesgo en las zonas de paso de los usuarios y trabajadores y en caso de que así sea, transportarlo a una zona segura, sobre todo si se trata de especies de baja movilidad y de aquellas que se encuentren en lugares de trabajo y que por ello se amenace su bienestar.
- Se despejarán mitos sobre la peligrosidad de las especies como serpientes, tarántulas, etc.
- Se especificará que está prohibido hacer fogatas (salvo autorización previa de la OPD) y la quema de cualquier tipo de material, y que, en caso de presentarse algún indicio de incendio, este deberá ser reportado inmediatamente al supervisor, coordinador ambiental o la persona que se encuentre a cargo en ese momento.
- Se dejará claro al personal que no podrá desplazarse a otras áreas que no sean las de trabajo.
- Se dará una introducción del manejo que deberán tener los diferentes residuos. En este punto se hará énfasis en la forma en que se deberán disponer o almacenar cada uno de los residuos generados hasta su recolección o transporte.
- Especificar que se deberá mantener el área limpia y ordenada
- Establecer que está prohibido orinar o defecar en otras áreas que no sean los sanitarios fijos

Esta plática deberá darse a todo el personal que participe que vaya a laborar en el sitio del proyecto, si la contratación del personal se hace de manera paulatina, la plática se dará cada vez que ingrese personal nuevo. Al finalizar la plática, el Gerente Ambiental entregará un documento didáctico e ilustrativo sobre los temas tratados, así como el reglamento donde se señale lo que se permite y no se permite hacer dentro del sitio del proyecto. Se espera que la plática tenga alta repercusión sobre



los trabajadores, de acuerdo con el Libro Blanco de la Educación Ambiental (1999), ésta puede lograr:

- Favorecer el conocimiento de los problemas ambientales, tanto locales como globales, lo que puede tener un impacto en la forma en la que las personas interactúan con el medio ambiente.
- Favorecer la adquisición de nuevos valores proambientales.
- Fomentar actitudes críticas y constructivas.
- Apoyar el desarrollo de una ética que promueva la protección del medio ambiente.
- Ser instrumento que favorezca modelos de conducta sustentable en todos los ámbitos de la vida.

Se espera que con esta medida se genere una conciencia ambiental en cada uno de los trabajadores, lo cual es ideal para un proyecto que se encuentra en armonía con el ambiente.

VII.1.3 Medida 3. Manejo de Residuos

Tipo de medida: Prevención y Compensación

Duración: La presente medida aplicara durante todo el tiempo de vida del proyecto, sin embargo, el nivel de aplicabilidad variara conforme este avance y las etapas cambien. Se estima que el manejo de RSU a partir de separación primaria, el manejo de RME y RP sean llevados a cabo durante todo el proceso de preparación y construcción (18 meses) y posterior, una vez que se inicie la etapa de operación continúe el manejo de RSU con separación secundaria, por todo el tiempo de vida del proyecto.

Etapas donde se llevará a cabo: Preparación, Construcción y Operación

Componente ambiental a proteger: Todos

Impacto ambiental a prevenir: Contaminación del suelo, Contaminación de cuerpos de agua, Pérdida de calidad paisajística, Afectación de fauna por ingestión de RSU, Afectación a la calidad del aire.



Características de la medida: Durante la realización de este proyecto se generarán diferentes tipos de residuos, los cuales se describen a continuación según la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos:

Residuos Sólidos Urbanos: los generados en casas habitación que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías públicas.

Para este proyecto, los Residuos Sólidos Urbanos generados durante la etapa de preparación y construcción tendrán una separación primaria y serán dispuestos en el vertedero autorizado más cercano, mientras que para la etapa de operación tendrá una separación secundaria. Todos los RSU serán colocados en distintos contenedores que serán rotulados para su correcta separación en; Orgánicos, Inorgánicos y Sanitarios (Inorgánicos no reciclables).

Para el correcto manejo de los RSU deberán seguirse los siguientes pasos:

1. Adquirir contenedores para la separación primaria de los residuos que se generarán.
2. Identificar puntos estratégicos para la localización de los contenedores, en congruencia con el cronograma de trabajo y, si fuera necesario, por etapas.
3. Acordar o firmar contratos de servicio con las autoridades o empresas privadas (autorizadas) para la recolección periódica de los residuos y su disposición final en sitios autorizados.
4. Capacitar al personal que laborará durante el transcurso de la obra (obreros, maquinistas, transportistas, oficinistas, material de limpieza y seguridad, etc.) para el correcto funcionamiento del sistema de separación de residuos.
5. Implementar calendarios de trabajo y rutas de recolección de los residuos para su traslado al centro de acopio temporal (este se define durante el transcurso de la obra, de acuerdo al tiempo en que tardan en llenarse los contenedores).

Figura VII. 1 Sistema de separación primaria de RSU



Figura VII. 2 Ejemplos de materiales correspondientes a cada grupo de residuos mediante separación primaria

Residuos Orgánicos	Residuos Inorgánicos	Residuos sanitarios
⇒ Restos de comida ⇒ Cáscaras de frutas, verduras y hortalizas ⇒ Cascarón de huevo ⇒ Pelo ⇒ Restos de café y té ⇒ Filtros de café y té ⇒ Pan ⇒ Tortillas ⇒ Bagazo de frutas ⇒ Productos lácteos ⇒ Servilletas ⇒ Residuos de jardín: pasto, ramas ⇒ Tierra, polvo ⇒ Ceniza y aserrín ⇒ Huesos y productos cárnicos	⇒ Papel ⇒ Periódico ⇒ Cartón ⇒ Plásticos ⇒ Vidrio ⇒ Metales ⇒ Textiles ⇒ Maderas procesadas ⇒ Envases de multicasas ⇒ Bolsas de frituras ⇒ Utensilios de cocina ⇒ Cerámica ⇒ Juguetes ⇒ Calzado ⇒ Cuero ⇒ Radiografías ⇒ CD's y cartuchos para impresora y copiadora	⇒ Papel sanitario ⇒ Pañales desechables ⇒ Toallas sanitarias ⇒ Material de curación ⇒ Pañuelos desechables ⇒ Rastrillos y cartuchos de rasurar ⇒ Preservativos ⇒ Excretas de animales ⇒ Colillas de cigarro ⇒ Fibras para aseo ⇒ Residuos peligrosos domésticos, entre ellos: Jeringas y agujas desechables, medicamentos caducos, entre otros

Para facilitar el correcto uso de los contenedores de basura se propone, de manera ilustrativa, la colocación de grabados con ejemplos de los residuos que se deben de colocar en cada uno de los contenedores además de que en la parte superior se les colocarán letreros donde se enlisten los residuos correspondientes.

Figura VII. 3 Color que deberán tener los contenedores según el tipo de residuo



Se recomienda que los contenedores de basura tengan en su interior bolsas plásticas para el fácil manejo de los residuos y contar con tapas, las cuales deben estar bien colocadas al finalizar la jornada de trabajo, esto con el fin de evitar atraer fauna nociva o silvestre.

Durante la etapa de operación, por disposición de la organización local de los vecinos de la localidad de Zipolite, se procurará una separación secundaria de los residuos sólidos urbanos.

Para que esta separación suceda deberá estar establecida en el reglamento de visitantes Villas Zipolite, con el fin de que los residuos sean valorizados y reincorporados a un proceso o tratamiento.

Tabla VII. 3 Descripción de los contenedores separación secundaria

Color y nombre del contenedor	Tipo de residuo que almacenará
Amarillo: Papel y cartón	Cartón, papel, periódico, libros, revistas y hojas.
Gris: Metales	Metales reciclables como latas de refresco, cerveza y comida. Estructuras metálicas, llaves, alambres, grapas, corcholatas.
Azul: Plásticos	Plásticos como envases para alimentos y bebidas
Verde: Orgánico	Residuos orgánicos tales como desechos de comida, frutas y sus cáscaras.
Naranja: Vidrio	Vidrio, envases vacíos de alimentos, refrescos, cervezas. Platos y cristalería.

Residuos de Manejo Especial: son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como Peligrosos o como Residuos Sólidos Urbanos, o que son producidos por grandes generadores de RSU. Para el presente proyecto, estos residuos están compuestos principalmente por los restos de material de construcción; escombros, madera, PVC, etc., estos deberán ser almacenados temporalmente en sitios específicos del proyecto para posteriormente llevarse a un centro de acopio autorizado. Otro ejemplo de RME que se generará en el proyecto, es el material producto del desmonte y despalme, está conformado por troncos, ramas, estos de herbáceas, arbustos y material edáfico. Estos residuos serán almacenados temporalmente en montículos cubiertos con lona para evitar que se generen polvos y sólidos suspendidos en el aire, debe ser un sitio plano y alejado de escurrimientos. El material de despalme será reutilizado en actividades de conformación de áreas verdes o actividades de restauración de suelo o relleno.

Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, embalajes y suelos que hayan sido contaminados.

Se incluyen también estopas o trapos impregnados y con ellos. Ejemplos de estos son grasas, aceites, solventes, pinturas, combustibles, etc.

El presente proyecto no generará una gran cantidad de Residuos Peligrosos, estos únicamente estarán compuestos por el aceite de la maquinaria, así como la pintura y otros materiales que se utilizarán en los acabados, por lo que la gestión de esos residuos se propone como sigue:

- Contratar a una empresa autorizada por la SEMARNAT para la recolección, transporte y disposición final de los RP, solicitar Manifiesto de entrega, transporte y recepción de los Residuos Peligrosos con el volumen recolectado, fecha, sello y firma.
- Construir un almacén temporal de residuos peligrosos, donde se podrán guardar por un periodo máximo de seis meses. Debe cumplir con
 - Área cerrada (paredes y techo) con plancha de concreto con pendiente y canaletas que transfieran derrames líquidos a un recipiente de contención, para evitar transferencia del residuo al suelo.

- Todos los contenedores con residuos almacenados deben estar etiquetados y tener tapa, para evitar incompatibilidad entre distintos productos.
- Colocar señalamientos
- Contar con materiales absorbentes por si existiesen derrames, como arena y absorbentes como *Sphagnum moss*.
- Sistema de seguridad en caso de accidentes como extintores, etc.

Figura VII. 4 Ejemplo de almacén temporal de Residuos Peligrosos con señalamientos de seguridad



VII.1.4 Medida 4. Instalación de Sanitarios Portátiles

Tipo de medida: Prevención

Duración: La colocación de los baños portátiles se deberá de llevar a cabo durante todo el proceso de preparación y construcción, por lo anterior acorde al cronograma de trabajo establecido (Capítulo II) la aplicación de esta medida será de manera ininterrumpida durante 18 meses.

Etapas donde se llevará a cabo: Preparación y Construcción

Componente ambiental a proteger: Edafología e Hidrología

Impacto ambiental a prevenir: Contaminación del suelo y Contaminación de cuerpos de agua por fecalismo al aire libre.

Características de la medida: Se colocarán sanitarios portátiles en las áreas de trabajo y, tomando en cuenta que el número de trabajadores sea de aproximadamente 15, se instalará un baño de trabajadores. Por higiene, se realizará limpieza periódica al sanitario portátil, esta se realizará al menos una vez por semana por una empresa contratada que cuente con los permisos requeridos por la legislación vigente, también, aproximadamente dos veces al mes se llevará los desechos en una camioneta con cisterna.

Figura VII. 5 Ejemplo de sanitario portátil



VII.1.5 Medida 5. Monitoreo, Rescate y Reubicación de Fauna

Tipo de medida: Prevención

Duración: El rescate exhaustivo y la búsqueda intensiva de individuos de baja movilidad se llevará a cabo durante la etapa de preparación (8 meses), sin embargo, esta medida continuará operando durante la etapa de construcción (10 meses) disminuyendo los recorridos o la búsqueda.

Etapas donde se llevará a cabo: Preparación y Construcción

Componente ambiental a proteger: Fauna



Impacto ambiental a prevenir: Evitar la afectación de especies faunísticas de baja movilidad que puedan encontrarse en el sitio de trabajo.

Características de la medida: Para la aplicación de esta medida se enviará una cuadrilla de personal para buscar nidos, ahuyentar y recolectar a la fauna que pueda encontrarse dentro de las áreas dispuestas a CUS, para posteriormente liberarlas en sitios seguros dentro del Sistema Ambiental que cuenten con características similares a las de su anterior hábitat para que adaptarse sea más sencillo. Se hará énfasis en especies de baja movilidad como reptiles, pequeños mamíferos y anfibios, además se hará una revisión del arbolado con el fin de rescatar nidos que corran riesgo en el momento de despalme.

VII.1.6 Medida 6. Mantenimiento de Áreas Verdes con Vegetación Nativa

Tipo de medida: Compensación

Duración: La instalación de las áreas verdes está proyectada para el cuarto mes de la etapa de construcción, por lo que dicha medida iniciara su aplicación el mes 13 del proyecto y por ende durar 06 meses a cargo del equipo de construcción y durante el tiempo de vida del proyecto en la etapa de operación a cargo del promovente.

Etapas donde se llevará a cabo: Construcción y Operación

Componente ambiental a proteger: Edafología, Hidrología, Aire y Paisaje

Impacto ambiental a prevenir: Impactos mayores sobre la calidad del aire, Erosión del suelo y Disminución de la calidad del paisaje.

Características de la medida: Las áreas verdes deben estar formadas en su totalidad por vegetación nativa. El presente proyecto pretende mantener la vegetación natural existente en las áreas que se destinen a este fin, solamente se adecuará y se le dará mantenimiento. En caso de plantar árboles, estos únicamente serán especies nativas de la región o se mantendrán en confinamiento en las colindancias de la infraestructura como elementos de ornato.

VII.1.7 Medida 7. Delimitación de Áreas para el Acceso de Maquinaria, Equipo y Material

Tipo de medida: Prevención

Duración: La duración de esta medida será de 18 meses, comprendiendo la totalidad de las etapas de preparación y construcción.

Etapas donde se llevará a cabo: Preparación y Construcción

Componente ambiental a proteger: Edafología y Vegetación

Impacto ambiental a prevenir: Evitará la afectación a superficies de suelo que no sean requeridas para el CUS.

Características de la medida: El equipo de topógrafos deberá delimitar las áreas donde podrá ingresar el equipo y los sitios con vegetación que va a respetarse, esto con el objetivo de que las zonas con vegetación a respetarse sean bien conocidas por todo el personal de la obra, señaladas con cinta de colores llamativos no se ingrese material a esos sitios, ni se afecte la flora. Esta delimitación se hará con cinta de color llamativo y señalamientos.

Figura VII. 6 Cintas para delimitación de áreas



VII.1.8 Medida 8. Uso de Equipo de Protección Personal

Tipo de medida: Prevención

Duración: La duración de esta medida será de 18 meses, comprendiendo la totalidad de las etapas de preparación y construcción.

Etapas donde se llevará a cabo: Preparación y Construcción

Componente ambiental a proteger: Seguridad laboral

Impacto ambiental a prevenir: Accidentes de trabajo durante el movimiento de tierras o la construcción.

Características de la medida: Los trabajadores de la obra están obligados a contar con su equipo de protección y usarlo durante toda la jornada de trabajo. El equipo a utilizar debe componerse principalmente de lo siguiente:

- Calzado protector
- Casco de seguridad
- Prendas exteriores de colores muy visibles
- Guantes
- Protectores de oídos

Figura VII. 7 Equipo de protección personal



VII.1.9 Medida 9. Mantenimiento de Vehículos y Maquinaria

Tipo de medida: Prevención y Mitigación

Duración: La duración de esta medida será de 18 meses, comprendiendo la totalidad de las etapas de preparación y construcción.

Etapas donde se llevará a cabo: Preparación y Construcción

Componente ambiental a proteger: Aire, Suelo e Hidrología

Impacto Ambiental a prevenir: Afectaciones a la calidad del Aire, Contaminación de cuerpos de agua y suelo por derrames.

Características de la medida: Con esta medida se pretende disminuir el ruido y el humo generados por los camiones de carga que se encargaran del acarreo de materiales, además de prevenir un posible derrame de combustible en el sitio del proyecto.

Para llevar a cabo esta medida se propone lo siguiente:

- Verificación vehicular: Toda la maquinaria que se utilice en el predio deberá estar en buenas condiciones y contar con la verificación vehicular en curso.
- Mantenimiento preventivo: Antes de iniciar con la etapa de preparación y construcción de la obra, debe verificarse si el equipo, la maquinaria y los vehículos verificarse se encuentran en condiciones óptimas para trabajar, así mismo, cada 200 h de labor, deberán recibir mantenimiento preventivo.
- Cumplimiento con la normatividad: Todos los vehículos deberán cumplir con lo establecido en las NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-044-SEMARNAT-1993, NOM-045-SEMARNAT-2006 Y NOM-050-SEMARNAT-1993, las cuales establecen los límites permisibles de contaminantes a la atmósfera procedentes de vehículos automotores. Deben atender también lo establecido por la NOM-080-SEMARNAT-1994 en relación a los límites permisibles de emisión de ruido de los vehículos automotores.
- Filtros en escapes: Será obligatorio el uso de filtros para los escapes de las maquinarias

- Uso de silenciadores: Toda la maquinaria deberá usar silenciadores. Estos funcionan a través de una cámara expansora que baja la velocidad y transforma el gas en un soplido leve, lo cual reduce el ruido que genera normalmente.

Figura VII. 8 Ejemplo de silenciadores



VII.1.10 Medida 10. Señalización sobre el Cuidado del Ambiente

Tipo de medida: Prevención y Mitigación

Duración: La duración de esta medida será de 18 meses, comprendiendo la totalidad de las etapas de preparación y construcción. Se adicionarán letreros especiales para su permanencia durante la etapa de operación por lo que la duración de esta medida será indefinida.

Etapas donde se llevará a cabo: Preparación, Construcción y Operación

Componente ambiental a proteger: Todos

Impacto ambiental a prevenir: Afectaciones a la fauna, flora, suelo, agua y aire por parte de los trabajadores y visitantes.

Características de la medida: Se instalarán señalamientos sobre el cuidado de los diferentes componentes ambientales que podrían verse afectados a causa de ciertas acciones por parte de

trabajadores y usuarios. Estos deben ser colocados en los sitios más concurridos y deben ser colocados de manera que todos puedan verlos.

Los principales temas serán:

- El cuidado de la flora y la fauna
- La correcta disposición de los residuos
- El cuidado de cuerpos de agua
- El uso del equipo de protección personal

Estos señalamientos servirán para recordarles a trabajadores sus responsabilidades con el ambiente y, como se conservarán incluso durante la etapa de operación del proyecto, también servirá para que los usuarios tomen conciencia.

Figura VII. 9 Ejemplo de señalética



VII.1.11 Medida 11. Conservación de Suelos y Zanjas de Infiltración

Tipo de medida: Prevención, Mitigación y Compensación

Duración: La duración de esta medida será de 18 meses, comprendiendo la totalidad de las etapas de preparación y construcción.

Eta **p** **a** **d** **o** **n** **d** **e** **s** **e** **l** **l** **e** **v** **a** **r** **á** **a** **c** **a** **b** **o**: Preparación, Construcción y Operación

Componente ambiental a proteger: Edafología e Hidrología

Impacto ambiental a prevenir: Erosión del suelo y Pérdida de capacidad de infiltración en el predio.

Características de la medida: Durante las actividades de desmonte y despalme, se aplicarán barreras de contención en sitios con mayor pendiente. Se pretende también que las áreas verdes conserven la vegetación nativa existente.

Con la finalidad de mitigar el impacto generado por la posible pérdida de recarga neta anual, se propone la implementación de zanjas de infiltración, las cuales contribuirán en que se sigan produciendo las recargas y **se mantenga la capacidad de infiltración en el predio**. Para los cálculos de infiltración, así como de los metros lineales de zanja necesarios, se utilizaron variables como la precipitación media anual, la textura del suelo, las unidades Geohidrológicas, la superficie del predio, la pendiente, entre otras. **Serán necesarios 0.7948 metros lineales de zanjas** para promover la infiltración del volumen obtenido del déficit de infiltración por el desarrollo del proyecto.

VII.2 IMPACTOS RESIDUALES

Un impacto residual es aquel cuyo efecto permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación.

De acuerdo a los impactos identificados y evaluados en el capítulo del presente Documento Técnico Unificado, se cree que existirán algunos impactos residuales, producto de la implementación del proyecto “Villas Zipolite”, estos impactos se describen a continuación:

Disminución de la naturalidad del paisaje: La pérdida de naturalidad del paisaje se considera siempre un impacto residual, debido a que cualquier sitio donde se implemente infraestructura, no

regresará a su estado original, el efecto de este impacto se puede disminuir conservando áreas verdes nativas o implementando áreas verdes donde se utilice solamente vegetación nativa.

VII.3 ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

Restauración se refiere a reparar, arreglar o traer de nuevo a su estado primitivo alguna cosa que se encuentra deteriorada, devolviéndole su forma o estado originales (INECC,2014). En particular, la restauración ecológica se refiere al proceso de recuperar integralmente un ecosistema que se encuentra parcial o totalmente degradado, en cuanto a su estructura vegetal, composición de especies, funcionalidad y autosuficiencia, hasta llevarlo a condiciones semejantes a las presentadas originalmente.

Es inevitable que los proyectos de urbanización generen impactos negativos al ambiente. Está comprobado que los Cambios de Uso de Suelo de Terrenos Forestales a Urbanos ocasionan cambios en la estructura del suelo y la continuidad de la vegetación que, por consiguiente, genera cambios en la composición faunística y disminución en la calidad paisajística; siendo estos más severos cuando los ecosistemas están bien conservados (Lewis *et al.* 2009).

En este apartado se llevará a cabo una estimación monetaria del costo que tendrán las actividades propuestas para la restauración y las distintas medidas de mitigación que de alguna forma impacten en las áreas para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

Tabla VII. 4 Niveles de alteración de un ecosistema

Nivel	Definición
I	Es denominada fase incipiente. La presión sobre los recursos del ecosistema es de baja magnitud, lo que significa que el ecosistema puede por sí solo recuperar las condiciones de estabilidad entre sus componentes.
II	Es cuando el sitio se encuentra desequilibrado de manera significativa, pero aún existen elementos del ecosistema inicial que se pueden tomar de referencia para intuir cuáles fueron los componentes iniciales del sistema.

III

Es el menos deseable y el más destructivo, puesto que áreas que estuvieron cubiertas con vegetación primaria, en un periodo muy corto han perdido sus elementos y su estabilidad. El ecosistema difícilmente recuperará las condiciones propias del lugar, por lo que con la restauración ecológica difícilmente se restablecerá por completo el equilibrio entre sus componentes.

De acuerdo al análisis de los componentes del ecosistema realizado en capítulos anteriores, así como considerando los impactos que podrían generarse por el desarrollo del proyecto se identifica que el nivel de alteración es II (**Tabla VII.4**); ya que la presión sobre los recursos del ecosistema es de baja magnitud, pero si se alterarán las condiciones naturales del sitio.

El éxito en los trabajos de restauración realmente depende de varios factores; por un lado, el grado de compromiso que se establezca entre los actores involucrados en llevar a cabo los trabajos de restauración, y por otro, del grado de modificación que sufrieron las características intrínsecas del propio ecosistema (como su elasticidad, resistencia, fragilidad, la composición de especies, la estructura y funcionalidad, etc. (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático).

Para la estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestal, se presenta una estimación de lo que costaría llevar al ecosistema a una condición similar a la presente (antes del proyecto), considerando que las especies presentes en el sitio cumplirán con sus funciones ambientales en el ecosistema en un periodo de 10 años.

Suelo

Los suelos constituyen uno de los recursos naturales que se caracterizan por su gran heterogeneidad en el territorio, lo que les posibilita cumplir con una diversidad de funciones vitales para el sostenimiento de los ecosistemas y de la vida humana. El suelo es reconocido como sostén y sustento de cultivos y bosques, como medio que posibilita el filtrado del agua y su recarga, como soporte de la biodiversidad y en general, como patrimonio nacional. Sin embargo, el suelo, como componente del ecosistema, se encuentra afectado por todas las actividades productivas, realizadas tanto por actores individuales como por los distintos órdenes de gobierno, generando impactos negativos tanto para los usuarios particulares como para la sociedad en general, lo cual aumenta la complejidad de su estudio y de su gestión.

Es necesario saber cómo funciona un suelo sano para poder entender cómo trabajar como él. Harrison (2000) Hace una pequeña descripción sobre esto en donde asegura que **“el suelo es una mezcla de materias orgánicas e inorgánicas conteniendo una gran variedad de macroorganismos (por ejemplo, insectos) y microorganismos (como bacterias, algas, hongos). El suelo provee ancla y soporte para las plantas, las cuales extraen agua y nutrientes de él. Estos nutrientes son devueltos al suelo por la acción de los organismos del suelo sobre las plantas muertas o en vías de morir y la materia de origen animal”**.

Aunque es conocido que estos procesos son mucho más complejos, esta breve descripción puede servir de referencia para establecer las condiciones faltantes en el suelo que podría existir en este escenario. Es lógico pensar que la urbanización de los terrenos forestales afecte significativamente la porción orgánica del suelo, ya que terminará con la actividad de los micro y macroorganismos que podrían haber estado en la zona, rompiendo el ciclo de reciclaje de nutrientes, llevándolo a perder la fertilidad. En lo relacionado con la materia inorgánica, se espera que el suelo presente alteraciones físicas importantes como la pérdida de porosidad, de permeabilidad y en general todo lo relacionado con la compactación de suelos. Las alteraciones químicas se consideran mínimas, ya que las actividades del proyecto no prevén la modificación de estas.

Para poder restaurar este suelo, compactado y escaso en materia orgánica, se conocen algunas metodologías que podrían funcionar en el predio y que a continuación se describen:

➤ **Descompactación del Suelo**

La compactación del suelo se produce al reorientarse las partículas de arcilla disponiéndose sus caras planas de forma paralela unas con otras, en lugar de la ordenación aleatoria que tienen en condiciones naturales. La compactación también expulsa el aire y disminuye el volumen de poros. En condiciones de sequedad el material compactado es extremadamente denso y relativamente impenetrable. Aunque los procesos estacionales de humectación-dsecación tienden a descompactar el material, lo hacen de forma lenta.

Para poder descompactar el suelo, se propone la utilización de maquinaria pesada que remueva la tierra permitiendo la aireación y descompactación de la misma, ya que esto permitirá un mejor desarrollo y crecimiento de las raíces. La maquinaria que se propone es un tractor agrícola John

Deere con un equipo de labranza conformado por un arado de cinceles 610. Este equipo permite el rompimiento del suelo y el despedazamiento de por los menos 25 dm de suelo.

➤ **Regeneración de suelo**

Además de descompactar, hay que realizar una serie de labores para facilitar la implantación de la vegetación. Su objetivo es crear unas condiciones adecuadas para que las labores de implantación puedan realizarse correctamente y asegurar niveles óptimos de germinación y arraigo de la vegetación.

Con el fin de mejorar las propiedades edáficas se puede desarrollar alguna de las siguientes metodologías:

- Aplicación de enmiendas orgánicas para incrementar la fertilidad del suelo y mejorar sus propiedades físicas (regulación del ciclo de agua).
- Fertilización con productos químicos inorgánicos.
- Adición de productos acondicionadores, estabilizantes y absorbentes para mejorar la estructura del suelo y su capacidad de retención de agua.

Para el presente proyecto se recomienda la “Aplicación de enmiendas orgánicas para incrementar la fertilidad del suelo y mejorar sus propiedades físicas”

Enmiendas orgánicas

Estas se basan en incorporar materia orgánica al suelo con el fin de aumentar la capacidad de almacenamiento de agua, favorecer la infiltración y la percolación y suministrar nutrientes para que la vegetación que se coloque, así como para los microorganismos del suelo. Los tipos de materia orgánica que se pueden aplicar varían dependiendo de la disponibilidad e la zona; se propone el uso de residuos de cosecha y estiércol animal, ya que entre los dos proporcionan un incremento en la infiltración, aporte de micronutrientes, control de la erosión, aporte de carbono y en general una mejora en la estructura del suelo.

La aplicación de esta materia orgánica se llevará a cabo mediante el revolvimiento de la tierra y la materia, ya que la tasa de descomposición es mayor que si se dejará en la superficie. Esto se llevará a cabo manualmente con palas y picos.

Vegetación

Teniendo el suelo establecido y medianamente restaurado, el siguiente paso que se debe tomar para la restauración de una zona es el restablecimiento de la vegetación

8Caamal y Armendariz, 2002) proponen tres formas básicas para el restablecimiento de la vegetación en una zona degradada:

- Recuperarla: volver a cubrir de vegetación la tierra con especies apropiadas
- Rehabilitarla: Establecer una mezcla de especies nativas y exóticas para recuperar el área
- Restaurarla: Restableciendo en el lugar el conjunto original de plantas con aproximadamente la misma población que antes.

Como la finalidad de esta estimación es la restauración de la zona, es necesario indagar en los posibles mecanismos existentes para lograr esta meta. De acuerdo con Caamal y Armendariz (2002), los mecanismos existentes para lograr esta meta. De acuerdo con Caamal y Armendariz (2002), los mecanismos para lograr la restauración ecológica en materia vegetal de una zona son variados, sin embargo, creemos que los adecuados para este proyecto serían:

- Regeneración Natural
- Reforestaciones

Regeneración Natural

Todos los ecosistemas sufren perturbaciones naturales o antropogénicas, pero después de la perturbación, el ecosistema sufre un proceso de recuperación o regeneración vegetal.

En términos generales Finegan (1993) plantea un modelo de regeneración natural que se basa en tres etapas:

- 1) El sitio es colonizado por especies herbáceas y arbustivas pioneras, a menudo las especies heliófitas efímeras se establecen rápidamente durante esta fase.
- 2) Establecimiento de heliófitas durables, que forman comunidades poco diversas y por la sombra van eliminando a las especies de la primera fase.
- 3) Las heliófitas durables crecen rápidamente después de la desaparición de las efímeras, dominando el bosque secundario hasta la decadencia de sus poblaciones, lo que puede significar la entrada de especies primarias por medio de dispersión de semillas de algunos remanentes de vegetación primaria.

Por su naturaleza, esta regeneración natural es la que adquiere relevancia en los procesos de restauración de terrenos, sin embargo, el éxito depende del grado de degradación del sitio. Finegan (1993) plantea que mientras más largo es el periodo de afectación, menor será la riqueza florística y productividad del bosque.

A este respecto se plantea que la regeneración natural sobre suelos muy degradados representa situaciones complejas ya que la colonización dependerá en un principio de especies tolerantes a suelos pobres (en su mayoría herbáceas) que durante algunos años formarán suelo y permitirán la entrada de especies arbustivas. La complejidad de esto es que no siempre existe la presencia de especies tolerantes, por lo que la factibilidad de la sucesión como proceso de restauración ecológica puede quedar comprometida.

Reforestaciones

Las actividades de reforestación, a través de plantaciones arbóreas y sistemas agroforestales, restablecen la cubierta de árboles en tierras taladas, pero no sustituyen a los bosques, pues estos son más eficaces para mantener las funciones ambientales y conservar la diversidad biológica, además pueden proporcionar una fuente de ingresos más estables. Sin embargo, las labores de reforestación se justifican en tierras previamente arboladas, que no han perdido su capacidad productiva, de tal modo que sea posible el desarrollo de diferentes tipos de especies vegetales en diferentes combinaciones.

Gálvez (2002) publica que, como regla general, se puede decir que donde no puede existir un bosque natural, no se debieran realizar intentos de reforestación. Si el bosque falta por causas naturales en



sitios donde las condiciones ambientales son muy desfavorables para especies nativas (climas áridos, suelos pobres, régimen hídrico extremo y otros); se puede pensar en una reforestación sólo en el caso de que se logren eliminar los factores que impiden el establecimiento de las comunidades vegetales.

VII.3.1 Medidas de restauración

Aquí se describirán puntualmente las actividades de restauración y sus costos, correspondientes al polígono de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales del proyecto “Villas Zipolite”.

A. Descompactación del suelo

Será necesaria la renta de un tractor agrícola con una potencia mínima de 77hP para poder arrastrar el equipo de labranza basado en un arado de cincheles que pueda romper y levantar el suelo presente a 30 cm de profundidad. De acuerdo con las especificaciones de este equipo de labranza, el ancho de trabajo es de 2.44 metros y la velocidad de operación es de 8 kilómetros por hora como mínimo, por lo que, en una hora, este equipo podrá descompactar 1 hectárea. Para la descompactación de los 5,189 m² de CUSTF será necesario que la máquina trabaje un solo día.

Costos:

El precio de renta estimado para este tractor es de \$1,850 pesos diarios, sin contar diésel por lo que el total del gasto previsto para esta etapa es de \$2,750 y se desglosa de la siguiente forma (**Tabla VII.5**):

Tabla VII. 5 Costos de la descompactación del suelo

MATERIAL	UNIDAD	COSTO POR UNIDAD	COSTO TOTAL
Renta de tractor	Día	\$1,850	\$1,850
Operador del tractor	Día	\$500	\$500
Diésel	Litro	\$19.6	\$400
TOTAL			\$2,750

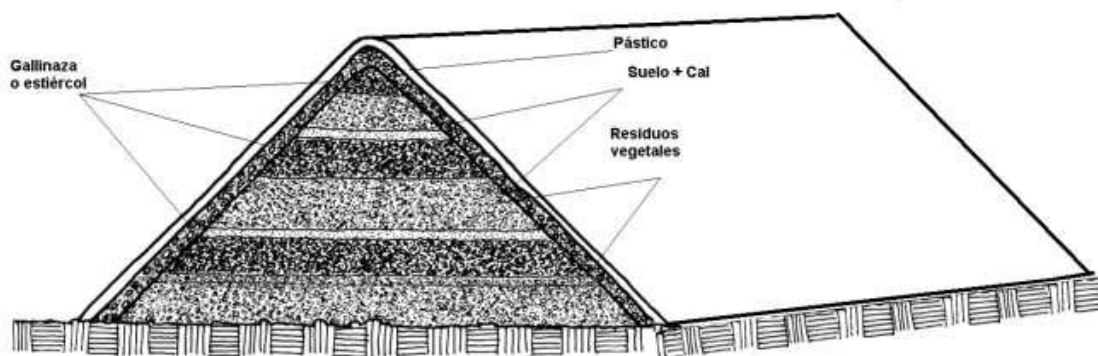
B. Regeneración del suelo

Se incorporará materia orgánica en las áreas donde se plantará vegetación arbórea nativa. La mezcla de materia orgánica se compondrá de residuos vegetales (residuos agrícolas) y excremento de vaca. La proporción de estos componentes será de 50% residuos vegetales y 50% animales, ya que, como

se mencionó anteriormente, estos dos proporcionan los elementos necesarios para la regeneración de suelos. Se prevé la utilización de 1 tonelada de materia orgánica para las .5189 hectáreas que abarca el predio.

Para potencializar las propiedades de esta materia, se implementará un proceso de composteo de acuerdo a lo establecido en el manual de Elaboración de Composta de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2006). La metodología que se propone es la “Compuesta sobre la superficie del suelo” que se ejemplifica en la **Figura VII. 10**

Figura VII. 10 Elaboración de composta SAGARPA



Costos:

Obtención de materia orgánica

El precio de humus de lombriz tiene un costo de 70 pesos por costal de 5 kg, se usarán 2,000 kg de este producto, sumando \$28,000. El transporte de este material se tiene estimado realizarse en una camioneta de redilas con un costo aproximadamente de \$1,400 pesos por el traslado, el cual se realizará en 5 días sumando un total de \$7,000 pesos de traslado de material.

Por otro lado, se conseguirá abono de borrego, el cual tiene un costo en el mercado de aproximadamente \$55 pesos un costal de 20 kg, se usarán 3,000 kg para la preparación del abono orgánico, por tanto, el costo de este material será de \$8,250, para el traslado de este, se utilizará un transporte similar, con un costo aproximado de \$1400 por día.



Composta

Para la conformación de los montículos de composteo, será necesario el uso de una retroexcavadora. Se prevé la contratación por día de una retroexcavadora Caterpillar 416D con un costo de \$1,700. Teniendo los montículos formados, se cubrirán con plástico negro para fomentar la actividad microbiana. Debido a que no se puede calcular el volumen de estos montículos, es imposible calcular el área que deberá ser cubierta con este plástico.

El mantenimiento de la composta, de acuerdo a lo establecido por la SAGARPA (2006) se basará en el riego y la aireación de la misma para evitar la desecación, el aumento de la temperatura y la anoxia (ausencia de oxígeno). Para esto será necesaria la contratación de personal durante dos semanas, tiempo estimado en que la composta haya reposado y las reacciones químicas se hayan realizado. El costo de esto será de \$1,700 por máquina, por día y sueldo de personal (jornal a \$100 pesos) y \$1,500 al encargado de la composta.

El costo total se desglosa en la siguiente tabla:

Tabla VII. 6 Costos de la generación de composta

ACTIVIDAD	COMPONENTE	COSTO
Humus de lombriz	Material	\$28,000
	Transporte	\$7,000
Abono	Material	\$8,250
Composteo	Maquinaria	\$1,700
	Personal	\$1,500
TOTAL		\$46,450

C. Restauración de la vegetación

Como se menciona anteriormente, la sucesión secundaria es un mecanismo natural que ocurre en terrenos que poseían vegetación forestal y que fueron degradados por actividades antropogénicas y después abandonados. En el caso particular del proyecto se estima que la sucesión secundaria podría ocurrir de manera natural con la restauración del suelo, sin embargo, tardaría décadas en llegar a comunidades clímax. Por esto, la propuesta para la restauración de la vegetación se enfocará en algo que determinamos como “sucesión guiada”, y que se basará en el establecimiento de

plántulas de las especies arbóreas o arbustivas más importantes del sitio. El resto de la colonización será por medio de la sucesión secundaria natural. Con esto se espera que los árboles nativos sembrados sirvan de semillero para la propagación de esas especies al mismo tiempo que su crecimiento propicie el microhábitat necesario para el desarrollo de la comunidad sucesional que lleve a la que antes existía.

De acuerdo con el análisis ecológico llevado a cabo en el Capítulo IV, las especies arbóreas más representativas de los diferentes sitios estudiados fueron; *Guazuma ulmifolia*, *Albizia occidentalis*, y *Heliocarpus pallidus*, por lo que estas mismas se consideraron para la reforestación. El número de individuos necesarios para la reforestación se obtuvo de datos obtenidos en el Capítulo IV.

Tabla VII. 7 Especies para reforestación

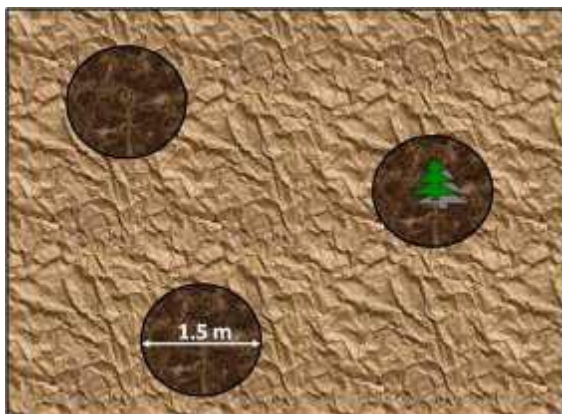
Especies	Número de árboles actuales	Supervivencia en campo (%)	Número de plántulas necesarias
<i>Guazuma ulmifolia</i>	18	80	23
<i>Albizia occidentalis</i>	30	80	38
<i>Heliocarpus pallidus</i>	28	80	35
TOTAL			96

En el predio no se llevará a cabo la producción de plántulas, si no que serán adquiridas en un vivero forestal que produzca especies de la región, por lo cual será necesario cumplir con lo siguiente durante el trasplante a campo.

Trasplante a campo

La reforestación con las plántulas de las especies que ya se mencionaron, deberá llevarse a cabo después de la descompactación y regeneración del suelo. En lo que corresponde a la adición de materia orgánica al suelo, se planea que esta sea en las áreas en donde se sembrarán las plántulas, con el fin de favorecer el establecimiento de las mismas.

Figura VII. 11 Siembra de plántulas



La temporada de trasplante será de mayo a julio, ya que es entonces cuando se presentan las primeras lluvias, las cuales beneficiarán significativamente el establecimiento de las plántulas. Para esta labor de reforestación y con base en el Manual de Costos de Obras y Prácticas de Restauración de Suelos y Reforestación, emitido por la Comisión Nacional Forestal, en un jornal se realiza la reforestación de 1000 m², por lo que se prevé la contratación de 3 trabajadores por 1 semana, y dos de ellos durante 3 meses más para hacer recorridos y verificar el estado de los individuos sembrados. Para el personal que realice y vigile la reforestación se ha proyectado un gasto de \$4,000 al mes por trabajador.

En la siguiente tabla se resumen los costos de cada una de las acciones de restauración.

Tabla VII. 8 Costos de llevar el terreno a su estado natural

CONCEPTO	COSTO
Descompactación y mejoramiento del suelo	\$2,750
Acciones de reforestación	\$15,000
Total	\$17,750

Es necesario señalar que los costos están referidos a la superficie donde se desarrollará el proyecto, se debe considerar que el plan maestro tiene proyectado el establecimiento de áreas verdes en al menos un 78.12 % del predio, correspondiente a una superficie de 4,054.167 m² de 5,189 m².

VIII. PRONOSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VIII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

Con base en la información recabada de cada uno de los elementos ambientales descritos en el *Capítulo IV* y las observaciones realizadas en campo, se llevó a cabo un diagnóstico sobre el medio físico, biótico y socioeconómico del sistema ambiental, para lograr una descripción del escenario ambiental actual y poder analizar los comportamientos de los procesos de deterioro natural y el grado de conservación en el que se encuentra el área de estudio.

De acuerdo a la Clasificación Climática de Köppen modificada por E. García (1981) para el sistema ambiental en estudio y los predios del proyecto se cuenta con dos tipos de climas, que son **Cálido Subhúmedo (Awo)** con lluvias en verano. La temperatura media anual dentro del área de estudio es de 25.1°C siendo el mes más frío febrero y el más cálido agosto. Además, cuenta con una precipitación anual de 845.8 mm.

Conforme a la hidrología, el Sistema Ambiental está situado dentro de la Región Hidrológica Costa del Pacífico Sur (RHA21), a su vez dentro de la RHA Costa pacífico. Como sistema ambiental se utilizaron las unidades de gestión ambiental estatal 017 y municipal no. 10, dentro de las cuales se localiza el área de influencia y por ende el predio. Dentro del área predial no se observa ningún escurrimiento intermitente, aunque según INEGI, existe uno que corre cerca del límite de uno de los vértices extremos. Sin embargo, en campo no se observó ningún escurrimiento que cumpliera con las características mencionadas en la definición de la Ley de Aguas Nacionales. Los ríos y arroyos más importantes que se encuentran en el Sistema Ambiental son: El Tres al centro del sistema y Zipolite colindando con la localidad del mismo nombre, y que dentro de este sistema no existen importantes cuerpos de agua perennes.

En la zona del proyecto, existe una potencial vulnerabilidad a fenómenos naturales de origen geológico meteorológico. En la región de estudio, el tectonismo se produce por la subducción de la llamada Placa de Cocos bajo el subcontinente centroamericano a lo largo de la fosa mesoamericana aunque la zona de alta sismicidad está ubicada en una franja de 35 Km paralela a la línea de costa, lo que incluye al área del proyecto.

En el ámbito biótico, al interior del área donde se pretende emplazar el proyecto es posible observar una variación altitudinal, sin embargo no es lo suficiente marcado como para se

diferencien las asociaciones vegetales, las cuales se caracterizan principalmente por la presencia de vegetación densa a medianamente densa.

Los resultados obtenidos de la revisión bibliográfica y los muestreos de campo muestran que esta no presenta una alta importancia biológica y ecológica a nivel Regional, pues en su mayoría está compuesta por los tipos de vegetación circundantes. En los resultados obtenidos para el componente Vegetación De acuerdo a INEGI, en el uso de suelo dentro del sistema ambiental se puede encontrar diferentes usos de suelo como el Urbano y el Forestal (Selva baja caducifolia) siendo los más representativos. Se considera que el estado de conservación de la vegetación nativa es media, ya que a lo largo del sistema se encuentran mosaicos de localidades urbanas y el desarrollo de actividades que esta misma conlleva. De lo anterior se desprende que las características intrínsecas de la comunidad permanecerán estables aun una vez que se desarrolle el proyecto. De las comunidades con mayor relevancia en el sistema ambiental, se destaca la de Duna Costera, sin embargo debido a que en el predio no es posible observar dicho tipo de vegetación, este seguirá prestando los servicios ambientales característicos.

Para el listado florístico realizado en el área del proyecto se identificaron 56 especies y 32 familias de las cuales ninguna especie presenta categoría de protección por la NOM- 059 SEMARNAT 2010. La fauna dentro del Sistema Ambiental cuenta con diversidad baja, de la cual durante el muestreo de campo se registraron 6 especies de mamíferos, 10 de reptiles 2 de anfibios y 40 de aves en información consultada sobre el sitio de estudio. Se considera que el estado de conservación para la fauna dentro de del sistema ambiental es aceptable, a pesar de los impactos antropogénicos existentes.

La fauna se encuentra directamente interrelacionada con la vegetación y determinada por diferentes factores tanto bióticos como abióticos, así como por las actividades antropogénicas. Es importante mencionar que a pesar de que su estado de conservación es bueno, actualmente existen problemáticas ambientales dentro de la zona, las cuales es importante regular, como la generación de residuos, la contaminación y la modificación de su hábitat. A pesar de que el sistema ambiental presenta perturbaciones de origen antropogénico por la construcción de infraestructura (casas, caminos empedrados, etc) la riqueza de mamíferos es moderada. Esto se debe a que el bosque tropical caducifolio remanente en el área se encuentra relativamente conservado y ofrece una variedad de micro hábitats para este grupo. Además de que dicha área ofrece recursos tales como agua y alimento de forma artificial.

Las condiciones del paisaje dentro del sistema ambiental se considera buena: caracterizado principalmente por vegetación con distribución espaciada y muy poco densa en algunas zonas, siendo la selva baja caducifolia la más representativa. Se tiene una buena visibilidad en general desde cualquier ubicación dentro del sistema ambiental, particularmente desde los extremos este y oeste. Se pueden encontrar algunos arroyos intermitentes, así como la línea de costa que colinda al sur. El paisaje presenta una gama de colores que potencian una calidad visual media ya que se presentan diferentes caminos y brechas erosionadas y desprovistas de vegetación, así como las zonas con duna costera sin embargo, existen contrastes con la vegetación de la selva, el mar y los acantilados, lo cual le brinda calidad visual.

De acuerdo con INEGI, aproximadamente un 25% de la superficie del sistema ambiental presenta uso urbano, una de las actividades principales de las localidades de este, están relacionadas al turismo lo que ha generado ingresos económicos a través de algunas actividades de comercio y servicios, en este sentido, el proyecto pretende sumarse al aumento del ingreso per cápita de la localidad, brindando una mayor variedad de sitios para estadía y que a su vez se encuentre en comunión con la una política de conservación, asegurando que un gran porcentaje de la propiedad será resguardada como área verde donde además, se conservaran especies nativas del sitio.

VIII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto

Como se ha descrito en apartados anteriores, el área del proyecto se caracteriza por presentar grados de perturbación ligeros. La vegetación dominante de selva baja caducifolia aporta importantes elementos de naturalidad y equilibrio ecosistémico al sitio. Las características topográficas del terreno provocan que predomine una pendiente entre los 25 y 30 grados de inclinación, considerándose así una superficie de mediana a fuertemente inclinada.

De los fenómenos hidrometeorológicos, cabe hacer nota que el proyecto Villas Zipolite no es susceptible a deslizamientos, ya que la mayor parte de sus componentes estarán localizados en las zonas altas del predio con cimentación especializada para asegurar la perdura de los elementos, por lo que se tomarán las medidas de construcción necesarias para llevar al mínimo la probabilidad de deslizamientos. Esta naturaleza topográfica del lugar donde se localiza el sitio del proyecto contribuye a que las inundaciones no sean un factor de riesgo para el proyecto. Sin embargo, la remoción de vegetación causará un impacto negativo a los servicios ambientales que presta el predio como barrera contra vientos.

El cambio de Uso de Suelo propuesto en la zona afectará a 211 individuos arbóreos que en su mayoría serán de *Heliocarpus pallidus*, especie que se encuentra bien representada en el resto del sistema ambiental. En el estrato arbustivo la especie que sufrirá una mayor afectación por la remoción estimada de 494 individuos es la *Albizia occidentalis* especie perenne considerada maleza común en el territorio nacional. El estrato más afectado será el herbáceo, en el que se estima se removerán hasta 54,000 individuos. Este último estrato está compuesto por especies de amplia distribución y con alta tasa de crecimiento poblacional, por lo que al distribuirse uniformemente en el sistema ambiental no se afectará a la diversidad vegetal de manera sustancial.

A causa de la disposición de los arroyos presentes en el Sistema Ambiental del proyecto, se estima que el desarrollo de las villas ecoturísticas no afectará directamente a la calidad de agua de los cuerpos perennes ni intermitentes, por lo que no se evaluaron impactos a la hidrología superficial, aunque sí podrían presentarse eventos que dañen la hidrología subterránea.

El predio presenta gran cantidad de pendientes que disminuyen la infiltración. No obstante, el tipo de vegetación (Selva baja caducifolia) desempeña un papel importante para este servicio ambiental, ya que cuando se realizó el cálculo de la recarga neta para las condiciones del predio una vez establecido el proyecto, se obtuvo un valor de 70.05 m³/año, lo que representa un déficit de 28.0209 m³ (28% de la infiltración actual). A pesar de lo anterior, el acuífero Colotepec – Tonameca se encuentra Subexplotado y es uno de los que menor extracción presentan en la entidad, por lo que la disminución de captación no repercutirá directamente a la disponibilidad de agua o a la dinámica del acuífero.

Con base en la evaluación de Impactos Ambientales del *Capítulo V*, puede apreciarse que las etapas que requerirán mayor atención en materia de impactos negativos de este proyecto serán la de preparación y construcción. Se observa en la etapa de preparación existirá un impacto notorio en materia de suelo por el aumento de la tasa de erosión después de llevar a cabo el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales. Cabe señalar que no se registró ningún impacto significativo.

A pesar de que el porcentaje de impactos negativos se encuentra por encima de la mitad (83%), sólo se registró 1 impacto notorio (1%). La realización de este proyecto generará impactos negativos principalmente en materia de aire, suelo y agua, resultado del cambio de uso de suelo, contaminación producida por la maquinaria y los posibles residuos generados. Por otro lado, el

factor socioeconómico será el que presente la mayor cantidad de impactos positivos, dado que el proyecto contribuirá en el desarrollo económico y turístico de la zona a través de la generación de infraestructura y empleos, tanto temporales como permanentes.

VIII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

El emplazamiento del proyecto provocará modificaciones en el ambiente, sin embargo, ninguno de los impactos será significativo, además de que se aplicarán medidas preventivas y de mitigación necesarias para el control de las posibles afectaciones.

Durante las etapas de preparación y construcción se incrementarán las emisiones de polvos y gases criterio, por lo que se aplicarán medidas especiales, las cuales consisten en el mantenimiento de la maquinaria para que operen en óptimas condiciones para disminuir la generación de humo, y para esto se propone la verificación vehicular, el cumplimiento de la normatividad, y los filtros en los escapes, así como contar con lonas para evitar el desprendimiento de partículas al transportar material de construcción.

Por otro lado, con la aplicación de medidas como la gerencia ambiental durante la preparación y construcción del proyecto, la plática de concientización ambiental y la colocación de señalizaciones permitirá que los trabajadores y usuarios tengan mayor conciencia sobre los impactos ambientales que provoca su estancia en el proyecto “Villas Zipolite”. El gerente ambiental estará encargado, de verificar que las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas para este proyecto se cumplan puntualmente, por lo que llevará una bitácora mensualmente con la información de cumplimiento de las diferentes medidas y acciones a su cargo durante las actividades de preparación y construcción, así como evidenciarlas mediante fotografías.

Se pretende que, con el manejo integral y adecuado de los Residuos Sólidos Urbanos generados por los usuarios del lugar, se eviten afectaciones a la percepción del paisaje, además de proteger al suelo y la hidrología subterránea de algún tipo de contaminación, esta medida consiste en la instauración de un almacén temporal de residuos de que cumplan con las normas ambiental aplicables. Estos contenedores se ubicarán en puntos estratégicos y se instalarán letreros para cada contenedor para facilitar la comprensión y así obtener una correcta separación de los mismos residuos. Así mismo, se contará con una empresa autorizada para el manejo de estos.

En cuanto a la fauna, serán aplicadas medidas para proteger a las especies que pueden verse influenciadas por el desarrollo de las actividades (mastofauna, herpetofauna y avifauna). Se colocarán señalamientos de cuidado a la flora y fauna para avisar a los usuarios de buenas prácticas ambientales, para que estén informados de la posible presencia de estos organismos y creen conciencia de protección del recurso natural. Además, se incluye la medida de rescate y reubicación de fauna, ya que por este medio se busca mitigar cualquier daño a la fauna que pueda estar alojada en alguno de los árboles que se encuentra dentro del predio; en caso de encontrar nidos serán llevados al centro de rescate de fauna más cercano al sitio del proyecto.

Por otro lado, se aplicará una medida para la protección de suelo con ramas y piedras cuando finalice el cambio de uso de suelo para proteger este componente que podría verse afectado por la remoción de la capa vegetal. Una vez que se inicie la construcción, el riesgo de erosión se eliminará.

En total se han propuesto 11 medidas de prevención y mitigación con las que se reducirán los impactos ambientales generados por la realización del proyecto “Villas Zipolite”, ya que estas protegerán a los diversos componentes ambientales.

VIII.4 Pronóstico ambiental

A pesar de que se evaluaron algunos impactos ambientales negativos por el desarrollo del proyecto, principalmente para los componentes atmosféricos, edafológicos e hidrológicos, se pretende que todos puedan ser prevenidos, mitigados, o en su caso, compensados.

Se considera que las 11 medidas de mitigación propuestas serán capaces de minimizar al máximo posible los impactos, además de que una vez establecido el proyecto los posibles impactos serán de menor significancia y podrán ser mitigados con mayor facilidad.

Se prevé un uso eficiente del agua, además de un correcto manejo de las aguas residuales a través de la planta de tratamiento, de acuerdo con la normatividad aplicable. Los Residuos Sólidos Urbanos Generados serán separados y recolectados por el municipio o una empresa autorizada tratando de evitar su acumulación en la zona de estudio.

Se protegerá al componente edafológico durante las actividades de Cambio de Uso de Suelo, y una vez establecido el proyecto, volverá a disminuir la tasa de erosión.

Las afectaciones a la fauna serán mínimas, pues se aplicarán medidas de rescate y reubicación en las dos primeras etapas y se promoverá el respeto a la misma en la etapa de operación. Por

otro lado, las áreas verdes contribuirán en el aumento de la naturalidad del paisaje y en la generación de hábitat a la fauna local.

VIII.5 Programa de manejo ambiental

Como plan de acción para monitorear el cumplimiento y dar seguimiento a las medidas propuestas, para este caso se establecerá un programa de manejo ambiental.

El establecimiento y cumplimiento de un programa de monitoreo y vigilancia ambiental tiene como función principal darle seguimiento en forma sistemática a cada una de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en la sección anterior, además de todas aquellas que en un momento dado sean establecidas por la autoridad competente.

Se espera también, comprobar la eficiencia de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, y en caso de detectar que existe una falla en la medida, determinar las causas y establecer los ajustes necesarios para que la medida se lleve con éxito.

Se contará con un Gerente ambiental quien será la persona encargada de aplicar el programa de monitoreo y vigilancia ambiental, dicho Gerente deberá ser contratado por el promotor del proyecto. Esta persona deberá contar con conocimientos en biología, ecología, manejo de recursos naturales, seguridad y gestión ambiental.

Entre las funciones que tendrá el gerente ambiental están:

- Coordinar y supervisar que cada una de las medidas de prevención, mitigación se lleven a cabo en los tiempos estipulados y de la manera correcta.
- Tomar decisiones para aplicar medidas de mitigación y compensación que no estaban previstas o en caso de que así se requiera modificarlas, no sin antes dar aviso a la autoridad competente.
- Llevar el control de las bitácoras utilizadas para el seguimiento de las medidas.
- Atender al personal de la autoridad que realice visitas de inspección en materia ambiental.
- Elaborar los informes que sean requeridos por el promotor o por la autoridad en materia ambiental de manera trimestral.

- Generar un acervo fotográfico del cumplimiento de las medidas propuestas para este estudio, mismo que fungirá como evidencia visual de la realización de las actividades y complemento de las bitácoras de seguimiento.

Para dar cabal cumplimiento a las medidas de mitigación y prevención de los impactos generados se deberá realizar un monitoreo constante de la obra y reportar cualquier anomalía en la bitácora diaria. Para esto se realizará una inspección a primera hora de la mañana para identificar la condición de la obra y previo a la hora de salida en la cual se describirán las actividades que se realizaron durante la jornada laboral.

VIII.6 Seguimiento y control

El Programa de Manejo Ambiental (PMA) estará dividido en 6 actividades de verificación las cuales están pensadas para cubrir el monitoreo de las 11 medidas de prevención, mitigación y compensación expuestas en el presente DTU del proyecto

El PMA cuenta con las siguientes actividades de verificación:

1. Reglamento interno para el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación ambiental
 2. Programa de mantenimiento preventivo a los vehículos
 3. Programa de mantenimiento de sanitarios
 4. Campaña de concientización
 5. Plan de manejo de residuos
 6. Programa de capacitación en seguridad
- 1. Reglamento interno para el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación ambiental**

Se desarrollará un reglamento interno en el cual se obligue el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación que fueron expuestas en el DTU del proyecto. Este reglamento contempla abarcar las etapas de preparación, construcción y operación.

- **Indicador de eficiencia:** Gerente ambiental.

Esta persona será la encargada de evaluar la eficiencia y cumplimiento del reglamento interno dentro del proyecto, por lo que deberá tener la autoridad para sancionar en caso de cometer faltas al reglamento.

- **Frecuencia de evaluación:** Diaria.
- **Valor umbral:** El personal del proyecto tendrá como máximo permitido tres faltas al reglamento; para esto, cada trabajador contará con una credencial en la que por cada falta cometida al reglamento interno se hará un señalamiento. Si se cometen tres señalamientos esta será la última implicando así una baja definitiva del proyecto.

El gerente ambiental contará con una bitácora en la cual se haga el conteo del personal sancionado durante las horas laborales del proyecto. A continuación, se presenta un ejemplo de lo que pudiera usarse como la bitácora de control comentada anteriormente.

Tabla VIII. 1 Bitácora de control

Nombre del personal	Tipo de falta	Número del reglamento incumplido	Número de señalamientos	Observaciones

2. Programa de mantenimiento preventivo de vehículos

Con la puesta en marcha de este programa se pretende controlar las vibraciones, emisiones de ruido y gases emitidos a la atmósfera que generará el uso de la maquinaria y vehículos automotores durante todas las etapas del proyecto.

- **Indicador de eficiencia:** Se supervisará que todos los vehículos cuenten con los sellos de verificación vehicular y se confirmará que se les de mantenimiento a su debido tiempo y en talleres legalmente establecidos. También se le dará seguimiento al uso de filtros y silenciadores en los escapes de la maquinaria que labore en el proyecto. El encargado de este programa tendrá un registro de los vehículos que se estén usando en el sitio del proyecto. El registro contará con los siguientes datos:



Tabla VIII. 2 Bitácora de mantenimiento

PROGRAMA PREVENTIVO DE VEHÍCULOS	
Nombre del supervisor	
Actividad a supervisar: Prevención de vehículos	
Marca del vehículo	
Modelo	
Placas	
Nombre de la persona que lo opera	
Horario de trabajo de la persona que lo opera	
Fecha de la última verificación vehicular	
Fecha de la próxima verificación vehicular	
Observaciones:	

Además de la bitácora anterior, los vehículos y maquinaria recibirán mantenimiento periódico, mismo que permitirá que la emisión de contaminantes no rebase los límites permitidos por las normas oficiales. El mantenimiento se deberá dar en establecimientos autorizados para dicho fin y no en el área del proyecto; sin embargo, si por alguna eventualidad extraordinaria este debiera de realizarse en el área del proyecto, se deberán colocar cubiertas impermeables en el suelo con el fin de no permitir que aceites y/o grasas puedan infiltrarse al subsuelo.

La bitácora que podrá ser utilizada para el monitoreo periódico de la maquinaria y vehículos automotores durante las dos primeras etapas del proyecto es el que se presenta a continuación.

Tabla VIII. 3 Formato de bitácora de mantenimiento preventivo de vehículos

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS				
Nombre del operador				
Marca	Modelo		Placas	
Fecha	Tipo de servicio	Fecha del próximo servicio	Nombre del supervisor	Firma



Observaciones:

- **Frecuencia de evaluación:** Diaria
- **Valor umbral:** se establecerán los valores máximos permitidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994.

3. Programa de mantenimiento de sanitario

Para tener un control del correcto funcionamiento de los sanitarios portátiles instalados en el proyecto se desarrollará un programa de mantenimiento de sanitario. Para este servicio se contratará una empresa debidamente autorizada por las autoridades aplicables. La empresa contratada entregará manifiestos en donde se establezca el sitio de recolección,

- **Indicador de eficiencia:** bitácora del mantenimiento. La bitácora registrará los días que los sanitarios reciben el mantenimiento, la empresa que realizó el servicio, tipo de vehículo y cantidad aproximada del residuo sanitario recolectado. Estos datos podrán ser avalados con los manifiestos que la empresa que da el mantenimiento entregue al proyecto.
- **Frecuencia de evaluación:** tres veces por semana/mensual.
- **Valor umbral:** no se dejará pasar más de tres días sin mantenimiento.

4. Concientización ambiental

Se llevará a cabo la ejecución de campañas de concientización para evitar la caza, captura o cualquier otro medio de apropiación y aprovechamiento de las especies silvestres. Para ello se hará uso de carteles, trípticos de divulgación, carteles prohibitivos y restrictivos, videos y cualquier otro medio que tienda a fortalecer el objetivo de la campaña.

- **Indicador de eficiencia:** se impartirá un examen al final de la exposición con la finalidad de comprobar los conocimientos adquiridos.
- **Frecuencia de evaluación:** Al iniciar actividades de la etapa de preparación y cada que exista rotación o entrada de nuevo personal.

- **Valor umbral:** el personal deberá aprobar el examen para poder laborar en el proyecto el valor mínimo para aprobar será 60 sobre 100.

5. Plan de manejo de residuos

Se realizará un plan de manejo de residuos en el cual se estimarán los volúmenes de generación así como se establecerán las acciones para el desarrollo del manejo integral.

- **Indicador de eficiencia:** Con el fin de llevar un control de la disposición de los residuos que se generen dentro de la obra o a partir de ellas, todo el personal tendrá a su disposición contenedores para el depósito de los residuos sólidos urbanos iniciando con una separación primaria. Al finalizar el día el encargado del programa supervisará que todas las áreas de trabajo queden limpias. Para llevar un control de la disposición y manejo de los residuos, se llevará un registro de ellos con el fin de que el encargado del programa supervise si el sitio donde se almacenarán los residuos está limpio, si los residuos están debidamente almacenados, etiquetados y cerrados.

Tabla VIII. 4 Bitácora del programa de monitoreo de generación y disposición de residuos

PROGRAMA DE MONITOREO DE GENERACIÓN Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS					
Nombre del supervisor					
Fecha	Limpieza del sitio	Residuos debidamente almacenados	Recipientes debidamente etiquetados	Recipientes debidamente cerrados	Personal debidamente protegido
Observaciones:					

Además de lo anterior, se deberá contratar empresas autorizadas para la recolección de los residuos y estas deberán entregar manifiestos que fungirán como evidencia del correcto manejo de residuos ante las autoridades.

- **Frecuencia de evaluación:** Diaria
- **Valor umbral:** N/A

6. Programa de capacitación en seguridad ambiental y laboral

Se ofrecerá un curso de **Seguridad laboral** a los trabajadores sobre seguridad para la vida, los recursos naturales y la propiedad, responsabilidad ambiental, efectividad y eficiencia. Se registrará en una bitácora el nombre del curso, expositor, fecha y lista de asistentes.

De igual manera al inicio de actividades se ofrecerá un curso a los trabajadores sobre temas **seguridad ambiental** aplicada a su lugar de trabajo como, separación de basura, manejo y disposición de residuos peligrosos, conservación de flora y fauna, entre otros. Algunos cursos podrán estar dirigidos únicamente a un segmento del personal que requiera de la capacitación. Se registrará en una bitácora el nombre del curso, expositor, fecha y lista de asistentes.

Tabla VIII. 5 Bitácora programa de monitoreo de seguridad ambiental y laboral

PROGRAMA DE SEGURIDAD AMBIENTAL / LABORAL	
Nombre del Curso: Prevención de lesiones y enfermedades de trabajo	
Expositor:	Fecha:
Lista de asistentes:	
Nombre:	Puesto, empresa:

Estas pláticas deberán ser expuestas a todo el personal que labore en el sitio del proyecto, si la contratación del personal se hace de manera paulatina, las pláticas se darán cada vez que ingrese personal nuevo. Al finalizar las pláticas, el gerente ambiental en conjunto con el personal coordinador de seguridad entregará un documento didáctico e ilustrativo sobre los temas tratados, así como el reglamento donde se señale lo que queda prohibido realizar dentro del proyecto.

Es importante señalar que también durante estas pláticas se deberá hablar sobre la seguridad durante el trabajo en las alturas que tendrá la intención de instruir al personal sobre el uso de los dispositivos de seguridad como el de protección contra caídas, redes de seguridad en los lugares de trabajo a más de 1.80 m de altura, el uso de barandal, arnés de seguridad, así como el casco y líneas de vida tanto verticales como horizontales.

- **Indicador de eficiencia:** Se impartirá un examen al final de la exposición con la finalidad de comprobar los conocimientos adquiridos.
- **Frecuencia de evaluación:** Al iniciar actividades de la etapa de preparación y cada que exista rotación o entrada de nuevo personal.
- **Valor umbral:** el personal deberá aprobar el examen para poder laborar en el proyecto el valor mínimo para aprobar será 60 sobre 100.



IX.- IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

La siguiente descripción corresponde a los instrumentos técnicos y fuentes de información que sustentan la elaboración del presente Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales con afectación a ecosistema costera Modalidad B: Particular para el emplazamiento de un complejo turístico de bajo impacto compuesto por una villa principal y seis independientes en el municipio de Santa María Tonameca, estado de Oaxaca.

IX.1 Formatos de Presentación

- Escrito de presentación por Ingreso de solicitud para evaluación de DTU Modalidad B Particular.
- Hoja de Ayuda para cálculo de Pago DTU Modalidad B.
- Formato FF-SEMARNAT-031, DTU Modalidad B.

IX.2 Planos Definitivos

- **Plano II. 1** Localización del proyecto en carta topográfica
- **Plano II. 2** Cuadro de construcción
- **Plano II. 3** Plan Maestro del proyecto “Villas Zipolite”
- **Plano II. 4** Pendiente del predio
- **Plano II. 5** Cuenta hidrológica donde se encuentra el proyecto
- **Plano II. 6** Representación gráfica regional
- **Plano II. 7** Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales
- **Plano II. 8** Uso de Suelo y Vegetación del proyecto según INEGI
- **Plano II. 9** Uso de Suelo y Vegetación del proyecto actual
- **Plano II. 10** Ubicación de los sitios de muestreo de vegetación dentro del predio
- **Plano II. 11** Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (Vegetación de Selva Baja Caducifolia)
- **Plano II. 12** Área Natural Protegida más cercana



- **Plano II. 13** Región terrestre prioritaria Sierra sur y costa de Oaxaca
- **Plano II. 14** Región Marina Prioritaria
- **Plano II. 15** Región hidrológica prioritaria
- **Plano II. 16** AICA más próxima al área del Proyecto
- **Plano III. 1** Distancia del proyecto al Área Natural Protegida más cercana
- **Plano III. 2** Ordenamiento Ecológico General del Territorio
- **Plano III. 3** Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Oaxaca
- **Plano III. 4** Modelo de ordenamiento Ecológico Municipal de Santa María Tonameca
- **Plano IV. 1** Factores considerados para la delimitación del sistema ambiental
- **Plano IV. 2** Delimitación del Sistema Ambiental
- **Plano IV. 3** Clima del sistema ambiental
- **Plano IV. 4** Fisiografía del estado de Oaxaca (Fuente: Anuario estadístico del estado de Oaxaca)
- **Plano IV. 5** Geología del SA
- **Plano IV. 6** Topografía del predio donde se pretende emplazar el proyecto
- **Plano IV. 7** Modelo de elevación del terreno
- **Plano IV. 8** Hidrología superficial del Sistema ambiental
- **Plano IV. 9** Hidrología superficial del predio donde se desarrollara el proyecto Villas Zipolite
- **Plano IV. 10** Localización del SA, área de influencia y el predio del proyecto
- **Plano IV. 11** Uso de suelo y vegetación del SA según la cartografía de INEGI Serie II
- **Plano IV. 12** Uso de Suelo y Vegetación Actual en el sistema ambiental
- **Plano IV. 13** Sitios de muestreo en el sistema ambiental
- **Plano IV. 14** Uso de suelo y vegetación del predio acorde a INEGI
- **Plano IV. 15** Sitios de muestreo al interior del predio
- **Plano IV. 16** Transectos delimitados de búsqueda intensiva en el predio del proyecto Zipolite
- **Plano IV. 17** Localización de puntos de radio fijo para la observación de aves
- **Plano IV. 18** Sitio de colocación de fototruampas en el predio
- **Plano IV. 19** Ubicación de las trampa tipo Sherman colocadas en el predio
- **Plano IV. 20** Ráster del Factor R para el área de CUSTF
- **Plano IV. 21** Ráster del factor K para el área de CUSTF



- **Plano IV. 22** Factor LS para el área del proyecto
- **Plano IV. 23** Ráster del factor C del área de CUSTF
- **Plano IV. 24** Erosión actual en el predio del proyecto
- **Plano IV. 25** Erosión potencial en su punto máximo por la exposición del suelo
- **Plano IV. 26** Calculo de erosión una vez que se lleve a cabo el proyecto
- **Plano IV. 27** Ubicación de las barreras de retención

IX.3 Listado de Anexos

- **Anexo I.1** Acta constitutiva de Lifus Zipolite S.A. de C.V.
- **Anexo I.2** Identificación oficial de la C. Irais Rivera Márquez, como apoderada legal.
- **Anexo I.3** Constancia de posesión número 0803 del predio
- **Anexo I.4** Poder legal de la C. Irais Rivera Márquez
- **Anexo I.5** Registro Forestal del Ing. Oscar Raúl Jáuregui
- **Anexo I.6** Cédula Profesional Oscar Jáuregui
- **Anexo I.7** IFE Luis Toro
- **Anexo 1.8** IFE Oscar Jáuregui
- **Anexo IV.1** Memorias muestreo de Sistema ambiental
- **Anexo IV.2** Memorias de muestreo del predio
- **Anexo IV.3** Memoria de cálculo de IVI SA
- **Anexo IV.4** Memoria de cálculo IVI Predio
- **Anexo IV.5** Memorias de cálculo de datos Fauna (Predio y SA)
- **Anexo VI.1** Cuadros comparativos de análisis de vegetación
- **Anexo VII.1** Programa de rescate y reubicación de flora
- **Anexo VII.2** Programa de rescate y reubicación de fauna
- **Anexo fotográfico**

IX.4 Listado de Tablas

- **Tabla II. 1** Coordenadas del proyecto
- **Tabla II. 2** Componentes del Proyecto

- **Tabla II. 3** Agua renovable per cápita, por RHA
- **Tabla II. 4** Generación de Residuos Sólidos Urbanos en Etapa de Construcción
- **Tabla II. 5** Ubicación geográfica que le corresponde a cada sitio de muestreo
- **Tabla II. 6** Factor de forma de las especies arbóreas del predio
- **Tabla II. 7** Individuos, área basal y volumen para el estrato arbóreo del área muestreada
- **Tabla II. 8** Individuos y cobertura por especie para el estrato arbóreo correspondiente a la hectárea tipo
- **Tabla II. 9** Individuos y cobertura por especie para el estrato arbóreo correspondiente a la superficie de CUSTF
- **Tabla II. 10** Individuos y cobertura por especie para el estrato arbustivo correspondiente a la superficie muestreada
- **Tabla II. 11** Individuos y cobertura por especie para el estrato arbustivo correspondiente a la hectárea tipo
- **Tabla II. 12** Individuos y cobertura por especie para el estrato arbustivo correspondiente a la superficie de CUSTF
- **Tabla II. 13** Individuos y cobertura por especie para el estrato herbáceo correspondiente a la superficie muestreada
- **Tabla II. 14** Individuos y cobertura por especie para el estrato herbáceo correspondiente a la hectárea tipo
- **Tabla II. 15** Individuos y cobertura por especie para el estrato herbáceo correspondiente a la superficie de CUSTF
- **Tabla II. 16** Estimación económica directa de las materias primas forestales de especies arbóreas presentes en el área muestreada
- **Tabla II. 17** Estimación económica directa de las materias primas forestales de especies arbóreas en la hectárea tipo
- **Tabla II. 18** Estimación económica directa de las materias primas forestales de especies arbóreas en la superficie de CUSTF
- **Tabla II. 19** Estimación económica directa de las materias primas forestales de especies arbóreas presentes en el área muestreada

- **Tabla II. 20** Estimación económica directa de las materias primas forestales de especies arbóreas presentes en el área muestreada
- **Tabla II. 21** Estimación económica directa de las materias primas forestales de especies arbóreas presentes en el área
- **Tabla II. 22** Estimación económica directa de las materias primas forestales de especies arbóreas presentes en el área
- **Tabla II. 23** Estimación económica directa de las materias primas forestales de especies arbóreas presentes en el área
- **Tabla II. 24** Estimación económica directa de las materias primas forestales de especies arbóreas presentes en el área
- **Tabla II. 25** Estimación de los costos de la herpetofauna por especie
- **Tabla II. 26** Estimación de los costos de la avifauna por especie
- **Tabla II. 27** Estimación de los costos de la mastofauna por especie
- **Tabla II. 28** Valor económico de la fauna presente en los polígonos de CUSTF
- **Tabla II. 29** Área y volumen de despilme de los polígonos de CUSTF
- **Tabla II. 30** Estimación económica del material de despilme
- **Tabla II. 31** Valoración económica indirecta de los recursos biológicos forestales del área propuesta a cambio de uso de suelo.
- **Tabla II. 32** Valoración económica indirecta de los recursos biológicos forestales del área propuesta a cambio de uso de suelo.
- **Tabla II. 33** Valoración económica del predio en condiciones actuales y con proyecto
- **Tabla II. 34** Generación de RSU por año de operación
- **Tabla II. 35** Cronograma de trabajo para las actividades del proyecto
- **Tabla II. 36** Gestión de Residuos Sólidos y Líquidos
- **Tabla II. 37** Maquinaria a utilizar en el proyecto
- **Tabla II. 38** Emisión de PM10 en etapas de preparación y construcción
- **Tabla II. 39** Estimación de la emisión proveniente de la Retroexcavadora
- **Tabla II. 40** Total de las emisiones diarias generadas por la retroexcavadora
- **Tabla II. 41** Estimación de la emisión proveniente de cada camión de volteo
- **Tabla II. 42** Total de las emisiones diarias generadas por Camiones de volteo del proyecto

- **Tabla II. 43** Estimación de la emisión proveniente de la revolvedora
- **Tabla II. 44** Descripción de la Gestión de Residuos del Proyecto
- **Tabla III. 1** Separación Primaria de los RSU
- **Tabla III. 2** Descripción de los contenedores de residuos
- **Tabla III. 3** Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio
- **Tabla III. 4** Estrategias ecológicas correspondientes por la UAB 144 región clave 8.15
- **Tabla III. 5** Criterios de regulación ecológica para el Modelo de Ordenamiento ecológico territorial del estado de Oaxaca
- **Tabla III. 6** Unidades de Gestión Ambiental para el municipio de Santa María Tonameca
- **Tabla III. 7** Lineamientos ecológicos específicos para la UGA 10 y su cumplimiento por parte del promovente
- **Tabla IV. 1** Porcentajes de distribución de los climas de Oaxaca
- **Tabla IV. 2** Tipo de clima para el sistema ambiental
- **Tabla IV. 3** Tormentas tropicales que han pasado cerca de las costas de Oaxaca periodo – 2014-2018
- **Tabla IV. 4** Registro de sismos mayores a 4 en la escala de Richter cerca del sistema ambiental y área de influencia
- **Tabla IV. 5** Tipos de Suelo dentro del sistema ambiental
- **Tabla IV. 6** Edafología del sistema ambiental
- **Tabla IV. 7** Agua renovable per cápita, por RHA
- **Tabla IV. 8** Balances del acuífero Santa Colotepec - Tonameca (2024)
- **Tabla IV. 9** Cobertura nacional de los tipos de vegetación y uso del suelo (clasificación de vegetación según Rzedowski, 1978)
- **Tabla IV. 10** Vertebrados de México
- **Tabla IV. 11** Número de vertebrados que se distribuyen en un solo tipo de vegetación específicamente
- **Tabla IV. 12** Distribución taxonómica de la flora vascular de México
- **Tabla IV. 13** Coordenadas de los sitios de muestreo
- **Tabla IV. 14** Listado de vegetación para el sistema ambiental
- **Tabla IV. 15** Análisis de diversidad de Shannon y Pielou para el estrato arbustivo

- **Tabla IV. 16** Análisis de diversidad de Shannon y Pielou para el estrato arbustivo
- **Tabla IV. 17** Análisis de diversidad de Shannon y Pielou para el estrato herbáceo
- **Tabla IV. 18** Índice del valor de importancia biológica para las especies del estrato arbóreo
- **Tabla IV. 19** Índice del valor de importancia para las especies del estrato arbustivo en el sistema ambiental
- **Tabla IV. 20** Índice del valor de importancia para las especies del estrato herbáceo del SA
- **Tabla IV. 21** Riqueza, diversidad de Shannon y equidad de Pielou para el estrato arbóreo
- **Tabla IV. 22** Riqueza, diversidad de Shannon y equidad de Pielou para el estrato herbáceo
- **Tabla IV. 23** Herpetofauna potencial del Sistema ambiental
- **Tabla IV. 24** Herpetofauna observada en el área de estudio
- **Tabla IV. 25** Índices de diversidad para la herpetofauna del sistema ambiental
- **Tabla IV. 26** Avifauna potencial del sistema ambiental
- **Tabla IV. 27** Avifauna observada durante las salidas a campo del SA
- **Tabla IV. 28** Análisis estadístico de avifauna del SA
- **Tabla IV. 29** Mastofauna a potencial del Sistema ambiental
- **Tabla IV. 30** Mastofauna observada en el área de estudio
- **Tabla IV. 31** Índices de diversidad para la mastofauna del sistema ambiental
- **Tabla IV. 32** Servicios básicos en Oaxaca
- **Tabla IV. 33** Educación en el estado de Oaxaca
- **Tabla IV. 34** Visibilidad del observador
- **Tabla IV. 35** Parámetros de análisis del Valor Paisajístico
- **Tabla IV. 36** Valores por Calidad Paisajística
- **Tabla IV. 37** Parámetros de Valoración de Unidad Visual
- **Tabla IV. 38** Parámetros de Valoración de la Organización Visual
- **Tabla IV. 39** Parámetros de Valoración de Calidad Visual
- **Tabla IV. 40** Parámetros de la calidad escénica
- **Tabla IV. 41** Coeficiente por tipos de suelo (Matus-Silva, 2007)
- **Tabla IV. 42** Estimaciones de Coeficiente de Pendiente (Matus-Silva, 2007)
- **Tabla IV. 43** Valores de coeficiente de uso de suelo KV en diferentes escenarios (Matus-Silva, 2007)

- **Tabla IV. 44** Valores típicos de Tasas de infiltración para diferentes texturas de suelos (Critchley y Siegert, 1996)
- **Tabla IV. 45** Cantidad de carbono producida y CO₂ capturado en un año en la superficie muestreada
- **Tabla IV. 46** Cantidad de carbono producida y CO₂ capturado en un año en la superficie de CUSTF
- **Tabla IV. 47** Factores de conversión requeridos para el cálculo de producción de oxígeno
- **Tabla IV. 48** Estimación del O₂ liberado en el predio y en la superficie del CUSTF
- **Tabla IV. 49** Colores para identificar especies exclusivas o compartidas
- **Tabla IV. 50** Comparación de riqueza de especies para el estrato arbóreo entre el sistema ambiental y el predio
- **Tabla IV. 51** Comparación de riqueza de especies para el estrato arbustivo entre el predio y el SA
- **Tabla IV. 52** Comparación de riqueza de especies para el estrato herbáceo entre el predio y el sistema ambiental
- **Tabla IV. 53** Datos de presencia ausencia de herpetofauna para predio y sistema ambiental
- **Tabla IV. 54** Datos de presencia ausencia de avifauna para predio y sistema ambiental
- **Tabla IV. 55** Datos de presencia ausencia de Mastofauna para predio y sistema ambiental
- **Tabla IV. 56** Ecuación por región para la estimación de R
- **Tabla IV. 57** Valores del Factor K por unidades, Subunidades y Textura del suelo
- **Tabla IV. 58** Valores de C (University of Malikussaleh, 2010) para los distintos tipos de cobertura que se pueden encontrar en el área que se encuentra en evaluación.
- **Tabla IV. 59** Tasa de erosión actual potencial y possterior al proyecto
- **Tabla IV. 60** Asociación de suelos y la densidad aparente
- **Tabla IV. 61** Valores de C (University of Malikussaleh, 2010) para los distintos tipos de cobertura que se pueden encontrar en el área que se encuentra en evaluación.
- **Tabla V. 1** Factores ambientales y los posibles indicadores aplicables al proyecto
- **Tabla V. 2** Clasificación de los impactos ambientales
- **Tabla V. 3** Nomenclatura para clase de impactos ambientales
- **Tabla V. 4** Tabla resumen de criterios



- **Tabla V. 5** Significado del CIA utilizado
- **Tabla V. 6** Actividades a realizar en las diferentes etapas del proyecto
- **Tabla V. 7** Representación de los impactos adversos y benéficos en la matriz de simple interacción
- **Tabla V. 8** Matriz de simple interacción entre los factores ambientales (filas) y las actividades del proyecto (columnas).
- **Tabla V. 9** Matriz de evaluación de impactos ambientales por indicador y agente de cambio (preparación)-parte 1
- **Tabla V. 10** Matriz de evaluación de impactos ambientales por indicador y agente de cambio (preparación)-parte 2
- **Tabla V. 11** Matriz de evaluación de impactos ambientales por indicador y agente de cambio (preparación)-parte 3
- **Tabla V. 12** Matriz de evaluación de impactos ambientales por indicador y agente de cambio (preparación-parte 4)
- **Tabla V. 13** Matriz de evaluación de impactos ambientales por indicador y agente de cambio (construcción-parte 1)
- **Tabla V. 14** Matriz de evaluación de impactos ambientales por indicador y agente de cambio (construcción-parte 2)
- **Tabla V. 15** Matriz de evaluación de impactos ambientales por indicador y agente de cambio (operación y mantenimiento)
- **Tabla V. 16** Colorimetría utilizada en la matriz de significancia
- **Tabla VI. 1** Colores para identificar especies exclusivas o compartidas
- **Tabla VI. 2** Comparación de riqueza de especies para el estrato arbóreo entre sistema ambiental y predio
- **Tabla VI. 3** Comparación de riqueza de especies para el estrato arbóreo entre el predio y el sistema ambiental
- **Tabla VI. 4** Comparación de riqueza de especies para el estrato herbáceo entre el predio y el sistema ambiental
- **Tabla VI. 5** Datos de presencia ausencia de herpetofauna para predio y sistema ambiental
- **Tabla VI. 6** Datos de presencia ausencia de avifauna para predio y sistema ambiental

- **Tabla VI. 7** Datos de presencia ausencia de Mastofauna para predio y sistema ambiental
- **Tabla VI. 8** Componentes de la operación del desarrollo
- **Tabla VI. 9** Resumen de derrama económica generada por el proyecto
- **Tabla VI. 10** Estimación económica total de los recursos biológico forestales del área propuesta para Cambio de Uso de Suelo
- **Tabla VI. 11** Comparación entre los costos sin proyecto y con proyecto
- **Tabla VII. 1** Medidas propuestas para minimizar los impactos ambientales
- **Tabla VII. 2** Ejemplo de formato de evaluación de cumplimiento de las medidas propuestas
- **Tabla VII. 3** Descripción de los contenedores separación secundaria
- **Tabla VII. 4** Niveles de alteración de un ecosistema
- **Tabla VII. 5** Costos de la descompactación del suelo
- **Tabla VII. 6** Costos de la generación de composta
- **Tabla VII. 7** Especies para reforestación
- **Tabla VII. 8** Costos de llevar el terreno a su estado natural

IX.5 Listado de figuras

- **Figura II. 1** Modelo de la fachada norte de la Villa Principal
- **Figura II. 2** Corte Longitudinal del Modelo de la Villa Principal
- **Figura II. 3** Modelo de la fachada del lado este de las 6 villas independientes
- **Figura II. 4** Corte longitudinal y transversal del modelo de villas independientes
- **Figura II. 5** Corte transversal del modelo de villas independientes (diferencia en nivel)
- **Figura II. 6** Regiones hidrológicas del país
- **Figura II. 7** Ejemplo de modelo similar de planta de tratamiento a la que se utilizará
- **Figura II. 8** Modelo simplificado de operación de planta de tratamiento
- **Figura II. 9** Factor de forma
- **Figura IV. 1** Municipio de Santa María Tonameca
- **Figura IV. 2** Climas del estado de Oaxaca
- **Figura IV. 3** Temperatura °C (Máxima, media y mínima) mensual
- **Figura IV. 4** Precipitación máxima en mm
- **Figura IV. 5** Categorías de nubosidad Sta. María Tonameca

- **Figura IV. 6** Tormentas tropicales en el año 2017 para el Pacífico mexicano
- **Figura IV. 7** Topografía del sistema ambiental
- **Figura IV. 8** Zonificación Sísmica de la República Mexicana
- **Figura IV. 9** Edafología del sistema ambiental
- **Figura IV. 10** Regiones hidrológicas del país
- **Figura IV. 11** Ubicación de la Zona Neártica, Neotropical y de transición en la República Mexicana
- **Figura IV. 12** Vegetación de México (Rzedowski, 1978)
- **Figura IV. 13** Selva baja caducifolia en temporada seca
- **Figura IV. 14** Representación gráfica del método de muestreo empleado en el sistema ambiental
- **Figura IV. 15** Índices de Densidad, Frecuencia y Cobertura relativa del estrato arbóreo del sistema ambiental
- **Figura IV. 16** Índice del valor de importancia para las especies del estrato arbóreo en el Sistema Ambiental
- **Figura IV. 17** Índices de Densidad, Frecuencia y Cobertura relativa del estrato arbustivo del Sistema Ambiental
- **Figura IV. 18** Índice del valor de importancia para las especies del estrato arbustivo en el sistema ambiental
- **Figura IV. 19** Índices de Densidad, Frecuencia y Cobertura relativa del estrato herbáceo del sistema ambiental
- **Figura IV. 20** Índice del valor de importancia para las especies del estrato herbáceo del sistema ambiental
- **Figura IV. 21** Vegetación en el predio 1) temporada seca y 2) temporada de lluvias
- **Figura IV. 22** Densidad, frecuencia y cobertura relativa de las especies arbóreas presentes en la selva baja caducifolia
- **Figura IV. 23** Índice del Valor de Importancia para las especies del estrato arbóreo
- **Figura IV. 24** Índice de valor de importancia biológica para las especies del estrato arbustivo
- **Figura IV. 25** Densidad, frecuencia y cobertura relativa de las especies herbáceas presentes en la selva baja caducifolia

- **Figura IV. 26** Índice de valor de importancia biológica para las especies del estrato herbáceo
- **Figura IV. 27** Acumulación de riqueza de especies endémicas de los distintos grupos
- **Figura IV. 28** Ejemplificación de transectos lineales
- **Figura IV. 29** Ejemplificación de búsqueda intensiva de herpetofauna con el uso del gancho herpetológico
- **Figura IV. 30** Recuento de punto con radio fijo donde se cuenta solo las aves dentro del límite determinado
- **Figura IV. 31** Colocación de fototampas en el SA
- **Figura IV. 32** Curva de acumulación de herpetofauna en el sistema ambiental
- **Figura IV. 33** Ejemplar de *Aspidoscelis deppi* en el SA
- **Figura IV. 34** *Incilius marmoreus*
- **Figura IV. 35** A) Número de especies por familia; B) Número de individuos por familia
- **Figura IV. 36** *Ctenosaura pectinata* y su mapa de distribución
- **Figura IV. 37** Curva de acumulación de avifauna en el sistema ambiental
- **Figura IV. 38** Distribución de las especies observadas por familia
- **Figura IV. 39** Evidencia de especies observadas en el SA: *Melanerpes crysogenys* (A), *Quiscalus mexicanus* (B), *Icterus pectoralis* (C)
- **Figura IV. 40** Ejemplar de *Balantiopteryx plicata* en el SA
- **Figura IV. 41** Ejemplar de gato doméstico (*Felis catus*) detectado por fototrampeo
- **Figura IV. 42** *Spilogale pygmaea* y su mapa de distribución
- **Figura IV. 43** Evolución de la población total en el estado de Oaxaca
- **Figura IV. 44** Distribución por edad y sexo de la población del estado
- **Figura IV. 45** Visibilidad del paisaje del SA desde dos orientaciones complementarias
- **Figura IV. 46** Unidad visual A) Abiótico, B) Biótico, c) Antrópico
- **Figura IV. 47** Organización visual de paisaje: Contraste y dominancia
- **Figura IV. 48** Calidad visual del paisaje en el SA
- **Figura IV. 49** Calidad escénica del paisaje en el SA
- **Figura IV. 50** Pendientes del predio con valores en porcentaje
- **Figura IV. 51** Componentes geológicos del área del proyecto
- **Figura IV. 52** Uso de suelo y vegetación en el área de estudio

- **Figura IV. 53** Dimensiones de las zanjas de infiltración
- **Figura IV. 54** Comparación de diversidad (H') de árboles a través de la prueba t de Hutchenson
- **Figura IV. 55** Comparación de la diversidad (H') de arbustos a través de la prueba t de Hutchenson
- **Figura IV. 56** Comparación de la diversidad (H') de arbustos a través de la prueba t de Hutchenson
- **Figura IV. 57** Comparación de la diversidad de Shannon (H') entre el área del proyecto y el sistema ambiental para la herpetofauna
- **Figura IV. 58** Comparación de la diversidad de Shannon (H') entre el área del proyecto y el sistema ambiental para la avifauna
- **Figura IV. 59** Comparación de la diversidad de Shannon (H') entre el área del proyecto y el sistema ambiental para la mastofauna
- **Figura IV. 60** Regiones de México para la estimación de R
- **Figura IV. 61** Ejemplo de disposición de barreras con material vegetal
- **Figura IV. 62** Colocación de costales de material de residuo vegetal a manera de terrazas
- **Figura V. 1** Tipología de impactos ambientales
- **Figura V. 2** Naturaleza del impacto ambiental
- **Figura V. 3** Impactos ambientales positivos y negativos por etapas del proyecto
- **Figura V. 4** Impactos ambientales positivos y negativos por componente ambiental
- **Figura V. 5** Porcentaje de significancia de los impactos ambientales
- **Figura V. 6** Significancia de los impactos ambientales por etapas
- **Figura VI. 1** Comparación de la diversidad (H') de árboles a través de la prueba t de Hutchenson
- **Figura VI. 2** Comparación de la diversidad (H') de arbustos a través de la prueba t de Hutchenson
- **Figura VI. 3** Comparación de la diversidad (H') de arbustos a través de la prueba t de Hutchenson
- **Figura VI. 4** Comparación de la diversidad de Shannon (H') entre el área del proyecto y el sistema ambiental para la herpetofauna

- **Figura VI. 5** Comparación de la diversidad de Shannon (H') entre el área del proyecto y el sistema ambiental para la avifauna
- **Figura VI. 6** Comparación de la diversidad de Shannon (H') entre el área del proyecto y el sistema ambiental para la mastofauna
- **Figura VI. 7** Porcentaje de población inmigrante, emigrante y saldo neto migratorio interno por sexo, Oaxaca
- **Figura VI. 8** Población de 12 años o más Económicamente activa en Santa María Tonameca
- **Figura VI. 9** Derrama económica en Oaxaca derivada de la actividad turística 2010-2016 (MDP)
- **Figura VI. 10** Contribución porcentual de los principales destinos turísticos a la afluencia turística y derrama económica de Oaxaca.
- **Figura VII. 1** Sistema de separación primaria de RSU
- **Figura VII. 2** Ejemplos de materiales correspondientes a cada grupo de residuos mediante separación primaria
- **Figura VII. 3** Color que deberán tener los contenedores según el tipo de residuo
- **Figura VII. 4** Ejemplo de almacén temporal de Residuos Peligrosos con señalamientos de seguridad
- **Figura VII. 5** Ejemplo de sanitario portátil
- **Figura VII. 6** Cintas para delimitación de áreas
- **Figura VII. 7** Equipo de protección personal
- **Figura VII. 8** Ejemplo de silenciadores
- **Figura VII. 9** Ejemplo de señalética
- **Figura VII. 10** Elaboración de composta SAGARPA
- **Figura VII. 11** Siembra de plántulas

IX.6 Trabajo técnico

- **IV.1 Medio abiótico:** Se realizó un trabajo de gabinete para conjuntar información sobre los aspectos abióticos del escenario donde se pretende emplazar el proyecto. Se consultaron bases de información del INEGI; Servicio Meteorológico Nacional, la Comisión Nacional del Agua, entre otras para definir, y las condiciones del predio en estudio.

- **IV.2 Medio biótico: Vegetación** La metodología utilizada para definir el uso de suelo y el tipo de vegetación, en el área de emplazamiento de la infraestructura, se enlista a continuación:
 - 1.- Se identificó el tipo de vegetación en el sitio del proyecto, se realizó primeramente con la carta de uso de suelo escala 1:50000 y fotografías aéreas (Google earth, 2006). Con dicha información se realizó una clasificación preliminar de la unidad de vegetación, previa a la visita de campo.
 - 2.- Se realizó la visita al sitio del proyecto y áreas aledañas con la finalidad de corroborar los tipos de vegetación identificados así como llevar a cabo muestreos representativos del tipo de vegetación forestal presentes en el predio.
 - 3.- Para el caso de especies leñosas con DAP > a 7.5 cm se establecieron 9 puntos de muestreo dentro de este estrato, los cuales fueron circulares de 500 m² con un radio de 12.62 m, se realizó un registro fotográfico de las especies observadas.
 - 4.- Para el cálculo de volumen se utilizó la fórmula propuesta para especies tropicales en pie mencionada en el capítulo IV donde se realizó una estimación del volumen de materias primas forestales que se debió de haber removido a partir de los muestreos realizados.
- **IV.3 Medio biótico: Fauna** La metodología utilizada para conocer las condiciones de la fauna del área a afectar se enlista a continuación:
 - 1.- Se consultó bibliografía referente a las áreas aledañas al predio en estudio. Guías ilustradas de fauna de México, Bases de datos de recursos libres en internet para la elaboración de los listados potenciales de especies como lo son ebird, Amphibian web, Reptile database, así como artículos científicos, entre otros documentos referentes a fauna.
 - 2. Se realizaron muestreos para observar y registrar los grupos de vertebrados, de acuerdo a las características de cada grupo. Los tipos de muestreo utilizado fueron 1) Transectos lineales de longitud variable para la detección de herpetofauna y mastofauna, 2) puntos de conteo de aves respectivamente, En cada punto de conteo fueron registradas durante 10 minutos todas las especies de aves observadas y/o escuchadas; esto con base en la metodología propuesta por Hutto



et. al. (1986) y 3) Colocación de trampas para mamíferos para detección directa mediante el método de captura y liberación sin marcaje de individuos.

- 3. Para el análisis de diversidad del área de estudio se realizaron cálculos de índices de diversidad para los distintos grupos pertenecientes al ensamble de vertebrados.

IV.4 Impactos ambientales La identificación y cuantificación de los impactos ambientales se basó en cuatro ejes:

1. Identificación de la relación causa-efecto entre el proyecto y los recursos naturales (forestales)
2. Predicción de los efectos y cálculo de la magnitud de los indicadores de impacto
3. Interpretación de los efectos
4. Prevención y/o mitigación de los efectos

Para evaluar o cuantificar cada impacto, se decidió utilizar siete criterios cuantitativos y dos criterios cualitativos basados en las recomendaciones publicadas por García Oria (1998) y la UNEP (2007).

Cada criterio se clasifica en cuatro categorías con escala de valores, de forma que los valores de dichos criterios otorgan información que permite evaluar el índice de importancia y el índice significancia de dicho impacto. De esta manera se procede a clasificar, categorizar y evaluar los impactos, permitiendo comparar impactos generados a distintos factores ambientales.

Índice de importancia de los impactos

La evaluación de la relevancia de los impactos se realiza utilizando una variación del índice de importancia propuesto por Gómez Oria (1998). Este índice se obtiene por medio de un modelo cuyos valores son calculados a partir de la calificación de los valores de los atributos antes descritos. El modelo matemático se expresa en la siguiente ecuación:

$$Importancia = 3M + 2E + T + D + R + N + Z$$

Donde: M es magnitud, R es repercusión ambiental, T es tiempo, Z es certeza, E es extensión, D es duración y N es naturaleza.



Esta ecuación permite establecer una valoración cuantitativa, con la cual se pueden realizar interpretaciones de qué impactos son los que causarán los efectos más relevantes.

Teniendo ya un resultado sobre la relevancia de los impactos ambientales que se generarán durante el proyecto, se continúa con la evaluación de significancia de ésta. La forma en la que se evalúa la significancia de los impactos es por medio del índice de impacto ambiental, una metodología propuesta por Sorensen (1971).

El índice de impacto ambiental de Sorensen involucra el cálculo del peso de cada rama para después llevar a cabo una sumatoria de todas las ramas y así obtener el Índice de Impacto. Después se calcula el impacto ambiental máximo (IIA max.) para la red, suponiendo que todos los impactos tienen atributos valorados en impacto máximo. Con estos valores se calcula el Coeficiente de Impacto Ambiental (CIA), el cual es una medida de relación que existe entre el impacto del proyecto bajo análisis y un proyecto hipotético de la misma naturaleza pero con " Impacto Máximo " y tiene la siguiente ecuación:

$$CIA = \frac{IIA}{IIA_{MAX}}$$

IX.7 Glosario de Términos

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

Alcance: Fase siguiente al Sondeo que se determina la proyección y contenido del análisis de evaluación ambiental a partir de las características de la actividad, la información relevante del medio receptor, consultas a expertos e implicados y la identificación preliminar de los efectos previsibles.



Ámbito: espacio incluido dentro de ciertos límites.

Área: Un país determinado, parte de un país, países completos o partes de diversos países que se han definido oficialmente.

Área de influencia: espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en el sistema ambiental o región, y que alterará algún elemento ambiental.

Área Natural Protegida: Las Áreas Naturales Protegidas son las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas.

Benéfico o perjudicial: Positivo o negativo.

Componentes ambientales críticos: Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios, fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

Componentes ambientales relevantes: Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

Desarrollo sustentable: es el progreso social, económico y político dirigido a satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras



para satisfacer sus propias necesidades; es el mejoramiento de la calidad de vida humana sin sobrepasar la capacidad de carga de los ecosistemas que la sustentan; es un concepto multidimensional que abarca las diversas esferas de la actividad humana: económica, tecnológica, social, política y cultural.

Desequilibrio ecológico grave: alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que pueden ocasionar la destrucción, aislamiento o fragmentación de ecosistemas.

Duración: El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

Ecosistema: Complejo dinámico de comunidades de plantas, animales y microorganismos y su ambiente abiótico, que interactúa como unidad funcional

Ecosistema estratégico: es aquel (o aquellos), de los que depende directamente el funcionamiento y el bienestar de la sociedad. Su carácter estratégico deriva de la dependencia que respecto a ellos tienen los procesos básicos de la sociedad.

Ecosistemas ambientalmente sensibles: son aquellos que tienen una muy alta y comprobada sensibilidad del deterioro de las condiciones, por mínimas que éstas sean, de la calidad de su ambiente, derivadas de la introducción de presiones externas.

Entorno: es el área de influencia de un proyecto, plan o programa.

Escenario: descripción integral de una situación en el futuro como consecuencia del pasado y el presente, usualmente como varias alternativas: posibles o probables; es un insumo a la planeación a largo plazo para el diseño de estrategias viables. Su propósito es anticipar el cambio antes de que éste se vuelva abrumador e inmanejable.

Especie: Población o serie de poblaciones de organismos que pueden cruzarse libremente entre ellas pero no con los miembros de otras especies

Especies endémicas: Aquella cuyo ámbito de distribución natural se encuentra circunscrito únicamente al Territorio Nacional y a las zonas donde la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción.



Especies en riesgo: Aquellas identificadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales como probablemente extintas en el medio silvestre, en peligro de extinción, amenazadas o sujetas a protección especial.

Especie cuasiendémica: Las especies cuasiendémicas rebasan los límites biogeográficos del área escogida. Por ejemplo, algunas especies se distribuyen principalmente en México, pero una pequeña parte de su distribución está fuera del país. Para las aves se ha propuesto un límite de 35,000 km².

Especie Semiéndemica: Las especies semiendémicas pasan solamente una época del año en un país o región tal es el caso de las aves migratorias de verano o de invierno cuyas poblaciones totales se trasladan a México y son endémicas durante ese periodo de tiempo.

Estudio de impacto ambiental: documento que presenta la información sobre el medio ambiente, las características de la actividad a desarrollar (o proyecto) y la evaluación de sus afectaciones al medio ambiente.

Evaluación ambiental: predicción, identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales aunado con el diseño de medidas de prevención, mitigación y compensación.

Evaluación ambiental estratégica: es el proceso sistemático mediante el cual se consideran los impactos ambientales de políticas, planes y programas y cuyos resultados apoyan la toma de decisiones en los niveles iniciales con el objeto de alcanzar un desarrollo sustentable.

Factores abióticos: son los distintos componentes que determinan el espacio físico en el cual habitan los seres vivos; entre los más importantes podemos encontrar: el agua, la temperatura, la luz, el pH, el suelo, la humedad, el aire y los nutrientes.

Factores bióticos: son todos los organismos que tienen vida. Pueden referirse a la flora, la fauna, de un lugar y sus interacciones.

Hábitat: Parte de un ecosistema con condiciones en las cuales un organismo está presente naturalmente o puede establecerse



Impactos acumulativos: efecto en el ambiente que resulta de la adición de los impactos que potencialmente puede generar una obra o actividad, con los que ya generaron otras obras sobre el mismo componente ambiental o que actualmente los están generando.

Impacto ambiental: modificación del medio ambiente ocasionada por la acción del hombre.

Impacto ambiental significativo o relevante: aquel que resulta de la acción del hombre, cuyo valor o efecto se acerca al límite de la capacidad de carga de un ecosistema, definida por uno o más de los siguientes parámetros:

- La tasa de renovación de los recursos naturales (por ejemplo, la deforestación que se acerca al límite de renovación natural de una determinada cubierta forestal, la disminución de las áreas de captación hídrica, el tamaño efectivo de una población de especies en estatus, etc.).
- La tasa de compatibilidad regional o de aceptación (por ejemplo, cuando se acerca al límite de los coeficientes de ocupación o de uso del suelo, de integración al paisaje o de los tipos de vegetación, etc.).
- La tasa de asimilación de contaminantes (por ejemplo, la cantidad de efluentes que puede autodepurar un río o un lago).

Impactos indirectos: variedad de impactos o efectos significativos distintos de los causados de manera directa por un proyecto. Son causados por desarrollos y actividades colaterales desencadenadas por el proyecto cuya magnitud es significativa e incluso mayor que la ocasionada por el proyecto; impactos que son producidos a menudo lejos de la fuente o como resultado de un proceso complejo. A veces se designa como impactos secundarios o terciarios.

Impacto acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impactos potenciales: posibles modificaciones del medio derivadas de una acción humana proyectada; riesgo de impacto de una actividad humana en marcha o que se derivará de una acción en proyecto, en caso de ser ejecutado. Pueden ser directos, indirectos, acumulativos o sinérgicos.



Impactos residuales: impactos que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impactos sinérgicos: aquel que se produce cuando el efecto continuo de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales consideradas aisladamente.

Importancia: Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente: a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados. b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental. c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro. d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema. e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

Indicador: la palabra indicador viene del verbo latín *indicare*, que significa mostrar, anunciar, estimar o asignar un precio. Los indicadores son parámetros (por ejemplo, una medida o propiedad observada), o algunos valores derivados de los parámetros (por ejemplo, modelos), que proporcionan información sobre el estado actual de los ecosistemas, así como patrones o tendencias (cambios) en el estado del medio ambiente, en las actividades humanas que afectan o están afectadas por el ambiente o sobre las relaciones entre tales variables.

Indicador de impacto ambiental: expresión cuantificable de un impacto ambiental; variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración al medio ambiente; elementos del medio ambiente afectado o potencialmente afectado por un agente de cambio, evaluado de manera cuantitativa.

Índice: es una agregación de estadísticas y/o de indicadores, que resume a menudo una gran cantidad de información relacionada, usando algún procedimiento sistemático de ponderación, escala y agregado de variables múltiples en un único resumen.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.



Magnitud: Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Medidas correctivas: el conjunto de medidas ya sean de prevención, control, mitigación, compensación o restauración.

Medidas de mitigación: conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Medidas de compensación: conjunto de acciones para contrarrestar el daño causado por un impacto al ecosistema. Por lo general los impactos ambientales que requiere compensación son en su gran mayoría irreversibles. Algunas de las actividades que se incluyen en este tipo de medidas son la repoblación vegetal o la inversión en obras de beneficio al ambiente.

Medida de prevención: son aquellas encaminadas a impedir que un impacto ambiental se presente. Entre ellas se encuentran las actividades de mantenimiento, planes y programas de emergencia y algunas otras medidas encaminadas al mismo fin.

Medio ambiente: sinónimo de ecosistema y compuesto por elementos (estructura) y su funcionamiento (interacciones).

Pluvial: Relativo a la lluvia.

Programa de manejo ambiental o de vigilancia ambiental: consiste en la programación de las medidas, acciones y políticas a seguir para: prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos adversos que el proyecto o el conjunto de proyectos pueden provocar en cada fase de su desarrollo.

Región: espacio geográfico ambientalmente homogéneo, resultado de la interacción de sus diversos componentes (bióticos y abióticos), cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de los mismos.

Resiliencia: medida de habilidad o capacidad que tiene un ecosistema de absorber estrés ambiental sin cambiar sus patrones ecológicos característicos, esto implica la habilidad del ecosistema para



reorganizarse bajo las tensiones ambientales y establecer flujos de energía alternativos para permanecer estable sin perturbaciones severas, sólo con algunas modificaciones menores en su estructura.

Reversibilidad: Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Sistema ambiental: Espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abiótico, biótico y socio-económico de la región donde se pretende establecer el proyecto, generalmente formado por un conjunto de ecosistemas y dentro del cual se aplicará un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales y de aprovechamiento.

Sondeo: fase de consulta, previa a la Evaluación del Impacto Ambiental, en la que se decide si una actividad debe someterse a al procedimiento de EIA. La decisión comúnmente la determina la autoridad ambiental.

Sustentabilidad: es un estado ideal en el que el crecimiento económico y el desarrollo debieran ocurrir y ser mantenidos en el tiempo dentro los límites impuestos por el ambiente. La sustentabilidad es una visión de futuro y el Desarrollo Sustentable la estrategia para alcanzarla; implica comprender los límites y características de la naturaleza, leyes naturales que los gobiernan; la sustentabilidad se basa en las teorías ecológicas de sustentabilidad natural de los ecosistemas.

IX.8 Referencias bibliográficas

- **Abellán, M.A., F. A. García-Morote (Coord).** (2006). Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos y Actividades Agroforestales, Ediciones de la Universidad de Castilla. La Mancha 4ta Edición.
- **Aldemar, A. Acevedo, M. Lampo y R. Cipriani.** (2016). The cane or marine toad, *Rhinella marina* (Anura, Bufonidae): two genetically and morphologically distinct species. *Zootaxa* 4103 (6): 574-586.

- **Almeida, J.S., &P.S. Moreira Eds.** (2008). Análisis y Evaluaciones de Impactos Ambientales. CETEM, Brasil, 35 pp.
- **Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer.** (2002). "Aguas continentales y diversidad biológica de México". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- **Bautista, A., Gutiérrez-Etchevers, J. y Barra, B.** (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. México: Ecosistemas.
- **Beanlands, G E & P N Duinker** (1983) *An Ecological Framework for Environmental Impact Assessment in Canada*. Halifax, NS: Institute for Resource and Environmental Studies, Dalhousie University, and Hull, QC: Federal Environmental Assessment Review Office. 132 pp.
- **Benavides - Ballesteros H.O., G.E. León – Aristizabal** (2007) *Información técnica sobre Gases de efecto invernadero y el cambio climático, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM*, Colombia.
- **Blázquez.** (2016). Avifauna de Oaxaca (México): Acervo bibliográfico para el diagnóstico de su conocimiento actual. Tesis de Maestría. Universidad pOlitécnica de Madrid.
- **Boron, A.A.** (2005) Manual de metodología construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales.
- **Briones-Salas, M., M. Cortés-Marcial y M. C. Lavariega.** (2015). Diversidad y distribución geográfica de los mamíferos terrestres del estado de Oaxaca, México. Revista Mexicana de Biodiversidad. 86: 685-710.
- **Cevallos, M., M.** Metodología, Estudio de Fauna Silvestre. Escuela de Planificación Orgánica Evolutiva (EPOE) [en línea], [citado 26/03/2012]. Disponible en internet: <http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia/metodologia-de-un-estudio-de-fauna.html>
- **Ceballos, G., & Oliva, G.** (2005). Los mamíferos silvestres de México (Vol. 986). México City, Mexico: Fondo de Cultura Económica.
- **Challenger, A., & Soberón, J.** (2008). Los ecosistemas terrestres. En Capital natural de México: Conocimiento actual de la biodiversidad (Vol. I, págs. 87-108). México: CONABIO.

- **CONAFOR (Comisión Nacional Forestal).** (2009) Informe de Evaluación Externa de los Apoyos de Reforestación .2009. [en línea], [citado 28/03/2012]. Disponible en Internet: http://www.semarnat.gob.mx/programas/evaluaciones/evaluaciones2010/Documents/complementarias/Informe_Final_Reforestacion_2009.pdf
- **CONAGUA.** (2007). Regiones Hidrológicas Administrativas. (Organismos de Cuenca). México DF.
- **Dunn, M.C.** (1974). Landscape evaluation techniques: an appraisal and review of the literature. Centre for Urban and Regional Studies, University of Birmingham, Birmingham, United Kingdom. 123 pp.
- **DOF (Diario Oficial de la Federación).** (2015). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Colotepec-Tonameca (2024), Estado de Oaxaca. Subgerencia de evaluación y ordenamiento de acuiferos de la CONAGUA:
- **Escalante, T.** (2009). Un ensayo sobre regionalización biogeográfica. *Revista Mexicana de Biodiversidad*(80), 551- 560.
- **Escobar, J.A.** 2007. Indicadores de Calidad Ambiental. Curso de Gestión y Valoración del Medio Ambiente y los Recursos Naturales [en línea], [citado: 23/03/2012]. Disponible en: http://www.eclac.cl/ilpes/noticias/paginas/4/31914/VALORACION_ECONOMICA_DE_LA_CALIDAD_DE_VIDA.pdf
- **Espinoza, G.** (2001). *Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. Banco Interamericano de Desarrollo. Centro de estudios para el Desarrollo. Santiago, Chile.
- **Espinosa Organista, D., J. Morrone, J., Aguilar Zúñiga, C., & Llorente Bousquets, J.** (2001). *Hacia una clasificación natural de las provincias biogeográficas mexicanas*. Informe final SNIBCONABIO proyecto No. Q054, Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, México D.F.
- **Espinosa, D., Ocegueda, S.** (2008). El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp. 33-65.

- **Flores Villela, O., & Gerez, P.** (1994). *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*. Distrito Federal, México: S y G editores.
- **Garmendia S., A. Salvador, C. Crespo-Sánchez & L. Garmendia.** (2005). *Evaluación de Impacto Ambiental*, Pearson Education, 146 p. Madrid, España.
- **Gobierno del Estado de Oaxaca.** Plan Estratégico Sectorial “Turismo” 2016-2022.
- **Gómez Orea, D.** (1988). *Evaluación del impacto ambiental de proyectos agrarios*. Estudios monográficos No. 6. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- **Gomez-Orea, D., M. T. Gomez-Villarino.** (1998) Evaluación de Impacto Ambiental. Madrid, Barcelona, México, Ediciones: MundiPrensa
- **INEGI.** (1998). Diccionario de datos edafológicos Escala 1: 250,000. México.
- **INEGI.** (2000b). Diccionario de datos climáticos (Vectorial). México.
- **INEGI.** (2004). Guías para la interpretación de Cartografía Edafología. México.
- **INEGI.** (2009a). Guía para la Interpretación de la Cartografía Uso del Suelo y Vegetación. México.
- **INEGI.** (2009). Diccionario de datos Edafológicos Escala 1: 250,000. México.
- **INEGI.** (2015). Principales resultados de la Encuesta Intercensal 2015. Oaxaca
- **INEGI.** (2015). Panorama sociodemográfico de Oaxaca.
- **Kôler, G., R. Gómez-Trejo, C. Petersen y F.R. Méndez de la Cruz.** 2014. A revision of the Mexican *Anolis* (Reptilia, Squamata, Dactyloidae) from the Pacific versant west of the Isthmus de Tehuantepec in the states of Oaxaca, Guerrero, and Puebla, with the description of six new species. *Zootaxa*. 3862 (1): 001-210.
- **Leopold, L. B., F. E. Clarke, B. B. Hanshaw, and J. E. Balsley.** (1971). *A procedure for evaluating environmental impact*. U.S. Geological Survey Circular 645, Washington, D. C.
- **Llorente-Bousquets, J., y S. Ocegueda.** 2008. Estado del conocimiento de la biota, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 283-322.
- **Lugo-Hubp, J.** (1990). El relieve de la república mexicana. Universidad Autónoma de México, Instituto de Geología. Vol. 9, núm. 1. 82-111.

- **Malone, C.L., V. H. Reynoso y L. Buckley.** (2016) Never judge an iguana by its spines: Systematics of the Yucatan spiny tailed iguana, *Ctenosaura defensor* (Cope, 1866). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 115: 27-39
- **Massei, G., Quy, R. J., Gurney, J., & Cowan, D. P.** (2010). Can translocations be used to mitigate human–wildlife conflicts? *Wildlife Research*, 37(5), 428-439.
- **Mata-Silva, C. , J. D. Johnson, L.D. Wilson y E. Garía-Padilla.** (2015). The herpetofauna of Oaxaca, Mexico: composition, physiographic distribution, and conservation status
- **Magrini, A.** (1990). *A Evaluación de impactos ambientales*. pp. 85-108. En: Margulis, S. (ed.) Medio Ambiente. Aspectos Técnicos y Económicos. Ipea, Brasilia. 238 p.
- **Ministerio de Educación y Ciencia de España** (1999) *Libro Blanco de la Educación Ambiental en España*. Secretaria General de Medio Ambiente. España.
- **Miranda, F., & Hernández X., E.** (1963). *Los tipos de vegetación de México y su clasificación*. Sociedad Botanica de México.
- **MOPT.** (1993). Guía Metodológica para el estudio del Medio Físico y la Planificación. Ministerio de Obras Públicas y Transporte, series monográficas, Madrid. 809 pp.
- **Mostacedo, B., & S. Fredericksen, T.** (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Santa Cruz, Bolivia: El País. Mesoamerican Herpetology 2 (1)
- **Muñoz-Pedrerros, A.** (2004). La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. *Revista chilena de historia natural*, 77(1), 139-156.
- **Nieto-Montes de Oca, A., S. Poe, S. Scarpetta, L. Gray y C.S. lieb.** (2013) Synonyms for some species of Mexican anoles (Squamata: Dactyloidae). *Zootaxa*. 3637 (4): 484-492.
- **Pérez Olvera, C. d., Dávalos Sotelo, R., & Guerrero Cuacuil, E.** (2000). Aprovechamiento de la madera de encino en México. *Madera y Bosques*, 6(1), 3-13.
- **Perevochtchikova, M.** (2013). *La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales*. Gestión y política Pública Volumen XXII. Número 2., 300-303.
- **Pérez Ramírez, Carlos, Zizumbo y Lilia, González Vera, Miguel.** (2009). Impacto ambiental del turismo en áreas naturales protegidas; procedimiento metodológico para el análisis en el Parque Estatal El Ocotal, México. *El Periplo Sustentable*. 16. Pp.25-26.



- **Radle, A.L.** (2007) *Effect of Noise on Wildlife: A Literature Review*. Obtenido de http://wfae.proscenia.net/library/articles/radle_effect_noise, revisado el día 05 de Mayo del 2016.
- **SAGARPA.** Plan Municipal de Desarrollo Rural Sustentable 2008-2010. Santa María Tonameca, Oaxaca.
- **SECTUR.** 2017. Indicadores de la Actividad Turística. Oaxaca.
- **SEDESOL.** 2010. Informe Anual sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social. Santa María Tonameca, Oaxaca. CONEVAL
- **SEMARNAT.** 2011. Resumen Ejecutivo del Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Santa María Tonameca, Oaxaca.
- **Sorensen, J.** (1971). *A framework for identification and control of resource degradation and conflict on the multiple uses in the coastal zone*. University of California, Berkeley: 1-79.
- **Urbina-Cardona, J., E.A. Bernal, N. Giraldo-Echeverry y A. Echeverry-Alcendra.** (201). Monitoreo de herpetofauna en los procesos de restauración ecológica: indicadores y métodos.

ANEXO LEYENDA DE CLASIFICACIÓN

SEMARNAT
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES



El nombre del área del cual es titular quien clasifica: Delegación Federal de la SEMARNAT en Oaxaca.

La identificación del documento del que se elabora la versión pública: Manifestación de Impacto Ambiental, No. de Bitácora: 20MC-0189/10/19.

Las partes o secciones clasificadas, así como las páginas que la conforman: Se clasifican Datos personales; Páginas 4 y 6.

Fundamento legal, indicando el nombre del ordenamiento, el o los artículos, fracción(es), párrafo(s) que sustenten la clasificación; así como las razones o circunstancias que motivaron la misma: La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el primer párrafo del artículo 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y 113 Fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública; por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

FIRMA DE LA ENCARGADA DE DESPACHO

LIC. MARÍA DEL SOCORRO ADRIANA PÉREZ GARCÍA

"Con fundamento en lo dispuesto en el artículo 84 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia, por ausencia del Titular¹ de la Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Oaxaca, previa designación, firma el presente la Subdelegada de Planeación y Fomento Sectorial."

¹ En los términos del artículo 17 Bis en relación con los artículos Octavo y Décimo Tercero Transitorios del Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2018.

Fecha y número de Acta de Sesión del Comité: Resolución 012/2020/SIPOT, de fecha 21 de enero de 2020.