

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL – MODALIDAD B

PROYECTO: “FRACCIONAMIENTO LOS GIRASOLES”

**PROMOVENTE: GRUPO SONAR DEL
SURESTE S.A. DE C.V.**

CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE



**ELABORADO POR: ING. JOSÉ RAFAEL RAMOS
MORENO, PRESTADOR DE SERVICIOS
FORESTALES**

FECHA DE ELABORACIÓN: AGOSTO DE 2022

CONTENIDO

1. Datos generales del proyecto y del Promovente	1
1.1. Datos generales del proyecto	1
1.1.1. Nombre del Proyecto.....	1
1.1.2. Ubicación del Proyecto	1
1.1.3. Duración del Proyecto	1
1.2. Datos generales del Promovente	2
1.2.1. Nombre o Razón Social	2
1.2.2. Registro Federal de Contribuyentes.....	2
1.2.3. Datos del Representante Legal	2
1.2.4. Dirección del Promovente para recibir u oír notificaciones.....	2
1.3. Responsable de la elaboración del Documento Técnico Unificado	2
1.3.1. Nombre del Responsable Técnico del Documento Técnico Unificado en Materia de Impacto Ambiental	2
1.3.2. Registro Federal de Contribuyentes.....	3
1.3.3. Dirección del Responsable Técnico del documento	3
1.3.4. Datos de Inscripción en el Registro del Prestador de Servicios Forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del Cambio de Uso de Suelo	3

Índice de Figuras

Figura 1. Microlocalización del Proyecto.	1

1. Datos generales del proyecto y del Promovente

1.1. Datos generales del proyecto

1.1.1. Nombre del Proyecto

"Fraccionamiento Los Girasoles"

1.1.2. Ubicación del Proyecto'

El Proyecto se encuentra dentro del predio rústico (propiedad de la Promovente) que se localiza en el camino hacia el Centro Estatal de Acuacultura de Chiapas a 4.3 Km de la Colonia Cabeza de Toro, en el Municipio de Tonalá, Chiapas. En la Figura 1 se observa la microlocalización del Proyecto:

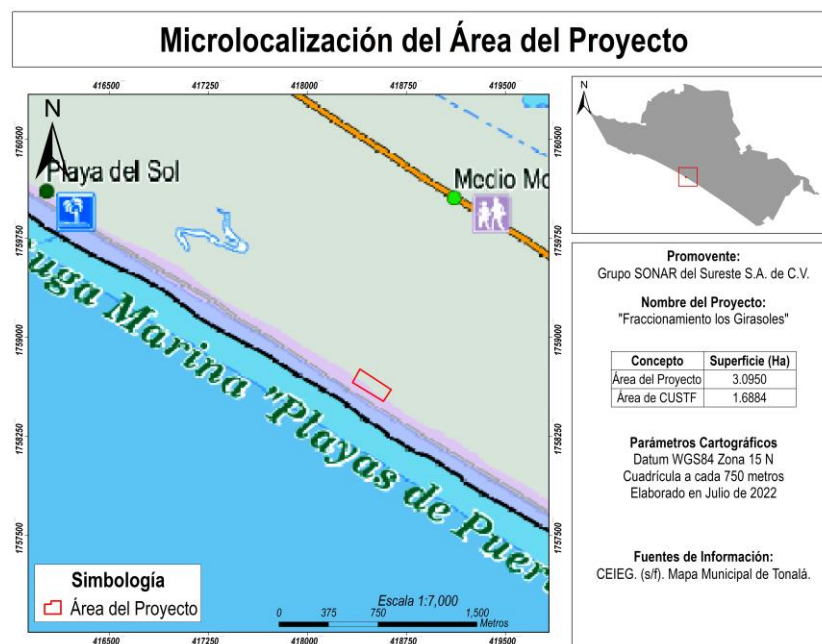


Figura 1. Microlocalización del Proyecto.

1.1.4. Duración del Proyecto

La ejecución del **Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)** se llevará a cabo durante un total de **5 meses** dentro de un periodo de **2 años** que se han destinado para las actividades de construcción de las áreas de uso común (albercas, muro perimetral, caseta de vigilancia, banquetas, palapa y calles de circulación interna del Fraccionamiento).

De igual forma, para las viviendas que establezcan los compradores se tomará en consideración un tiempo de vida útil de **5 años** a partir de su construcción. Aunado a lo anterior, se realizarán las actividades de vigilancia y supervisión de la efectividad de los Programas en el mismo plazo.

1.2. Datos generales del Promovente

1.2.1. Nombre o Razón Social

Grupo SONAR del Sureste S.A. de C.V.

Se adjunta copia del Acta Constitutiva de la Empresa bajo el Instrumento Público No. 1,250 (Mil doscientos cincuenta) de fecha 09 de mayo de 2019, que contiene la **Protocolización de la Convocatoria y el Acta de Asamblea Extraordinaria** de la Sociedad denominada "Grupo SONAR del Sureste" Sociedad Anónima de Capital Variable, ante la fe del Notario Público Sustituto No. 163 del Estado de Chiapas, Lic. Sara Verónica Liévano Bustamante; en la ciudad de Cintalapa de Figueroa.

1.2.2. Registro Federal de Contribuyentes

RFC: GSS0902231F9

Se adjunta copia del RFC de la Empresa Grupo SONAR del Sureste S.A. de C.V.

1.2.3. Datos del Representante Legal

Ing. Julio César Ramos Marroquín

Se adjunta copia del Poder Notarial bajo el Instrumento Público No. 3,539 (Tres mil quinientos treinta y nueve), Volumen No. 48 de fecha 02 de febrero de 2021, que contiene el **Poder General para Pleitos y Cobranzas** otorgado por la Empresa denominada "Grupo SONAR del Sureste S.A. de C.V." hacia el Ing. Julio César Ramos Marroquín, ante la fe del Notario Público No. 99 del Estado de Chiapas, Lic. Horacio Francisco Ruiz Ruiz; en el Municipio de Jiquipilas.

RFC: RAMJ760516240

1.2.4. Ubicación (dirección) del Promovente para recibir u oír notificaciones

Dirección: Privada Mitla No. 298, Colonia Calichal

C.P. 29025, Municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Teléfono: (961) 65 5 47 89

Correo Electrónico: forestalmx@hotmail.com

1.3. Datos de inscripción en el Registro del prestador de Servicios Forestales que haya elaborado el estudio y del que estará a cargo de la ejecución del cambio de Uso de Suelo

1.3.1. Nombre o Razón Social

Nombre o Razón Social: Ing. José Rafael Ramos Moreno

1.3.2. Registro Federal de Contribuyentes

RFC: RAMR690316M68.

Se adjunta copia del RFC de la Persona Física.

1.3.3. Domicilio del Responsable Técnico del documento

Dirección: Privada Mitla No. 298, Colonia Calichal
C.P. 29026, Municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Teléfono: (961) 65 5 47 89

Correo Electrónico: forestalmx@hotmail.com

1.3.4. Número y Libro de Inscripción en el Registro Forestal Nacional

Nombre o Razón Social: Ing. José Rafael Ramos Moreno

Registro Forestal Nacional (RFN): Libro Chiapas, tipo UI volumen 2, número 4 de fecha 06 de noviembre del 2000, otorgado por la Delegación Federal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en Oficio SRN/2192/2000.

Teléfono: (961) 65 5 47 89

Correo Electrónico: forestalmx@hotmail.com

Se adjunta copia del RFN del responsable de la elaboración del estudio por medio del Oficio Resolutivo **No. SRN/2192/2000** de fecha 06 de noviembre del 2000.

1.3.5. Copia de Identificación Oficial (Credencial de elector, pasaporte, cartilla del Servicio Militar Nacional o Cédula Profesional)

Se Anexa copia de la Identificación Oficial.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL – MODALIDAD B

PROYECTO: “FRACCIONAMIENTO LOS GIRASOLES”

**PROMOVENTE: GRUPO SONAR DEL
SURESTE S.A. DE C.V.**

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y DEL O LOS USOS QUE SE PRETENDAN DAR AL TERRENO



**ELABORADO POR: ING. JOSÉ RAFAEL RAMOS
MORENO, PRESTADOR DE SERVICIOS
FORESTALES**

FECHA DE ELABORACIÓN: AGOSTO DE 2022

CONTENIDO

2. Descripción del proyecto y del o los Usos que se pretendan dar al terreno	1
2.1. Información general del proyecto	1
2.1.1. Naturaleza del Proyecto	1
2.1.2. Objetivo(s) del nuevo uso propuesto.....	3
2.1.3. Justificar porque los terrenos son apropiados al nuevo uso.....	4
2.1.4. Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el cambio de uso de suelos en terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georeferenciados y expresados en coordenadas UTM	4
2.1.5. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos	14
2.1.6. Inversión requerida.....	15
2.2. Características particulares del proyecto	15
2.2.1. Dimensiones del Proyecto.....	15
2.2.2. Preparación del Sitio y Construcción.....	16
2.2.3. Descripción de Obras y Actividades provisionales del Proyecto	45
2.2.4. Descripción de Obras asociadas al Proyecto.....	45
2.2.5. Estimación del Volumen en Metros Cúbicos, por Especie y por Predio, de las Materias Primas Forestales derivadas del Cambio de Uso del Suelo	45
2.2.6. Operación y Mantenimiento	57
2.2.7. Desmantelamiento y Abandono de las Instalaciones	57
2.2.8. Cronograma de actividades del Proyecto	58
2.2.9. Generación y Manejo de Residuos Líquidos y Emisiones a la Atmósfera	59
2.2.10. Residuos	59

Índice de Tablas

Tabla 1. Fauna Del Área De Custf En La Nom-059-Semarnat-2010.....	3
Tabla 2. Coordenadas Utm Del Área Del Proyecto.....	5
Tabla 6. Jerarquización Hidrológica Del Área Del Proyecto.....	7
Tabla 7. Coordenadas Utm Del Área De Custf.....	10
Tabla 3. Inversión Económica Por Las Obras Del Proyecto.....	15
Tabla 4. Resumen De Superficies Del Proyecto.....	16
Tabla 5. Resumen De Superficies Del Proyecto Respecto Al Tipo De Vegetación.....	16
Tabla 8. Coordenadas Utm Del Área De Reubicación De Fauna.....	29
Tabla 9. Resumen De Obras De Conservación Del Suelo.....	31
Tabla 10. Resumen De Obras De Conservación De Agua.....	31
Tabla 11. Cronograma De Actividades De La Supervisión Ambiental.....	33
Tabla 12. Indicadores De Éxito Para El Programa De Rescate Y Reubicación De Flora Silvestre.....	41
Tabla 13. Cronograma De Actividades Del Programa De Rescate Y Reubicación De Fauna.....	42
Tabla 14. Superficies Del Proyecto Respecto Al Uso De Suelo Y Vegetación.....	47
Tabla 15. Coordenadas Utm De Los Sitios De Muestreo Para Vegetación De Dunas Costeras.....	48
Tabla 16. Coordenadas Utm De Los Sitios De Muestreo Para Vegetación De Dunas Costeras (Matorral).	49
Tabla 17. Número De Sitios Por Tipo De Vegetación En El Área De Custf.....	49
Tabla 18. Análisis Experimental Del Muestreo Aplicado En El Área De Custf.....	53
Tabla 19. Fórmulas Para La Estimación De Volumen Por Especie.....	53
Tabla 20. Número De Árboles Por Remover En El Área De Custf.....	54
Tabla 21. Número De Individuos Por Tipo De Vegetación En El Área De Custf.....	55
Tabla 22. Número Total De Individuos Por Tipo De Vegetación En El Área De Custf.....	55
Tabla 23. Volumen Por Tipo De Vegetación En El Área De Custf.....	56
Tabla 24. Número De Árboles Y Volumen Por Remover En El Área De Custf.....	56
Tabla 25. Resumen Del Número De Árboles Y Volumen (M ³ /Vta) A Remover En El Área De Custf...	56
Tabla 26. Programa General De Trabajo.....	59
Tabla 27. Actividades Para El Manejo Y Disposición De Los Residuos Peligrosos.....	60

Índice de Figuras

Figura 1. Macrolocalización Del Área Del Proyecto.....	5
Figura 2. Ubicación Satelital Del Área Del Proyecto.....	6
Figura 3. Microlocalización Del Área Del Proyecto.....	6
Figura 4. Ubicación Del Proyecto Respecto A Las Regiones Hidrológicas.....	7
Figura 5. Ubicación Del Área De Custf.....	11
Figura 6. Ubicación Del Proyecto Respecto A Las Anp Federales.....	11
Figura 7. Ubicación Del Proyecto Respecto A Las Anp Estatales.....	12
Figura 8. Ubicación Del Proyecto Respecto A Las Rtp.....	12

Figura 9. Ubicación Del Proyecto Respecto A Las Rhp.....	13
Figura 10. Ubicación Del Proyecto En La Rmp No. 39 "Puerto Arista".....	13
Figura 11. Ubicación Del Proyecto Respecto A Las Aicas.....	14
Figura 12. Usos De Suelo Y Vegetación Del Área De Custf.	16
Figura 13. Ejemplo De Labores De Mantenimiento A Equipos Y Maquinaria.	22
Figura 14. Ejemplo De Viveros Rústicos.	25
Figura 15. Ejemplo De Reubicación De Fauna.	29
Figura 16. Ubicación Del Área De Reubicación De Fauna.....	30
Figura 17. Ejemplos De Bitácora De Actividades.	34
Figura 18. Ejemplo De Bitácora De Capacitaciones.	35
Figura 19. Ejemplo De Bitácora De Mantenimiento De Maquinaria Y Equipos.....	36
Figura 20. Ejemplo De Bitácora De Entrega De Epp.	37
Figura 21. Ejemplo De Actividades Del Rescate Y Reubicación De Flora Silvestre.	40
Figura 22. Uso De Suelo Y Vegetación Del Área De Custf (Serie Vii).....	46
Figura 23. Uso De Suelo Y Vegetación Del Área De Custf (Reclasificado).....	46
Figura 24. Ubicación Y Delimitación De Sitios De Muestreo En Campo.	48
Figura 25. Materiales Y Equipos Utilizados En El Muestreo En Campo.	50
Figura 26. Medición De Variables Dasométricas.	51

2. Descripción del proyecto y del o los Usos que se pretendan dar al terreno

2.1. Información general del proyecto

2.1.1. Naturaleza del Proyecto

El Proyecto consiste en el **Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)** en una superficie total de **16,884.3561 m²**, para posteriormente establecer un Fraccionamiento como centro de asentamientos humanos en un ecosistema costero, dentro de un área total de **30,950.9300 m²**, en un predio rústico (propiedad de la Promovente) que se ubica en el Municipio de Tonalá, Chiapas.

En seguida, se describen las obras que contempla el Proyecto:

- **Muro Perimetral:** Tendrá una longitud de **505.46 ml** que delimitará la propiedad del inmueble. Se divide en: 107.02 ml al Oriente con colindancia a propiedad privada, 115.54 ml al Poniente con colindancia al acceso de terracería y 282.90 ml al Norte con colindancia a propiedad privada.
 - Los muros laterales estarán realizados con block macizo asentado con mortero de cemento-arena 1:7, castillos de concreto de 15x20 cm armados con 6 varillas de 3/8" y estribos del #2 a cada 20 cm; mientras que la colindancia hacia el mar se encuentra conformada por malla ciclón de 55x55 cm de calibre 10.5 con 2.00 m de altura, con postes de línea de 48 mm de calibre 16 a cada 2.50 m, postes esquineros de 73 mm de calibre 16, postes de arranque de 60 mm de calibre 16, con retenidas horizontales de 42 mm de calibre 18 y barra superior de 42 mm de calibre 18.
- **Banquetas:** Tiene una longitud de **1,574.90 ml** que contempla: corredores colindantes al área habitacional de la superficie ganada al mar, área habitacional del lado Norte en circulación interna, andadores del acceso principal y banquetas en área general de amenidades. Estarán construidas con firme de concreto F'c = 150 kg/cm² de 10 cm de espesor, que incluye cimbra, membrana de curado, malla electrosoldada con medidas de 6x6x10 cm, con acabado de tipo fino.
- **Alberca 1:** Con una superficie de **269.00 m²**, tendrá una profundidad promedio de 1.40 m, elaborada con muros de block de 15 cm de espesor con acabado común, reforzada con castillos y cadenas de 15x20 cm de F'c=200 kg/cm² y 6 varillas de 3/8" y estribos del #2 a cada 15 cm, piso con losa de concreto armado con varillas de 3/8" a cada 15 cm en ambos sentidos y el terminado es con loseta cerámica. Abarcará un andador perimetral de 70 cm de ancho a base de losa de concreto simple de F'c=200 kg/cm² con terminado común.

- **Alberca 2:** Tiene una superficie de **216.85 m²**, con una profundidad promedio de 1.40 m, estructurada con muros de block de 15 cm de espesor con acabado común, reforzada con castillos y cadenas de 15x20 cm de $F'c=200 \text{ kg/cm}^2$ y 6 varillas de 3/8" y estribos del #2 a cada 15 cm, piso con losa de concreto armado con varillas de 3/8" a cada 15 cm en ambos sentidos y el terminado será con loseta cerámica. Se contempla un andador perimetral de 70 cm de ancho a base de losa de concreto simple de $F'c=200 \text{ kg/cm}^2$ con terminado común.
- **Palapa:** Tiene una superficie total de **34.50 m²**. Su estructura será a base de columnas de concreto y firme de concreto de 8 cm de espesor con acabado estampado y estará cubierta con bambú y palma de la región.
- **Calles de Circulación Interna del Fraccionamiento:** Con una superficie total de **6,816.3817 m²** dentro del fraccionamiento. Se contempla un empedrado como circulación interna, con el mejorado de suelo por una capa de 60 cm de base hidráulica compactada a cada 20 cm. Posteriormente, se incorporará una capa de arena de 15 cm sobre la cual se colocará el mortero cemento-arena 4:1, del cual se desplantan las maestras, dejando una capa de piedra bolón de 20 cm y cubriendo los espacios vacíos con lechada de mezcla de cemento, agua y arena fina. El pavimento debe ir entre bordillos colocados previamente. El bordillo será de piedra bolón de 2500 PSI y de dimensiones de 0.15 m de altura por 0.20 m de ancho.
- **Caseta de Vigilancia y Área Administrativa:** Con una superficie de **43.00 m²** que contempla la excavación, mejorado de suelo con base hidráulica, desplante de contratraveses, anclaje de castillos, habilitado de muro con ladrillo recocido, cimbra, colado y descimbrado, anclaje de cadena de cerramiento, colado con malla para losa, acabado fino y colocación de cancelería.

El desarrollo de actividades como el desmonte, deshierbe, despalme y derribo de arbolado serán necesarias. En la medida de lo posible, se buscará ejecutar el Proyecto de manera sustentable, llevando a cabo las actividades de manera progresiva a la par de acciones compensatorias que mitiguen el daño generado al medio físico.

La ejecución del CUSTF se llevará a cabo en un lapso de **5 meses**, dentro de un periodo de **2 años** que se han destinado para las actividades de construcción de las obras. Asimismo, para las viviendas que establezcan los compradores se tomará en consideración un tiempo de vida útil de **5 años** a partir de su construcción.

El Proyecto utilizará los caminos de acceso existentes que conectan al terreno con la población de las localidades de Cabeza de Toro, Playa del Sol y Puerto Arista. Respecto a los servicios, la energía eléctrica será suministrada por la Comisión

Federal de Electricidad (CFE); y en relación con el abastecimiento de agua potable y el tratamiento de las aguas residuales generadas, esto será proporcionado por el H. Ayuntamiento Municipal de Tonalá.

De igual manera, con base en los resultados de los muestreos que se efectuaron dentro del sitio del Proyecto y en sus alrededores, se identificaron especies de Fauna Silvestre consideradas en alguna categoría dentro de la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010** y su **Anexo Normativo III**. En la Tabla 1 se enlistan dichas especies:

Clase	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Aves	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	A
	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	Pr
	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Pr
	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre	Pr
Reptiles	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana espinosa rayada	A

Tabla 1. Fauna del Área de CUSTF en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Aunado a lo anterior, y con la finalidad de proteger y conservar la biodiversidad del sitio de CUSTF, se implementará el **Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre**.

2.1.2. Objetivo(s) del nuevo uso propuesto

El Proyecto denominado "**Fraccionamiento Los Girasoles**" busca el establecimiento de un nuevo centro de población en una superficie de **30,950.9300 m² (3.0950 Ha)**, de los cuales se ejecutaría el CUSTF en un área de **16,884.3561 m² (1.6884 Ha)**. De esta manera, el sitio servirá para satisfacer y disminuir la demanda de viviendas en la región, derivado del crecimiento poblacional de los últimos años.

De acuerdo con el **Censo de Población y Vivienda 2020** del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI), se estima un rezago de vivienda en el 30% de las viviendas mexicanas, es decir, aproximadamente existen 9.2 millones de viviendas en dicha situación. Según la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVIV), Chiapas es uno de los Estados en donde se concentra el mayor rezago habitacional, junto con Veracruz, Oaxaca y el Estado de México; con alrededor de 8.5 millones de casas en dicha condición. El 68.16% de la población del Estado de Chiapas presentó rezago en vivienda. De igual manera, el Estado se encuentra en los niveles más bajos de cobertura de servicios básicos y complementarios de todo el país. Si a esto le añadimos el rezago histórico existente, es evidente que Chiapas necesita de grandes desarrollos de vivienda.

De acuerdo con los datos del Sistema Nacional de Información e Indicadores de Vivienda (SNIIV), el Estado de Chiapas muestra una demanda potencial de vivienda para derechohabientes del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) de 13,937 viviendas para el año 2020.

El Proyecto pretende disminuir dicha demanda, la cual representa una fracción de la real, ya que existen otras instituciones gubernamentales que otorgan créditos hipotecarios para vivienda, por lo cual es aún más grande la necesidad de crear nuevos espacios de asentamientos humanos. La ubicación del Proyecto permite el fácil acceso a la zona, con vialidades en buen estado y conexión directa a diferentes comunidades y localidades cercanas.

También busca un desarrollo que permita proporcionarles un entorno adecuado a las familias que lo habiten, en armonía con el medio ambiente, con la seguridad de contar con los servicios básicos, contribuyendo a su calidad de vida y disminuyendo el rezago habitacional.

2.1.3. Justificar porque los terrenos son apropiados al nuevo uso

Como se ha mencionado previamente, el proyecto consistirá en la ejecución de un CUSTF en un área de **16,884.3561 m² (1.6884 Ha)**, dentro de una superficie total de **30,950.9300 m² (3.0950 Ha)**.

Los criterios para selección el sitio del Proyecto fueron los siguientes:

- Contar con la posesión legal del predio por parte del Promovente.
- Cercanía con otros centros de población y vías de comunicación que permitan su conectividad.
- Existencia de proyectos similares en la zona.
- No localizarse dentro de áreas naturales protegidas.

El CUSTF se llevará a cabo de acuerdo con las necesidades del proyecto, delimitando las áreas que serán intervenidas, realizando las actividades de forma gradual y ordenada, siguiendo la normatividad aplicable bajo la supervisión de expertos en la materia, aplicando diversas medidas a corto y mediano plazo para restaurar daños ambientales en el sitio.

2.1.4. Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el cambio de uso de suelos en terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georeferenciados y expresados en coordenadas UTM

2.1.4.1. Ubicación geopolítica (Estado, Municipio, Ejido, Comunidad o Paraje)

El área del Proyecto se ubica en la Planicie Costera del Pacífico del Estado de Chiapas, en la costa de la localidad de Playa del Sol, en el Municipio de Tonalá. Este municipio colinda al Norte con los municipios de Arriaga y Villaflores, al Este con Villacorzo, al Sur con Pijijiapan y al Oeste con el Océano Pacífico; como se ilustra en la Figura 1:

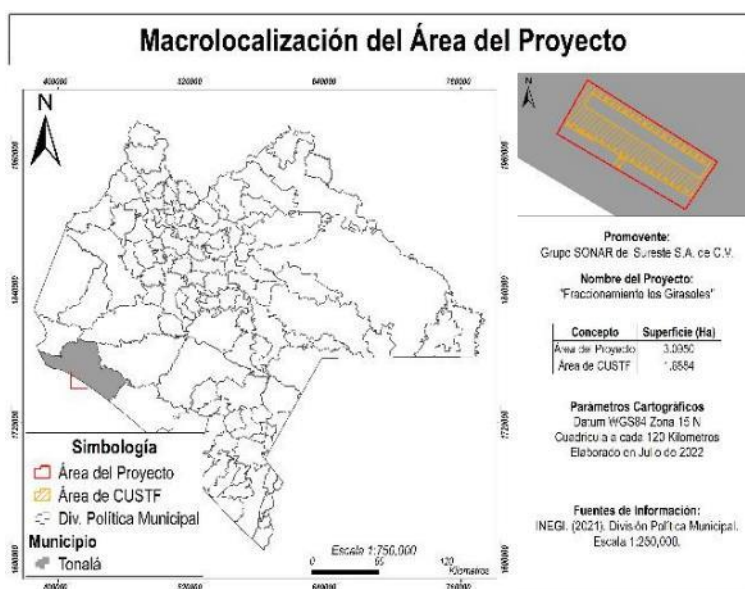


Figura 1. Macrolocalización del Área del Proyecto.

De igual forma, el Proyecto se localiza a una distancia de 19.30 Km de la cabecera municipal de Tonalá y colinda al Norte y al Este con terrenos particulares, a 50 m al Sur con el Océano Pacífico, y al Oriente con un camino de terracería; así como se puede apreciar en la Figura 2.

Asimismo, en la Tabla 2 se enlistan las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 15 Norte) que delimitan el área del Proyecto, correspondiente a una superficie de **30,950.9300 m²**:

Vértices	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	418398.797	1758759.775
2	418342.933	1758658.638
3	418576.706	1758515.738
4	418635.646	1758605.065

Tabla 2. Coordenadas UTM del Área del Proyecto.

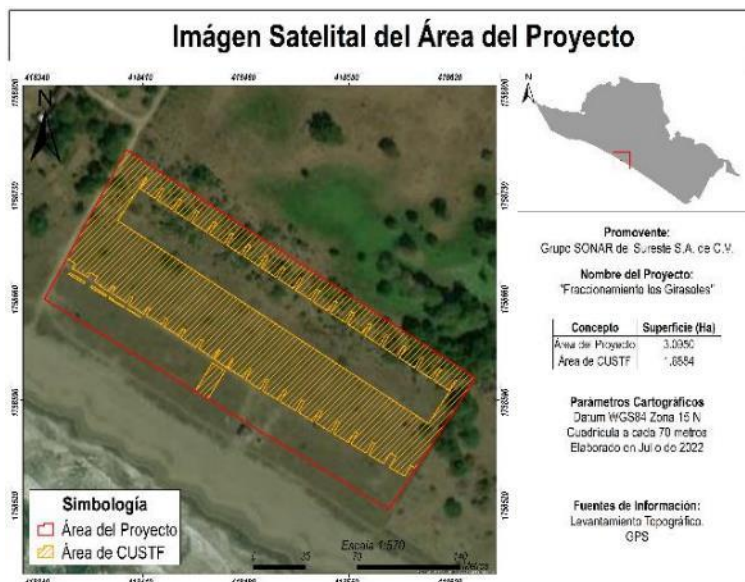


Figura 2. Ubicación Satelital del Área del Proyecto.

Cabe mencionar que el área del Proyecto comprende en su totalidad la superficie del predio rústico (propiedad de la Promoviente); tal y como se indica mediante el Instrumento Público No. 1,330 (Mil trescientos treinta), Volumen 20 que contiene el **Contrato de Compraventa** bajo la fe del Notario Público No. 163 del Estado, Lic. Sara Verónica Liévano Bustamante, de fecha 16 de octubre de 2019 en la ciudad de Cintalapa de Figueroa, Chiapas. Dicho documento se adjunta en los **Anexos**.

Asimismo, en la Figura 3 se puede apreciar la microlocalización del área del Proyecto:

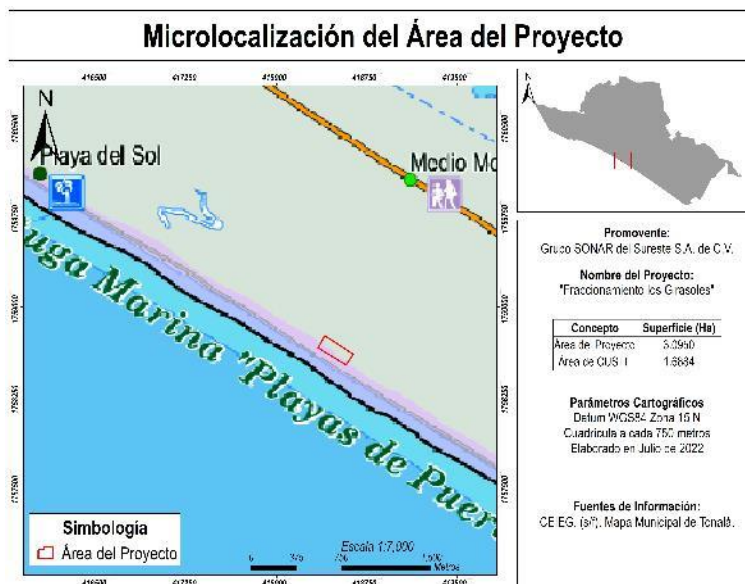


Figura 3. Microlocalización del Área del Proyecto.

Se adjunta el Plano Topográfico del Proyecto en los **Anexos** y en formato digital en el medio magnético (CD y USB).

2.1.4.2. Ubicación en el contexto de la región hidrológica (Cuenca, Subcuenca, Microcuenca)

Las **Cuencas Hidrológicas** son unidades del terreno, definidas por la división natural de las aguas debida a la conformación del relieve. Para propósitos de administración de las aguas nacionales, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) ha definido **731 Cuencas Hidrológicas** que se encuentran distribuidas en **37 Regiones Hidrológicas (RH)**. El Estado de Chiapas comprende tres: *Coatzacoalcos (RH29)*, *Grijalva-Usumacinta (RH30)* y *Costa de Chiapas (RH23)*.

En la Tabla 6 se presenta un resumen de la jerarquización hidrológica del Proyecto de acuerdo con la ubicación en la que se encuentra:

Región Hidrológica	Cuenca Hidrológica	Subcuenca Hidrológica	Microcuenca
Costa de Chiapas (RH23)	Río Pijijiapan y Otros (RH23C)	Laguna de la Joya (RH23Cf)	Manuel Ávila Camacho

Tabla 3. Jerarquización Hidrológica del Área del Proyecto.

Con base en lo anterior, en la Figura 5 se ilustra gráficamente la jerarquización hidrológica del Proyecto, misma que coincide con lo plasmado en la Tabla 6:

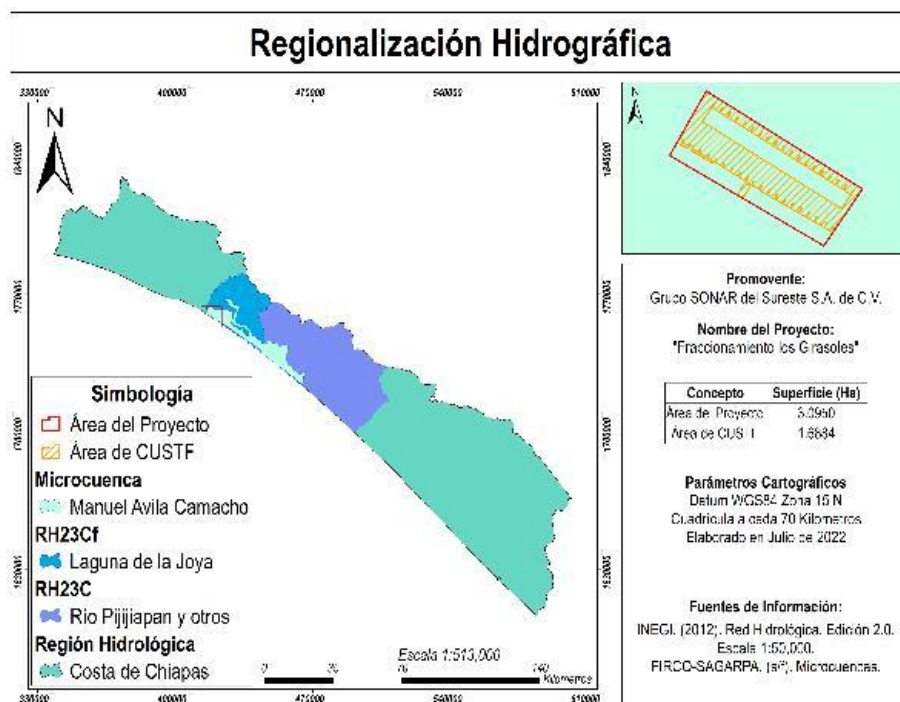


Figura 4. Ubicación del Proyecto respecto a las Regiones Hidrológicas.

2.1.4.3. Ubicación geográfica mediante coordenadas (UTM o Geográficas) de los vértices del Polígono que delimite el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales

Como se ha mencionado anteriormente, la superficie del Proyecto es de **30,950.9300 m²**, que ocupa la totalidad del predio rústico (propiedad de la Promovente) y que incluye al área que estará sujeta a CUSTF de **16,884.3561 m²**, es decir, el 54.55% de la extensión territorial total.

En la Tabla 7 se enlistan las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 15 Norte) que delimitan la superficie de CUSTF:

Vértice	Coordenadas UTM		Polígono	Vértice	Coordenadas UTM		Polígono
	X	Y			X	Y	
1	418360.2967	1758676.4430	Uno	110	418479.6282	1758604.3972	Cinco
2	418370.7386	1758670.5250	Uno	111	418483.5177	1758610.8578	Cinco
3	418369.9888	1758669.2248	Uno	112	418481.9516	1758611.8007	Cinco
4	418359.7066	1758675.4196	Uno	113	418478.0454	1758605.3123	Cinco
5	418375.4211	1758667.8171	Dos	114	418467.7034	1758611.5011	Cinco
6	418380.7803	1758664.1643	Dos	115	418471.6686	1758617.9876	Cinco
7	418385.3156	1758660.9864	Dos	116	418470.8511	1758618.4795	Cinco
8	418384.8779	1758660.2594	Dos	117	418466.8242	1758611.8773	Cinco
9	418374.5973	1758666.4487	Dos	118	418392.8075	1758711.8781	Cinco
10	418387.1124	1758660.0932	Tres	119	418396.7390	1758709.3101	Cinco
11	418391.4074	1758656.8820	Tres	120	418408.9919	1758701.3064	Cinco
12	418397.1162	1758653.4441	Tres	121	418421.1851	1758693.3418	Cinco
13	418396.8721	1758653.0385	Tres	122	418433.0898	1758685.5656	Cinco
14	418386.5914	1758659.2278	Tres	123	418445.2521	1758677.6212	Cinco
15	418398.7471	1758652.2753	Cuatro	124	418456.4710	1758670.2930	Cinco
16	418404.3431	1758649.0508	Cuatro	125	418467.6096	1758663.0173	Cinco
17	418408.8662	1758645.8176	Cuatro	126	418479.3418	1758655.3538	Cinco
18	418408.8662	1758645.8176	Cuatro	127	418491.8000	1758647.2161	Cinco
19	418398.5855	1758652.0069	Cuatro	128	418502.8484	1758639.9992	Cinco
20	418466.8242	1758611.8773	Cinco	129	418515.8745	1758631.4905	Cinco
21	418465.2441	1758613.1501	Cinco	130	418527.0127	1758624.2151	Cinco
22	418458.4057	1758617.5915	Cinco	131	418538.7043	1758616.5781	Cinco
23	418462.0835	1758623.7005	Cinco	132	418550.0104	1758609.1930	Cinco
24	418461.1733	1758624.2477	Cinco	133	418562.0225	1758601.3466	Cinco
25	418457.5048	1758618.1541	Cinco	134	418574.7460	1758593.0356	Cinco
26	418452.7490	1758621.6417	Cinco	135	418585.3201	1758586.1286	Cinco
27	418447.5618	1758624.9063	Cinco	136	418591.9230	1758581.8622	Cinco
28	418450.8921	1758630.4381	Cinco	137	418603.7733	1758574.1231	Cinco
29	418449.2324	1758631.4367	Cinco	138	418622.8983	1758603.3945	Cinco
30	418445.8453	1758625.8107	Cinco	139	418622.1155	1758603.9058	Cinco
31	418435.6725	1758632.1792	Cinco	140	418617.4663	1758596.7900	Cinco
32	418438.9518	1758637.6261	Cinco	141	418607.4162	1758603.3547	Cinco

Grupo SONAR del Sureste S.A. de C.V.
Documento Técnico Unificado (DTU) Modalidad B para el
Proyecto: "Fraccionamiento Los Girasoles"



Vértice	Coordenadas UTM		Polígono	Vértice	Coordenadas UTM		Polígono
	X	Y			X	Y	
33	418437.2383	1758638.6577	Cinco	142	418612.0646	1758610.4711	Cinco
34	418436.2074	1758636.9453	Cinco	143	418610.3402	1758611.5974	Cinco
35	418434.1321	1758633.4981	Cinco	144	418605.6918	1758604.4811	Cinco
36	418431.0389	1758635.7981	Cinco	145	418595.6444	1758611.0441	Cinco
37	418424.0218	1758639.9705	Cinco	146	418600.2928	1758618.1604	Cinco
38	418425.5362	1758642.4859	Cinco	147	418598.6188	1758619.2539	Cinco
39	418426.9578	1758644.8473	Cinco	148	418593.9704	1758612.1375	Cinco
40	418425.2443	1758645.8787	Cinco	149	418583.9238	1758618.7000	Cinco
41	418422.5178	1758641.3499	Cinco	150	418588.5722	1758625.8163	Cinco
42	418417.1996	1758644.6755	Cinco	151	418586.8978	1758626.9101	Cinco
43	418412.1415	1758647.3804	Cinco	152	418582.2494	1758619.7937	Cinco
44	418414.9637	1758652.0682	Cinco	153	418572.2028	1758626.3562	Cinco
45	418413.2503	1758653.0998	Cinco	154	418576.8512	1758633.4725	Cinco
46	418410.4224	1758648.4025	Cinco	155	418575.1767	1758634.5663	Cinco
47	418405.8016	1758651.3970	Cinco	156	418570.5283	1758627.4499	Cinco
48	418400.1691	1758654.6373	Cinco	157	418560.4817	1758634.0124	Cinco
49	418402.9696	1758659.2891	Cinco	158	418565.1301	1758641.1287	Cinco
50	418401.2562	1758660.3206	Cinco	159	418563.4557	1758642.2225	Cinco
51	418398.6439	1758655.9815	Cinco	160	418558.8073	1758635.1061	Cinco
52	418393.4920	1758659.4343	Cinco	161	418548.7607	1758641.6686	Cinco
53	418388.6493	1758662.6461	Cinco	162	418553.4091	1758648.7849	Cinco
54	418390.9755	1758666.5100	Cinco	163	418551.7347	1758649.8787	Cinco
55	418389.2620	1758667.5415	Cinco	164	418547.0863	1758642.7623	Cinco
56	418387.0095	1758663.8000	Cinco	165	418537.0397	1758649.3248	Cinco
57	418383.0630	1758665.8764	Cinco	166	418541.6881	1758656.4411	Cinco
58	418377.1626	1758670.7098	Cinco	167	418540.0136	1758657.5349	Cinco
59	418377.8191	1758671.8002	Cinco	168	418535.3652	1758650.4185	Cinco
60	418378.9814	1758673.7308	Cinco	169	418525.3186	1758656.9810	Cinco
61	418374.2352	1758676.5884	Cinco	170	418529.9670	1758664.0973	Cinco
62	418372.2742	1758673.1878	Cinco	171	418528.2926	1758665.1911	Cinco
63	418367.1470	1758676.5575	Cinco	172	418523.6442	1758658.0747	Cinco
64	418361.8090	1758679.0662	Cinco	173	418513.5976	1758664.6372	Cinco
65	418363.9504	1758682.7806	Cinco	174	418518.2460	1758671.7535	Cinco
66	418360.1681	1758685.0579	Cinco	175	418516.5716	1758672.8473	Cinco
67	418358.1404	1758686.1696	Cinco	176	418511.9232	1758665.7309	Cinco
68	418398.7970	1758759.7750	Cinco	177	418501.8766	1758672.2934	Cinco
69	418635.6460	1758605.0650	Cinco	178	418506.5250	1758679.4097	Cinco
70	418595.1318	1758543.6633	Cinco	179	418504.8505	1758680.5034	Cinco
71	418594.9172	1758543.7916	Cinco	180	418500.2021	1758673.3871	Cinco
72	418591.9598	1758545.5720	Cinco	181	418490.1555	1758679.9496	Cinco
73	418587.4282	1758538.3856	Cinco	182	418494.8039	1758687.0659	Cinco
74	418577.1447	1758544.5712	Cinco	183	418493.1295	1758688.1596	Cinco
75	418581.6785	1758551.7617	Cinco	184	418488.4811	1758681.0433	Cinco

Vértice	Coordenadas UTM		Polígono	Vértice	Coordenadas UTM		Polígono
	X	Y			X	Y	
76	418577.7573	1758554.1224	Cinco	185	418478.4345	1758687.6058	Cinco
77	418573.3732	1758546.8403	Cinco	186	418483.0829	1758694.7221	Cinco
78	418563.0925	1758553.0296	Cinco	187	418481.4085	1758695.8158	Cinco
79	418567.4766	1758560.3117	Cinco	188	418476.7601	1758688.6995	Cinco
80	418565.7631	1758561.3433	Cinco	189	418466.7135	1758695.2620	Cinco
81	418561.3790	1758554.0611	Cinco	190	418471.3619	1758702.3783	Cinco
82	418551.0983	1758560.2505	Cinco	191	418469.6878	1758703.4718	Cinco
83	418555.4824	1758567.5326	Cinco	192	418465.0394	1758696.3554	Cinco
84	418553.7690	1758568.5642	Cinco	193	418454.9920	1758702.9184	Cinco
85	418549.3849	1758561.2820	Cinco	194	418459.6404	1758710.0348	Cinco
86	418539.1042	1758567.4713	Cinco	195	418457.9668	1758711.1280	Cinco
87	418543.4883	1758574.7535	Cinco	196	418453.3184	1758704.0116	Cinco
88	418541.7749	1758575.7850	Cinco	197	418443.2710	1758710.5746	Cinco
89	418537.3908	1758568.5029	Cinco	198	418447.9194	1758717.6910	Cinco
90	418527.1101	1758574.6922	Cinco	199	418446.2458	1758718.7842	Cinco
91	418531.4942	1758581.9744	Cinco	200	418441.5974	1758711.6678	Cinco
92	418529.7808	1758583.0059	Cinco	201	418431.5500	1758718.2308	Cinco
93	418525.3967	1758575.7238	Cinco	202	418436.1984	1758725.3471	Cinco
94	418515.1160	1758581.9131	Cinco	203	418434.5244	1758726.4399	Cinco
95	418519.5001	1758589.1952	Cinco	204	418429.8760	1758719.3235	Cinco
96	418517.7866	1758590.2268	Cinco	205	418419.8241	1758725.8791	Cinco
97	418513.4025	1758582.9446	Cinco	206	418424.4726	1758732.9953	Cinco
98	418503.1218	1758589.1339	Cinco	207	418422.8653	1758734.0430	Cinco
99	418507.5059	1758596.4161	Cinco	208	418418.2169	1758726.9267	Cinco
100	418505.7925	1758597.4476	Cinco	209	418408.1627	1758733.4775	Cinco
101	418501.4084	1758590.1655	Cinco	210	418412.8111	1758740.5938	Cinco
102	418491.1277	1758596.3548	Cinco	211	418411.9369	1758741.1637	Cinco
103	418495.5118	1758603.6370	Cinco	212	418456.9440	1758615.1635	Seis
104	418493.7984	1758604.6685	Cinco	213	418461.7830	1758612.1579	Seis
105	418489.4143	1758597.3864	Cinco	214	418465.5014	1758609.7085	Seis
106	418483.5927	1758600.8912	Cinco	215	418454.0830	1758590.9876	Seis
107	418482.7213	1758602.1985	Cinco	216	418453.9526	1758590.7743	Seis
108	418481.7052	1758602.9290	Cinco	217	418445.4061	1758595.9986	Seis
109	418480.6377	1758603.6966	Cinco				

Tabla 4. Coordenadas UTM del Área de CUSTF.

En la Figura 6 se puede observar la ubicación del área que estará sujeta a CUSTF:

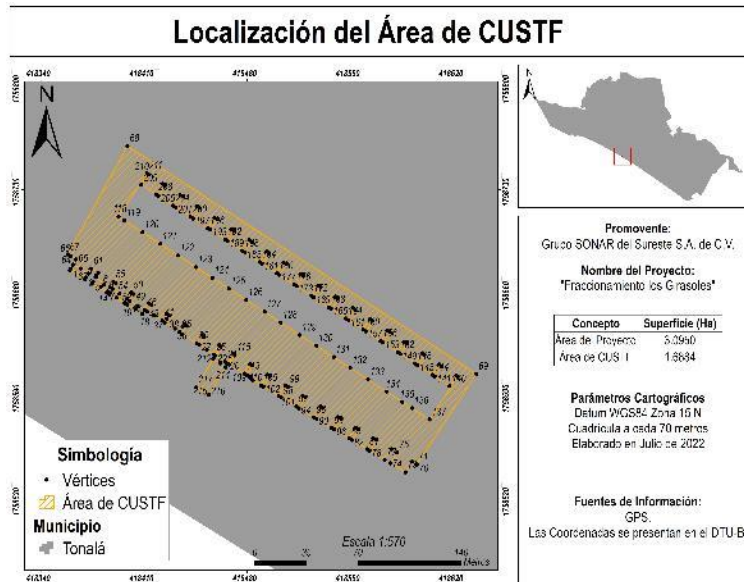


Figura 5. Ubicación del Área de CUSTF.

2.1.4.4. Indicar si el Proyecto se ubica dentro de algún ANP, Región Terrestre Prioritaria, Región Hidrológica Prioritaria, Área de Importancia para la Conservación de Aves, etc.

4.1.4.4.1. Áreas Naturales Protegidas Federales

El área del Proyecto **no** incide en ninguna ANP de competencia Federal. La más cercana al sitio es el **Santuario "Playa de Puerto Arista"**, a una distancia aproximada de 20.00 m al Sur; como se ilustra en la Figura 6:

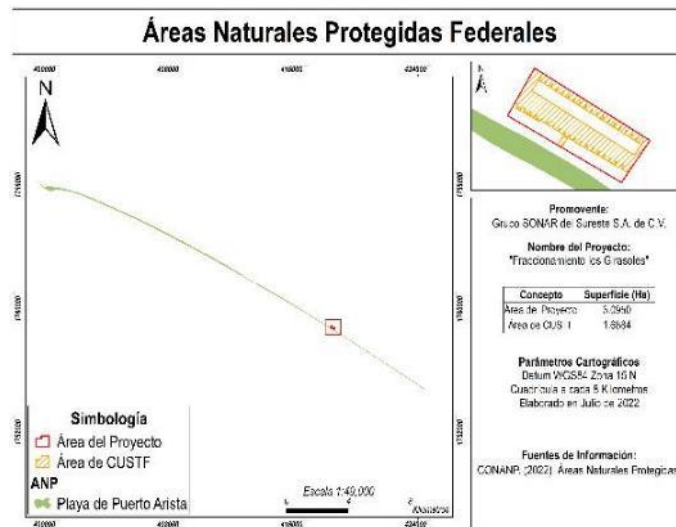


Figura 6. Ubicación del Proyecto respecto a las ANP Federales.

4.1.4.4.2. Áreas Naturales Protegidas Estatales

El sitio del proyecto **no** se encuentra dentro de ninguna ANP Estatal, siendo la más cercana el **Centro Ecológico Recreativo "Cerro Sonsonate"** a una distancia de 55.50 Km al Noreste, aproximadamente; como se observa en la Figura 7:

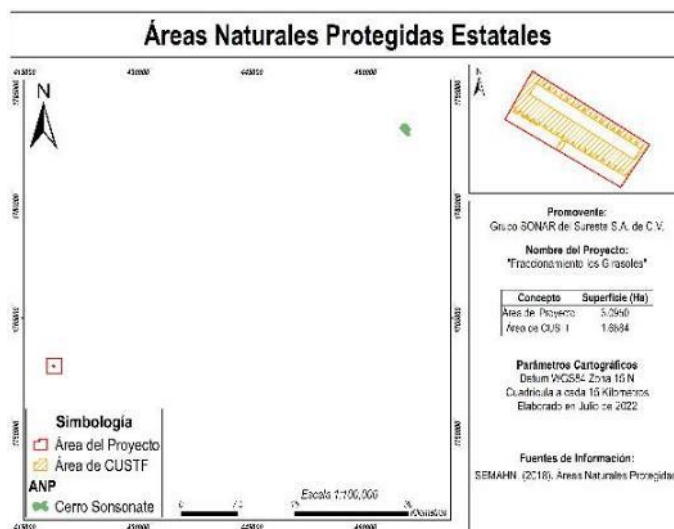


Figura 7. Ubicación del Proyecto respecto a las ANP Estatales.

4.1.4.4.3. Regiones Terrestres Prioritarias

El sitio del Proyecto **no** incide en ninguna RTP, sin embargo, las más cercanas son: **El Triunfo-La Encrucijada-Palo Blanco** a 20.22 Km de distancia al Noreste y la **Selva Zoque-La Sepultura** a 26.28 Km al Noroeste, aproximadamente; tal y como se aprecia en la Figura 8:

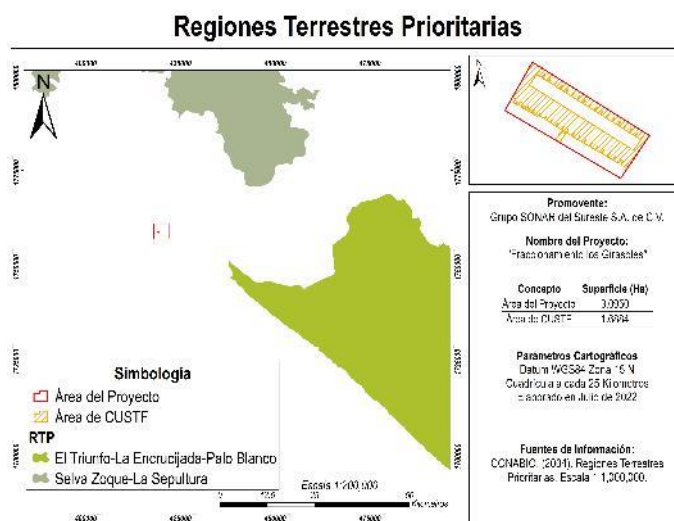


Figura 8. Ubicación del Proyecto respecto a las RTP.

4.1.4.4.4. Regiones Hidrológicas Prioritarias

El Proyecto **no** se ubica dentro de ninguna RHP, siendo la más próxima el **Soconusco** a una distancia de 138.54 m al Norte; como se ve en la Figura 9:

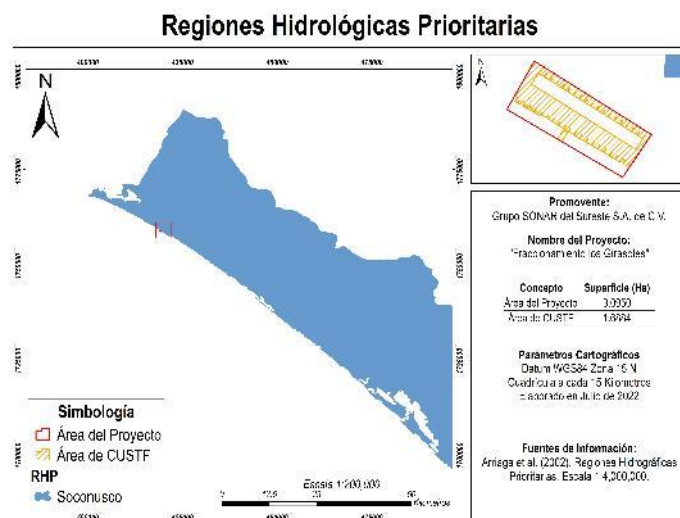


Figura 9. Ubicación del Proyecto respecto a las RHP.

4.1.4.4.5. Regiones Marinas Prioritarias

El sitio del Proyecto se localiza dentro de la **RMP No. 39** denominada "**Puerto Arista**", como se observa en la Figura 10:

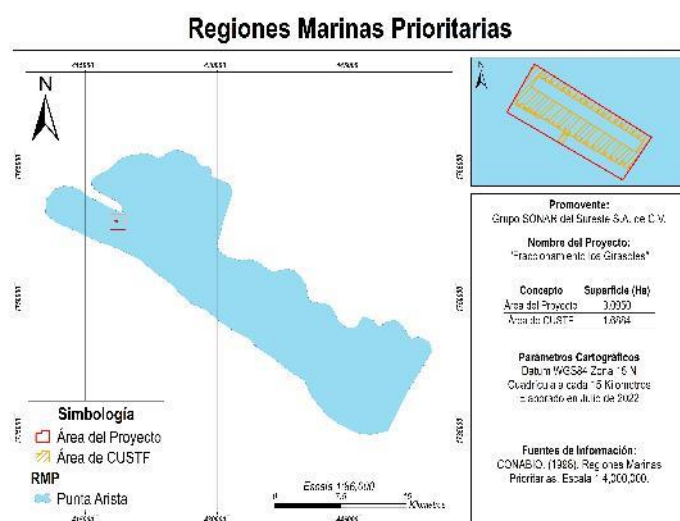


Figura 10. Ubicación del Proyecto en la RMP No. 39 "Puerto Arista".

4.1.4.4.6. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

El área del Proyecto **no** se localiza dentro de ninguna AICA, sin embargo, las más cercanas son: **Istmo de Tehuantepec** a aproximadamente 5.05 Km al Noroeste y

La Encrucijada a una distancia de 7.80 Km al Noreste; como se muestra en la Figura 11:

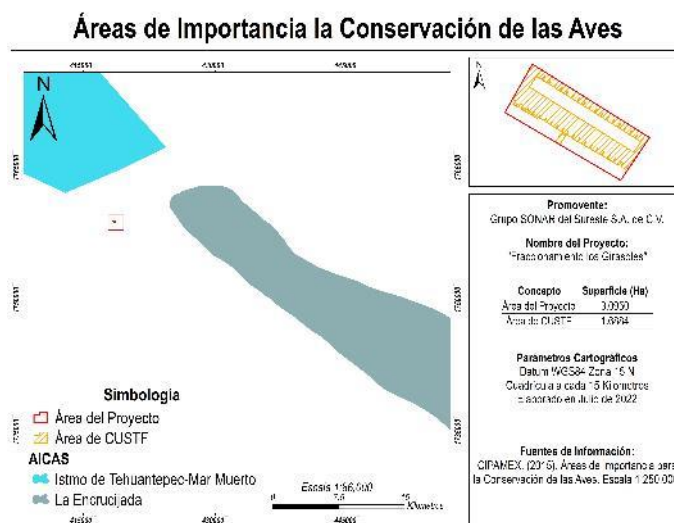


Figura 11. Ubicación del Proyecto respecto a las AICAS.

2.1.5. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El Proyecto contará con los siguientes servicios básicos:

- **Alcantarillado:** Las aguas residuales generadas en las instalaciones sanitarias, cocina y albercas serán dispuestas directamente hacia el sistema de drenaje municipal, por medio de la red de descarga.
- **Vías de Acceso:** La principal vía de acceso al sitio del Proyecto es el Camino a 4.3 Km de Cabeza de Toro, mismo que constituye una vialidad de terracería en buen estado.
- **Agua Potable:** Consistirá en una red de tubería conectada a la red municipal, que se utiliza principalmente en las actividades sanitarias y de cocina, de las viviendas que se establezcan en un futuro.
- **Energía Eléctrica:** La red estará conectada a través del cableado municipal, que es proporcionado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE).
- **Recolección de Residuos:** En el Municipio de Tonalá no se cuenta con un Relleno Sanitario cercano, por lo que se depositarán los residuos en contenedores de plástico (200 L) con tapa de manera temporal. Posteriormente, en los días y horarios establecidos, se llevarán al punto de recolección del camión, que los transportará al Tiradero a Cielo Abierto (TCA) municipal.

2.1.6. Inversión requerida

Por la construcción de las obras a realizar, se estima una inversión total de **\$2'227,409.00 pesos** (*Dos millones doscientos veintisiete mil cuatrocientos nueve pesos 00/100 M.N.*), como se expone en la Tabla 3:

Tipo de Obra	Monto Económico
Muro Perimetral	\$281,240.00
Banqueta	\$404,000.00
Alberca 1	\$309,750.00
Alberca 2	\$244,650.00
Palapa	\$137,123.00
Calles de Circulación Interna del Fraccionamiento	\$833,146.00
Caseta de Vigilancia y área administrativa	\$17,500.00
TOTAL	\$2'227,409.00

Tabla 5. Inversión económica por las obras del Proyecto.

Aunado al monto anterior, por las actividades del CUSTF se tiene contemplada una inversión total de **\$200,000.00 pesos** (*Cien mil pesos 00/100 M.N.*); por lo que se obtiene un monto total de **\$2'427,409 pesos** (*Dos millones cuatrocientos veintisiete mil cuatrocientos nueve pesos 00/100 M.N.*) para la ejecución del Proyecto.

2.2. Características particulares del proyecto

El Proyecto contempla la construcción, operación y mantenimiento de las obras que se enlistan en el apartado **2.1.1. Naturaleza del Proyecto**, así como de las viviendas que establezcan los pobladores dentro del Fraccionamiento. Ocupa una superficie total de **30,950.9300 m²**, que comprende un área sujeta a CUSTF de **16,884.3561 m²**, a ubicarse en la franja costera del Municipio de Tonalá, Chiapas.

Por lo anterior, el presente estudio es únicamente para obtener la Autorización en Materia de Impacto Ambiental y Forestal por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) Delegación Chiapas.

2.2.1. Dimensiones del Proyecto

En conformidad con lo exhibido en el apartado **2.1.1. Naturaleza del Proyecto**, la superficie total del Proyecto comprende una extensión territorial de **30,950.9300 m²**, ocupando la totalidad del predio rústico (propiedad de la Promovente) y que incluye al área que estará sujeta a CUSTF de **16,884.3561 m²**.

En la Tabla 4 se muestra el desglose de áreas que comprende el Proyecto:

Concepto	Superficie (m ²)	Porcentaje que ocupa
Área del Proyecto (Predio Rústico):	30,950.9300	100%

Concepto	Superficie (m ²)	Porcentaje que ocupa
➤ Área Sujeta a CUSTF	16,884.3561	54.55%
➤ Área restante	14,066.5739	45.45%
TOTAL	30,950.9300	100%

Tabla 6. Resumen de superficies del Proyecto.

Aunado a lo anterior, en la Tabla 5 se exhibe el desglose de superficies respecto a las comunidades vegetales que se encuentran en el área sujeta a CUSTF:

Concepto	Superficie (m ²)	Porcentaje que ocupa
Área Sujeta a CUSTF:	16,884.3561	100%
➤ Vegetación de Dunas Costeras	14,921.2374	83.77%
➤ Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)	1,963.1187	16.23%
TOTAL	16,884.3561	100%

Tabla 7. Resumen de superficies del Proyecto respecto al tipo de vegetación.

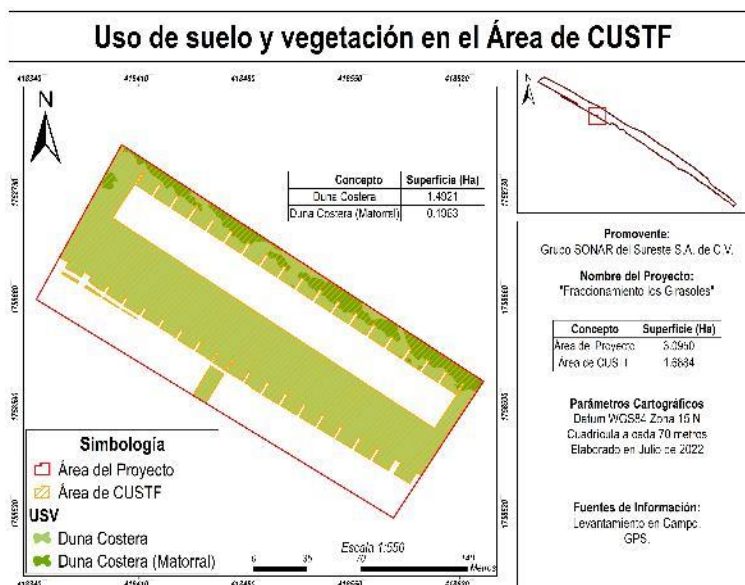


Figura 12. Usos de Suelo y Vegetación del Área de CUSTF.

2.2.2. Preparación del Sitio y Construcción

La preparación del sitio consiste en el acondicionamiento del terreno para que se lleven a cabo las diferentes actividades que contemplan el Proyecto. Estará enfocado a minimizar el impacto que permitirá un equilibrio entre el interés económico y el interés ambiental. Las primeras actividades que se realizarán se enlistan a continuación:

2.2.2.1. Actividades previas al Cambio de Uso de Suelo

- Trazo y delimitación del área del Proyecto

Para la delimitación del área, se realizarán recorridos en los límites del polígono que forma parte de la superficie propuesta a CUSTF, localizando los vértices de los puntos de inflexión de la poligonal con la ayuda de un navegador satelital (GPS).

A lo largo del recorrido, se colocarán estacas a diferentes distancias, cubiertas con pintura para que sean visibles a distancia, la cantidad de estacas y el tamaño de estas dependerá de la densidad de la vegetación y de la topografía del sitio. De ser necesario, se abrirá una brecha de 1 m de ancho, con la finalidad de no derribar vegetación que este fuera de las superficies que se proponen, serán acompañadas además de banderolas de color rojo.

➤ **Rescate y reubicación de Flora y Fauna**

Se refiere a la implementación de los **Programas de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre** por medio de los cuales se buscará prevenir afectaciones a las especies que se encuentren dentro del sitio del Proyecto y/o en zonas aledañas a este.

Se realizarán con personal capacitado para la identificación, captura y relocalización de dichos individuos. Cabe mencionar que dicha actividad también se llevará a cabo durante la etapa de ejecución del CUSTF.

➤ **Medidas de prevención, mitigación y compensación**

Durante esta etapa se realizarán las acciones de carácter preventivo, ya que se llevarán a cabo antes de la ejecución del CUSTF. Entre dichas acciones destacan las siguientes:

- Ahuyentamiento de Fauna Silvestre: Consiste en generar ruido por medio de materiales metálicos (latas, varillas, etc.) o megáfonos, con el objetivo de ahuyentar a las especies del área de CUSTF. Se deberá realizar diariamente y antes de empezar la jornada laboral.
- Colocación de letreros: Se colocarán letreros alusivos de carácter preventivo, restrictivo e informativo, de acuerdo con diferentes temáticas ambientales.
- Pláticas de concientización: Se capacitará al personal que labore en el Proyecto sobre temas de carácter ambiental, incluyendo sanciones y prohibiciones. De igual forma, se hablará sobre Normatividad aplicable y cuestiones de Seguridad e Higiene en el trabajo.

Aunado a lo anterior, se implementarán otras medidas de importancia, mismas que se describen a detalle en el **Capítulo X** del presente documento.

2.2.2.2. Actividades por desarrollar durante el Cambio de Uso de Suelo

➤ **Medición y marcaje de arbolado**

Esta actividad se refiere al señalamiento de los individuos del estrato arbóreo que serán derribados. Consiste en la selección individual o grupal del arbolado a aprovechar. Para ello se deberá utilizar el martillo forestal que le fue autorizado al prestador de servicios técnicos que será responsable de la ejecución del CUSTF.

La marca se realizará en la base del fuste a una altura no mayor a los 30 cm desde la base del suelo, previo espejeo y aplicación de pintura. En seguida, se enlista la metodología para llevar a cabo dicho proceso:

- a) Identificación del arbolado a derribar.
- b) Espejeo a una altura máxima de 30 cm a partir de la base del árbol con herramientas manuales (hachas y/o machetes).
- c) Pintar con crayola la base del martillo donde se ubica el número de registro y marcar el árbol.

➤ **Desmonte y deshierbe de vegetación**

Una vez finalizado el marcaje de arbolado, se realizará el desmonte y deshierbe que consistirán en abatir la vegetación propia del sitio, cortando y retirando la maleza, hierba, zacate y toda aquella materia vegetal presente en la superficie del área propuesta a CUSTF, así como el desenraice.

➤ **Derribo y desrame de arbolado**

Posterior al desmonte y deshierbe, se prosigue con el derribo del arbolado, es decir, la remoción de vegetación existente en el área de estudio sujeta a CUSTF, con la finalidad de eliminar la presencia de material vegetal. El presente Proyecto realizará esta actividad en una superficie de **16,884.3561 m²** durante un periodo de **5 meses**.

El derribo de las especies forestales maderables se hará de manera direccional, es decir, tratando de no dañar la vegetación que no estará sujeta al CUSTF, por lo que se buscará que el árbol caiga al interior de la poligonal de las obras. Se realizará con herramientas manuales (machetes y/o hachas) o mecánicas (motosierras), según sea el caso. En cuanto al desrame, se llevará a cabo con machete y hacha, limpiando el fuste del árbol de las ramas que este posee. Se requerirá de la asistencia técnica permanente para el desarrollo de estas actividades, dada la importancia que representa esta actividad en el Proyecto.

➤ **Troceo y aprovechamiento de productos maderables**

Una vez derribados los árboles marcados, se lleva a cabo el troceo de estos, dimensionando el fuste con base en las características de la troza y del producto que se desee obtener, utilizando motosierras. Para mitigar los efectos negativos sobre la vegetación, el suelo y el agua, el desrame y troceo de los árboles derribados, se realizará en el lugar de su caída.

Se dará un tiempo de dos semanas para que la Promovente extraiga los productos maderables que vayan a ser utilizados para uso doméstico (postes para cercos, morillos para casa, leña, etc.) o en actividades de restauración como parte de cordones, presas o barreras. En el caso de comercializar dichos productos, se gestionarán los trámites correspondientes.

➤ **Despalme de la vegetación**

Para la ejecución del despalme, se empleará maquinaria pesada como tractores y excavadoras, haciéndolos pasar sobre el terreno hasta descubrirlo de la vegetación y de las primeras capas de suelo. Se eliminarán las especies herbáceas, arbustivas y arbóreas que se encuentren en el área de CUSTF, de manera gradual y de acuerdo con el cronograma establecido.

Debido a que la capa vegetal o mantillo es la que sostiene el crecimiento de los árboles y arbustos, esta contiene más humedad que la inmediata inferior y con el objetivo de que esta capa inferior pueda perder humedad y sea más fácil para moverla, resulta ventajoso despallar tan pronto como sea posible.

En el desarrollo de esta etapa se tendrá el extremo cuidado de no dañar la Fauna Silvestre que ahí reside o la que en ese momento se encuentre en movimiento, debiendo para ello, antes del inicio de los trabajos, realizar recorridos diarios en el área utilizando implementos que causen ruido con la finalidad de ahuyentar a los individuos.

➤ **Limpieza y acarreo**

Se refiere a la limpieza final del área en la que se efectuó el CUSTF, así como al acarreo de herramientas, equipos y materiales que pudieran encontrarse en ella; lo anterior, para dar inicio con las actividades de construcción del Fraccionamiento.

2.2.2.2.1. Medidas de Prevención, Mitigación y Compensación

Debido al impacto ambiental que produce la ejecución de las actividades mencionadas, y para el cumplimiento de lo establecido en la normatividad vigente, es necesaria la implementación de algunas medidas que se encarguen de minimizar las afectaciones que se deslindan del CUSTF, evitando más afectaciones al resto de los recursos, ya que esta etapa es la más desgastante.

Por lo anterior, se ejecutarán las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales negativos. En seguida, se describen las acciones a implementar:

2.2.2.2.1.1. Capacitación y Concientización Ambiental

Durante las actividades de CUSTF se capacitará a los trabajadores sobre el cuidado de las especies de Flora y Fauna Silvestre, haciendo énfasis en la importancia de la normatividad vigente y sus sanciones, así como de recomendaciones generales que

ayudarán a no perturbar ni dañar a ninguna de las especies de áreas colindantes. Asimismo, se buscará concientizar al personal en el manejo y aprovechamiento sustentable del agua, para evitar su desperdicio; así como en el uso adecuado de maquinaria para evitar accidentes y derrames.

Esta actividad deberá realizarse antes del inicio de actividades y periódicamente en el transcurso del Proyecto, de manera general, con el fin de mantener siempre informados a los trabajadores.

2.2.2.2.1.2. Manejo Integral de Residuos

Se priorizará el mantenimiento de la maquinaria en establecimientos especializados en las localidades cercanas al Proyecto. Sin embargo, en caso de que se presente la necesidad de realizar mantenimiento y reparación para servicios menores, la Promovente prevé el uso de un tapete sanitario para prevenir la posible contaminación al suelo por la generación de residuos peligrosos como resultado de estas actividades, como lo son materiales impregnados con aceites y grasas (estopa, cartones, plásticos, etc.), aceite lubricante e hidráulico gastado, envases y empaques.

En este caso, una vez que la Promovente los genere, se deberá llevar a cabo un adecuado control y manejo de dichos residuos, apegándose a los requerimientos de la **Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)** y su Reglamento. Los residuos se dispondrán en recipientes designados específicamente para estos, debidamente etiquetados, para luego ser entregados a la Empresa acreditada ante la SEMARNAT para su manejo.

Para los **Residuos de Manejo Especial (RME)**, como el material de despalle constituido principalmente por materia orgánica, será almacenado en un espacio dentro del predio y posteriormente será aprovechado para recubrimiento o bien, para las obras de conservación.

Los **Residuos Sólidos Urbanos (RSU)** no se generarán directamente de las actividades de CUSTF, sino indirectamente por las actividades de los trabajadores. Serán depositados en contenedores rotulados (para promover su separación y clasificación), siendo almacenados temporalmente hasta que sean recolectados por el sistema de limpia municipal. Asimismo, quedará estrictamente prohibido el depósito de residuos de cualquier clase dentro del predio.

De igual manera, para minimizar las emisiones a la atmósfera, se realizarán riegos periódicos con agua cruda sobre la superficie del Proyecto con el fin de evitar nubes de polvo por acción del aire y la dispersión de partículas.

- **Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos**

Dada la naturaleza del Proyecto, se considera que la generación de residuos será mínima, mediante el reciclaje y reutilización de ciertos elementos generados, con la finalidad de evitar la proliferación de Fauna nociva en el sitio y contaminar el medio natural con desechos sólidos. La Promovente se compromete a ejecutar el correcto control y disposición periódica de estos, por lo que no representarán un problema para el medio. A pesar de lo mencionado anteriormente, se designará un sitio donde se almacenen dichos residuos a fin de evitar su dispersión.

Además, se proponen las siguientes acciones para el manejo adecuado de los residuos:

- Etiquetar los contenedores según el tipo de residuo a depositar, para el correcto manejo de estos dentro del área.
- Dar mantenimiento periódico a los contenedores de los residuos, con el fin de evitar derrames, salidas no controladas o dispersión de desechos.
- Contar con un control sobre los residuos generados, que en un futuro permita programas de reducción de volumen o de reciclaje.
- Reciclar el mayor número de residuos o elementos generados por la actividad, con la finalidad de disminuir en lo posible la demanda de los recursos.
- El material de despalle y los residuos en forma de polvo deberán mantenerse húmedos para evitar su dispersión dentro y fuera de las instalaciones.

2.2.2.2.1.3. Mantenimiento de Equipo y Maquinaria

Durante la etapa de preparación del sitio y CUSTF, se le dará mantenimiento continuo a la maquinaria que se utilizará en las actividades, para que se encuentren constantemente en óptimas condiciones de operación y con esto disminuir las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, los riesgos por derrames de sustancias y la probabilidad de accidentes hacia los trabajadores.

Las actividades de mantenimiento como el cambio de aceite y engrasado se realizarán fuera del predio, en lugares especializados y equipados para dichas funciones. En caso de ser necesario el mantenimiento dentro del sitio del Proyecto, se deberá realizar sobre tapetes sanitarios impermeables con el fin de captar posibles derrames; como se puede apreciar en la Figura 7:



Figura 13. Ejemplo de labores de mantenimiento a equipos y maquinaria.

El aceite usado, los trapos impregnados y filtros que sean producto del mantenimiento de los motores de la maquinaria o del cambio de sustancias, serán almacenados temporalmente en un área acondicionada dentro del predio, para posteriormente ser recolectados por personal de una Empresa especializada en el rubro y que cuente con registro ante la SEMARNAT.

2.2.2.2.1.4. Seguridad e Higiene

Consiste en la ejecución de acciones dirigidas a la prevención de accidentes, riesgos, enfermedades y los derivados de los trabajos que se realizarán dentro del predio durante el desarrollo del proyecto.

Se buscará proveer a los trabajadores con las herramientas necesarias para realizar su labor de la mejor manera, lugares adecuados para su alimentación e higiene, así como el equipo de protección y seguridad personal que permita mantener su bienestar.

2.2.2.2.1.5. Aplicación de las Normas Oficiales Mexicanas

Las **Normas Oficiales Mexicanas (NOM)** son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, que tienen como finalidad establecer las características que deben reunir los procesos o servicios cuando estos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana; así como aquellas relativas a terminología y las que se refieran a su cumplimiento y aplicación.

La protección del medio ambiente, a la par de la seguridad y bienestar de los trabajadores que participarán en el proyecto, son objetivos de gran importancia durante su ejecución, por lo que la aplicación y monitoreo del cumplimiento de las NOM es imperativo. Las actividades de prevención y mitigación, aunado a las

medidas precautorias, buscan cumplir con las NOM que sean aplicables en las diferentes etapas del Proyecto.

2.2.2.2.1.6. Rescate y Reubicación de Flora

Las actividades de rescate y reubicación de Flora Silvestre se ejecutarán en las especies registradas con estatus de protección según la **NOM-059-SEMARNAT-2010** y su **Anexo Normativo III**, así como aquellas que sean consideradas de alto valor ecológico, definido por el Índice de Valor de Importancia para el área de CUSTF.

Se realizará el rescate y reubicación de las especies, preferentemente nativas, siguiendo los siguientes criterios:

- Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III.
- Las especies presentes en ambas zonas de estudio (área de CUSTF y en el Sistema Ambiental) que sean más abundantes en el área de CUSTF.
- Las especies no detectadas en el área del Sistema Ambiental.

Como una primera fase del **Programa de Rescate y Reubicación de Flora** se contempla la identificación y señalización de individuos a rescatar (mediante la colocación de señuelos) que se encuentren dentro de las áreas de intervención directa. En esta fase también se registrará el número de individuos a fin de determinar el espacio que se requerirá para la reubicación. Para el caso de las epífitas, la señalización se efectuará en los árboles hospederos.

Una vez determinada la cantidad de individuos a reubicar, se identifican sitios cuyas características abióticas (climáticas, geológicas, edafológicas, pedregosidad, relieve etc.) y bióticas (tipo de vegetación) asemejen a los de extracción. Es importante considerar la densidad del sitio y competencia con otras especies locales con el fin de asegurar la sobrevivencia de los individuos rescatados.

➤ Especies Arbóreas

El rescate de árboles, sobre todo de gran porte o demasiado viejos, tiene implicaciones logísticas extremadamente complicadas debido a su gran tamaño, lo cual implica el uso de maquinaria pesada, como grúas y excavadoras; además de la demanda de grandes espacios para permitir la maniobra de la maquinaria, motivo por el cual resulta inviable. Debido a ello, las actividades de rescate para este Proyecto se centrarán en la colecta de germoplasma o bien, de árboles de diámetro menor a 5 cm.

La colecta de semillas se realizará directamente de los ejemplares que serán intervenidos. El germoplasma colectado será evaluado para determinar su viabilidad. Se recomienda el método de inmersión, por su facilidad y efectividad.

El método de inmersión consiste en colocar las semillas en un recipiente con agua para determinar su viabilidad, siendo factibles las semillas que se sumerjan, aquellas que floten serán descartadas. El germoplasma viable se colocará en contenedores de polietileno y para el llenado de los envases se ocupará el suelo aledaño a las especies a intervenir. Durante el proceso de germinación, se mantendrá una vigilancia y cuidado constantes, desde la inspección de los individuos hasta actividades de riego.

➤ **Rescate de Plántulas**

El rescate de renuevos o especies en etapa latizal es una actividad considerada en la conservación de especies de forma biológica arbórea. Consistirá en la extracción de los individuos procurando obtener la totalidad del sistema radicular sin que se le ocasione daño alguno. Asimismo, se buscará que el sistema de raíces obtenido venga cubierto con suelo orgánico.

Los individuos obtenidos se colocarán en contenedores y serán llevados a sitios elegidos previamente, donde se les dará seguimiento hasta lograr que estén en condiciones para ser reubicados a su medio natural. Se establecerán bioindicadores a fin de garantizar el éxito de la reubicación.

➤ **Epífitas**

El rescate se efectuará en la mayoría de los individuos que se ubiquen en los sitios de intervención directa. El rescate estará dirigido hacia individuos, no tanto en especies, por lo que no se consideran trabajos de propagación.

➤ **Bromelias**

Las especies de bromelias presentan usualmente estructuras vegetativas carnosas y coriáceas que les permiten sobrevivir ante un proceso de extracción. Sin embargo, es importante tener cuidado de no dañar las raíces para asegurar su sobrevivencia, por lo tanto, se recomienda que las plantas sean removidas con un trozo de corteza del árbol huésped. Después de esto se pueden envolver en periódicos húmedos y apilarlos para facilitar su transporte, teniendo cuidado de no maltratar las estructuras reproductivas, de presentarse.

Es importante que en el momento de la recolección se anoten datos como la especie del árbol huésped, altura aproximada a la cual se encontraba y fecha de colecta, con el fin de llevar a cabo la reubicación en las condiciones que más se acerquen a las de su origen. Esta tarea deberá ser inmediata a la extracción, usando de preferencia cordones de tela o rafia para sujetarlas.

➤ **Orquídeas**

Por su parte, las orquídeas son consideradas como plantas más exigentes en cuanto a los requerimientos para su propagación, crecimiento y sobrevivencia. Presentan un porcentaje menor de éxito en relación con el número de individuos. Sin embargo,

se puede seguir el mismo método para su extracción y reubicación, colocándolas en bolsas de manta, para ser transportadas con extrema precaución, teniendo cuidado de no estropear, mutilar o provocar cualquier daño a la planta que pueda entorpecer su adaptación al sitio nuevo.

El rescate podrá efectuarse de dos maneras:

- **Huésped en pie**, haciendo uso de garrochas o bien, trepando los árboles con apoyo de arneses, y efectuando la extracción de los organismos.
- De ubicarse los organismos a rescatar en partes muy altas del huésped y donde la escalada comprometa la seguridad del personal responsable del rescate, se esperará al derribo y en esta condición se realizará el rescate.

Las herramientas por ocupar en la colecta de individuos de ambos grupos (bromelias y orquídeas) serán machetes, navajas, cuchillos o cualquier otra herramienta que permita efectuar la actividad sin comprometer la integridad de la especie. Para su acopio y reproducción, se delimitará un vivero temporal, el cual se indica en el **Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre**.

Para el caso en específico de recolección de semilla como germoplasma, se tendrá que construir un vivero rústico, como se ejemplifica en la Figura 8:



Figura 14. Ejemplo de viveros rústicos.

2.2.2.2.1.7. Rescate y Reubicación de Fauna

El rescate de Fauna silvestre aplicado durante la preparación del sitio de un proyecto es una medida preventiva para la reducción de posibles impactos a la biodiversidad y la conservación de especies que pueden encontrarse en peligro. El proceso para llevar a cabo la actividad mencionada se menciona en seguida:

➤ **Fase I: Identificación de Fauna vulnerable y de riesgos de las especies identificadas**

Para identificar las especies que residen en el área del Proyecto, así como las que serán propensas a rescate y reubicación, se realizaron muestreos de Fauna silvestre en el área de estudio, así como recorridos por la superficie del predio. Una vez identificadas, se especifican algunas acciones encaminadas a la prevención de posibles afectaciones a la Fauna por la acción humana.

Conociendo esto, se reconoce que las actividades del Proyecto incluyen el uso de maquinarias y equipos, los cuales pueden dañar y/o perturbar a las especies, debido al ruido y el constante movimiento de la tierra.

➤ **Fase II: Captura**

Cuando se lleven a cabo acciones de rescate de Fauna se tomarán las medidas adecuadas de acuerdo con las características de la especie encontrada, así como a la situación bajo la cual se registró el individuo. Al efectuar un rescate se tomarán los datos del sitio donde se localiza al individuo, así como los datos del lugar en donde se efectúe su reubicación.

A continuación, se describen las técnicas de **Captura Directa**, método donde se emplea la búsqueda intensiva de los ejemplares, para posteriormente ser capturados con la técnica adecuada a las características de la especie:

➤ **Anfibios**

En general todos los anfibios siempre se encuentran cercanos o dentro de los cuerpos de agua o corrientes superficiales; o bien bajo la hojarasca, huecos, o debajo de las piedras, ya que son sitios que permanecen húmedos y con una temperatura más baja a la temperatura media superficial.

Los anfibios pueden tomarse con la mano completa sobre el individuo, procurando no ejercer demasiada presión, tomarlo firmemente y colocarlo en los costales de manta húmedos. Se debe tener la precaución de no tener ninguna sustancia tóxica en la mano, para evitar causarles un daño permanente o la muerte. Cuando se localicen dentro de cuerpos de agua, deben ser capturados por medio de redes de golpe, con las cuales se sacarán y depositarán en los costales de manta húmedos.

En caso de que los individuos permanezcan en resguardo más de 2 hrs. estos deberán colocarse en botes o recipientes con tapa perforada con huecos no mayores a 0.5 cm, para permitir la entrada de aire. Estos contenedores deben tener un

sustrato que permita guardar la humedad (hojas, pastos, sustratos artificiales) y mantenerse bajo sombra.

➤ **Iguánidos**

En el caso de las iguanas, pueden ser capturadas por medio de redes de aro o por captura directa con guantes. Una vez capturadas, deben ser sujetadas por la cabeza y cola, teniendo cuidado con la cabeza, ya que pueden dar mordidas, al igual que con la cola ya que la usan como látigo. La cabeza debe ser sujeta firmemente más no se deben tapar las vías respiratorias. En el caso de la cola, no deberá jalarse del último tercio ya que puede perderla.

Para el traslado, se puede realizar por medio de costales, cajas de madera o de plástico que cuenten con tapa y un buen sistema de aireación. Lo recomendable para individuos grandes es el traslado en las cajas plásticas o de madera. Si es necesario mantenerlos algunas horas bajo resguardo, estos deben permanecer en zonas de sombra y con una humedad constante.

➤ **Culébridos**

Para este grupo deben ser recolectados de acuerdo con su tamaño, por distintos métodos. En el caso de los pequeños generalmente es posible hacerlo manualmente. Se detiene la cabeza y posteriormente el cuerpo.

Los de talla mediana y grande pueden atraparse con gancho herpetológico, inmovilizando inicialmente la cabeza y sujetándola luego con la mano y el resto del cuerpo con la otra mano. Estos reptiles deben tratarse con mucho cuidado porque algunos pueden tener veneno que puede ser nocivo para la salud.

Una vez capturado, el individuo debe ser colocado en un contenedor ideal para su comportamiento. Para especies agresivas se recomienda los contenedores de acrílico con un sustrato húmedo.

Otra forma de transportarlas es en costales de manta. Se debe tener especial cuidado de mantenerlos en una zona con sombra y humedecidos continuamente, para evitar una deshidratación, sin embargo, no deben dejarse dentro de agua para impedir una disminución excesiva de la temperatura.

➤ **Lagartijas**

Estas pueden ser capturadas directamente con la mano o un guante de tela. También se pueden usar pequeñas cañas de pescar y un pequeño lazo sin que estas

sufran ningún daño. También pueden ser depositadas en bolsas de manta para ser transportadas o en cajas transportadoras de acrílico.

Las lagartijas que sean rescatadas deben colocarse bajo la sombra y de ser posible, realizar su traslocación inmediatamente al sitio de liberación, ya que estas especies cuentan con la ventaja de tener hogares pequeños, por lo que asegura que los individuos rescatados no pueden regresar inmediatamente al sitio donde fueron encontrados.

➤ **Mamíferos Medianos**

Los mamíferos medianos y pequeños tales como los mapaches y tlacuaches pueden contenerse utilizando un sujetador o domador. El uso de un bozal como el que se utiliza en perros maximiza la seguridad en el manejo.

Hay que tomar en cuenta que cada individuo tiene un carácter particular, aunque se trate de animales de la misma especie; por lo tanto, siempre hay que ser muy cauto y precavido, a fin de estar preparado para lo inesperado y así reaccionar rápidamente.

➤ **Aves**

Inicialmente, puede arrojarse una toalla o trapo sobre el animal, aunque algunos prefieren contenerlo utilizando guantes. En cualquier caso, es importante controlar la cabeza del ave sosteniéndola desde atrás, a nivel de la base del cuello. Es recomendable contener las patas con la otra mano para evitar que la especie pueda lastimarnos con las garras.

Para el traslado de los ejemplares, se deben colocar en jaulas de transporte con barrotes metálicos delgados, que son diseñadas especialmente para loros, o bien en jaulas de transporte tipo *kenell*.

Las capturas deben ser realizadas en las primeras horas del amanecer o en el atardecer, así como su liberación. En caso de tener que mantener bajo resguardo temporal de no más de un día, las jaulas deberán colocarse en un área con sombra, para evitar las altas temperaturas. De igual manera, se les debe proporcionar agua fresca y fruta de la temporada para garantizar su integridad.

En la Figura 9 se observan algunos ejemplos de la captura de especies derivado del rescate de Fauna y su reubicación:



Figura 15. Ejemplo de reubicación de fauna.

➤ Fase III: Área de Reubicación

Posterior al rescate de individuos, se procederá a llevar a los especímenes al área de reubicación, previamente seleccionada. Ningún animal podrá estar en cautiverio por más de 24 horas. El área determinada para la relocalización de especies se ubicará al Norte del predio rústico en una superficie de **3.00 Ha**, la cual cuenta con superficie con vegetación y sin perturbación por las obras a realizar.

En la Tabla 8 se enlistan las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 15 Norte) que delimitan la zona destinada para lo anterior:

Vértices	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	419522.605	1758148.635
2	419692.304	1758063.319
3	419616.642	1757922.702
4	419443.955	1758021.926

Tabla 8. Coordenadas UTM del área de Reubicación de Fauna.

En la Figura 10 se puede observar la ubicación de la superficie mencionada anteriormente:

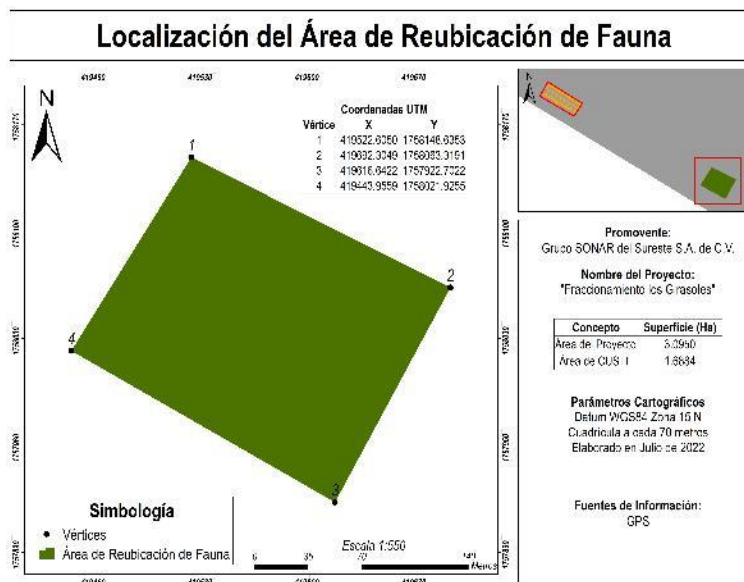


Figura 16. Ubicación del Área de Reubicación de Fauna.

2.2.3.3. Actividades por desarrollar después del Cambio de Uso de Suelo

2.2.3.3.1. Obras de Conservación de Suelos y Aguas

Una vez concluidas las actividades de CUSTF, se realizarán actividades de compensación para la conservación de suelos y aguas, con el fin de minimizar los impactos ambientales hacia dichos factores abióticos. Las obras de compensación a implementar son las siguientes:

➤ Para compensar el aumento en la erosión

Para la retención de azolves y suelo que permita la compensación del aumento en la tasa erosiva (**33.4020 Ton/año**), se implementarán las siguientes obras de conservación:

- **Acomodo de Material Vegetal Muerto:** Cada obra retendrá en promedio 10.6 Ton/año de suelo. Por lo tanto, se establecerán **4 obras** de 50 ml cada una.

En la Tabla 9 se presentan la cantidad de obras requeridas para compensar los efectos de la erosión laminar hídrica que se generará en el área que estará sujeta a CUSTF:

Obras de Conservación	Retención (Ton/Obra)	No. Obras	Retención Total (Ton/Año)
Acomodo de Material Vegetal Muerto	10.6	4	42.40
TOTAL		4	42.40
Erosión Laminar Hídrica y Eólica (Ton/Año)			Diferencia
33.4020			8.9980

Tabla 9. Resumen de Obras de Conservación del Suelo.

A través de estas prácticas se podrán minimizar los efectos de la erosión ocasionada por el CUST en el sitio del Proyecto. A su vez, se obtendrán otros beneficios, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:

- Retención de azolves y de suelo.
- Favorecimiento de las condiciones para el establecimiento de cobertura vegetal que estabilice el lecho del suelo y estabilización de lechos de cárcavas.
- Disminución de la velocidad de escorrentía y, por lo tanto, incremento en la capacidad de captación de agua.
- Permiten el flujo normal de los escurrimientos superficiales.
- Incremento en la calidad del agua y reducción de la erosión.

➤ **Para mitigar y compensar el déficit de infiltración de aguas**

Para la retención que permita compensar el déficit que existirá en la infiltración de aguas (**6,369.1694 m³/año**), se construirán las siguientes obras:

- **Acomodo de Material Vegetal Muerto:** Cada obra retiene 543 m³/año de agua en promedio. Por consiguiente, se construirán **12 obras** de 50 ml cada una.

En la Tabla 10 se presenta el resumen de la cantidad de obras de conservación de agua que serán necesarias para compensar el déficit mencionado anteriormente:

Tipo de Obra de Conservación	Retención (m ³ /Obra)	No. de Obras	Retención Total (m ³ /Año)
Acomodo de Material Vegetal Muerto	543	12	6,516.00
TOTAL		12	6,516.00
Déficit en la Infiltración			Diferencia
6,369.1964			146.8036

Tabla 10. Resumen de Obras de Conservación de Agua.

Tomando en cuenta los resultados de las Tablas 9 y 10, se obtiene lo siguiente:

- ✓ Se construirán **16 obras de conservación** para suelos y aguas como medida mitigadora de los impactos ambientales.
- ✓ Para el control de la erosión se implementarán **4 obras** y para la infiltración se aplicarán **12 obras**. El tipo de obra a desarrollar será **Acomodo de Material Vegetal Muerto**.

2.2.3.3.2. Supervisión y Vigilancia Ambiental

Todo trabajo requiere de actividades de supervisión para un mejor desempeño en el mismo, por lo cual se deben implementar procedimientos para vigilar la

implementación de las medidas de mitigación propuestas para la realización del Proyecto en cuestión.

La fase de supervisión ambiental se refiere a las acciones de vigilancia sobre las medidas, actividades y políticas programadas a seguir para: prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos adversos que el Proyecto puede provocar en cada fase de su desarrollo.

Habrà una constante vigilancia en el àrea durante el desarrollo de las actividades de preparaci3n del sitio y CUSTF en menci3n, con el prop3sito de evitar las malas pràcticas que pongan en riesgo la integridad del medio ambiente. En la Tabla 11 se exhibe un cronograma de trabajo referente a este apartado:

Actividades	Meses						
	1	2	3	4	5	6	7-12
Año 1							
Supervisi3n Ambiental:							
Bitàcora de Actividades	X	X	X	X	X	X	X
Informes de Actividades			X			X	X
Vigilancia y Monitoreo:							
Capacitaci3n y Concientizaci3n Ambiental	X						
Manejo Integral de Residuos	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de Maquinaria y Equipos	X	X	X	X	X	X	X
Seguridad e Higiene	X	X	X	X	X	X	X
Aplicaci3n a las Normas Oficiales Mexicanas	X	X	X	X	X	X	X
Obras de Conservaci3n de Suelo y Agua						X	
Programa de Rescate y Reubicaci3n de Flora	X	X					
Programa de Rescate y Reubicaci3n de Fauna	X	X	X	X	X	X	X
Año 2							
Supervisi3n Ambiental:							
Bitàcora de Actividades	X	X	X	X	X	X	X
Informes de Actividades			X			X	X
Vigilancia y Monitoreo:							
Capacitaci3n y Concientizaci3n Ambiental	X						
Manejo Integral de Residuos	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de Maquinaria y Equipos	X	X	X	X	X	X	X
Seguridad e Higiene	X	X	X	X	X	X	X
Aplicaci3n a las Normas Oficiales Mexicanas	X	X	X	X	X	X	X
Obras de Conservaci3n de Suelo y Agua						X	
Programa de Rescate y Reubicaci3n de Flora	X	X					
Programa de Rescate y Reubicaci3n de Fauna	X	X	X	X	X	X	X
Año 3							
Supervisi3n Ambiental:							
Bitàcora de Actividades	X	X	X	X	X	X	X
Informes de Actividades			X			X	X
Vigilancia y Monitoreo:							
Capacitaci3n y Concientizaci3n Ambiental	X						
Manejo Integral de Residuos	X	X	X	X	X	X	X

Actividades	Meses						
	1	2	3	4	5	6	7-12
Mantenimiento de Maquinaria y Equipos	X	X	X	X	X	X	X
Seguridad e Higiene	X	X	X	X	X	X	X
Aplicación a las Normas Oficiales Mexicanas	X	X	X	X	X	X	X
Obras de Conservación de Suelo y Agua						X	
Programa de Rescate y Reubicación de Flora	X	X					
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	X	X	X	X	X	X	X
Año 4							
Supervisión Ambiental:							
Bitácora de Actividades	X	X	X	X	X	X	X
Informes de Actividades			X			X	X
Vigilancia y Monitoreo:							
Capacitación y Concientización Ambiental	X						
Manejo Integral de Residuos	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de Maquinaria y Equipos	X	X	X	X	X	X	X
Seguridad e Higiene	X	X	X	X	X	X	X
Aplicación a las Normas Oficiales Mexicanas	X	X	X	X	X	X	X
Obras de Conservación de Suelo y Agua						X	
Programa de Rescate y Reubicación de Flora	X	X					
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	X	X	X	X	X	X	X
Año 5							
Supervisión Ambiental:							
Bitácora de Actividades	X	X	X	X	X	X	X
Informes de Actividades			X			X	X
Vigilancia y Monitoreo:							
Capacitación y Concientización Ambiental	X						
Manejo Integral de Residuos	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de Maquinaria y Equipos	X	X	X	X	X	X	X
Seguridad e Higiene	X	X	X	X	X	X	X
Aplicación a las Normas Oficiales Mexicanas	X	X	X	X	X	X	X
Obras de Conservación de Suelo y Agua						X	
Programa de Rescate y Reubicación de Flora	X	X					
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	X	X	X	X	X	X	X

Tabla 11. Cronograma de Actividades de la Supervisión Ambiental.

2.2.3.3.2.1. Bitácora de Actividades

La eficiencia del presente programa de supervisión ambiental se apoyará en los reportes o bitácoras elaborados por el personal y el consultor ambiental encargado de la vigilancia, en donde se registrarán de manera minuciosa los aspectos, incidencias o accidentes y las acciones de respuesta.

De esta manera, se plantea un análisis de bitácora y revisión de programas con una periodicidad semanal; para ello la información básica deberá de ser registrada en los formatos de bitácora (Figura 11), anexando los reportes de:

- ✓ Cumplimiento de condicionantes

BITÁCORA CAPACITACIÓN

RESPONSABLE _____
NOMBRE Y DOMICILIO DEL _____

NOMBRE DEL EMPLEADO	FIRMA	FECHA	QUIEN CAPACITO

SUPERVISOR O ENCARGADO _____

Figura 18. Ejemplo de Bitácora de Capacitaciones.

➤ Manejo Integral de Residuos

En todos los frentes de trabajo y áreas de almacenamiento de residuos se colocarán contenedores diferentes para el manejo de cada uno de los tipos de desechos que se generen. Cada contenedor estará debidamente rotulado para especificar su clasificación y promover su separación.

La instalación de almacenes deberá hacerse sobre plataformas de material compactado y/o impermeable, con diques para la recuperación de líquidos, para que en el caso de derrames éstos no lleguen a contaminar suelos y aguas y, eventualmente, se facilite tanto su recolección como la limpieza del sitio.

Los materiales de desperdicio que contengan grasas, aceites gastados y estopas impregnadas con éstos, así como filtros de aceite y gasolina, bujías y empaques, entre otras, serán considerados como residuos peligrosos y dispuestos de conformidad con la **NOM-052-SEMARNAT-1993**.

Para vigilar el cumplimiento del manejo integral de residuos, en cada ocasión en el que la Empresa autorizada para su manejo y disposición final realice su visita al área del proyecto, deberá dejar un manifiesto donde expondrá la fecha, tipo y cantidad de desechos que recogieron, como comprobante de entrega de estos por parte del almacén de residuos temporal que se ubicará en el predio.

➤ Mantenimiento de Maquinaria y Equipos

Se aplicará el programa de mantenimiento a los equipos de combustión cada dos meses, y se llevará constantemente el llenado de las bitácoras de mantenimiento (Figura 13), así como del reabastecimiento de combustibles, y el uso de grasas y aceites por máquina.

FORMATO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE MAQUINARIA Y EQUIPO		FORMATO: MR-00-01 VERSIÓN: 1 ACTUALIZACIÓN: 2020-02-01 1 DE 1	
Fecha: _____		No. De máquina/Equipo: _____	
Nombre del equipo: _____			
Marca: _____		Modelo: _____	
		Serie: _____	
Tipo de mantenimiento: Preventivo ☐ Correctivo ☐ Revisión ☐			
Nombre quien realiza el mantenimiento: _____			
Revisiones efectuadas		B	R
Sistema de alimentación eléctrico			
Sistema neumático			
Ultrasonido			
Suministro de aire			
Tensiones de los elasticos			
Temperatura			
Caudal			
Frecuencia			
Alarma			
La válvula reductora de presión			
Filtro de aire y regulador de presión trampa de agua			
Interrupción de encendido apagado			
Rodamientos			
Sistema automatizado			
Sensores infrarrojos			
Sistema de corte			
Puesta en marcha			
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO: _____			

REPUESTOS O PARTES: _____			

Funcionando Correctamente ☐ Fuera de Servicio ☐ Pendiente de Repuesto ☐			
Firma quien realiza el mantenimiento		Firma quien recibe	
Cargó: _____		Cargó: _____	

Figura 19. Ejemplo de Bitácora de Mantenimiento de Maquinaria y Equipos.

➤ Seguridad e Higiene

Se designará un coordinador en materia de seguridad e higiene, el cual será un trabajador de la Promovente, quien coordinará las siguientes tareas o actividades:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de sustancias peligrosas.
- La recolección de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.

Del mismo modo, para asegurar el bienestar de los trabajadores durante sus jornadas laborales, se realizará el suministro y concientización en la utilización de los equipos de protección personal (EPP) (mascarillas, tapones atenuadores de ruido, cascos, chalecos, botas, gafas, guantes, etc.), en lo cual participará la junta mixta de seguridad e higiene, que se constituya para el Proyecto.

Los EPP podrán cambiarse cada vez que el trabajador lo requiera, para ello deberá demostrar que el equipo entregado anteriormente ha cumplido su vida útil. En la Figura 14 se muestra un ejemplo de las bitácoras de entrega y recepción de EPP:

REGISTROS DE ENTREGA DE ELEMENTO DE PROTECCIÓN PERSONAL

Nombre trabajador:

Rut:

Riesgos a los que está expuesto:

Se le ha proporcionado los elementos de protección personal que se detallan y se le instruye en su correcto uso

Nota: Debe tener presente y estar consciente, de que si no utiliza y en forma correcta como se le ha instruido, puede llegar a sufrir accidentes y/o enfermedades profesionales que lo podrían incapacitar temporal o permanentemente.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL SEGÚN ESTÁNDAR DE TRABAJO			
Cod.	Implementos Básicos	Cod.	Implementos Adicionales
CS	Casaca de Seguridad	GS	Guante soldador
LS	Lentes de Seguridad	CR	Chaleco Reflectante
ZS	Zapatos de Seguridad	PF	Protector Facial
PAT	Protección Auditiva Tapón	MD	Mascarilla desechable
PAF	Protector Auditivo Fono	CS	Cinturón de Seguridad
GD	Guantes de descarte	AS	Arnés de Seguridad
RF	Respirador o filtros	CV	Chorro
GS	Guantes de goma	DT	Chorro

Cod. EPP	Cant.	Fecha de entrega	Fecha de devolución	Firma de la persona que recibe la devolución

COMPROMISO: Me comprometo a cuidar y mantener en buen estado el equipo de protección personal. Cualquier pérdida o imprevisto no justificado, deberá comunicarlo

NOTA: EL TRABAJADOR TOMO CONOCIMIENTO DEL RIESGO

FIRMA DEL TRABAJADOR

Figura 20. Ejemplo de Bitácora de Entrega de EPP.

Entre los equipos que se deberán entregar a los trabajadores, se encuentran los siguientes:

Protección de Cabezas

- Cascos: para todas las personas que participan en la obra, incluyendo visitantes.
- Gafas contra impactos y antipolvo.
- Mascarillas antipolvo.
- Filtros para mascarillas.
- Protectores auditivos.

Protección del Cuerpo

- Cinturones de seguridad, cuya clase se adaptará a los riesgos específicos de cada trabajo.

Protección de Extremidades Superiores e Inferiores

- Guantes anticorte para manejo de materiales y objetos.

➤ **Botas**

Se tendrá un registro de entrega y recibo del EPP por parte del técnico y trabajador. Aunado a lo antepuesto, se contará con señalamientos adecuados, con especificaciones que sean legibles y entendibles por la población trabajadora y local, mediante el cual se identifiquen áreas peligrosas, restringidas, y equipos de seguridad necesarios o peligros.

Las instalaciones, así como las máquinas y equipos, incluidas las herramientas manuales o sin motor, deberán:

- Estar bien proyectados y contruidos.
- Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- Utilizarse exclusivamente para los trabajos que hayan sido diseñados.
- Ser manejados por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada.

Entre otras medidas para procurar la seguridad e higiene dentro del predio se mencionan las que acontecen:

- Establecer una salida de emergencia que deberá mantenerse libre de obstáculos.
- En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores, por lo que deberá observarse escrupulosamente lo indicado en el punto anterior.
- Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (por ejemplo: gases, vapores, polvo).
- Será responsabilidad de la Promovente garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina.
- Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.
- Los accesos y el perímetro de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.
- Los trabajadores deberán disponer de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo.

Asimismo, durante la capacitación al personal que labore en el Proyecto, se les mencionará cada una de las medidas antes consideradas para su conocimiento y correcta aplicación durante la jornada de trabajo.

➤ **Aplicación de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM)**

Entre las NOM aplicables para el Proyecto y las acciones para su supervisión y vigilancia, se encuentran las siguientes:

- **NOM-041 SEMARNAT-1999:** *Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.*
 - Se dará mantenimiento preventivo a los vehículos de manera bimestral. Sin embargo, en caso de requerir mantenimiento de tipo correctivo, se llevará a cabo al momento.
- **NOM-045-SEMARNAT-1996:** *Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.*
 - Se realizará mantenimiento preventivo sobre los vehículos de manera bimestral. Sin embargo, en caso de requerir mantenimiento de tipo correctivo, se llevará a cabo al momento.
- **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.*
 - Se colocarán letreros de tipo restrictivo en donde se prohíban las actividades de caza y extracción ilegal de especies de Flora y Fauna, quemas e incendios; así como tirar desechos que puedan perjudicar la vida de las especies. De igual manera, se aplicarán los **Programas de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre.**
- **NOM-052-SEMARNAT-2005:** *Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.*
 - Se evitará el vertido o derrame de grasas, aceites y cualquier otra sustancia que se considere como un **Residuo Peligroso (RP).**
 - De ser utilizados, los aceites, lubricantes y combustibles usados serán almacenados en contenedores de 20 litros identificados y entregados de manera inmediata a una Empresa autorizada para su manejo, transporte y destino final; de acuerdo con su permiso emitido por la SEMARNAT.

➤ **NOM-017-STPS-2001:** *Equipo de protección personal-selección, uso y manejo en los centros de trabajo.*

- Se les proporcionará el EPP a todos los trabajadores, los cuales se renovarán una vez concluida su vida útil de los mismos.

➤ **Obras de Conservación de Suelo y Agua**

Se realizarán visitas periódicas con el fin de registrar el estado de las obras y su funcionamiento una vez establecidas. Con los datos generados, se podrá realizar la evaluación de cada una de ellas, su desempeño y si existe la necesidad de establecer nuevas obras o de realizar actividades de reparación en caso de que alguna de ellas haya sufrido algún percance.

➤ **Programa de Rescate y Reubicación de Flora**

Se establecen acciones que garanticen al menos el 80% de supervivencia de las especies rescatadas, con la finalidad de asegurar el mayor éxito de los trabajos de rescate y reubicación de los ejemplares de las especies forestales; como las mencionadas:

- Manejo Sanitario: Llevar a cabo observaciones periódicas de los individuos trasplantados, esto es con la finalidad de detectar posibles enfermedades ocasionadas por hongos u otros patógenos, aplicando de ser necesario medidas correctivas.
- Adaptación del Trasplante: Observar las condiciones de los individuos, sanidad, turgencia, coloración, etc., para detectar posibles necesidades hídricas con el fin de aplicarles riego.
- Detección de Plagas y su control: Al ser identificados posibles patógenos (hongos, insectos), se utilizarán usar plaguicidas o fungicidas convenientes para evitar daños a los individuos.
- Aplicación de Riegos: De ser necesario, a través de pipas de 3,000 o 5,000 litros, suministrar agua a los individuos rescatados si se considera necesario.

En la Figura 15 se ilustran algunos ejemplos de las medidas antes citadas:



Figura 21. Ejemplo de Actividades del Rescate y Reubicación de Flora Silvestre.

En cuanto a la efectividad de esta actividad, la evaluación y seguimiento del **Programa de Rescate y Reubicación de Flora** permitirá determinar el grado de éxito, al mismo tiempo que se mantiene un control en las actividades que se proponen como parte de la metodología que permita alcanzar los objetivos planteados.

Con el fin de obtener indicadores de evaluación, se deberá tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- ***Sobrevivencia:*** Se estimará cuantitativamente el éxito del rescate y reubicación de los individuos bajo las acciones de mantenimiento para asegurar la supervivencia de los ejemplares rescatados y reubicados.
- ***Estado Sanitario:*** Se estimará la porción de las plantas sanas respecto a las plantas vivas en la plantación.
- ***Vigor de los Individuos:*** Describir la porción de los organismos vigorosos del total de los individuos vivos. Generalmente, el vigor se clasifica de la siguiente manera:
 - Bueno: Cuando la planta presenta un follaje denso, color verde intenso y tiene buena cobertura de copa.
 - Regular: Cuando la planta muestra un follaje menos denso, color verde seco a amarillento y follaje medio.
 - Malo: Cuando el follaje es amarillento, ralo y de hojas débiles.

Para determinar el éxito del programa podrá hacerse uso de los indicadores de la Tabla 12, mismos que se desarrollarán en la fase que corresponda:

Expresión	Descripción	Conclusión
$ER_R = \frac{IR}{\sum IR_R}$	Donde: ER_R : Efectividad del programa de rescate y reubicación IR: Individuos rescatados $\sum IR_R$: Individuos totales que demandan actividades de rescate y reubicación	100- ≥ 80 % Efectivo 70- < 80 % Aceptable < 70 % Fallido
$ER = \frac{I_R}{\sum IR}$	Donde: ER : Efectividad del rescate IR: Individuos reubicados $\sum IR$: Individuos totales rescatados	100- ≥ 80 % Efectivo 70- < 80 % Aceptable < 70 % Fallido
$E_R = \frac{I_V^{-1}}{\sum I_R}$	Donde: E_R : Efectividad de la reubicación IV-1: Individuos vivos a un año $\sum IR$: Individuos totales reubicados	100- ≥ 80 % Efectivo 70- < 80 % Aceptable < 70 % Fallido

Tabla 12. Indicadores de Éxito para el Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre.

La evaluación consistirá en la cuantificación del porcentaje de sobrevivencia de los ejemplares reubicados, en este sentido dicha evaluación se realizará a los 30 días de haber efectuado la reubicación, donde se espera un 80% mínimo de sobrevivencia.

➤ Programa de Rescate y Reubicación de Fauna

Las actividades de rescate y reubicación de especies iniciarán una semana antes del inicio de la ejecución del proyecto y las acciones de seguimiento serán de forma permanente durante el tiempo de ejecución de este.

En la Tabla 13 se presenta un cronograma general de las acciones a realizar durante la implementación del Programa:

Actividad	Diariamente (Previo Inicio de Actividades)	Primer Semana	Mensuales
Recorrido previo para identificación de Fauna		X	
Recorrido para ubicar Fauna	X		
Actividades de protección de Fauna			X
Seguimiento			X

Tabla 13. Cronograma de Actividades del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna.

Respecto a los reptiles y mamíferos, se formará un grupo de trabajo que, con instrucciones específicas de generar ruido, puedan ahuyentarlos con apoyo de materiales de metal, latas con arena y/o piedras, megáfonos, etc.; estos recorridos deberán realizarse de iniciar la jornada de trabajo y de forma diaria, para ahuyentar principalmente aves, reptiles y mamíferos pequeños, medianos y grandes.

También se recomienda realizarlos al atardecer, ya que estos son los horarios de mayor actividad para este tipo de Fauna, pues lo dedican a la búsqueda de alimento. Asimismo, el desmonte será gradual y desde los frentes de trabajo hacia fuera del predio, con el fin de dar tiempo a que este tipo de Fauna presente abandone el lugar.

Se evitará que el personal de campo lleve consigo perros que pudieran lastimar, estresar o matar a la Fauna del sitio. A su vez, quedará prohibido tirar basura, en particular de aquella que represente peligro para las especies, como gomas de mascar, bolsas de frituras o restos de comida, para ello, se deberán colocar recipientes en puntos estratégicos del área del Proyecto y que se encuentren debidamente rotulados para promover la separación y clasificación de los desechos.

2.2.3.3.2.3. Informes de Actividades

Para que la autoridad correspondiente lleve un seguimiento de las actividades del Proyecto, se presentarán informes semestrales o en los periodos que la autoridad indique, sobre el desarrollo del **Programa de Supervisión Ambiental**.

Los informes establecerán los siguientes puntos:

- Titular de la autorización.
- Autorización.
- Superficie autorizada.
- Tipo de vegetación forestal.
- Volumen de vegetación forestal a remover.
- Uso a que se destinará la superficie con vegetación forestal involucrada.
- Técnico responsable del informe.
- Inscripción en el Registro Forestal Nacional (RFN)
- Código de identificación en el RFN.

Y deberán incluir los siguientes temas:

- Introducción.
- Objetivos.
- Actividades que impliquen el derribo del arbolado, los desrames, troceos y limpieza del terreno de acuerdo con el avance del CUSTF.
- Seguimiento del Manejo de Integral de Residuos.
- Seguimiento del mantenimiento de maquinaria y equipos
- Seguimiento de las medidas para la protección del suelo.
- Seguimiento de las medidas para la protección de la vegetación.
- Seguimiento de las afecciones a la Fauna.
- Evidencia fotográfica de la visita al área.

2.2.3.2. Construcción

✓ Cimentación

Se refiere al establecimiento de una capa de concreto sobre la superficie de suelo que ya fue afectada por el CUSTF, para garantizar la firmeza y seguridad de las obras civiles y estructuras que se realizarán.

✓ Construcción de Obras

A continuación, se describen las diferentes obras que se construirán en la superficie del Proyecto:

- **Muro Perimetral:** Tendrá una longitud de **505.46 ml** que delimitará la propiedad del inmueble. Se divide en: 107.02 ml al Oriente con colindancia a propiedad privada, 115.54 ml al Poniente con colindancia al acceso de terracería y 282.90 ml al Norte con colindancia a propiedad privada.

Los muros laterales estarán realizados con block macizo asentado con mortero de cemento-arena 1:7, castillos de concreto de 15x20 cm armados con 6 varillas de 3/8" y estribos del #2 a cada 20 cm; mientras que la colindancia hacia el mar se encuentra conformada por malla ciclón de 55x55 cm de calibre 10.5 con 2.00 m de altura, con postes de línea de 48 mm de

calibre 16 a cada 2.50 m, postes esquineros de 73 mm de calibre 16, postes de arranque de 60 mm de calibre 16, con retenidas horizontales de 42 mm de calibre 18 y barra superior de 42 mm de calibre 18.

- **Banquetas:** Tiene una longitud de **1,574.90 m** que contempla: corredores colindantes al área habitacional de la superficie ganada al mar, área habitacional del lado Norte en circulación interna, andadores del acceso principal y banquetas en área general de amenidades. Estarán construidas con firme de concreto $F'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ de 10 cm de espesor, que incluye cimbra, membrana de curado, malla electrosoldada con medidas de 6x6x10 cm, con acabado de tipo fino.
- **Alberca 1:** Con una superficie de **269.00 m²**, tendrá una profundidad promedio de 1.40 m, elaborada con muros de block de 15 cm de espesor con acabado común, reforzada con castillos y cadenas de 15x20 cm de $F'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ y 6 varillas de 3/8" y estribos del #2 a cada 15 cm, piso con losa de concreto armado con varillas de 3/8" a cada 15 cm en ambos sentidos y el terminado es con loseta cerámica. Abarcará un andador perimetral de 70 cm de ancho a base de losa de concreto simple de $F'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ con terminado común.
- **Alberca 2:** Tiene una superficie de **216.85 m²**, con una profundidad promedio de 1.40 m, estructurada con muros de block de 15 cm de espesor con acabado común, reforzada con castillos y cadenas de 15x20 cm de $F'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ y 6 varillas de 3/8" y estribos del #2 a cada 15 cm, piso con losa de concreto armado con varillas de 3/8" a cada 15 cm en ambos sentidos y el terminado será con loseta cerámica. Se contempla un andador perimetral de 70 cm de ancho a base de losa de concreto simple de $F'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ con terminado común.
- **Palapa:** Tiene una superficie total de **34.50 m²**. Su estructura será a base de columnas de concreto y firme de concreto de 8 cm de espesor con acabado estampado y estará cubierta con bambú y palma de la región.
- **Calles de Circulación Interna del Fraccionamiento:** Con una superficie total de **6,816.3817 m²** dentro del fraccionamiento. Se contempla un empedrado como circulación interna, con el mejorado de suelo por una capa de 60 cm de base hidráulica compactada a cada 20 cm. Posteriormente, se incorporará una capa de arena de 15 cm sobre la cual se colocará el mortero cemento-arena 4:1, del cual se desplantan las maestras, dejando una capa de piedra bolón de 20 cm y cubriendo los espacios vacíos con lechada de mezcla de cemento, agua y arena fina. El pavimento debe ir entre bordillos colocados previamente. El bordillo será de piedra bolón de 2500 PSI y de dimensiones de 0.15 m de altura por 0.20 m de ancho.

- **Caseta de Vigilancia y Área Administrativa:** Con una superficie de **43.00 m²** que contempla la excavación, mejorado se suelo con base hidráulica, desplante de contratraves, anclaje de castillos, habilitado de muro con ladrillo recocado, cimbra, colado y descimbrado, anclaje de cadena de cerramiento, colado con malla para losa, acabado fino y colocación de cancelería.

2.2.3. Descripción de Obras y Actividades provisionales del Proyecto

Únicamente se establecerán sanitarios portátiles y el campamento (oficina, bodegas) para los trabajadores que realizarán las actividades.

2.2.4. Descripción de Obras asociadas al Proyecto

No aplica debido a la naturaleza del Proyecto.

2.2.5. Estimación del Volumen en Metros Cúbicos, por Especie y por Predio, de las Materias Primas Forestales derivadas del Cambio de Uso del Suelo

De acuerdo con el Artículo 7º, Fracción XXXVII de la **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)**, las materias primas forestales son "*los productos del aprovechamiento de los recursos forestales que no han sufrido procesos de transformación*". A continuación, se describe la metodología que se aplicó en este estudio para su estimación.

2.2.5.1. Metodología

Para estimar el volumen de las materias primas forestales a remover debido al CUSTF se utilizó el procedimiento conocido como "*muestreo*", una herramienta esencial en los inventarios forestales, ya que, a partir de un fragmento de vegetación representativo, es posible hacer inferencias de una masa forestal, tanto del estado actual de conservación, así como volumétrica obteniéndose un alto grado de confiabilidad.

De manera preliminar, se realizó la identificación y delimitación digital de la superficie con vegetación forestal y su correspondiente verificación o modificación en campo. Una vez corroborado o corregido lo anterior, en gabinete, se realizó el diseño de muestreo para toda la superficie con vegetación forestal.

De acuerdo con la Carta Temática de Uso de Suelo y Vegetación, Serie VII del INEGI (2021), el sitio de CUSTF se ubica sobre una zona con **Pastizal Cultivado**; tal y como se observa en la Figura 16:

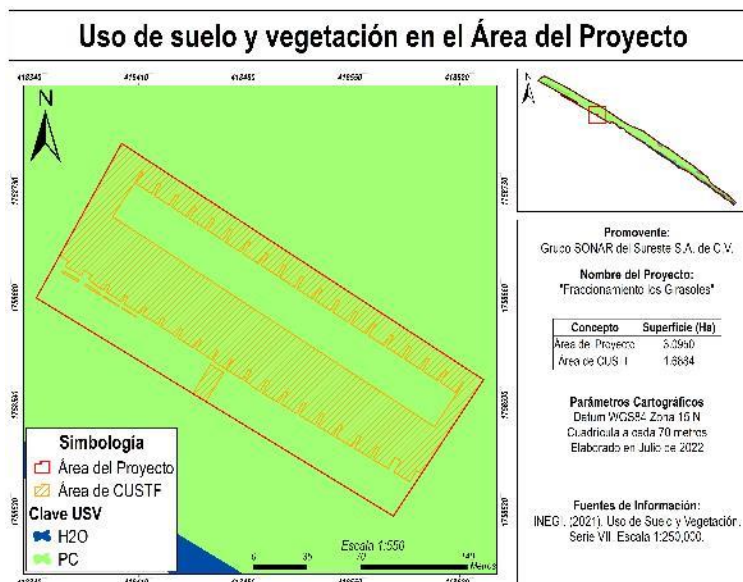


Figura 22. Uso de Suelo y Vegetación del Área de CUSTF (Serie VII).

Sin embargo, derivado de los estudios en campo que se realizaron, y en conformidad con las especies de Flora identificadas (mismas que se enlistan en el **Capítulo V** del presente documento), se realizó una reclasificación del uso de suelo y vegetación en el sitio de CUSTF. Derivado de lo anterior, la superficie de CUSTF incide parcialmente sobre dos usos de suelo: **Vegetación de Dunas Costeras** y **Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)**; como se expone en la Figura 17:

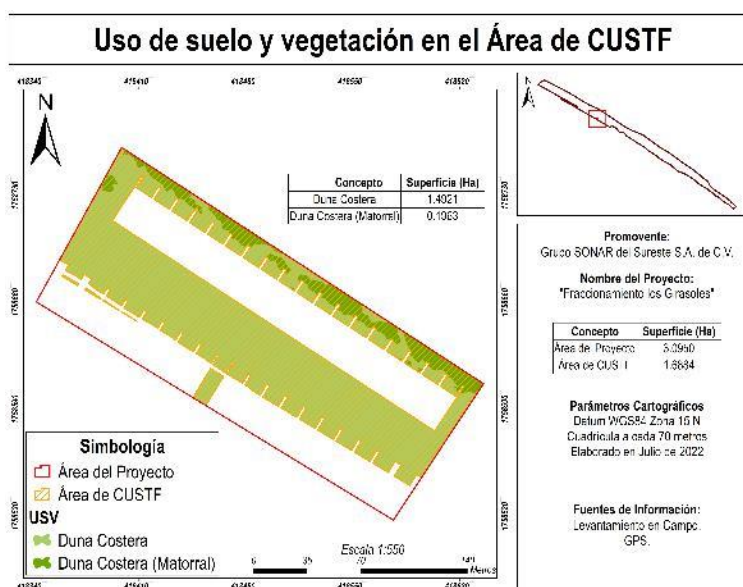


Figura 23. Uso de Suelo y Vegetación del Área de CUSTF (Reclasificado).

Con base en lo anterior, en la Tabla 14 se muestra el desglose de superficies que corresponde a cada uno de los usos de suelo mencionados:

Concepto	Superficie (m ²)	Porcentaje que ocupa
Área Sujeta a CUSTF:	16,884.3561	100%
➤ Vegetación de Dunas Costeras	14,921.2374	88.37
➤ Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)	1,963.1187	11.63
TOTAL	16,884.3561	100%

Tabla 14. Superficies del Proyecto respecto al Uso de Suelo y Vegetación.

De esta manera, a lo largo del presente estudio, la descripción y los cálculos correspondientes serán expuestos de acuerdo con cada uno de los tipos de vegetación que se identificaron, es decir: **Vegetación de Dunas Costeras** y **Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)**.

2.2.5.1.1. Obtención de Información en Campo

Para la colecta de información de campo a través de los sitios de muestreo, se consideró la metodología del **Inventario Forestal Nacional** de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) (2009-2014). En primer lugar, se ubicaron puntos de muestreo (sitios) en la poligonal que comprenden el área sujeta a CUSTF y la superficie del **Sistema Ambiental (SA)**. La ubicación de los sitios se hizo en forma sistemática, ajustando las dimensiones y que estos pudieran representar el tipo de vegetación que se observa en el área de estudio.

Para lo anterior, se consideró lo siguiente:

- Para los sitios de **400 m²** se miden y registran aquellos árboles cuyo diámetro normal (DAP) a la altura de 1.30 m sobre la superficie del suelo, sea igual o mayor a 5 cm.
- En el subsitio de **12.56 m²** se mide y registra por género y especie, la frecuencia y diámetro basal de todos los arbustos que tengan su diámetro menor a 5 cm.
- En el subsitio de **1 m²** se medirán todas las herbáceas, tomando datos de cada género y especie de la frecuencia y diámetros basales para cada ejemplar.

Sin embargo, los sitios se levantaron utilizando las medidas establecidas para el estrato arbustivo. Lo anterior, ya que al trazar los sitios de 400 m², estos se encontraban fuera de la poligonal determinada debido a su forma; y también, considerando que la vegetación dominante en la zona de estudio es en su mayoría del estrato arbustivo y herbáceo. De igual manera, al establecer sitios de 400 m², el error de muestreo calculado era mayor al requerido para este tipo de estudios, y, por consiguiente, no tenía la veracidad necesaria para los cálculos.

En la Figura 18 se observa el levantamiento de las coordenadas UTM y ubicación de los sitios utilizando un geoposicionador satelital (GPS):



Figura 24. Ubicación y Delimitación de Sitios de Muestreo en Campo.

En las Tablas 15 y 16 se enlistan las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 15 Norte) de los **40 sitios de muestreo** (33 sitios para Vegetación de Dunas Costeras y 7 sitios para Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)) dentro de la superficie de CUSTF:

Coordenadas UTM					
Sitio	X	Y	Sitio	X	Y
1	418387	1758671	18	418457	1758704
2	418401	1758671	19	418457	1758601
3	418413	1758672	20	418484	1758608
4	418376	1758685	21	418513	1758594
5	418389	1758696	22	418530	1758573
6	418389	1758685	23	418404	1758667
7	418399	1758661	24	418573	1758566
8	418426	1758649	25	418535	1758601
9	418425	1758661	26	418504	1758632
10	418413	1758661	27	418615	1758589
11	418373	1758696	28	418387	1758725
12	418439	1758656	29	418420	1758731
13	418467	1758636	30	418437	1758718
14	418485	1758625	31	418489	1758687
15	418548	1758577	32	418563	1758633
16	418582	1758550	33	418506	1758612
17	418596	1758563			

Tabla 15. Coordenadas UTM de los Sitios de Muestreo para Vegetación de Dunas Costeras.

Sitio	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	418451	1758725
2	418486	1758700
3	418513	1758681
4	418523	1758672
5	418541	1758667
6	418394	1758740
7	418578	1758642

Tabla 16. Coordenadas UTM de los Sitios de Muestreo para Vegetación de Dunas Costeras (Matorral).

2.2.5.1.2. Superficie por poligonal y tipo de vegetación en la que propone realizar el derribo

La superficie para el cálculo de volumen de los recursos forestales maderables y no maderables, según la forma de obtener la información de campo, queda distribuida como se detalla en la Tabla 17, de acuerdo con el tipo de vegetación de estudio:

Polígono	Tipo de Vegetación	Superficie de CUSTF (m ²)	Núm. de Sitios	Dimensión del Sitio	Intensidad de Muestra (%)
1	Vegetación de Dunas Costeras	14,920.6194	33	12.56 m ²	2.68%
2	Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)	1,963.7366	7		2.69%
TOTAL		16,884.3561	49	12.56 m²	-----

Tabla 17. Número de Sitios por Tipo de Vegetación en el Área de CUSTF.

2.2.5.1.3. Material utilizado en la obtención de la muestra y ubicación de sitios de muestreo por poligonal

El material y equipos que se utilizaron para obtener la información de campo se enlistan en seguida:

- Cuerda Compensada (para delimitación de los puntos de muestreo).
- Cinta Diamétrica (para medición del arbolado).
- Clinómetro Suunto (para cálculo de pendiente).
- Cámara Fotográfica (para registro de evidencias).
- Forcípula (para medición del arbolado).
- Prensa Botánica.
- GPS marca Etrex modelo Garmin 10 (para ubicación de sitios).
- Brújula.
- Estacas (como medio de identificación de centroides y vértices).
- Pintura en Aerosol (para marcado de los centroides y vértices de los sitios).
- Formatos de Registro (para el levantamiento de datos).

En la Figura 19 se observan los materiales y equipos que fueron empleados para calcular las variables dasométricas:



Figura 25. Materiales y Equipos utilizados en el Muestreo en Campo.

2.2.5.2. Datos de Campo

2.2.5.2.1. Variables Dasométricas que se midieron en Campo

Las variables dasométricas medidas fueron altura total (metros) y diámetro a la altura del pecho (diámetro normal) en centímetros, sobre cada uno de los ejemplares de arbolado de cada punto de muestreo. En seguida, se describen dichas variables:

- **Diámetro Normal:** Las medidas de diámetro normal se obtuvieron a 1.30 m de altura de la base del árbol. Se midieron árboles con diámetro mayor o igual a 5 cm.
- **Altura:** Se consideró la altura total medida desde la base hasta el ápice.

En la Figura 20 se observa evidencia de las mediciones realizadas por el personal en campo:



Figura 26. Medición de Variables Dasométricas.

2.2.5.3. Análisis del Muestreo aplicado

Una forma de conocer la confiabilidad de los datos recabados en campo es calculando el **Error de Muestreo**. De esta forma, se realizó el cálculo con una confiabilidad de 95% y la variable a considerar fue el número de especies que se encontraron en cada uno de los sitios de muestreo.

Las fórmulas aplicadas para obtener el error de muestreo se exhiben a continuación:

$$= \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} = \text{media de la variable de interés de la muestra, estimador básico}$$

$$S_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n - 1} = \text{varianza de la variable en la muestra, estimador}$$

$$f = \frac{n}{N} = \text{fracción o intensidad de muestreo, suele expresarse en porcentaje}$$

$$FCF = (1 - f) = \text{factor de corrección por población finita}$$

$$S_y^2 = \frac{S_y^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right) = \frac{S_y^2}{n} FCF = \text{varianza de la media}$$

$$tS_y = \text{error de muestreo observado o experimental}$$

$$E = \text{error de muestreo requerido, define la precisión deseada en la estimación}$$

$$n_{nec} = \frac{1}{\frac{E^2}{S_y^2 t^2} + \frac{1}{N}} = \begin{matrix} \text{tamaño de muestra necesario para satisfacer} \\ \text{la precisión y confiabilidad requeridos} \end{matrix}$$

Donde:

y = Número de especies que se encontraron en los sitios de muestreo.

n = Número de muestras recabadas en la superficie propuestas para el CUSTF.

N = Número Total de muestras en la superficie propuesta para el CUSTF.

2.2.5.2.2. Error de Muestreo

De acuerdo con la información levantada en campo y utilizando un tamaño de muestra de 40 sitios de muestreo de 12.56 m², distribuidos en una superficie total de **16,884.3561 m² (14,921.2374 m² de Vegetación de Dunas Costeras y 1,963.1187 m² de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral))**, se obtuvo como resultado una intensidad de muestreo del **2.78%** y **4.48%** respectivamente. Aunado a lo anterior, se realizó el cálculo del error de muestro con la aplicación de las fórmulas que se describen en el apartado 2.2.7.3. Análisis del Muestreo aplicado del presente documento.

Por lo tanto, considerando el número de especies que se encontraron en cada sitio de muestreo, se obtiene como resultado un error de muestreo del **8.97%** para la **Vegetación de Dunas Costeras** y uno del **8.90%** para la **Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)**, ambos con una confiabilidad del **95%**.

En conformidad con lo anterior, en la Tabla 18 se muestran los resultados obtenidos a partir de la aplicación de las fórmulas mencionadas, para cada tipo de vegetación dentro de la superficie que estará sujeta a CUSTF:

Área de CUSTF (m ²)	Símbolo	Descripción	Valor
Vegetación de Dunas Costeras			
14,921.2374	N	Tamaño de la Población	1,188
	α	Probabilidad de que la conclusión sea incorrecta	0.05
	n	Tamaño de la Muestra	33
	$\bar{y} = y\text{-barra}$	Media Muestral	3.27272727
	S ² y	Varianza Muestral de la Variable	0.70454545
	F = n/N	Fracción o Intensidad de Muestreo	0.0278
	FCF = 1-f	Factor de Corrección por Población Finita	0.9722
	S ² $\bar{y}$	Varianza Muestral del Estimador Media Muestral	0.0208
	S $\bar{y}$	Desviación Estándar (Error Típico)	0.14407221
	(α , gl=n-1)	Valor t-Student	2.03693334
	tS $\bar{y}$	Error de Muestreo	0.293
	$\bar{y}+tS\bar{y}$	Límite Superior de Estimación de la Media	3.566
	$\bar{y}-tS\bar{y}$	Límite Inferior de Estimación de la Media	2.979
	E	Error Máximo Aceptable	0.327
	n _{necesaria}	Tamaño de Muestra necesario	27
	-----	Unidades de Muestreo faltantes	-6
	$\hat{t}$	Total Estimado	3,887.94
	-----	Límite Superior de Estimación Total	4,236.57
	-----	Límite Inferior de Estimación Total	3,539.30
	-----	Error de Muestreo Total	8.97%
	-----	Intensidad de Muestreo Total	2.78%
Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)			
1,963.1187	N	Tamaño de la Población	156
	α	Probabilidad de que la conclusión sea incorrecta	0.05
	n	Tamaño de la Muestra	7
	$\bar{y} = y\text{-barra}$	Media Muestral	5.4285714
	S ² y	Varianza Muestral de la Variable	0.2857143
	F = n/N	Fracción o Intensidad de Muestreo	0.0448

Área de CUSTF (m ²)	Símbolo	Descripción	Valor
	FCF = 1-f	Factor de Corrección por Población Finita	0.9552
	S _{2$\bar{y}$}	Varianza Muestral del Estimador Media Muestral	0.0390
	S _{$\bar{y}$}	Desviación Estándar (Error Típico)	0.1974544
	(α , gl=n-1)	Valor t-Student	2.4469119
	tS _{$\bar{y}$}	Error de Muestreo	0.4832
	$\bar{y}+tS_{\bar{y}}$	Límite Superior de Estimación de la Media	5.9117
	$\bar{y}-tS_{\bar{y}}$	Límite Inferior de Estimación de la Media	4.9454
	E	Error Máximo Aceptable	0.543
	n _{necesaria}	Tamaño de Muestra necesario	6
	-----	Unidades de Muestreo faltantes	-1
	$\hat{t}$	Total Estimado	848.43
	-----	Límite Superior de Estimación Total	923.94
	-----	Límite Inferior de Estimación Total	772.92
	-----	Error de Muestreo Total	8.90%
	-----	Intensidad de Muestreo Total	4.48%

Tabla 18. Análisis Experimental del Muestreo aplicado en el Área de CUSTF.

2.2.5.4. Estimación del Volumen

La estimación del volumen a remover se realizó mediante la aplicación de las ecuaciones para el cálculo de volúmenes del **Inventario Nacional Forestal y de Suelos (Informe 2009-2014)**, disponible para su consulta en el enlace: snigf.cnf.gob.mx/resultados-2009-2014/

Las fórmulas y variables que lo determinan para cada una de las especies presentes en el área del proyecto se presentan en la Tabla 19. Para las especies que no se enlistan en el inventario, se utilizó la ecuación general establecida para el Estado de Chiapas:

Nombre Científico	Nombre Común	Fórmula
<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	$\text{EXP}(-9.82944377+1.9060093*\text{LN}(\text{Diam})+1.04047533*\text{LN}(\text{Alt}))$
<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	$\text{EXP}(-9.82944377+1.9060093*\text{LN}(\text{Diam})+1.04047533*\text{LN}(\text{Alt}))$
<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	$\text{EXP}(-9.82944377+1.9060093*\text{LN}(\text{Diam})+1.04047533*\text{LN}(\text{Alt}))$
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	$\text{EXP}(-9.80434696+1.91033696*\text{LN}(\text{Diam})+1.03262007*\text{LN}(\text{Alt}))$
<i>Nectandra salicifolia</i>	Capulincillo	$\text{EXP}(-9.82944377+1.9060093*\text{LN}(\text{Diam})+1.04047533*\text{LN}(\text{Alt}))$
<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	$\text{EXP}(-9.82944377+1.9060093*\text{LN}(\text{Diam})+1.04047533*\text{LN}(\text{Alt}))$

Tabla 19. Fórmulas para la Estimación de Volumen por Especie.

2.2.5.5. Número de Árboles y Volumen por remover

2.2.5.5.1. Número de Árboles

En la Tabla 20 se presenta el número total de árboles, que se pretenden remover en la superficie donde se realizará el CUSTF. Cabe mencionar que únicamente se identificaron individuos del estrato arbóreo en la superficie de **Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)**:

Superficie de CUSTF (Ha)	Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Hectárea	No. Total en área de CUSTF
0.1963	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	2	1251	246
	<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	4	2957	580
	<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	12	9438	1853
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	2	1819	357
	<i>Nectandra salicifolia</i>	Capulincillo	1	682	134
	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	1	455	89
Total			21	16602	3259

Tabla 20. Número de Árboles por Remover en el Área de CUSTF.

Con base en lo anterior, se obtiene que se removerá un total de **3,259 individuos** del estrato arbóreo debido a la ejecución del CUSTF. Sin embargo, estos individuos únicamente se encuentran en la zona de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral), que representa el 11.63% del área total de CUSTF.

En las Tablas 21 se presenta el número total de individuos de los estratos arbustivo y herbáceo, en la superficie sujeta a CUSTF, por tipo de vegetación:

Superficie del CUSTF (Ha)	Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Hectárea	No. Total en área de CUSTF
Vegetación de Duna Costera					
1.4921	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	2	1399	2087
	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	0	72	108
	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	1	1158	1728
	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	3	2750	4103
	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	2	1471	2195
	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	32	25376	37863
	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	1	917	1368
	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	3	2050	3059
	<i>Sida rhombifolia</i>	Malva	1	965	1440
	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	2	1881	2807
Total			48	38039	56758
Vegetación de Duna Costera (Matorral)					
0.1963	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	0	114	22
	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	1	796	156

Superficie del CUSTF (Ha)	Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Hectárea	No. Total en área de CUSTF
	<i>Achyranthes aspera</i>	Cadillo	0	114	22
	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	1	682	134
	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	1	1137	223
	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	1	455	89
	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	0	341	67
	<i>Melinis repens</i>	Pasto Rosado	2	1365	268
	<i>Panicum maximum</i>	Zacatón	0	114	22
	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	1	455	89
	<i>Pisonia aculeata</i>	Pichigueta	1	1023	201
	<i>Sida acuta</i>	Escoba	0	114	22
	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	0	341	67
	<i>Waltheria indica</i>	Tapacola	0	114	22
Total			9	7164	1406

Tabla 21. Número de Individuos por Tipo de Vegetación en el Área de CUSTF.

Derivado de lo presentado anteriormente, en la Tabla 22 se presenta un resumen del número de individuos totales por tipo de vegetación en el CUSTF:

Tipo de Vegetación	Superficie de CUSTF (Ha)	No. por Sitio	No. por Hectárea	No. Total
Vegetación de Dunas Costeras	1.4921	48	38,039	56,758
Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)	0.1963	9	7,164	1,406
TOTAL	1.6884	57	45,203	58,164

Tabla 22. Número Total de Individuos por Tipo de Vegetación en el Área de CUSTF.

De acuerdo con lo presentado anteriormente, se obtiene que existe un total **58,164 individuos** dentro de una superficie de **1.6884 Ha**, que presenta Vegetación de Dunas Costeras y Vegetación de Dunas Costeras (Matorral); y que serán removidos por las acciones del CUSTF, sin embargo, no corresponden al estrato arbóreo.

Por otro lado, se cuenta con un total de **3,259 individuos** del estrato arbóreo que igualmente serán derribados en la ejecución del CUSTF, únicamente en la superficie que corresponde a Vegetación de Dunas Costeras (Matorral). De esta manera, hay un total de **61,423 individuos** dentro de las **1.6884 Ha** de CUSTF.

2.2.5.5.2. Volumen por Remover

En la Tabla 23 se muestra el concentrado del volumen a remover de los productos maderables en los **1,963.1187 m² (0.1963 Ha)** de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) propuestas para CUSTF:

Superficie del CUSTF (Ha)	Nombre Científico	Nombre Común	Vol. por Sitio (m ³ VTA)	Vol. por Hectárea (m ³ VTA)	Volumen en área de CUSTF (m ³ VTA)
0.1963	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	0.0018	1.4044	0.2757

Superficie del CUSTF (Ha)	Nombre Científico	Nombre Común	Vol. por Sitio (m ³ VTA)	Vol. por Hectárea (m ³ VTA)	Volumen en área de CUSTF (m ³ VTA)
	<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	0.0367	29.2129	5.7345
	<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	0.0000	0.0000	0.0000
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	0.0108	8.5913	1.6865
	<i>Nectandra salicifolia</i>	Capulincillo	0.0000	0.0000	0.0000
	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	0.0035	2.8087	0.5513
Total			0.0528	42.0173	8.2480

Tabla 23. Volumen por Tipo de Vegetación en el Área de CUSTF.

Por lo anterior, el volumen total a remover dentro de las **0.1963 Ha** de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) que estarán sujetas a CUSTF es de **8.2480 m³/VTA**.

2.2.5.5.3. Concentrado de Árboles y Volumen por Remover

En la Tabla 24 se muestran el concentrado del número de árboles y el volumen a remover por superficie a intervenir para cada tipo de vegetación:

Superficie del CUSTF (Ha)	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos en el CUSTF	Volumen Total (m ³ /VTA)
0.1963	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	246	0.2757
	<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	580	5.7345
	<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	1853	0.0000
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	357	1.6865
	<i>Nectandra salicifolia</i>	Capulincillo	134	0.0000
	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	89	0.5513
Total			3,259	8.2480

Tabla 24. Número de Árboles y Volumen Por Remover en el Área de CUSTF.

Por lo anterior, se obtiene el resumen de la Tabla 25:

Tipo de Vegetación	Superficie de CUSTF (Ha)	Individuos Totales	Volumen (m ³ /VTA)
Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)	0.1963	3,259	8.2480

Tabla 25. Resumen del Número de Árboles y Volumen (m³/VTA) a remover en el Área de CUSTF.

De esta manera, se concluye que el volumen a remover por el CUSTF es de **8.2480 m³/VTA** para una superficie de **0.1963 Ha**, que corresponde a un total de **3,259 individuos** del estrato arbóreo.

2.2.5.6. Número de Ejemplares de las Especies No Maderables que serán removidas por el CUSTF

Para el presente Proyecto, **no** se identificaron especies en el estrato no maderable; derivado de los estudios realizados en la superficie total del CUSTF.

2.2.5.7. Usos para el que estarán destinados los productos restantes

Dadas las dimensiones y especies que serán derribadas, algunos de los productos forestales resultantes tienen características para su comercialización en la industria maderera. Sin embargo, buena parte del volumen puede destinarse como leña combustible, para postes en cercos, entre otros usos. En el caso de que la Promovente desee comercializar los productos, el titular del permiso deberá hacer las gestiones necesarias para obtener la documentación correspondiente para el transporte de los productos forestales.

Asimismo, es importante recalcar que parte del material producto del derribo de vegetación serán utilizados en las obras de conservación de suelos para mitigar los impactos ambientales ocasionados por el aumento en la erosión y la disminución de infiltración que provoca el CUSTF.

2.2.6. Operación y Mantenimiento

Las actividades que se llevarán a cabo durante la ejecución del Proyecto consistirán principalmente en la ocupación de las viviendas por parte de los pobladores; por consiguiente, es necesario llevar a cabo el mantenimiento de las instalaciones de uso común que conformarán el Proyecto (albercas, palapa, vialidades, etc.). A continuación, se describen las actividades que se efectuarán durante la operación y el mantenimiento:

- **Operación de Instalaciones:** El objetivo del Proyecto es proveer un espacio óptimo para la vivienda, por lo que las instalaciones serán utilizadas frecuentemente. Durante estos periodos, se hará uso de cada una de las instalaciones y servicios, por lo que será aquí cuando exista mayor generación de residuos.
- **Mantenimiento de Instalaciones:** Puede ser preventivo (aquel que se programa regularmente) o correctivo (aquel que requiere de inmediata solución para el buen desempeño y funcionamiento de las instalaciones).

2.2.7. Desmantelamiento y Abandono de las Instalaciones

El abandono del sitio tras el término de las actividades de CUSTF considera el retiro de la maquinaria y equipos, así como el desmantelamiento de obras provisionales como viveros, almacenes, campamentos, entre otros; y la limpieza final de la superficie del Proyecto, dejando el área libre para su nuevo uso.

2.2.8. Cronograma de actividades del Proyecto

En la Tabla 26 se presenta el **Programa General de Trabajo** del Proyecto por etapas, el cual incluye las actividades de CUSTF que forman parte de la preparación del sitio, así como los trabajos correspondientes a su ejecución, la construcción de las obras civiles (áreas de uso común del fraccionamiento), su operación y mantenimiento (incluyendo el establecimiento de las viviendas de los pobladores) y el abandono del sitio.

Asimismo, se calendarizan las actividades correspondientes a la vigilancia y supervisión ambiental, la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación, y la verificación del éxito del **Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre**.

Actividades	Meses					
	1	2	3	4	5	6-12
Año 1						
Etapas de Preparación del Sitio						
Actividades por desarrollar antes del CUSTF:						
Trazo y delimitación del área del proyecto	X					
Rescate y reubicación de Flora y Fauna	X	X				
Medidas de prevención, mitigación y compensación	X	X	X	X	X	X
Actividades por desarrollar durante el CUSTF:						
Rescate y reubicación de Flora y Fauna	X	X				
Medición y marcaje de arbolado	X	X				
Desmonte y deshierbe de vegetación		X	X			
Derribo y desrame de arbolado		X	X			
Troceo y aprovechamiento de productos maderables			X	X		
Despalme de la vegetación			X	X	X	
Limpieza y acarreo					X	
Medidas de prevención, mitigación y compensación	X	X	X	X	X	X
Actividades por desarrollar después del CUSTF:						
Obras de conservación de suelo y agua					X	X
Supervisión y vigilancia ambiental	X	X	X	X	X	X
Etapas de Construcción						
Cimentación						X
Construcción de obras						X
Medidas de prevención, mitigación y compensación	X	X	X	X	X	X
Año 2						
Etapas de Construcción						
Cimentación	X	X	X	X		
Construcción de obras	X	X	X	X	X	X
Medidas de prevención, mitigación y compensación	X	X	X	X	X	X
Etapas de Abandono del Sitio						
Retiro de materiales, equipo y maquinaria						X
Desmantelamiento de obras provisionales						X
Limpieza final						X

Actividades	Meses					
	1	2	3	4	5	6-12
Etapas de Operación y Mantenimiento						
Operación de las obras	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de las obras*	X		X		X	→
Establecimiento de las viviendas	X	X	X	X	X	X
Vigilancia del Programa de Rescate y Reubicación de Flora**	X		X		X	→

Tabla 26. Programa General de Trabajo.

**El mantenimiento de las obras se realizará de manera bimestral.*

***La vigilancia de la sobrevivencia de las especies florísticas rescatadas se llevará a cabo de forma bimestral y hasta cumplir los 5 años del inicio del Programa.*

2.2.9. Generación y Manejo de Residuos Líquidos y Emisiones a la Atmósfera

En seguida, se describen las especificaciones que conciernen a cada tipo de residuo:

➤ Residuos Sólidos Domésticos

Para su disposición, se colocarán recipientes de plástico resistente (200 L) con tapa superior, para evitar la generación de malos olores y la proliferación de Fauna nociva. La recolección se realizará 3 veces a la semana; en la cual, los residuos generados son dispuestos en bolsas de plástico y colocados en el punto indicado (en los días y horarios establecidos), donde el camión recolector se encarga de almacenarlos y transportarlos hacia el sitio de disposición final (en este caso, un TCA). Los servicios de recolección y transporte de basura serán proporcionados por el H. Ayuntamiento de Tonalá.

➤ Aguas Residuales

Las aguas residuales generadas en los sanitarios, alberca y viviendas serán descargadas al sistema de drenaje y alcantarillado municipal.

➤ Emisiones a la Atmósfera

No se generarán emisiones de importancia, ya que el área en donde se ubica el Proyecto es una zona abierta que es propensa a recibir ráfagas de viento en todo momento. Sin embargo, las actividades de mantenimiento de equipo y maquinaria se llevarán a cabo rigurosamente para prevenir la dispersión de humos, partículas y polvos. Asimismo, al ser un ecosistema costero, la presencia de polvos (arena) es muy común.

2.2.10. Residuos

A continuación, se describen los tipos de residuos que se producirán durante las etapas del Proyecto en cuestión:

➤ Sólidos Urbanos

En las etapas del Proyecto se generarán residuos como son: papel, cartón, plástico (PET), desechos (cáscaras) y envolturas de alimentos, envases de vidrio, etc., generados por los trabajadores. Dichos residuos serán separados y clasificados por los trabajadores, de

acuerdo con los lineamientos que se establezcan en las pláticas de concientización que se impartirán al inicio del Proyecto.

Los desechos se dispondrán en recipientes con tapa resistente (200 L), que luego serán llevados al punto de recolección dentro de bolsas de plástico en donde las autoridades Municipales se encargarán de transportarlos al sitio de disposición final.

➤ Manejo Especial

Durante la etapa de CUSTF y construcción de las obras se generarán este tipo de residuos, tales como: material producto del despalme, escombros, entre otros; que serán dispuestos de forma temporal en pilas ordenadas dentro del sitio del Proyecto, en un espacio en donde no puedan provocar algún accidente.

De acuerdo con la **NOM-161-SEMARNAT-2011**, este tipo de desechos **no** requerirán de un Plan de Manejo ya que no excederán los 80 m³ reglamentados en dicho instrumento. Sin embargo, serán transportados hacia un sitio especializado para su manejo por parte de una Empresa autorizada para realizar este proceso.

➤ Peligrosos

En relación con este rubro, en la Tabla 27 se presentan algunas acciones a realizar:

Normatividad Vigente	Actividades por realizar
NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Durante el desarrollo del Proyecto se generarán residuos, por lo que se deberá ajustar a lo establecido en esta norma. Aplica en todas las etapas del Proyecto para identificar si se están generando residuos peligrosos y realizar la gestión integral correspondiente conforme a la legislación vigente, a pesar de que no se contempla dar mantenimiento a la maquinaria, ya que esto se realizará en un taller autorizado.
NOM-054-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.	En cualquier etapa del Proyecto se debe determinar la incompatibilidad de materiales a utilizar, por lo que se debe aplicar el procedimiento de acuerdo con la norma. Aunado a ello, se dará cumplimiento a lo establecido en el manejo de residuos peligrosos en el envase, almacenamiento, tratamiento y disposición final de estos.
NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. Que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.	Durante las actividades, existe la posibilidad de fallas mecánicas en la maquinaria que puedan resultar en el derrame de combustibles al suelo, por lo que se deben seguir las especificaciones estipuladas en la norma para la caracterización de las sustancias y la remediación del sitio.
NOM-005-STPS-1998. Que establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.	Se ocuparán combustibles para el funcionamiento de la maquinaria que será empleada, por lo que el abastecimiento de este deberá ser realizado por el Promovente o el contratista siguiendo los lineamientos de seguridad y almacenamiento temporal de estas sustancias si llega a ocurrir la necesidad de tener estas sustancias en el sitio.

Tabla 27. Actividades para el Manejo y Disposición de los Residuos Peligrosos.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL – MODALIDAD B

PROYECTO: “FRACCIONAMIENTO LOS GIRASOLES”

**PROMOVENTE: GRUPO SONAR DEL
SURESTE S.A. DE C.V.**

**CAPÍTULO 3. VINCULACIÓN CON LOS
ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN
MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA
REGULACIÓN SOBRE USO DE SUELO**



**ELABORADO POR: ING. JOSÉ RAFAEL RAMOS
MORENO, PRESTADOR DE SERVICIOS
FORESTALES**

FECHA DE ELABORACIÓN: AGOSTO DE 2022

CONTENIDO

3. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo.....	1
3.1. Ordenamientos Jurídicos Federales.....	1
3.1.1. Leyes Federales.....	1
3.1.2. Reglamentos Federales	5
3.2. Programas De Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET).....	7
3.2.1. Examinar si el POET permite el CUSTF o no.....	8
3.2.2. Si existiera, incluir: numero o clave de la UGA donde se ubica el Proyecto.....	13
3.2.3. Los criterios aplicarles para el Proyecto y como se pretende dar cumplimiento (vinculación)	14
3.3. Decretos y Programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas.....	16
3.3.1. Áreas Naturales Protegidas.....	16
3.3.2. Regiones Prioritarias de Conservación	17
3.4. Normas Oficiales Mexicanas	21
3.5. Planes o Programas de Desarrollo Urbano.....	23
3.5.1. Plan Nacional de Desarrollo (2019-2024).....	23
3.5.2. Plan Estatal de Desarrollo de Chiapas (2019-2024)	24
3.5.3. Plan Municipal de Desarrollo de Tonalá, Chiapas (2022-2025)	26
3.6. Los demás requisitos que establezcan las Disposiciones Jurídicas	26
3.6.1. Leyes Estatales.....	26
3.6.2. Convenios o Tratados Internacionales	27
3.6.3. Delimitación de Zona Federal Marítimo Terrestre	29

Índice de Tablas

Tabla 1. Vinculación Del Proyecto Con La Ley General Del Equilibrio Ecológico Y La Protección Al Ambiente (LGEEPA).	2
Tabla 2. Vinculación Del Proyecto Con La Ley Federal De Responsabilidad Ambiental (LFRA).	3
Tabla 3. Vinculación Del Proyecto Con La Ley General De Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).	3
Tabla 4. Vinculación Del Proyecto Con La Ley General De Vida Silvestre (LGVS).	4
Tabla 5. Vinculación Del Proyecto Con La Ley General Para La Prevención Y Gestión Integral De Los Residuos (LGPGIR).	5
Tabla 6. Vinculación Del Proyecto Con El Reglamento De La LGEEPA En Materia De Evaluación Del Impacto Ambiental (REIA).	6
Tabla 7. Vinculación Del Proyecto Con El Reglamento De La LGPGIR.	7
Tabla 8. Características Generales Y Criterios Ecológicos De La UAB No. 85 Del POEGT.	10
Tabla 9. Vinculación Del Proyecto Con Las Estrategias Ecológicas De La UGA No. 112.	15
Tabla 10. Clasificación De Las ANP Federales Por Categoría De Manejo En Chiapas.	16
Tabla 11. Clasificación De Las ANP Estatales Por Categoría De Manejo En Chiapas.	17
Tabla 12. Descripción De Las Regiones Prioritarias De Conservación.	18
Tabla 13. Características Generales De La RMP No. 39 "Puerto Arista".	20
Tabla 14. Vinculación Del Proyecto Con Las Normas Oficiales Mexicanas.	23
Tabla 15. Vinculación Del Proyecto Con El Programa Nacional De Desarrollo (2019-2024).	24
Tabla 16. Vinculación Del Proyecto Con El Plan Estatal De Desarrollo De Chiapas (2019-2024).	26
Tabla 17. Vinculación Del Proyecto Con La Ley De Protección Para La Fauna En El Estado De Chiapas.	27

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación Del Proyecto En La UAB No. 85 Del POEGT.	9
Figura 2. Ubicación Del Proyecto En La UAB No. 112 Del POETCH.	12
Figura 3. Ubicación Del Proyecto Respecto A Las ANP Federales.	16
Figura 4. Ubicación Del Proyecto Respecto A Las ANP Estatales.	17
Figura 5. Ubicación Del Proyecto Respecto A Las RTP.	18
Figura 6. Ubicación Del Proyecto Respecto A Las RHP.	19
Figura 7. Ubicación Del Proyecto En La RMP No. 39 "Puerto Arista".	19
Figura 8. Ubicación Del Proyecto Respecto A Las AICAS.	21
Figura 9. Ubicación Del Proyecto Respecto A Los Sitios Ramsar.	28
Figura 10. Ubicación Del Proyecto Respecto A La Zona Federal Marítimo Terrestre.	29

Índice de Gráficas

Gráfico 1. Esquema General del Plan Nacional de Desarrollo (2019-2024).	23
Gráfico 2. Esquema General del Plan Estatal de Desarrollo de Chiapas (2019-2024).	25

3. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo

Los ordenamientos legales y normativos de competencia Municipal, Estatal y Federal son de observancia obligatoria en las diferentes etapas de un Proyecto. Previo a su implementación, el Proyecto debe cumplir con diversos requisitos legales que posibiliten su ejecución. Es por lo que el presente, en particular, se encuentra regulado principalmente por los siguientes instrumentos legales y jurídicos:

- Planes y/o Programas de Desarrollo (Nacional, Estatal y Municipal).
- Ordenamientos Ecológicos Territoriales (OET).
- Áreas Naturales Protegidas (ANP).
- Áreas Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad.
- Leyes y Reglamentos (Federales y Estatales).
- Normas Oficiales Mexicanas (NOM).

3.1. Ordenamientos Jurídicos Federales

3.1.1. Leyes Federales

3.1.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es la ley fundamental de México. Define los límites y relaciones entre los poderes de la federación, así como los derechos y obligaciones de la ciudadanía mexicana, las bases para el gobierno y la organización de las instituciones.

En el Título Primero, Capítulo I, Artículo 4º, Párrafos 5º y 7º de la Constitución se establece que:

"Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley"

"Toda familia tiene derecho a disfrutar de vivienda digna y decorosa. La Ley establecerá los instrumentos y apoyos necesarios a fin de alcanzar tal objetivo".

Este Proyecto comprende la ejecución de un **Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)** para el establecimiento de un fraccionamiento. Dado que dichas actividades tienen el potencial de causar impactos al medio ambiente, este estudio busca proporcionar a la Secretaría la información necesaria para evaluar el Proyecto y dictaminar si su ejecución es viable. Lo anterior, en conjunto con las medidas de prevención, mitigación y compensación que se especifican en el **Capítulo X**, busca minimizar dichos impactos hacia el entorno a fin de preservar y cuidar el medio ambiente.

3.1.1.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

En la Tabla 1 se enlistan los artículos de la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)** que se relacionan con las actividades del Proyecto:

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)	
Artículo 5º, Fracción X	<i>Son facultades de la federación: X. La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes;</i>
Vinculación del Proyecto	El Promovente busca que el presente Proyecto, obtenga la Autorización en Materia de Impacto Ambiental y Forestal que debe ser expedida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) Delegación Chiapas.
Artículo 28, Fracciones VII, IX y X	<i>(...). Para ello, en los casos que determine el reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: VII.- Cambios de uso de suelo en áreas forestales, así como selvas y zonas áridas. IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros. X.- Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales. En el caso de actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias se estará a lo dispuesto por la fracción XII de este artículo;</i>
Vinculación del Proyecto	En el presente documento se establece la necesidad de la presentación de un Documento Técnico Unificado Modalidad B (DTU-B) debido a que se encuentra dentro de las actividades que requieren someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental por tratarse de la ejecución de un CUSTF para el establecimiento de un fraccionamiento en una zona costera.

Tabla 1. Vinculación del Proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

3.1.1.3. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

En la Tabla 2 se presentan los artículos de la **Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA)** que se encuentran relacionados con la naturaleza del Proyecto:

Ley Federal de Responsabilidad Ambiental	
Artículo 7º, Párrafo Primero	<i>A efecto de otorgar certidumbre e inducir a los agentes económicos a asumir los costos de los daños ocasionados al ambiente, la Secretaría deberá emitir paulatinamente normas oficiales mexicanas, que tengan por objeto establecer caso por caso y atendiendo la Ley de la materia, las cantidades mínimas de deterioro, pérdida, cambio, menoscabo, afectación, modificación y contaminación, necesarias para considerarlos como adversos y dañosos. (...)</i>
Vinculación con el Proyecto	Este Proyecto ha sido vinculado con todos los instrumentos y ordenamientos jurídicos correspondientes. Así como con los lineamientos de dichos documentos para preservar el equilibrio del entorno natural. Aunado a lo anterior, se establecerán medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales.

Ley Federal de Responsabilidad Ambiental	
Artículo 10º	<i>Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.</i>
Vinculación con el Proyecto	En el presente Proyecto, se proponen las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales que se ocasionen a causa de la implementación del Proyecto. De igual forma, se cumplirán aquellas que designe la Autoridad competente.

Tabla 2. Vinculación del Proyecto con la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA).

3.1.1.4. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

En la Tabla 3 se indican los artículos de la **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)** que se vinculan al Proyecto:

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	
Artículo 10º, Fracción XXX	<i>Son atribuciones de la federación: XXX. Expedir, por excepción, las autorizaciones de cambio de uso del suelo de los terrenos forestales, así como controlar y vigilar el uso del suelo forestal.</i>
Artículo 68, Fracción I	<i>Corresponderá a la Secretaría emitir los siguientes actos y autorizaciones: I. Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción;</i>
Vinculación con el Proyecto	Se hace entrega a la SEMARNAT del presente DTU-B, por ser de su competencia y con el objetivo de demostrar que se cumplen con los lineamientos establecidos para la autorización del CUSTF.
Artículo 93	<i>La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, (...) con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen (...).</i>
Vinculación con el Proyecto	En el presente DTU-B se exponen los fundamentos técnicos que sustentan cada una de las hipótesis enlistadas en el Artículo 93.

Tabla 3. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).

3.1.1.5. Ley General de Vida Silvestre

La **Ley General de Vida Silvestre (LGVS)** pretende la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción, a través de los estatutos incluidos en ella.

Se vincula al Proyecto con esta Ley ya que el cuidado de la biodiversidad debe ser prioridad en la ejecución de este; y se debe cumplir con la normativa en caso del avistamiento de especies consideradas en riesgo. En la Tabla 4 se presentan los artículos de la LGVS que se encuentran relacionados con el Proyecto:

Ley General de Vida Silvestre	
Artículo 29, Primer Párrafo	<i>Las entidades federativas, los Municipios, las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México y la Federación, adoptarán las medidas de trato digno y respetuoso para evitar o disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor que se pudiera ocasionar a los ejemplares de fauna silvestre durante su aprovechamiento, traslado, exhibición, cuarentena, entrenamiento, comercialización y sacrificio.</i>
Artículo 31, Primer Párrafo	<i>Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.</i>
Vinculación con el Proyecto	Durante las actividades del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre se tendrá especial cuidado al momento de transportar a los individuos al sitio de relocalización. Lo anterior, será realizado por expertos en la materia para evitar cualquier daño a las especies silvestres.
Artículo 60 BIS, Párrafo Primero	<i>Ningún ejemplar de mamífero marino, cualquiera que sea la especie podrá ser sujeto de aprovechamiento extractivo, ya sea de subsistencia o comercial, con excepción de la captura que tenga por objeto la investigación científica y la educación superior de instituciones acreditadas.</i>
Artículo 60 BIS 1, Párrafo Primero	<i>Ningún ejemplar de tortuga marina, cualquiera que sea la especie, podrá ser sujeto de aprovechamiento extractivo, ya sea de subsistencia o comercial, incluyendo sus partes y derivados.</i>
Artículo 60 BIS 2, Párrafo Primero	<i>Ningún ejemplar de ave correspondiente a la familia Psittacidae o psitácido, cuya distribución natural sea dentro del territorio nacional, podrá ser sujeto de aprovechamiento extractivo con fines de subsistencia o comerciales.</i>
Vinculación con el Proyecto	En ningún momento de la ejecución del Proyecto se capturará a ninguna especie de mamífero, reptil o ave del ecosistema marino y/o sus alrededores. El Promovente se compromete a dar parte a la Autoridad competente en caso de algún avistamiento de estas especies y/o de algún tipo de maltrato hacia estas.
Artículo 106, Párrafo Primero	<i>Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona física o moral que ocasione directa o indirectamente un daño a la vida silvestre o a su hábitat, está obligada a repararlo o compensarlo de conformidad a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. (...).</i>
Vinculación con el Proyecto	Durante todas las etapas del Proyecto, siempre se tendrá en cuenta la importancia por la protección y cuidado de las especies de Flora y Fauna Silvestre que pudieran encontrarse en los alrededores. Por lo cual, no se ocasionarán daños a las mismas.

Tabla 4. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Vida Silvestre (LGVS).

3.1.1.6. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos

Considerando que el presente Proyecto generará diversos tipos de residuos, entre ellos, residuos de tipo doméstico, se encuentra que esta ley es aplicable. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona a disfrutar de un medio ambiente adecuado 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; para prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

En la Tabla 5 se presentan los artículos de la **Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)** que se vinculan al Proyecto:

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)		
Ordenamiento Jurídico	Aplicación	Cumplimiento
Artículo 16. La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características... (...).	En caso de que se generen residuos peligrosos a lo largo del desarrollo del Proyecto, estos serán manejados conforme a la normatividad.	Serán dispuestos a través de prestadores de servicio que cuenten con las autorizaciones locales.
Artículo 18. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria... (...).	En las etapas del Proyecto se generarán residuos como son papel, cartón, plástico, etc., generados por los trabajadores.	Se dispondrán en recipientes con tapa resistente (200 L), que luego serán llevados al punto de recolección en donde las autoridades Municipales se encargan de transportarlos al sitio de disposición final.
Artículo 19, Fracción VII. 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;	Durante la etapa de construcción de las obras se generarán este tipo de residuos; que serán dispuestos de forma temporal en pilas ordenadas dentro del sitio del Proyecto.	De acuerdo con la NOM-161-SEMARNAT-2011, no requerirán de un Plan de Manejo ya que no exceden los 80 m ³ . Sin embargo, serán transportados hacia un sitio especializado para su manejo por parte de una Empresa autorizada para realizar este proceso.

Tabla 5. Vinculación del Proyecto con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

Aunado a lo anterior, cabe mencionar que en el Municipio de Tonalá no se cuenta con un Relleno Sanitario, sino con un **Tiradero a Cielo Abierto (TCA)**, por lo que será dicho lugar en donde se dispondrán los residuos sólidos urbanos generados. Los servicios de recolección y transporte de basura serán proporcionados por el H. Ayuntamiento de Tonalá.

3.1.2. Reglamentos Federales

3.1.2.1. Reglamento de la Ley General del Equilibrio y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

En lo que respecta al **Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA)**, se presentan los artículos que se relacionan con la naturaleza del Proyecto en la Tabla 6:

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental	
	<i>Compete a la Secretaría:</i>
Artículo 4º, Fracción I	<i>I. Evaluar el impacto ambiental y emitir las resoluciones correspondientes para la realización de proyectos de obras o actividades a que se refiere el presente reglamento.</i>

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental	
Vinculación con el Proyecto	La SEMARNAT es la dependencia que está a cargo de emitir la Autorización en Materia de Impacto Ambiental y Forestal que se pretende obtener para el presente Proyecto.
Artículo 5º, Inciso O) Fracción I	<i>Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:</i> O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS: <i>I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales (...);</i>
Artículo 5º, Inciso Q), Primer Párrafo	<i>Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:</i> Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS: Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, (...).
Artículo 5º, Inciso R), Fracción I	<i>Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:</i> R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES: <i>I. Cualquier tipo de obra civil; (...)</i>
Vinculación con el Proyecto	El Proyecto comprende la ejecución de un CUSTF que estará destinado para un desarrollo inmobiliario (fraccionamiento).
Artículo 36, Párrafo Primero	<i>Quienes elaboren los estudios (...), declararán, bajo protesta de decir verdad, que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas (...).</i>
Vinculación con el Proyecto	Se firma en una Carta bajo protesta de decir la verdad lo establecido en el Artículo 36, misma que se anexará al DTU-B que se entregue.
Artículo 42	<i>El Promovente deberá remitir a la Secretaría la página del diario o periódico donde se hubiere realizado la publicación del extracto del proyecto, para que sea incorporada al expediente respectivo.</i>
Vinculación con el Proyecto	El Promovente publicará el extracto del Proyecto en un periódico y se le notificará a la SEMARNAT en el tiempo y forma establecido.

Tabla 6. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA).

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

El **Reglamento de la LGPGIR** se vincula con el Proyecto en relación con la identificación y manejo integral de los residuos peligrosos en algunas etapas de su desarrollo. En la Tabla 7 se enlistan los artículos relacionados con el Proyecto:

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos		
Ordenamiento Jurídico	Aplicación	Cumplimiento
Artículo 39. Cuando exista una mezcla de residuos listados como peligrosos o caracterizados como tales por su toxicidad, con otros residuos, será peligrosa. (...).	Los residuos peligrosos que se generen recibirán el tratamiento que refiere la LGPGIR y su Reglamento.	Se instalarán contenedores para la clasificación de cada tipo de residuo y serán recolectados por una Empresa autorizada.

Tabla 7. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGPGIR.

3.1.2.3. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre

De las disposiciones comunes para la Conservación y el Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre, en la Liberación de Ejemplares al Hábitat Natural, se establece lo siguiente:

***"Artículo 89.** En caso de colecta o captura ilícita flagrante, la Secretaría podrá liberar inmediatamente a los ejemplares de que se trate, previa evaluación positiva de la viabilidad de la liberación, mediante el levantamiento del acta respectiva en la que se deberán asentar explícitamente los elementos valorados".*

Para el caso del presente Proyecto, **no** se realizará una colecta de especies de Fauna; sin embargo, de ser necesario, se realizará el rescate de algunos individuos para ser reubicados y/o liberados en hábitats con características similares al lugar donde fueron rescatadas.

3.2. Programas De Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET)

Un **Programa de Ordenamiento Ecológico** es el documento que engloba los objetivos, prioridades y acciones que regulan o inducen el uso del suelo y las actividades productivas de una región. De acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de Ordenamiento Ecológico (DOF, 2003), está integrado principalmente por dos elementos:

- El modelo de ordenamiento que incluye la regionalización del área a ordenar.
- Lineamientos ecológicos aplicables a cada una de las regiones definidas y las estrategias ecológicas que, para cada una de las regiones identificadas en el modelo, resultan de la integración de los objetivos, acciones y proyectos, así como de los responsables de realizarlos.

A continuación, se describen los Programas a los que el Proyecto en estudio debe acatarse debido a su ubicación y naturaleza.

3.2.1. Examinar si el POET permite el CUSTF o no

3.2.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

Decretado el 07 de septiembre de 2012, el **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)** es el instrumento de política ambiental obligatorio para los programas de desarrollo nacional que contiene los objetivos, prioridades y acciones que regulan o inducen el uso del suelo y las actividades productivas de una región, también se coordinan acciones entre los tres órdenes de gobierno, para que con base en la vocación y potencial de las regiones se oriente el desarrollo de las actividades productivas.

Tiene como fin instaurar los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; las medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y/o proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal. Igualmente, promueve la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales.

Para lo anterior, establece una regionalización ecológica que comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo.

De esta manera, se divide al territorio nacional en **145 unidades geográficas** denominadas **Unidades Ambientales Biofísicas (UAB)**. Según el POEGT, el sitio del Proyecto incide en la siguiente zona:

- Región Ecológica 16.31, **UAB No. 85** denominada "**Llanura Costera de Chiapas y Guatemala**", con las políticas ambientales asignadas de **Restauración, Preservación y Aprovechamiento Sustentable**, y con un nivel de atención prioritaria Muy Alta.

En la Figura 1 podemos apreciar la incidencia del Proyecto sobre la zona mencionada anteriormente:

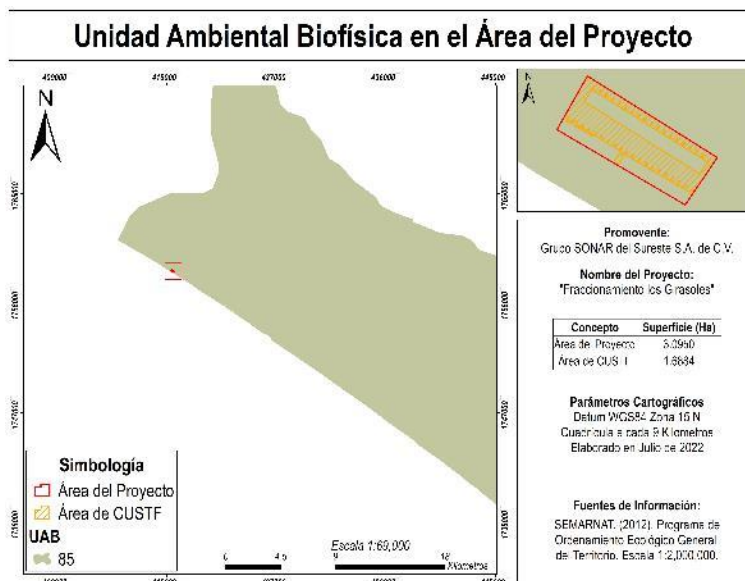


Figura 1. Ubicación del Proyecto en la UAB No. 85 del POEGT.

En la Tabla 8 se presenta una descripción de las características generales y criterios ecológicos de la UAB No. 85:

Criterios Ecológicos de la UAB No. 85					
Región Ecológica: 16.31					
Unidad Ambiental Biofísica que la compone: 85. Llanura Costera de Chiapas y Guatemala					
Localización: Sur de Chiapas					
Superficie: 5,066.1 km ²					
Población Indígena: Frontera Sur					
Política Ambiental:		Restauración, Preservación y Aprovechamiento Sustentable			
Prioridad de Atención:		Muy Alta			
UAB	Rectores del Desarrollo	Coadyuvantes del Desarrollo	Asociados del Desarrollo	Otros Sectores de Interés	Estrategias Sectoriales
85	Poblacional – Preservación de Flora y Fauna	Desarrollo Social – Forestal – Ganadería	Agricultura – Minería	Turismo	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio					
A) Preservación		1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.			
B) Aprovechamiento Sustentable		4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.			

Criterios Ecológicos de la UAB No. 85	
C) Protección de los Recursos Naturales	12. Protección de los ecosistemas.
D) Restauración	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
E) Aprovechamiento Sustentable de Recursos Naturales No Renovables y Actividades Económicas de Producción y Servicios	14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.
	15 BIS. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.
	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.
	23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
A) Suelo Urbano y Vivienda	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.
C) Agua y Saneamiento	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.
E) Desarrollo Social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.
	34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.
	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.
	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.
	37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.
	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

Tabla 8. Características Generales y Criterios Ecológicos de la UAB No. 85 del POEGT.

De acuerdo con lo exhibido previamente, el Proyecto se encuentra relacionado con las siguientes estrategias:

Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio

B) Aprovechamiento Sustentable

4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.

7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.

C) Protección de los Recursos Naturales

12. Protección de los ecosistemas.

En relación con lo anterior, el Proyecto pretende utilizar el espacio y las condiciones de la superficie de estudio para ejecutar un CUSTF y en un futuro, establecer un fraccionamiento. Las actividades se realizarán a lo largo de 5 meses para el CUSTF, y de 2 a 5 años para la construcción de las áreas de uso común y el establecimiento de las viviendas por los pobladores; generando empleos a corto, mediano y largo plazo.

Es de esta forma, que el Proyecto **cumple** con los lineamientos, criterios y estrategias que fueron establecidas en la UAB No. 85 del POEGT.

3.2.1.2. Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Chiapas

El **Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Chiapas (POETCH)** fue publicado el 07 de diciembre de 2012. En dicho instrumento se describen los usos recomendados y permitidos (con condiciones) del suelo de los Municipios del Estado de Chiapas. Es de carácter obligatorio y tiene por objeto regular e 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. Se encuentra dividido en **125 Unidades de Gestión Ambiental (UGA)**, cada una con políticas ambientales y lineamientos diferentes y específicos para los ecosistemas que las constituyen.

Según el POETCH, el área del Proyecto se encuentra ubicada dentro de la **UGA No. 112** con la Política Ambiental asignada de **Aprovechamiento**, tal y como se ilustra en la Figura 2:

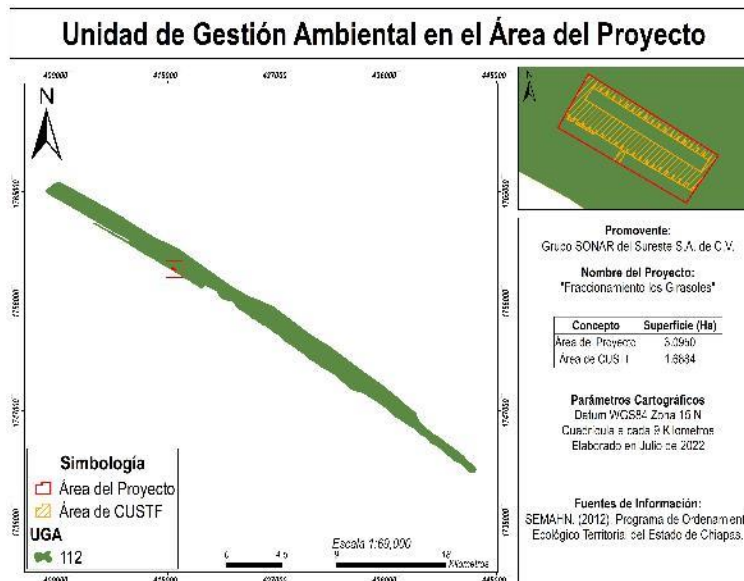


Figura 2. Ubicación del Proyecto en la UAB No. 112 del POETCH.

La política ecológica señalada para la UGA No. 112 se define en el mismo modelo de ordenamiento de la siguiente manera:

Aprovechamiento (A). *Se asigna a aquellas áreas que por sus características son apropiadas para el uso y el manejo de los recursos naturales, en forme tal que resulten eficiente, socialmente útil y no impacte negativamente sobre el ambiente. Incluye las áreas con usos de suelo actual o potencial, siempre que estas no sean contrarias o incompatibles con la aptitud del territorio.*

Política de Aprovechamiento (A). *Esta política promueve la permanencia del uso actual del suelo o permite su cambio en la totalidad de unidad de gestión ambiental (UGA) donde se aplica. En esta política siempre se trata de mantener por un periodo indefinido la función y las capacidades de carga de los ecosistemas que contienen la UGA. Orientada a espacios con elevada aptitud productiva actual o potencial ya sea para el desarrollo urbano, y los sectores agrícola, pecuario, comercial e industrial.*

Para el caso de la UGA No. 112, el uso predominante es **Actividades Agropecuarias**. Los usos recomendados son: Agricultura, Ganadería, Agroturismo, Ecoturismo y Plantaciones. Los usos recomendados, pero con condiciones son los siguientes:

- Forestal (respetando la vegetación natural conservada y limitado a plantaciones forestales comerciales).
- Asentamientos Humanos (fomentando su planificación y sin crecimiento sobre áreas de vegetación natural conservada o perturbada y de riesgo).

- Acuicultura (preferentemente con especies nativas o con medidas de prevención de escape de ejemplares en caso de especies exóticas).
- Pesca (con restauración de los cuerpos de agua).
- Turismo (de bajo impacto con criterios ecológicos).

De igual manera, sus lineamientos establecen *"lograr un desarrollo sustentable de las actividades agropecuarias, aumentando su productividad, mitigando los impactos ambientales que generan, fomentando la creación de agroecosistemas y manteniendo la superficie actual ocupada. Proteger el Santuario de la Tortuga Marina "Playa de Puerto Arista" (monitoreo de las poblaciones)"*.

Por consiguiente, las actividades y obras que constituyen el Proyecto **no** contravienen lo establecido en el ordenamiento previamente mencionado, ya que se establece como uso condicionado a los **Asentamientos Humanos** (*fomentando su planificación y sin crecimiento sobre áreas de vegetación natural conservada o perturbada y de riego*); y de acuerdo con la naturaleza del Proyecto, este **cumple** con las condiciones marcadas.

Cabe mencionar que, aunque el POETCH es de carácter obligatorio, no restringe o prohíbe realizar un cambio de uso de suelo indistinto al actual; únicamente realiza recomendaciones de lo que puede hacerse en esas áreas, por lo que la Autoridad competente en regular las obras y/o actividades que se desarrollarán en las mismas, será quien determine bajo criterios técnicos, científicos y normativos la viabilidad del Proyecto.

Asimismo, la Promovente se compromete a seguir cada una de las medidas que se propongan para salvaguardar la integridad del medio ambiente que rodea al Proyecto y las que dicte la Autoridad. Lo anterior, debido a que la calidad visual del medio natural y el equilibrio ecológico son primordiales para el desarrollo de este. De la misma forma, se tendrá especial vigilancia en el cumplimiento de dichas medidas debido a la cercanía de la superficie de estudio con las costas de Tonalá, que sirven como zona de desove para la Tortuga Marina.

3.2.2. Si existiera, incluir: numero o clave de la UGA donde se ubica el Proyecto

3.2.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El Proyecto se localiza en la **UAB No. 85** denominada **"Llanura Costera de Chiapas y Guatemala"**, con las políticas ambientales asignadas de **Restauración, Preservación y Aprovechamiento Sustentable**.

3.2.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Chiapas

Según el POETCH, el área del Proyecto se encuentra ubicada dentro de la **UGA No. 112** con la Política Ambiental asignada de **Aprovechamiento**.

3.2.3. Los criterios aplicarles para el Proyecto y como se pretende dar cumplimiento (vinculación)

De acuerdo con lo exhibido en la Tabla 8 en concordancia al POEGT, el Proyecto se encuentra relacionado con las siguientes estrategias:

Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio

B) Aprovechamiento Sustentable

4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.

7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.

C) Protección de los Recursos Naturales

12. Protección de los ecosistemas.

En relación con lo anterior, el Proyecto pretende utilizar el espacio y las condiciones de la superficie de estudio para ejecutar un CUSTF y en un futuro, establecer un fraccionamiento. Las actividades se realizarán a lo largo de 5 meses para el CUSTF, y de 2 a 5 años para la construcción de las áreas de uso común y el establecimiento de las viviendas por los pobladores; generando empleos a corto, mediano y largo plazo.

Derivado de dichas acciones, existirá material vegetal removido que podrá aprovecharse para la construcción de las obras de conservación de suelos y aguas que servirán como medidas para la compensación de los impactos que se generarán a raíz de la erosión del suelo y el déficit en el volumen de infiltración. De esta manera, se crea un sistema cíclico en el que no se desperdiciará la materia orgánica que se produzca con el CUSTF.

Asimismo, con la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales que se describen en el **Capítulo 10** del presente DTU-B, se protegerán los ecosistemas circundantes al área del Proyecto y se mantendrá el equilibrio entre el medio natural y las actividades que se llevarán a cabo. En conformidad con lo anterior, la aplicación de los Programas de Conservación de Suelos y Aguas, y Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre serán de vital importancia para la conservación de los ecosistemas aledaños y de la biodiversidad presente en las colindancias de la superficie de estudio.

Es de esta forma, que el Proyecto **cumple** con los lineamientos, criterios y estrategias que fueron establecidas en la UAB No. 85 del POEGT.

Entre los criterios ambientales establecidos en el POETCH, se enlistan los pertinentes al Proyecto en la Tabla 9:

Clave	Criterio	Cumplimiento
AH1	Los asentamientos humanos mayores a 1,500 habitantes deberán contar con infraestructura para el acopio y/o manejo de desechos sólidos, aunado a programas de reciclamiento de residuos.	No aplica, ya que se proyecta una cantidad menor de habitantes del fraccionamiento.
AH2	En los asentamientos menores a 1,500 habitantes, se formularán y aplicarán programas de reciclamiento de residuos.	Se establecerán contenedores para el almacenamiento de los residuos dentro del fraccionamiento. Asimismo, durante la ejecución del CUSTF, se instalarán recipientes para los mismos fines, así como letreros alusivos a la disposición de los residuos. Se promoverá la clasificación de los residuos y su separación, con el fin de mejorar las actividades de reciclaje en los sitios de disposición final.
AH3	Se evitará la disposición de aguas residuales, descargas de drenaje sanitario y desecho sólido en ríos, canales, barrancas o en cualquier tipo de cuerpo natural.	Durante el tiempo de vida útil del Proyecto, estará estrictamente prohibido descargar cualquier tipo de sustancia dañina a los cuerpos de agua cercanos. Asimismo, por medio del mantenimiento periódico, se garantizará que no existan fugas o derrames de este tipo de líquidos.
AH5	Se promoverá que las poblaciones con menos de 2,500 habitantes dirijan sus descargas hacia letrinas o, dependiendo de las características del medio en que se asientan, establezcan sistemas alternativos.	Durante las etapas del Proyecto, se instalarán sanitarios portátiles para garantizar que no se desvíen las aguas residuales. Al establecer el fraccionamiento, la Autoridad Municipal proporcionará el servicio de drenaje y alcantarillado.
AH6	Se deberá contar con estudios de riesgos naturales para prevenir afectaciones a la población.	Se instalarán letreros alusivos a las acciones que se deberán tomar en caso de sismos e inundaciones. A su vez, se gestionarán los permisos correspondientes en la materia.
AH7	Se evitará el desmonte de la cobertura vegetal en áreas contiguas a cuerpos de agua para el establecimiento de asentamientos.	No se realizará el desmonte de la vegetación en ninguna zona contigua a cuerpos de agua.
AH8	Se mejorará la accesibilidad a las comunidades más aisladas mejorando la vialidad y los transportes y acercando los servicios de salud, educación y telecomunicaciones.	Se construirán vialidades (calles, aceras, etc.), dentro del fraccionamiento. A su vez, el predio se ubica a pocos minutos de los centros de salud más cercanos, y se cuenta con los servicios básicos en la zona.
AH9	Se establecerán los programas y se tomarán acciones concertadas e integrales para la prevención y la intervención en caso de peligros hidrometeorológicos y la restauración de las áreas afectadas.	Se capacitará a los trabajadores sobre este rubro y las acciones que deben realizar en ese tipo de situaciones. Asimismo, se instalarán letreros alusivos a la materia y se tramitarán los permisos correspondientes.

Tabla 9. Vinculación del Proyecto con las Estrategias Ecológicas de la UGA No. 112.

3.3. Decretos y Programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas

3.3.1. Áreas Naturales Protegidas

De acuerdo con la Comisión de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) (2016), se define a las Áreas Naturales Protegidas (ANP) como *"las porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados"*.

3.3.1.1. Federales

En la Tabla 10 se presenta la clasificación de las ANP de jurisdicción Federal por categoría de manejo dentro del Estado de Chiapas:

No.	Categoría	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
2	Monumento Natural	6,989.876	0.61
3	Parque Nacional	10,588.249	0.92
3	Área de Protección de Flora y Fauna	19,397.256	1.69
7	Reserva de la Biosfera	927,621.406	81.02
2	Zona de Protección Forestal	180,087.974	15.73
1	Santuario	212.486	0.02
18	TOTALES	1'144,897.247	100

Tabla 10. Clasificación de las ANP Federales por Categoría de Manejo en Chiapas.

El área del Proyecto **no** incide en ninguna ANP de competencia Federal. La más cercana al sitio es el **Santuario "Playa de Puerto Arista"**, a una distancia aproximada de 20.00 m al Sur; como se ilustra en la Figura 3:

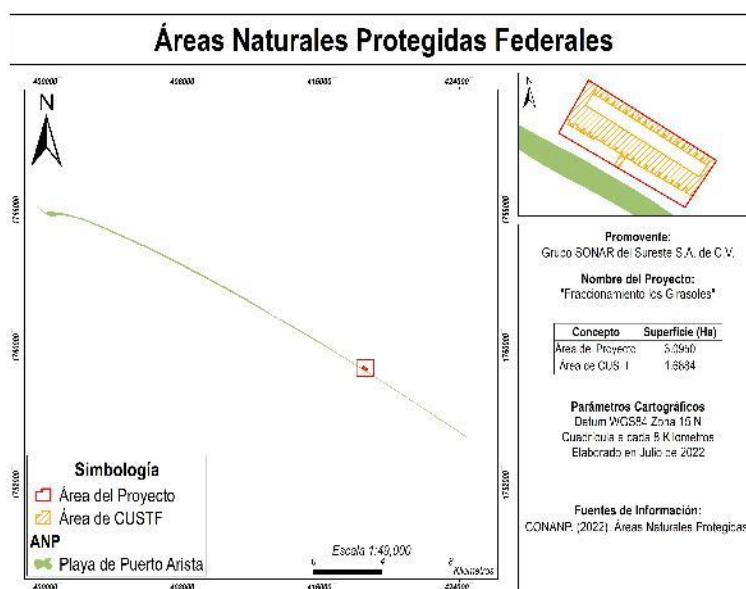


Figura 3. Ubicación del Proyecto respecto a las ANP Federales.

3.3.1.2. Estatales

En la Tabla 11 se exhibe la clasificación de las ANP de jurisdicción Estatal por categoría de manejo en Chiapas.

No.	Categoría	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
2	Área Natural y Típica	20,652.07	69.30
1	Parque Recreativo Natural	4,313.59	17.86
2	Reserva Estatal	720.43	0.02
1	Parque Estatal	37.13	4.96
1	Centro Ecológico Recreativo	192.57	7.69
18	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	141,497.25	0.17
25	TOTALES	167,413.04	100

Tabla 11. Clasificación de las ANP Estatales por Categoría de Manejo en Chiapas.

Con base en lo anterior, se destaca que el sitio del proyecto **no** se encuentra dentro de ninguna ANP Estatal, siendo la más cercana el **Centro Ecológico Recreativo "Cerro Sonsonate"** a una distancia de 55.50 Km al Noreste, aproximadamente; como se observa en la Figura 4:

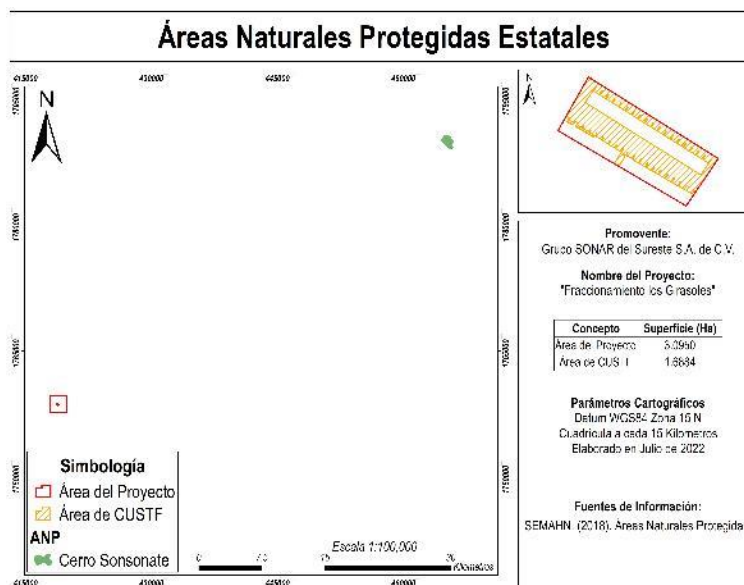


Figura 4. Ubicación del Proyecto respecto a las ANP Estatales.

3.3.2. Regiones Prioritarias de Conservación

Con el fin de optimar los recursos financieros, institucionales y humanos en materia de conocimiento de la biodiversidad en México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) desarrolló el **Programa de Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad**, el cual está orientado a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad. Las áreas prioritarias están conformadas como se explica en la Tabla 12:

Siglas	Área Prioritaria	Descripción
AICA	Áreas de Importancia para la Conservación de Aves	Desarrollada por la necesidad de preservar a las diversas especies de aves de México, creando una red regional de áreas importantes para la conservación de estas.
RTP	Regiones Terrestres Prioritarias	Unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por su riqueza ecosistémica y de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación.
RHP	Regiones Hidrológicas Prioritarias	Definidas para el diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.
RMP	Regiones Marinas Prioritarias	Creadas por la necesidad de incrementar el conocimiento sobre la vastedad de los ecosistemas marinos a todos los niveles, para emprender acciones que conlleven a su mantenimiento, conservación, recuperación o restauración.

Tabla 12. Descripción de las Regiones Prioritarias de Conservación.

De conformidad con la cobertura digital de Regiones Prioritarias de Conservación de la CONABIO (2021), se destaca lo siguiente:

3.4.2.1. Regiones Terrestres Prioritarias

El sitio del Proyecto **no** incide en ninguna RTP, sin embargo, las más cercanas son: **El Triunfo-La Encrucijada-Palo Blanco** a 20.22 Km de distancia al Noreste y la **Selva Zoque-La Sepultura** a 26.28 Km al Noroeste, aproximadamente; tal y como se aprecia en la Figura 5:

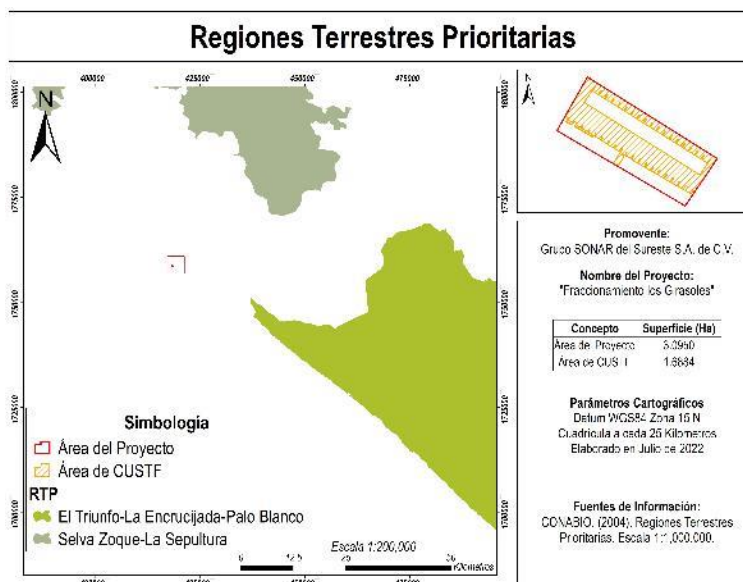


Figura 5. Ubicación del Proyecto respecto a las RTP.

3.3.2.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias

El Proyecto **no** se ubica dentro de ninguna RHP, siendo la más próxima el **Soconusco** a una distancia de 138.54 m al Norte; como se ve en la Figura 6:

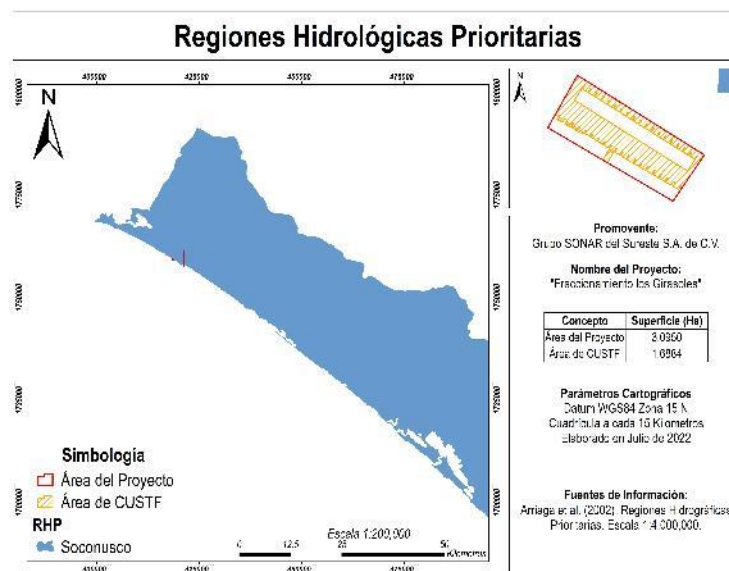


Figura 6. Ubicación del Proyecto respecto a las RHP.

3.3.2.3. Regiones Marinas Prioritarias

El sitio del Proyecto se localiza dentro de la **RMP No. 39** denominada "**Puerto Arista**", así como se exhibe en la Figura 7:

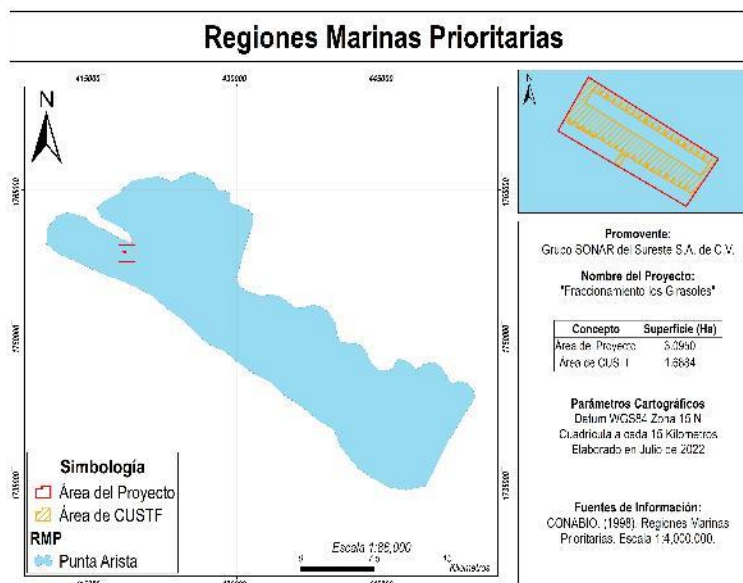


Figura 7. Ubicación del Proyecto en la RMP No. 39 "Puerto Arista".

En la Tabla 13 se pueden observar las características generales de la RMP mencionada:

RMP No. 39 "Puerto Arista"			
Estado:	Chiapas	Extensión:	457 Km ²
Descripción:	Planicie con zonas de esteros y lagunas		
Coordenadas Geográficas:		Latitud: 15° 58' 48" a 15° 40' 48" Longitud: 93° 50' 24" a 93° 49' 48"	
Medio Ambiente			
Oceanografía:	Predomina la corriente Norecuatorial y la Costanera de Costa Rica. Oleaje alto. Aporte dulceacuícola por ríos, esteros y lagunas. Ocurren marea roja y "El Niño".		
Biodiversidad:	Plancton, crustáceos, tortugas, peces, aves. Bajo endemismo de peces, plantas y equinodermos, marismas; zonas de reproducción para tortugas y peces; zonas de alimentación para aves.		
Aspectos Económicos:	Inicia el crecimiento de la zona turística. La pesca es intensa a nivel local (artesanal), con explotación de ostión, peces y camarón. Administración familiar de compraventa con intermediarios (sector pesquero-social).		
Problemática:	Existe degradación del ambiente por basura, deforestación, construcción de hoteles y presión sobre peces y crustáceos por el sector pesquero.		
Conservación:	Se propone como área prioritaria por su alta diversidad biológica, que no ha sido estudiada del todo. Es área de protección de tortugas y la última zona de marismas del Sur del país.		

Tabla 13. Características Generales de la RMP No. 39 "Puerto Arista".

Aunado a lo anterior, la implementación del Proyecto **no** aportará a la problemática actual en la RHP ya que se contempla una serie de medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos que se generen con su implementación. A su vez, **no** se realizarán extracciones ilegales de especies, únicamente se capturarán y trasladarán ciertas especies con motivo de las acciones de los **Programas de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna**.

De igual manera, se le tendrá especial consideración a aquellas acciones que se designen para la protección, conservación y preservación de la zona de anidación de la Tortuga Marina, derivado de la gran importancia que representa a nivel Estatal.

3.3.2.4. Áreas de Importancia para la Conservación de Aves

El área del Proyecto **no** se localiza dentro de ninguna AICA, sin embargo, las más cercanas son: **Istmo de Tehuantepec** a aproximadamente 5.05 Km al Noroeste y **La Encrucijada** a una distancia de 7.80 Km al Noreste; como se muestra en la Figura 8:

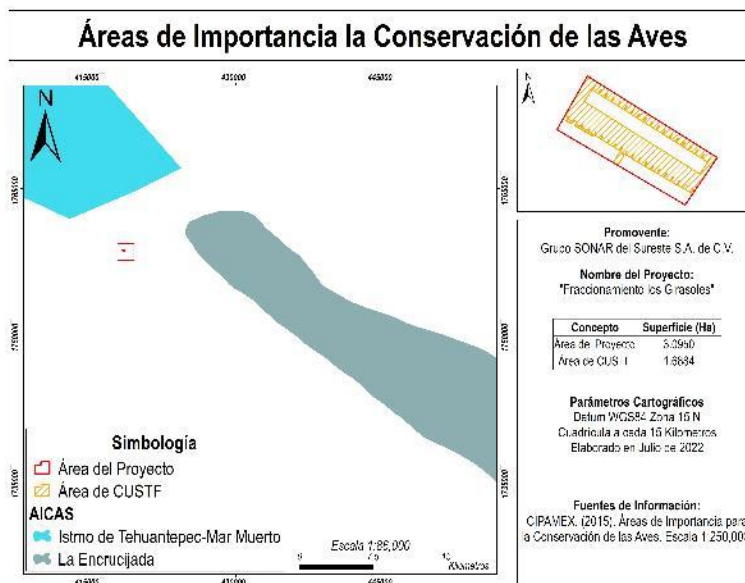


Figura 8. Ubicación del Proyecto respecto a las AICAS.

3.4. Normas Oficiales Mexicanas

Las **Normas Oficiales Mexicanas (NOM)** son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, que tienen como finalidad establecer las características que deben reunir los procesos o servicios cuando estos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana; así como aquellas relativas a terminología y las que se refieran a su cumplimiento y aplicación. Las actividades que comprenden el Proyecto se encuentran relacionadas con las NOM que se enlistan en la Tabla 14:

Norma Oficial Mexicana		Vinculación con el Proyecto
En materia de Aire		
NOM-041-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	La norma se vincula con el Proyecto por la utilización de la maquinaria y equipo, los cuales deberán operar de manera óptima y en caso contrario se reemplazarán por otros que si cumplan con las condiciones adecuadas para sus funciones. Se tiene contemplado el transporte de combustible al área de trabajo, mediante vehículos automotores que usan gasolina, por lo que se debe cumplir con las especificaciones de la presente norma.	
NOM-045-SEMARNAT-2006. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.		
En materia de Residuos		
NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Durante el desarrollo en las diferentes etapas del Proyecto se generarán residuos, por lo que se deberá ajustar a lo establecido en esta norma. Aplica en todas las etapas del Proyecto para identificar si se están generando residuos	

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el Proyecto
	peligrosos y realizar la gestión integral correspondiente conforme a la legislación vigente, a pesar de que no se contempla dar mantenimiento a la maquinaria, ya que esto se realizará en un taller autorizado.
NOM-054-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.	En cualquier etapa del Proyecto se debe determinar la incompatibilidad de materiales a utilizar, por lo que se debe aplicar el procedimiento de acuerdo con la norma. Aunado a ello, se dará cumplimiento a lo establecido en el manejo de residuos peligrosos en el envase, almacenamiento, tratamiento y disposición final de los mismos.
NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. Que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.	Durante las actividades, existe la posibilidad de fallas mecánicas en la maquinaria que puedan resultar en el derrame de combustibles al suelo, por lo que se deben seguir las especificaciones estipuladas en la norma para la caracterización de las sustancias y la remediación de sitio.
NOM-005-STPS-1998. Que establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.	Se ocuparán combustibles para el funcionamiento de la maquinaria que será empleada, por lo que el abastecimiento de este deberá ser realizado por el Promovente o el contratista siguiendo los lineamientos de seguridad y almacenamiento temporal de estas sustancias si llega a ocurrir la necesidad de tener estas sustancias en el sitio.
En materia de Recursos Naturales	
NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental de 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.	La aplicación de la Norma se realizó al efectuarse las visitas de campo al sitio del Proyecto, ya que fue necesario realizar una identificación de las especies presentes. Se seguirá aplicando si se encontrara alguna especie en algún estatus, a fin de protegerlas.
En materia de Ruido	
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.	Durante la ejecución del Proyecto se utilizarán vehículos y maquinaria pesada, los cuales generan ruido proveniente de los escapes, mismos que deben cumplir con las especificaciones de la presente norma y los límites que se estipula en la Tabla 1 de la misma.
NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	La maquinaria y equipo que se utilice en el desarrollo del proyecto cumplirá con esta norma, y contará con un mantenimiento preventivo y/o correctivo con la finalidad de que no sobrepasen los límites de emisión de ruido permitidos.
NOM-017-STPS-2008. Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.	El uso de maquinaria durante la ejecución del Proyecto es indispensable, por lo que la generación de ruido será continua durante las actividades. Derivado de lo anterior, el uso de equipo de protección personal (EPP) será obligatorio para los trabajadores.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el Proyecto
NOM-011-STPS-2001. Que establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.	Se deberán identificar las zonas del Proyecto que tengan la mayor emisión de ruido, para conocer si estos se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles de exposición de acuerdo con la norma en cuestión, y así establecer las medidas necesarias para su mitigación.

Tabla 14. Vinculación del Proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas.

3.5. Planes o Programas de Desarrollo Urbano

3.5.1. Plan Nacional de Desarrollo (2019-2024)

El **Plan Nacional de Desarrollo (PND) (2019-2024)** tiene por objetivo la ordenación racional y sistemática de acciones que, en base al ejercicio de las atribuciones del Ejecutivo Federal en materia de regulación y promoción de la actividad económica, social, política, cultural, de protección al ambiente y aprovechamiento racional de los recursos naturales así como de ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y desarrollo urbano, tiene como propósito la transformación de la realidad del país, de conformidad con las normas, principios y objetivos que la propia Constitución y la Ley establecen.

El PND tiene como objetivo general transformar la vida pública de México para un desarrollo incluyente, se conforma por tres ejes generales y tres ejes transversales, mismos que se ilustran en el Gráfico 1:



Gráfico 1. Esquema General del Plan Nacional de Desarrollo (2019-2024).

El Proyecto se relaciona con los objetivos del **Eje General 2: "Bienestar"**, que tiene por fin *"garantizar el ejercicio efectivo de los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales, con énfasis en la reducción de brechas de desigualdad y condiciones de vulnerabilidad y discriminación en poblaciones y territorios"*.

De igual manera, se vincula con los objetivos del **Eje General 3: Desarrollo Económico**, que busca *"garantizar el uso eficiente y responsable de recursos y la generación de los bienes, servicios y capacidades humanas para crear una economía fuerte y próspera"*.

En la Tabla 15 se exhiben los lineamientos del PND que se encuentran relacionados con las actividades que comprende el Proyecto:

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
Objetivo 2.5. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano con enfoque de sostenibilidad de los ecosistemas, la biodiversidad, el patrimonio y paisajes bioculturales.	
2.5.2. Aprovechar sosteniblemente los recursos naturales y la biodiversidad con base en una planeación y gestión económica comunitaria con enfoque territorial, de paisajes bioculturales y cuencas.	Se pretende ejecutar un CUSTF para el establecimiento de un fraccionamiento, debido a que el sitio del Proyecto posee características óptimas para su desarrollo; tales como: calidad visual, vías de acceso, cercanía con otras localidades, entre otras.
2.5.8. Promover la gestión, regulación y vigilancia para prevenir y controlar la contaminación y la degradación ambiental.	El Proyecto contempla una serie de medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales que se generen. De igual manera, se seguirán líneas de control y supervisión en materia ambiental para garantizar el equilibrio entre el Proyecto y el medio natural en el que está inmerso.
Objetivo 3.3. Promover la innovación, la competencia, la integración en las cadenas de valor y la generación de un mayor valor agregado en todos los sectores productivos bajo un enfoque de sostenibilidad.	
3.3.3. Impulsar la reactivación económica y lograr que la economía vuelva a crecer a tasas aceptables. Para ello se requiere, en primer lugar, del fortalecimiento del mercado interno, lo que se conseguirá con una política de recuperación salarial y una estrategia de creación masiva de empleos productivos, permanentes y bien remunerados.	El Proyecto está enfocado al establecimiento de un centro de población (fraccionamiento) después de la ejecución de un CUSTF. A través del tiempo en el que se realicen las actividades, se generarán empleos a corto, medio y largo plazo, que impulsarán el desarrollo económico de los trabajadores y con ello, podrán mejorar su calidad de vida. De igual forma, al tener establecido el fraccionamiento, se estarán produciendo empleos derivados de la demanda de servicios básicos y de mantenimiento del sitio.

Tabla 15. Vinculación del Proyecto con el Programa Nacional de Desarrollo (2019-2024).

El Promovente hace entrega del presente Documento Técnico Unificado Modalidad B (DTU-B) ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), con el fin de demostrar que su ejecución, desarrollo y operación resulta en más impactos positivos que negativos, aprovechando sosteniblemente los recursos naturales con base en su planeación, estando en armonía con el medio natural y al mismo tiempo, generando empleos que impulsan la economía local. Cabe mencionar que en todo momento se tendrá especial vigilancia sobre las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales que puedan generarse.

3.5.2. Plan Estatal de Desarrollo de Chiapas (2019-2024)

El **Plan Estatal de Desarrollo Chiapas (PED) (2019-2024)** es el documento rector del Sistema Estatal de Planeación Democrática, el cual contiene las directrices generales y líneas estratégicas de acción que el gobierno del estado instrumentará. Su función es proponer soluciones para atender las problemáticas más apremiantes

de la población, a partir de un diagnóstico de las condiciones que prevalecen en los ámbitos social, económico y político.

El PED (2019-2024) se agrupa en cinco ejes los cuales consideran dos enfoques transversales, así como tres políticas transversales, en concordancia con los lineamientos establecidos en el PND. En el Gráfico 2 se muestra la estructura del PED:



Gráfico 2. Esquema General del Plan Estatal de Desarrollo de Chiapas (2019-2024).

Por la naturaleza del Proyecto, se considera que sus objetivos se ajustan a lo establecido en los ejes enlistados en la Tabla 16:

Política Pública	Vinculación con el Proyecto
Eje 2. Bienestar Social	
2.1.1. Sociedad con Bienestar Impulsar la economía social, mediante la capacitación e inclusión productiva y laboral de los ciudadanos, para que el desarrollo sea sostenible y de esta forma reducir las desigualdades en el territorio.	El Proyecto generará empleos temporales y permanentes durante su tiempo de vida útil, lo cual disminuirá la carencia por ingresos.
Eje 4. Desarrollo Económico y Competitividad	
4.1.3. Inclusión Laboral y Productividad Generar empleos dignos y productivos en un marco de respeto a los derechos del trabajador y fomentar una nueva cultura laboral, necesaria la participación coordinada del sector público y privado, en beneficio del desarrollo económico de la entidad.	El presente Proyecto pretende realizar el CUSTF para el establecimiento de un fraccionamiento; lo anterior, generará nuevos empleos entre la población, de manera directa e indirecta por un largo periodo.
4.2.4. Infraestructura para el Desarrollo Económico Priorizar acciones que fortalezcan la infraestructura para transformar las condiciones económicas de la población, con base en la vocación productiva de cada región y convertirlas en promotoras de su propio desarrollo, particularmente en aquellas zonas con alto grado de marginación.	De igual manera, fortalecerá la infraestructura para la vivienda en un espacio que mantenga un equilibrio con el medio ambiente. Lo anterior, podrá modificar las condiciones de vida de la población, ya que se proporcionará un lugar apto para el desarrollo de los habitantes de las comunidades cercanas.
Eje 5. Biodiversidad y Desarrollo Sustentable	

5.1.1. Protección de la Diversidad Biológica
Disminuir la pérdida de la biodiversidad, promover la conservación de los ecosistemas y mitigar los efectos negativos sobre el medio ambiente.

El presente proyecto contempla **Programas de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna** como una medida para garantizar la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad. Aunado a ello, se implementarán medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales que están enfocadas a proteger y conservar la biodiversidad.

Tabla 16. Vinculación del Proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo de Chiapas (2019-2024).

Conforme a lo presentado anteriormente, se puede concluir que la naturaleza del Proyecto es **compatible** con los lineamientos y estrategias establecidas en el PED. A su vez, mantiene una estrecha relación con el desarrollo económico y social que podrá verse en aumento, derivado de sus vínculos con el sector de infraestructura para la vivienda, manteniendo una armonía con el medio ambiente y sus elementos.

3.5.3. Plan Municipal de Desarrollo de Tonalá, Chiapas (2022-2025)

Actualmente, no se ha publicado el **Plan Municipal de Desarrollo de Tonalá, Chiapas** para la Administración Pública vigente.

3.6. Los demás requisitos que establezcan las Disposiciones Jurídicas

3.6.1. Leyes Estatales

3.6.1.1. Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Chiapas

De los artículos de la **Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Chiapas** que se encuentran vinculados al Proyecto, se mencionan los siguientes:

*"**Artículo 9º.** El Estado de Chiapas impulsará políticas dirigidas a garantizar el derecho de toda persona a: I. Un medio ambiente adecuado que garantice su bienestar en un entorno de desarrollo sustentable... (...). "*

*"**Artículo 18.** Son habitantes del Estado quienes residan de manera permanente o temporal dentro de su territorio, sea cual sea su nacionalidad o estado migratorio; sus obligaciones son: ... V. No cometer actos que atenten contra el medio ambiente y participar en las actividades para su preservación y manejo responsable. La ley establecerá la responsabilidad por daño al medio ambiente... (...)."*

Dado que las actividades del Proyecto pueden ocasionar impactos al medio ambiente, este estudio busca otorgar a la Secretaría la información para evaluar el Proyecto y dictaminar si su ejecución es viable.

Lo anterior, en conjunto con las medidas de prevención, mitigación y compensación que se especifican en el **Capítulo X**, busca minimizar dichos impactos hacia el entorno a fin de preservar y cuidar el medio ambiente.

3.6.1.2. Ley de Protección para la Fauna en el Estado de Chiapas

En la Tabla 17 se indican los artículos de la **Ley de Protección para la Fauna en el Estado de Chiapas** que se vinculan al Proyecto:

Ley de Protección para la Fauna en el Estado de Chiapas	
Ordenamiento Jurídico	Cumplimiento
Artículo 16. <i>Tomando en consideración que todas las especies de animales silvestres que subsisten libremente son propiedad de la Nación y patrimonio de las generaciones actuales y futuras, este ordenamiento obliga a todos los habitantes en el estado de Chiapas, a velar por su preservación, propagación y aprovechamiento racional.</i>	Al igual que con otros instrumentos jurídicos de la misma índole, se informa que durante todas las etapas del Proyecto se tendrá la obligación de proteger y cuidar a las especies de Fauna Silvestre que pudieran encontrarse en los alrededores, enfatizando su bienestar y prohibiendo cualquier tipo de daño que se pudiera infligir en los individuos.
Artículo 17. <i>Queda estrictamente prohibida la caza de cualquier especie animal silvestre en el estado de Chiapas a excepción de la que se efectúe en aquellos cotos de caza que las autoridades fijen para fines deportivos, conforme a las leyes y reglamentos aplicables.</i>	

Tabla 17. Vinculación del Proyecto con la Ley de Protección para la Fauna en el Estado de Chiapas.

3.6.2. Convenios o Tratados Internacionales

3.6.2.1. Convención sobre los Humedales o Sitios Ramsar

La **Convención de Ramsar** corresponde al tratado intergubernamental que establece el marco para la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. La Convención se adoptó en la ciudad iraní de Ramsar en 1971 y entró en vigor en 1975. Dicho tratado emplea una definición general de humedales:

"Son humedales las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros".

Por su parte, en México, la **Ley de Aguas Nacionales** (2020) define a los humedales como:

"Las zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos, ciénagas y marismas, cuyos límites los constituyen el tipo de vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional; las áreas en donde el suelo es predominantemente hídrico y las áreas lacustres o de suelos permanentemente húmedos por la descarga natural de acuíferos".

El área del Proyecto se encuentra ubicada dentro del **Sitio RAMSAR No. 1823** denominado **"Sistema Estuarino Puerto Arista"**, tal y como se puede observar en la Figura 9:

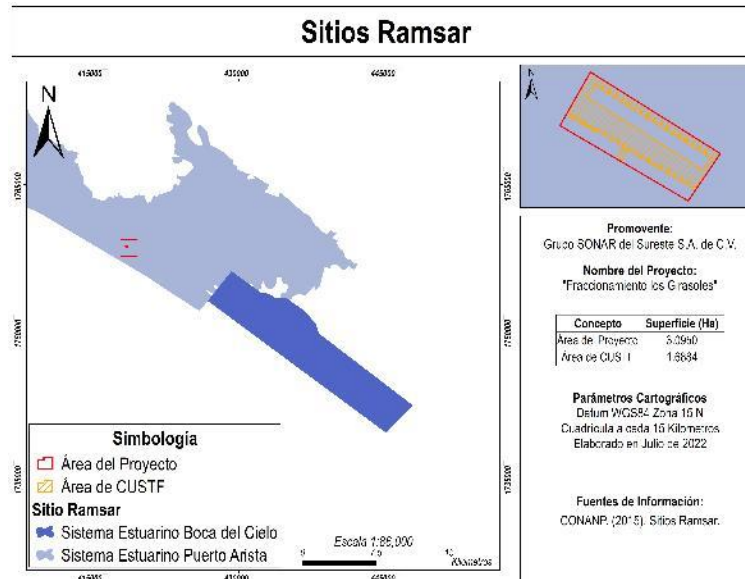


Figura 9. Ubicación del Proyecto respecto a los Sitios Ramsar.

En el siguiente apartado se presenta una breve descripción del Sitio RAMSAR mencionado con anterioridad:

3.6.2.1.1. Sistema Estuarino "Puerto Arista"

El sitio es un humedal natural en zona costera. La playa es extensa en amplitud, con una pendiente muy suave (1 a 2%) hacia el Noroeste y más angosta con una pendiente de 2 a 3% hacia el Sureste. La vegetación predominante es de dunas y matorral costero, así como algunos elementos de selva baja caducifolia; en los alrededores se presentan pastizales y manglar. Representa una de las playas más importantes para el desove de las tortugas marinas en el Estado de Chiapas, como son las especies: *Lepidochelys olivacea*, *Dermochelys coriacea* y *Chelonia agassizi*. La presencia de ejemplares jóvenes de *Eretmochelys imbricata bissa* también ha sido registrada en la zona.

Las especies predominantes de Flora incluyen *Pithecellobium dulce*, *Coccoloba caracasana*, *Acanthocerus pentagonus*, *Bursera excelsa*, entre otras. En la zona estuarina, pueden encontrarse 4 especies de manglar: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erecta*. Asimismo, es un área residente de diferentes aves migratorias tales como: *Recurvirostra americana*, *Tringa flavipes*, *Tringa melanoleuca* y *Calidris minutilla*. Las principales actividades son la pesca de autoconsumo y el turismo.

A través de las medidas de prevención, mitigación y compensación se minimizarán o atenuarán los impactos que pudieran generarse de manera negativa hacia los

componentes ambientales por el desarrollo de las actividades que integran el Proyecto, considerando su ubicación dentro de un Sitio RAMSAR y la importancia que conlleva.

3.6.3. Delimitación de Zona Federal Marítimo Terrestre

De acuerdo con el Plano de Delimitación con clave **DDPIF/CHIS/2012-01**, Escala 1:2,000 de fecha diciembre de 2018, elaborado por la Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros de la SEMARNAT, con relación a la franja costera del Municipio de Tonalá, en el Estado de Chiapas; se determina que el área del Proyecto (y por lo tanto, el sitio de CUSTF) **no** incide en dicha poligonal, como se ilustra en la Figura 10:

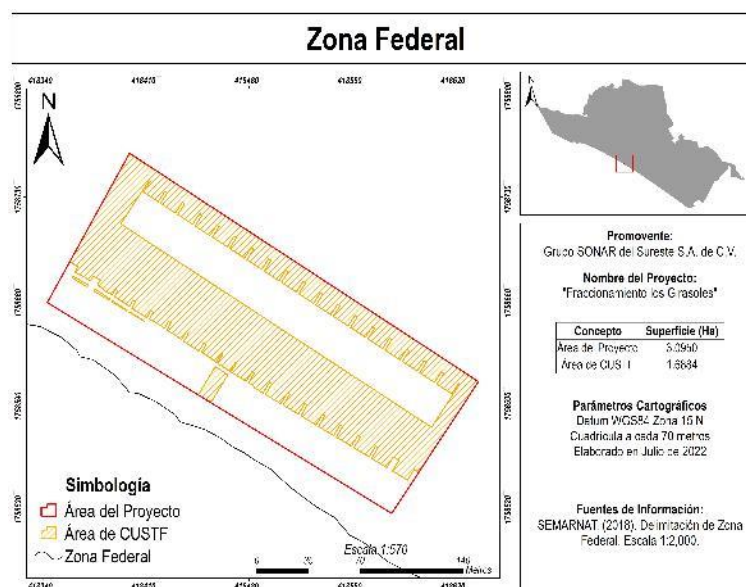


Figura 10. Ubicación del Proyecto respecto a la Zona Federal Marítimo Terrestre.

La delimitación oficial utilizada puede consultarse en el sitio oficial mediante el siguiente vínculo: <https://www.semarnat.gob.mx/gobmx/transparencia/zfchis.html>.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL – MODALIDAD B

PROYECTO: “FRACCIONAMIENTO LOS GIRASOLES”

**PROMOVENTE: GRUPO SONAR DEL
SURESTE S.A. DE C.V.**

CAPÍTULO 4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO



**ELABORADO POR: ING. JOSÉ RAFAEL RAMOS
MORENO, PRESTADOR DE SERVICIOS
FORESTALES**

FECHA DE ELABORACIÓN: AGOSTO DE 2022

CONTENIDO

4. Descripción del Sistema Ambiental y señalamiento de la problemática Ambiental detectada en el área de influencia del Proyecto	1
4.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el Proyecto	1
4.2. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del Sistema Ambiental	5
4.2.1. Elementos Físicos	5
4.2.1.1. Clima	5
4.2.1.1.1. Precipitación (Máxima, Promedio Anual, Meses de Mayor Precipitación)	6
4.2.1.1.2. Temperatura (Promedio Anual)	7
4.2.1.1.3. Vientos (Velocidades Máximas y Promedios)	7
4.2.1.1.4. Fenómenos Meteorológicos	8
4.2.1.2. Suelos	9
4.2.1.2.1. Tipo de Suelo	9
4.2.1.2.2. Grado de Susceptibilidad a la Erosión Hídrica y Eólica	11
4.2.1.2.2.1. Erosión Laminar Hídrica	11
4.2.1.2.2.2. Erosión Laminar Eólica	23
4.2.1.2.3. Profundidad del Suelo y sus horizontes	23
4.2.1.2.4. Tipos de Erosión presentes y las causas que lo originan	24
4.2.1.3. Geología	26
4.2.1.3.1. Origen Geomorfológico del suelo	27
4.2.1.3.1.1. Provincia y Subprovincia Fisiográfica	27
4.2.1.3.1.2. Susceptibilidad a sismicidad, deslizamiento, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica	28
4.2.1.3.2. Basamento que permita conocer el flujo de corrientes en el subsuelo	30
4.2.1.4. Topografía	32
4.2.1.4.1. Relieve del terreno	32
4.2.1.4.2. Elevaciones, cerros y montañas	32
4.2.1.4.3. Porcentajes mínimos y máximos de pendientes	33
4.2.1.4.4. Exposiciones predominantes	34
4.2.1.5. Hidrología	35
4.2.1.5.1. Corrientes superficiales, perennes y temporales	36
4.2.1.5.2. Flujos mínimos y máximos que sustentan y su temporalidad	36
4.2.2. Elementos Biológicos	37
4.2.2.1. Vegetación	37

4.2.2.1.1. Uso de Suelo y Vegetación	38
4.2.2.1.2. Caracterización de la vegetación	41
4.2.2.1.2.1. Metodología para el muestreo	41
4.2.2.1.2.1.1. Confiabilidad de la muestra	44
4.2.2.1.2.1.2. Error de muestreo.....	48
4.2.2.1.2.2. Nombre común y científico de las especies arbóreas, arbustivas o herbáceas del Sistema Ambiental	49
4.2.2.1.2.2.1. Vegetación de Dunas Costeras.....	49
4.2.2.1.2.2.2. Vegetación de Dunas Costeras (Matorral).....	50
4.2.2.1.2.3. Número de individuos por hectárea	51
4.2.2.1.2.3.1. Vegetación de Dunas Costeras.....	51
4.2.2.1.2.3.2. Vegetación de Dunas Costeras (Matorral).....	52
4.2.2.1.2.4. Diversidad florística a través de Índices	53
4.2.2.1.2.4.1. Vegetación de Dunas Costeras.....	54
4.2.2.1.2.4.1.1. Índice de Valor de Importancia	54
4.2.2.1.2.4.1.2. Índice de Shannon-Wiener.....	55
4.2.2.1.2.4.2. Vegetación de Dunas Costeras (Matorral).....	56
4.2.2.1.2.4.2.1. Índice de Valor de Importancia	56
4.2.2.1.2.4.2.2. Índice de Shannon-Wiener.....	58
4.2.2.1.2.5. Identificar las especies con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, o su Anexo Normativo Número III	60
4.2.2.2. Fauna	61
4.2.2.2.1. Metodología de muestreo	61
4.2.2.2.2. Nombre común y científico de las especies, identificando las que se encuentra en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su anexo Normativo Número III	65
4.2.2.2.2.4. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III	67
4.2.2.2.3. Determinar abundancia relativa y diversidad faunística en el Ecosistema donde se ubica el Proyecto	68
4.2.2.2.3.1. Riqueza de especies	68
4.2.2.2.3.2. Abundancia y abundancia relativa	69
4.2.2.2.3.3. Índice de Shannon-Wiener.....	71
4.2.3. Medio Socioeconómico	74
4.2.3.1. Demografía.....	74
4.2.3.1.1. Dinámica de la población.....	74
4.2.3.1.2. Crecimiento y distribución de la población	75
4.2.3.1.3. Estructura por sexo y edad.....	75

4.2.3.1.4. Natalidad y mortalidad	75
4.2.3.1.5. Migración	75
4.2.3.2. Población Económicamente Activa	76
4.2.3.2.1. Población Económicamente Inactiva (PEI)	76
4.2.4. Paisaje	76
4.3. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de Uso de Suelo propuesto	82
4.3.1. Describir la importancia de los Servicios Ambientales que proporciona el ecosistema a nivel de Sistema Ambiental y área de influencia del Proyecto	82
4.3.2. Indicar el acuerdo con la naturaleza del Proyecto y el ecosistema por afectar los Servicios Ambientales que se verán afectados	83
4.3.2.1. Provisión del agua en calidad y cantidad	83
4.3.2.1.1. Estimación de la captura de agua para el área del Proyecto	84
4.3.2.2. Captura de Carbono	85
4.3.2.2.1. Compensación de la pérdida en la captura del Carbono	86
4.3.2.3. Protección de la biodiversidad del ecosistema	87
4.3.2.4. Protección y recuperación de suelos	88
4.3.2.5. Amortiguamiento de impacto por fenómenos naturales	89
4.3.2.6. Paisaje y recreación	89
4.3.2.7. Captura de contaminantes	90
4.3.2.8. Modulación o regulación climática	90
4.3.2.9. Generación de Oxígeno	90
4.3.3. Determinar el grado de afectación de los Servicios Ambientales, indicando si es a nivel del Sistema Ambiental o del área de influencia del Proyecto	91
4.4. Diagnóstico Ambiental	92

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación Del Proyecto Dentro De Las Ugas Del POETCH.	2
Figura 2. Ubicación Del Proyecto Dentro De Las Subcuencas Hidrológicas.	3
Figura 3. Ubicación Del Proyecto Dentro Del Municipio De Tonalá.	3
Figura 4. Ubicación Del Proyecto Dentro De Las Microcuencas Hidrológicas.	3
Figura 5. Delimitación Del Sistema Ambiental Del Proyecto.	5
Figura 6. Clima En El Sistema Ambiental.	6
Figura 7. Vulnerabilidad A Inundaciones En El Sistema Ambiental.	9
Figura 8. Tipo De Suelos En El Sistema Ambiental.	10
Figura 9. Regionalización Nacional Del Factor R (Becerra, 1997).	13
Figura 10. Modelo Digital De Elevación Del Recuadro Alrededor Del Sistema Ambiental.	16
Figura 11. Curvas De Nivel A 50 M Del Recuadro Alrededor Del Sistema Ambiental.	17
Figura 12. TIN Del Recuadro Alrededor Del Sistema Ambiental.	17
Figura 13. Modelo Digital De Elevación Del Sistema Ambiental.	18
Figura 14. Archivos Ráster Creados Para El Sistema Ambiental.	19
Figura 15. Ráster Creados A Partir De Las Ecuaciones Empleadas En La Elaboración Del Factor LS.	20
Figura 16. Factor LS Del SA.	20
Figura 17. Erosión Hídrica Actual (Ton/Ha/Año) En El Sistema Ambiental.	25
Figura 18. Tipo De Rocas En El Sistema Ambiental.	26
Figura 19. Provincia Fisiográfica En La Que Se Ubica El Sistema Ambiental.	27
Figura 20. Subprovincia Fisiográfica En La Que Se Ubica El Sistema Ambiental.	28
Figura 21. Regionalización Sísmica De La República Mexicana.	28
Figura 22. Clase De Peligro Sísmico En El Sistema Ambiental.	29
Figura 23. Interacción De Las Placas Tectónicas En La República Mexicana.	29
Figura 24. Acuífero Del Sistema Ambiental.	30
Figura 25. Hidrogeología Del Sistema Ambiental.	31
Figura 26. Topoformas En El Sistema Ambiental.	32
Figura 27. Elevaciones Del Sistema Ambiental.	33
Figura 28. Pendientes En El Sistema Ambiental.	34
Figura 29. Exposiciones Predominantes En El Sistema Ambiental.	34
Figura 30. Jerarquización Hidrológica Del Sistema Ambiental.	35
Figura 31. Hidrología Superficial Del Sistema Ambiental.	36
Figura 32. Provincias Biogeográficas De México.	37
Figura 33. Usos De Suelo Y Vegetación Del Sistema Ambiental.	38
Figura 34. Ubicación De Los Sitios De Muestreo Para El Sistema Ambiental.	44
Figura 35. Curva De Acumulación De Especies.	46
Figura 36. Punto De Observación Del Área Del Proyecto.	79
Figura 37. Punto De Observación Del Sistema Ambiental.	80
Figura 38. Esquema General Del Ciclo Hidrológico.	83

Índice de Tablas

Tabla 1. Análisis De Propuestas Para La Delimitación Del Sistema Ambiental.	4
Tabla 2. Datos De La Estación Climatológica "Tres Picos" (Precipitación).	6
Tabla 3. Datos De La Estación Climatológica "Tres Picos" (Temperatura).	7

Tabla 4. Unidades De Suelo Presentes En El SA.	9
Tabla 5. Ecuaciones Regionalizadas Para La República Mexicana (Becerra, 1997).	12
Tabla 6. Factor K, Según El Tipo De Suelo De La Clasificación Desarrollada Por La WRB.	14
Tabla 7. Descripción De Los Tipos De Suelo.	15
Tabla 8. Extensiones Utilizadas En Arcgis 10.6.	18
Tabla 9. Ecuaciones Empleadas En La Elaboración Del Factor LS.	19
Tabla 10. Valores Del Factor De Protección De La Vegetación (C).	21
Tabla 11. Superficie Ocupada Por Clase De Degradación Laminar Hídrica En El SA.	24
Tabla 12. Características Del Acuífero Arriaga-Pijijiapan (0711).	30
Tabla 13. Jerarquización Hidrológica Del Sistema Ambiental.	36
Tabla 14. Superficie Ocupada Por Usos De Suelos Y Vegetación En El Sistema Ambiental.	39
Tabla 15. Sitios De Muestreo De Flora Para El Sistema Ambiental.	44
Tabla 16. Análisis Experimental Del Muestreo Para El Sistema Ambiental.	49
Tabla 17. Vegetación De Dunas Costeras (Estrato Arbustivo).	49
Tabla 18. Vegetación De Dunas Costeras (Estrato Herbáceo).	50
Tabla 19. Vegetación De Dunas Costeras (Matorral)-Estrato Arbóreo.	50
Tabla 20. Vegetación De Dunas Costeras (Matorral)-Estrato Arbustivo.	50
Tabla 21. Vegetación De Dunas Costeras (Matorral)-Estrato Herbáceo.	51
Tabla 22. Número De Individuos-Estrato Arbustivo.	51
Tabla 23. Número De Individuos-Estrato Herbáceo.	52
Tabla 24. Número De Individuos-Estrato Arbóreo.	52
Tabla 25. Número De Individuos-Estrato Arbustivo.	52
Tabla 26. Número De Individuos-Estrato Herbáceo.	53
Tabla 27. Índice De Valor De Importancia Y Valor De Importancia Relativo –Estrato Arbustivo.	55
Tabla 28. Índice De Valor De Importancia Y Valor De Importancia Relativo –Estrato Herbáceo.	55
Tabla 29. Diversidad De Shannon-Wiener – Estrato Arbustivo.	56
Tabla 30. Diversidad De Shannon-Wiener – Estrato Herbáceo.	56
Tabla 31. Índice De Valor De Importancia Y Valor De Importancia Relativo –Estrato Arbóreo.	57
Tabla 32. Índice De Valor De Importancia Y Valor De Importancia Relativo –Estrato Arbustivo.	57
Tabla 33. Índice De Valor De Importancia Y Valor De Importancia Relativo –Estrato Herbáceo.	58
Tabla 34. Diversidad De Shannon-Wiener – Estrato Arbóreo.	59
Tabla 35. Diversidad De Shannon-Wiener – Estrato Arbustivo.	59
Tabla 36. Diversidad De Shannon-Wiener – Estrato Herbáceo.	60
Tabla 37. Coordenadas UTM De Los Transectos Lineales Para Anfibios Y Reptiles En El Sistema Ambiental.	62
Tabla 38. Coordenadas UTM De Los Transectos Lineales Para Aves En El Sistema Ambiental.	63
Tabla 39. Coordenadas UTM De Los Transectos Lineales Para Mamíferos En El Sistema Ambiental.	64
Tabla 40. Especies Del Grupo De Reptiles Del Sistema Ambiental.	65
Tabla 41. Especies Del Grupo De Aves Del Sistema Ambiental.	66
Tabla 42. Especies Del Grupo De Mamíferos Del Sistema Ambiental.	66
Tabla 43. Especies De Fauna Del Sistema Ambiental En La NOM-059-SEMARNAT-2010 Y/O Su Anexo Normativo III.	68
Tabla 44. Abundancia Relativa - Reptiles.	69
Tabla 45. Abundancia Relativa – Aves.	71
Tabla 46. Abundancia Relativa – Mamíferos.	71
Tabla 47. Diversidad De Shannon-Wiener – Reptiles.	72

Tabla 48. Diversidad De Shannon-Wiener – Aves.	73
Tabla 49. Diversidad De Shannon-Wiener – Mamíferos.	74
Tabla 50. Distribución De La Población Por Edad Y Sexo En Tonalá, Chiapas.	75
Tabla 51. Criterios De Evaluación Para La Calidad Visual Del Paisaje.	78
Tabla 52. Criterios De Evaluación Para La Fragilidad Visual Del Paisaje.	79
Tabla 53. Evaluación De La Calidad Visual Del Paisaje.	80
Tabla 54. Evaluación De La Fragilidad Visual Del Paisaje.	81
Tabla 55. Fórmulas Alométricas Para Estimación De Biomasa.	85
Tabla 56. Cálculo De Carbono Total En El Área De CUSTF.	86
Tabla 57. Retención De Carbono Orgánico Promedio Por Obras De Conservación.	86
Tabla 58. Retención De Carbono Orgánico Por Las Obras De Conservación Del Proyecto.	86
Tabla 59. Grado De Afectación De Los Servicios Ambientales.	92

Índice de Gráficas

Gráfico 1. Climograma De La Estación Climatológica "Tres Picos".	7
Gráfico 2. Dirección De Procedencia De Los Vientos En El Sistema Ambiental.	8
Gráfico 3. Dirección De Flujo De Los Vientos En El Sistema Ambiental.	8
Gráfico 4. Curva De Acumulación De Especies De Vegetación De Dunas Costeras Para El Sistema Ambiental.	47
Gráfico 5. Curva De Acumulación De Especies De Vegetación De Dunas Costeras (Matorral) Para El Sistema Ambiental.	47
Gráfico 6. Especies Por Grupo Faunístico En El Sistema Ambiental.	68
Gráfico 7. Especies Por Familia En El Sistema Ambiental.	69
Gráfico 8. Disponibilidad De Servicios De Vivienda.	74
Gráfico 9. Población Por Causa De Migración.	75
Gráfico 10. Población Económicamente Activa.	76
Gráfico 11. Población No Económicamente Activa.	76

4. Descripción del Sistema Ambiental y señalamiento de la problemática Ambiental detectada en el área de influencia del Proyecto

4.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el Proyecto

Un **Sistema Ambiental (SA)** se refiere al espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abiótico, biótico, socioeconómico y cultural de la región donde se pretende establecer un proyecto, generalmente formado por uno o varios ecosistemas (SEMARNAT, 2002). Con base en las interacciones de los diversos elementos del sistema, se deberá identificar las posibles modificaciones, impactos o restricciones potenciales, que el proyecto puede generar; además de las potenciales medidas ambientales y de aprovechamiento.

Por lo tanto, es necesario el análisis de la estructura del SA en su conjunto, considerando los aspectos naturales y las actividades humanas que se desarrollen en él, ya que el sistema funciona como un marco de referencia para la evaluación de la factibilidad de un proyecto en materia ambiental en sus distintas etapas y su incidencia en los diferentes factores que lo componen.

Para la delimitación del SA, se consideraron el área del Proyecto y su zona de influencia, además de los diferentes componentes de importancia ambiental en la región que puedan verse influenciados por el desarrollo del Proyecto:

- **Área del Proyecto:** El Proyecto "Fraccionamiento Los Girasoles" consta de una superficie total de **30,950.9300 m²**, con **16,884.3561 m²** que serán sujetos a **Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)**, para la construcción de viviendas con la introducción de sus respectivos servicios básicos sobre la franja costera de Playa del Sol, en el Municipio de Tonalá, Chiapas.
- **Zona de Influencia:** Por la naturaleza de la actividad, a pesar de que se delimitará el área a afectar basados en el diseño topográfico y civil del Proyecto, su construcción y desarrollo tendrá impactos sobre zonas inmediatas a su delimitación, a la cual se le conoce como zona de influencia. De igual forma, se considera que las poblaciones de las diversas localidades ubicadas en la franja costera de Tonalá serán influenciadas por el Proyecto.
- **Centros de población:** Los principales centros de población que serán influenciados por el desarrollo del Proyecto son las localidades de Playa del Sol y Cabeza de Toro en el Municipio de Tonalá, en Estado de Chiapas.
- **Áreas Naturales Protegidas y Regiones Prioritarias:** La ANP más cercana al Proyecto es el **Santuario "Playa de Puerto Arista"**, en la colindancia sur. Por otra parte, incide en la Región Marina Prioritaria **"Puerto Arista"** y en el Sitio Ramsar **"Sistema Estuarino Puerto Arista"**, como se menciona en el **Capítulo III**.
- **Unidades de Gestión Ambiental (UGA) del Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Chiapas**

(POETCH): El Proyecto se localiza dentro de la UGA No. 112, con la política ambiental de Aprovechamiento.

- **Cuerpos y corrientes de agua:** El Proyecto incide dentro de la Subcuenca Hidrológica (RH23Cf) "Laguna de la Joya". Por su ubicación, el cuerpo de agua más cercano al área del Proyecto es el Océano Pacífico, aproximadamente a 61 metros al Sur.
- **Usos de Suelo y Vegetación:** En el área del Proyecto y la zona circundante se identifica la categoría de **Pastizal Cultivado**, de acuerdo con la Carta Temática, Serie VII del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2021).

Teniendo en cuenta dichos componentes, se hizo uso de diversas unidades geográficas de referencia, a fin de establecer un límite para el análisis de la interacción del Proyecto en su extensión (espacio-tiempo) con respecto a los componentes y procesos ambientales seleccionados, con base a unidades predefinidas. Entre ellos, se encuentran:

- Municipios de Chiapas.
- Unidades de Gestión Ambiental del POETCH.
- Cuencas, Subcuencas y Microcuencas de Chiapas.

Por medio del uso del Software Libre Google Earth y del Software ArcGIS Desktop 10.6, se realizó la comparación geográfica de mencionadas unidades en relación con Proyecto y su área de influencia, sobreponiendo la cartografía a fin de identificar la superficie que incorporara los principales elementos del medio natural que tienen potencial de ser impactados.

De esta forma, se consideró la unidad en la cual el Proyecto tuviera mayor grado de incidencia de manera porcentual, y que presentara mejor similitud en sus características bióticas, abióticas y socioeconómicas. En seguida, en las Figuras siguientes, se presentan las unidades geográficas consideradas y la ubicación del área del Proyecto dentro de ellas.



Figura 1. Ubicación del Proyecto dentro de las UGAs del POETCH.



Figura 2. Ubicación del Proyecto dentro de las Subcuencas Hidrológicas.



Figura 3. Ubicación del Proyecto dentro del Municipio de Tonalá.



Figura 4. Ubicación del Proyecto dentro de las Microcuencas Hidrológicas.

En la Tabla 1 se exhibe un resumen de la representación del área del Proyecto en cada uno de los espacios geográficos que se consideraron para SA.

Propuestas de Sistema Ambiental	Superficie (Ha)	Porcentaje que ocupa (%)	
		Proyecto	CUSTF
Municipio de Tonalá	185,128.31	0.0017	0.0009
Subcuenca RH23Cf "Laguna de la Joya"	73,432.61	0.0042	0.0023
Microcuenca "Manuel Ávila Camacho"	34,440.58	0.0090	0.0049
UGA Núm. 112 del POETCH	5,979.08	0.0518	0.0282

Tabla 1. Análisis de Propuestas para la Delimitación del Sistema Ambiental.

Como puede observarse en las Figuras 1, 2, 3 y 4, el Municipio de Tonalá cuenta con una extensión amplia, que involucra no solo las poblaciones de principal influencia del Proyecto, sino aquellas a una distancia y actividades productivas diferentes. Considerando que los impactos ambientales generados serán de tipo local por el tamaño de la superficie ocupada y la actividad a la que se sujeta el Proyecto, este no será considerado como SA; puesto que el grado de afectación hacia la población municipal, no sería representativa

Por su parte, la Subcuenca y Microcuenca en las que incide el Proyecto cuentan con grandes extensiones que no solo incluyen a las principales zonas con las que interactuará el Proyecto, también incluyen poblaciones de otros municipios, que varían en actividades económicas, así como diferentes usos de suelo y vegetación, lo cual puede presentar cierto margen de error en la confiabilidad de las deducciones que se realicen en su evaluación.

En cuanto a la UGA No. 112, su superficie incorpora de manera integral los principales elementos del sistema natural que tendrán interacción con el desarrollo del proyecto. Asimismo, dicho sistema muestra una mayor representatividad del Proyecto y su superficie abarca actividades socioeconómicas y el desarrollo de proyecto similares al que se encuentra bajo estudio, por lo que se considera el idóneo para su análisis.

Por lo anterior, queda definido como SA en su totalidad, la **UGA No. 112** del POETCH, con una superficie de 5,979.08 Ha. Dicho esto, la descripción correspondiente a los componentes ambientales que se encuentra en los apartados siguientes de este documento, estará sujeta a esta zona. En la Figura 5 se exhibe la ubicación del área del Proyecto dentro de la delimitación del SA seleccionado.

Es importante mencionar que para los aspectos biológicos y físicos se presenta la información en lo particular (Sitio del Proyecto y Sistema Ambiental) y en el caso de los aspectos socioeconómicos y culturales se presenta información general (Municipio y/o Estado).

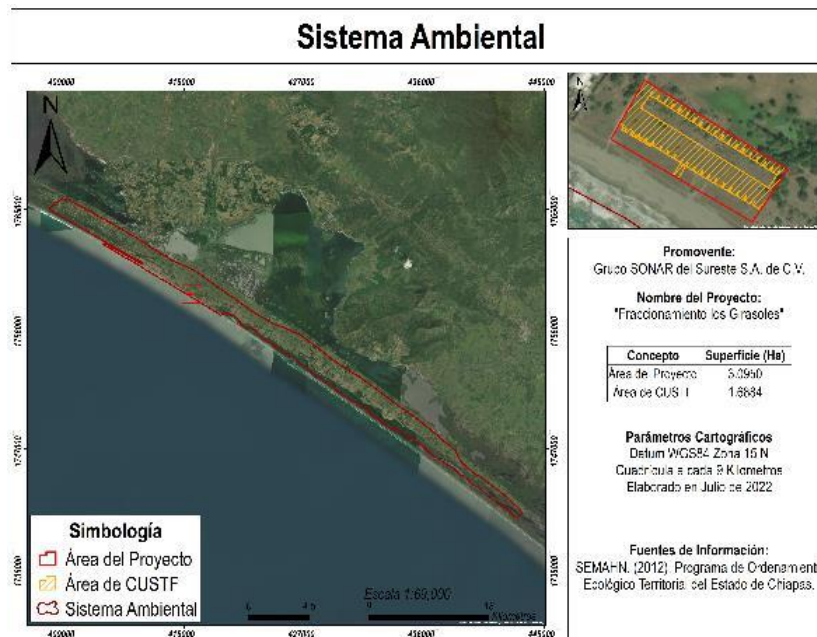


Figura 5. Delimitación del Sistema Ambiental del Proyecto.

4.2. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del Sistema Ambiental

Para el desglose de este apartado, se analizaron los elementos del medio físico, biótico, social, económico y cultural; así como los diferentes usos de suelo y cuerpos de agua que se encuentran en el área de estudio. En dicho análisis se consideró la variabilidad estacional de los componentes ambientales, con el propósito de reflejar su comportamiento y sus tendencias.

4.2.1. Elementos Físicos

4.2.1.1. Clima

Con base en la Clasificación Climática de Köppen, modificada por Enriqueta García (2004) para los climas de la República Mexicana y apoyándose de la Carta Climática, Escala 1:250 000 del INEGI (2008), es posible distinguir 3 tipos de clima en el SA (Figura 6):

- **Aw2 (w):** En una superficie de 4,807.30 Ha (80.40%) del SA, se refiere al clima cálido subhúmedo con lluvias en verano y sequías en invierno, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm, con un cociente P/T promedio mayor de 55.0 y un porcentaje de lluvia invernal menor del 5% del total anual.
- **Aw1 (w):** En una superficie de 1,123.91 Ha (18.80%), se refiere al clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, temperatura media anual mayor a

22°C y temperatura del mes más frío mayor a 18°C. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm, con un cociente P/T promedio entre 43.2 y 55.3, y un porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

- **H₂O**: Ocupa el 0.80% del SA (47.87 Ha), y se refiere a los cuerpos de agua, en este caso, es el Océano Pacífico.

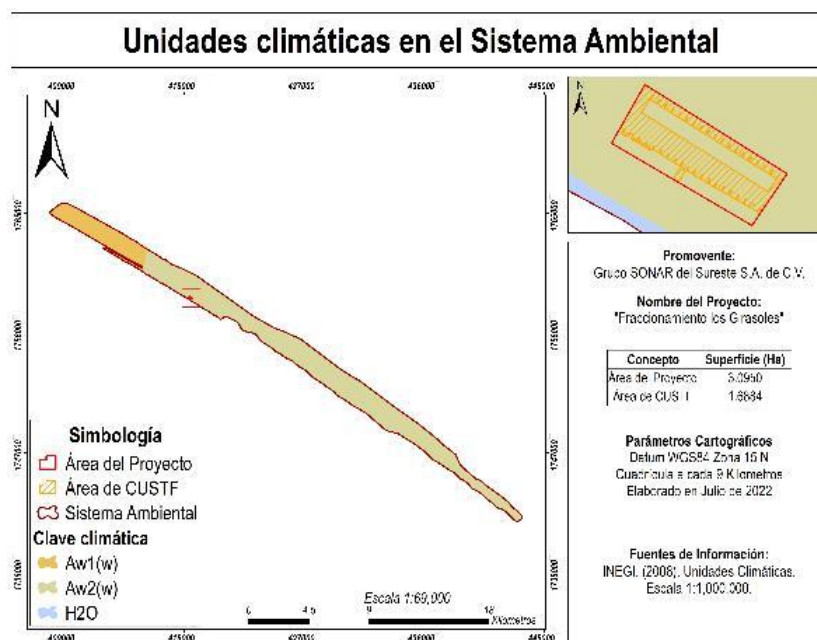


Figura 6. Clima en el Sistema Ambiental.

4.2.1.1.1. Precipitación (Máxima, Promedio Anual, Meses de Mayor Precipitación)

Para los datos de precipitación, se utilizó la información de la Estación Climatológica en funcionamiento más cercana al SA, en este caso, la **Estación 7228 "Tres Picos"** del Sistema Meteorológico Nacional (SMN) (Tabla 2).

Normal Climatológica de la Estación 00007228 Tres Picos del Periodo 1981-2010												
Latitud: 15°52'30" N					Longitud: 93°32'45" O					Altura: 20 msnm		
Precipitación Normal												
E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
0.8	5.1	9.0	39.4	208.9	388.9	340.7	392.2	465.9	226.8	43.5	0.4	2,121.6

Tabla 2. Datos de la Estación Climatológica "Tres Picos" (Precipitación).

Respecto a la Tabla 2, se obtiene que la precipitación dentro del SA presenta un promedio anual de **2,121.60 mm** de agua. De igual forma, se observa que el nivel máximo es de **465.90 mm** en el mes de Septiembre (mayor precipitación). Asimismo, durante los meses de Marzo a Octubre existe la presencia de lluvias intensas.

4.2.1.1.2. Temperatura (Promedio Anual)

Para los datos de temperatura, se utilizó la información de la Estación Climatológica en funcionamiento más cercana al SA, en este caso, la **Estación 7228 "Tres Picos"** del Sistema Meteorológico Nacional (SMN) (Tabla 3).

Normal Climatológica de la Estación 00007228 Tres Picos del Periodo 1981-2010												
Latitud: 15°52'30" N				Longitud: 93°32'45" O				Altura: 20 msnm				
Temperatura Media Normal												
E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
27.3	27.5	28.2	29.2	29.0	27.9	27.9	27.9	27.7	28.0	28.0	27.3	28.0

Tabla 3. Datos de la Estación Climatológica "Tres Picos" (Temperatura).

En conformidad con la Tabla 3, se obtiene que el promedio anual de temperatura en el SA es de **28.0°C**, siendo el mes de Abril el que presenta el nivel más alto y los meses de Diciembre y Enero con el más bajo.

Los datos de mencionada estación indican que el periodo de lluvias comienza en el mes de Mayo y culmina en el mes de Octubre; la mayor temperatura se presenta en el mes de Abril, previo a la temporada de lluvias.

En el Gráfico 1 se presenta el climograma correspondiente a los datos de la estación citada:

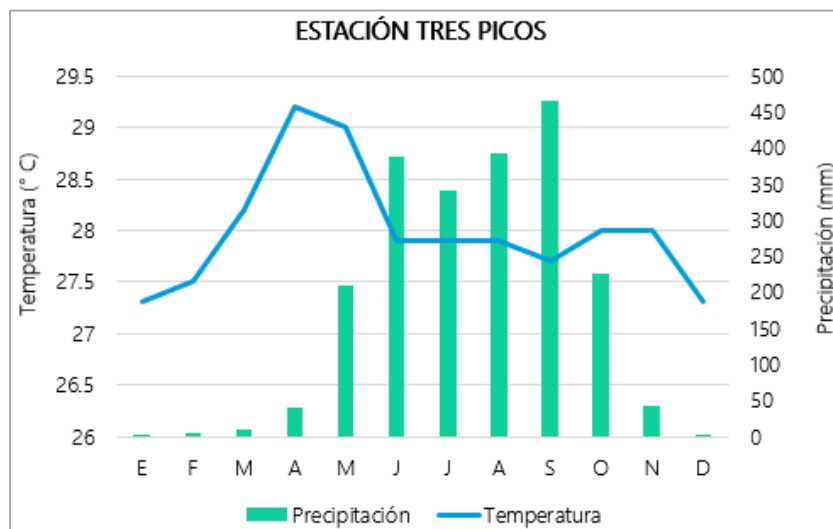


Gráfico 1. Climograma de la Estación Climatológica "Tres Picos".

4.2.1.1.3. Vientos (Velocidades Máximas y Promedios)

Para conocer los valores de dirección y velocidad de vientos, se utilizaron los datos de la **Estación Meteorológica Automática (EMA) "El Triunfo"**, al ser la más cercana al SA; ubicándose a 81.60 Km de distancia al Este. Se recabaron datos de 90 días, con los que se obtuvo que el viento proviene principalmente del **Noroeste**, a velocidades de entre **0.50-11.10 m/s** (Gráfico 2).

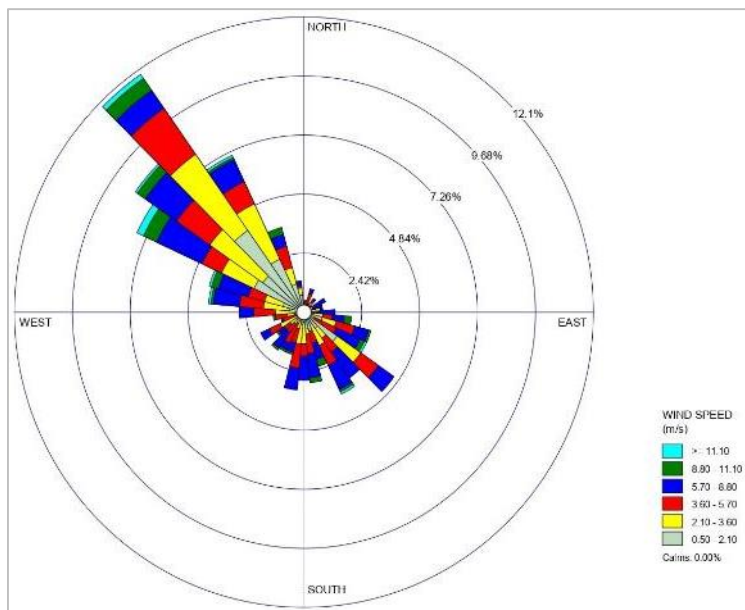


Gráfico 2. Dirección de Procedencia de los Vientos en el Sistema Ambiental.

De igual modo, se calculó que el viento se dirige en su mayoría hacia el **Sureste** como se observa en el Gráfico 3.

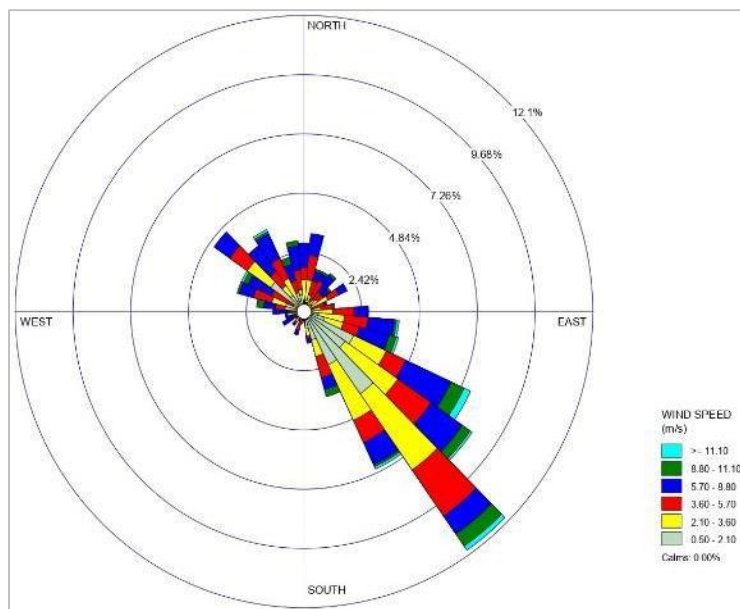


Gráfico 3. Dirección de Flujo de los Vientos en el Sistema Ambiental.

4.2.1.1.4. Fenómenos Meteorológicos

El SA se encuentra en su totalidad en la zona de **Vulnerabilidad Media** ante inundaciones, de acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), como se muestra en la Figura 7.

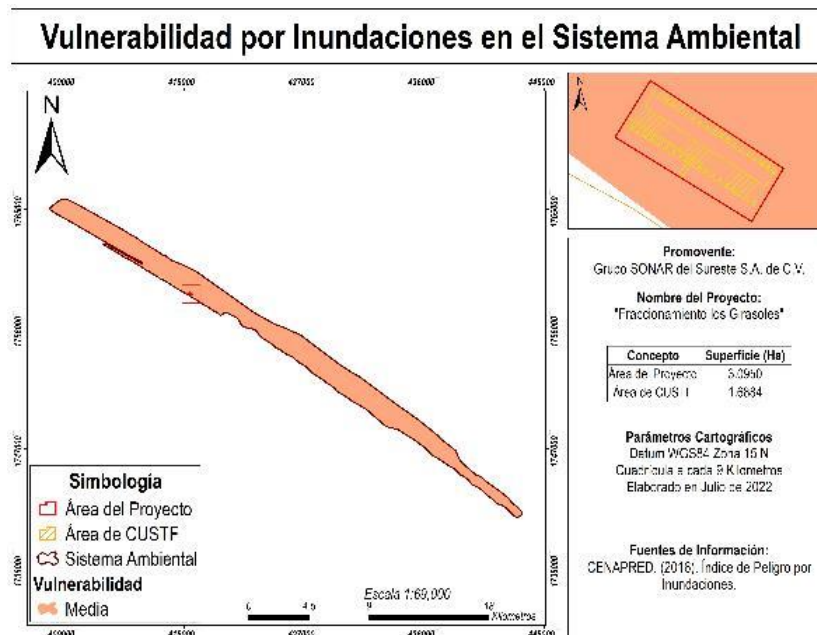


Figura 7. Vulnerabilidad a Inundaciones en el Sistema Ambiental.

De manera similar, en la zona en donde se ubica el SA, existe una vulnerabilidad **Muy Baja** de riesgo y peligro ante ciclones tropicales, tormentas eléctricas y tormentas de granizo.

4.2.1.2. Suelos

El suelo puede definirse como un material no consolidado que está en constante cambio, de origen variable, que sirve de enlace entre los elementos inorgánicos y los orgánicos.

4.2.1.2.1. Tipo de Suelo

Con base en la Carta Edafológica, Serie II del INEGI (2007), el SA incide sobre cuatro unidades de suelo y un cuerpo de agua, como se señala en la Figura 8 y Tabla 4:

Clave	Descripción	Superficie Ha	%
H ₂ O	Cuerpo de Agua	498.76	8.34
GLso+RGso/2	Gleysol Sódico, Regosol Sódico de textura Media	336.12	5.62
ARsowpr+AREupr/1	Arenosol Hiposódico Prótico, Arenosol Eútrico Prótico de textura Gruesa	4,523.37	75.65
SCar+ARso/1	Solonchak Arénico, Arenosol Sódico de textura Gruesa	19.58	0.33
SCglp+GLso+HSso/2	Solonchak Epiglético, Gleysol Sódico, Castañozem Sódico de textura Media	601.26	10.06
Total		5,979.08	100

Tabla 4. Unidades de Suelo presentes en el SA.

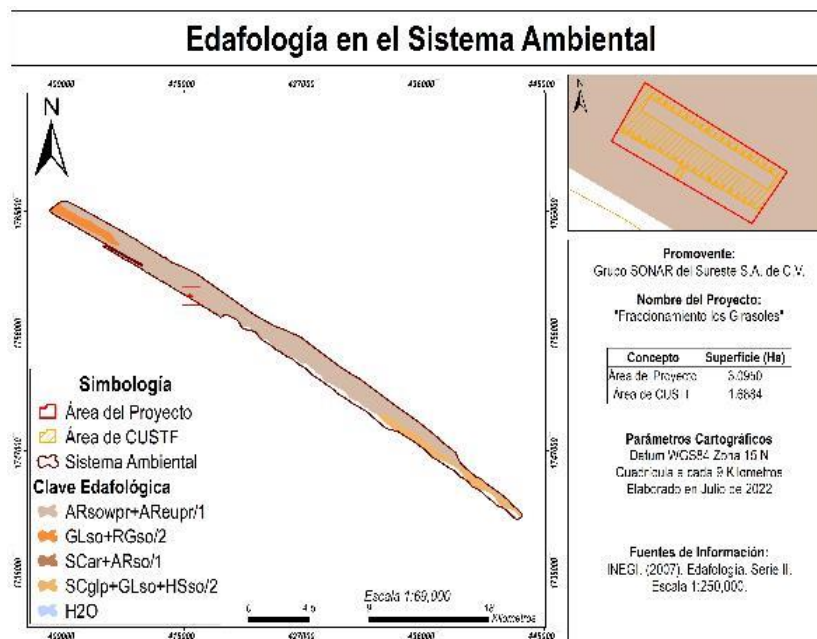


Figura 8. Tipo de Suelos en el Sistema Ambiental.

Dichos tipos de suelos presentan las siguientes características:

- **Gleysol:** Suelos de humedales que, a menos que sean drenados, están saturados con agua freática por periodos suficientemente largos para desarrollar un característico patrón de color gléyico (colores rojizos, parduzcos o amarillentos en capas superficiales y grisáceos/azulados en la capa interior). Abarca un amplio rango de materiales no consolidados, principalmente fluviales, marinos y lacustres.
- **Regosol:** Suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen.
- **Arenosol:** Suelos arenosos que abarca tanto suelos desarrollados en arenas residuales después de la meteorización *in situ* de sedimentos o rocas ricos en cuarzo, y suelos desarrollados en arenas recién depositadas tales como dunas en desiertos y tierras de playas.
- **Solonchak:** Se presentan en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeras y lechos de lagos, o en las partes más bajas de los valles y llanos de las regiones secas del país. Tienen alto contenido de sales en todo o alguna parte del suelo. La vegetación típica es el pastizal u otras plantas que toleran el exceso de sal (halófilas).

- **Castañozems:** Suelos pardo oscuro ricos en materia orgánica, que acomodan suelos de pastizales secos, con horizontes ricos en humos y muestran acumulaciones de carbonatos secundarios prominentes.

Por su parte, los calificadores de suelos señalan lo siguiente:

- **Sódico:** Suelos que tiene 15% o más de sodio más magnesio intercambiables en el complejo de intercambio entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo en todo su espesor.
- **Hiposódico:** Suelos que tienen 6% o más de sodio más magnesio en el complejo de intercambio en una capa de 20 cm o más de espesor, dentro de 100 cm de la superficie del suelo.
- **Prótico:** En arenoles, indica que no se muestran desarrollo de horizontes.
- **Eútrico:** Suelos ligeramente ácidos a alcalinos y más fértiles que los suelos dístricos.
- **Epliglético:** Suelos con una capa saturada de agua al menos alguna época del año. En específico, que tiene dentro de 50 cm de la superficie del suelo mineral, una capa de 25 cm o más de espesor que tiene condiciones reductoras en algunas partes y un patrón de color glético (gris, verde o azulado, que se mancha de rojo cuando se expone al aire) en todo su espesor.
- **Arénico:** Suelos con una textura de arena franca fina o más gruesa en una capa, de 30 cm o más de espesor, dentro de 100 cm de la superficie del suelo.

Respecto a las texturas, indican lo siguiente:

- **Media:** Para suelos francos, que muestran un equilibrio en el contenido de arena, arcilla y limo.
- **Gruesa:** Suelos arenosos con más de 65% de arena, con menor capacidad de retención de agua y nutrientes para las plantas.

4.2.1.2.2. Grado de Susceptibilidad a la Erosión Hídrica y Eólica

4.2.1.2.2.1. Erosión Laminar Hídrica

Se estimó la Erosión del Suelo utilizando la **Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS)**, el cual es 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 pérdida de suelo es de 10 t/ha; mayores pérdidas significan degradación.

La fórmula y la metodología empleada se extrajo del Curso-Taller realizado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGARPA), "*Desarrollo de Capacidades*

Orientadas a Estimar la Erosión del Suelo impartido por el Dr. Mario Martínez Ménez en 2005. La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo es la siguiente:

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

Donde:

E = Tasa de Erosión Anual del Suelo (Ton/Ha/año).

R = Erosividad de la Lluvia (Mj/Ha mm/hr).

K = Erodabilidad del Suelo (Ton/h/MJ.mm).

LS = Factor Topográfico Longitud-Pendiente.

C = Factor de Vegetación y Cultivo.

1) Erosividad (Factor R)

El factor R representa, para un área específica, la energía potencial de la lluvia y su escurrimiento asociado; es el factor de tipo climático que indica el potencial erosivo de las precipitaciones. Normalmente este factor es determinado con los datos de lluvia, es decir, se obtiene la intensidad máxima de lluvia en treinta minutos consecutivos (I30) y se determina la energía cinética asociada (EC). El producto de ambas es la erosividad de la lluvia. Debido a la carencia de información relativa a la intensidad en periodos de tiempo tan cortos, se optó por la metodología descrita a continuación:

A partir de la Precipitación Media Anual (PMA), se aplicó a la ecuación de erosividad asociada a la región 12 (Tabla 5, Figura 9) determinada por Cortés (Becerra, 1997).

Región	Ecuación	R ²
I	$R = 1.2078 P + 0.002276 P^2$	0.92
II	$R = 3.4555 P + 0.006470 P^2$	0.93
III	$R = 3.6752 P + 0.001720 P^2$	0.94
IV	$R = 2.8559 P + 0.002983 P^2$	0.92
V	$R = 3.4880 P + 0.00088 P^2$	0.94
VI	$R = 6.6847 P + 0.001680 P^2$	0.90
VII	$R = -0.0334 P + 0.0066616 P^2$	0.98
VIII	$R = 1.9967 P + 0.003270 P^2$	0.98
IX	$R = 7.0458 P + 0.002096 P^2$	0.97
X	$R = 6.8938 P + 0.00442 P^2$	0.95
XI	$R = 3.7745 P + 0.004540 P^2$	0.98
XII	$R = 2.4619 P + 0.006067 P^2$	0.96
XIII	$R = 10.7427 P + 0.00108 P^2$	0.97
XIV	$R = 1.5005 P + 0.002640 P^2$	0.95

Tabla 5. Ecuaciones Regionalizadas para la República Mexicana (Becerra, 1997).

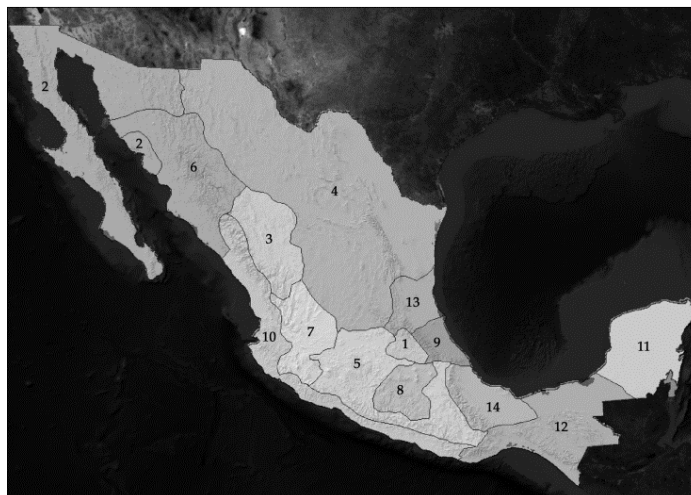


Figura 9. Regionalización Nacional del Factor R (Becerra, 1997).

2) Erodabilidad (Factor K)

El factor K indica el grado de susceptibilidad o resistencia de un horizonte específico del suelo a la erosión. La erodabilidad del suelo es una propiedad compleja y se concibe como la facilidad con la cual es desprendido por:

- El salpicado de las gotas durante un evento de lluvia.
- El flujo superficial.
- Por la acción de ambos fenómenos.

Sin embargo, desde un punto de vista más cuantitativo, la erodabilidad del suelo puede entenderse como el cambio en la pérdida de suelo por unidad de fuerza o energía externa aplicada (Montes, 2002). La erodabilidad representa un valor promedio integral anual de la pérdida de suelo en respuesta a procesos de erosión e hidrológicos, entre los que destaca lo siguiente: el desprendimiento y transporte por el impacto de las gotas de lluvia y el escurrimiento superficial; la deposición localizada debida a la topografía natural e inducida por las operaciones de labranza, y la infiltración del agua en el perfil del suelo.

Tradicionalmente, la metodología usada para la determinación de dicho factor es el nomograma de Wischmeier y Smith, el cual toma en cuenta ciertas propiedades del suelo, como contenido de materia orgánica, contenido de arenas, contenido de limos, estructura y permeabilidad, entre otras.

Para la determinación de este factor fue empleada la información edafológica más reciente del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI): Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1: 250,000, Serie II (Continuo Nacional), que contiene información actualizada durante el periodo 2002-2006 (INEGI, 2007).

Se empleó la clasificación de suelos del WRB (*World Reference Base for Soil Resources*), reporte número 84 (FAO, 2006), publicado por la Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo (SICS), del Centro Internacional de Referencia e Información de Suelos (ISRIC por sus siglas en inglés) y de la FAO, en Roma, Italia, en el año 1999, adaptado por el INEGI, para las condiciones ambientales de México.

Las características que se obtuvieron de esta información son los tipos de suelo y textura. De acuerdo con la clasificación del tipo de suelo y de su textura superficial (gruesa, media o fina), se le asigna el factor K, que se muestra en la Tabla 6:

Orden	Textura		
	G	M	F
AC	0.026	0.04	0.013
AL	0.026	0.04	0.013
AN	0.026	0.04	0.013
AR	0.013	0.02	0.007
CH	0.013	0.02	0.007
CL	0.053	0.079	0.026
CM	0.026	0.04	0.013
DU	0.053	0.079	0.026
FL	0.026	0.04	0.013
FR	0.013	0.02	0.007
GL	0.026	0.04	0.013
GY	0.053	0.079	0.026
HS	0.053	0.02	0.007
KS	0.026	0.04	0.013
LP	0.013	0.02	0.007
LV	0.026	0.04	0.013
LX	0.013	0.02	0.007
NT	0.013	0.02	0.007
PH	0.013	0.02	0.007
PL	0.053	0.079	0.026
PT	0.026	0.04	0.013
RG	0.026	0.04	0.013
SC	0.026	0.04	0.013
SN	0.053	0.079	0.026
UM	0.026	0.04	0.013
VR	0.053	0.079	0.026

Tabla 6. Factor K, según el tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB.

Clasificación WRB					
Nombre	Símbolo	Nombre	Símbolo	Nombre	Símbolo
Acrisol	AC	Durisol	DU	Nitísol	NT
Albeluvisol	AB	Ferralsol	FR	Phaeozem	PH
Alisol	AL	Fluvisol	FL	Planosol	PL
Andosol	AN	Gleysol	GL	Plinthosol	PT
Anthrosol	AT	Gypsisol	GY	Podzol	PZ

Clasificación WRB					
Nombre	Símbolo	Nombre	Símbolo	Nombre	Símbolo
Arenosol	AR	Histosol	HS	Regosol	RG
Caldsol	CL	Kastanozem	KS	Solonchak	SC
Cambisol	CM	Leptosol	LP	Solonetz	SN
Chemozem	CH	Lixisol	LX	Umbrisol	UM
Cryosol	CR	Luvisol	LV	Vertisol	VR

Tabla 7. Descripción de los Tipos de Suelo.

En el SA se presentan los tipos de Suelo con clave WRB AR (Arenosol), GL (Gleysol) y SC (Solonchak), con textura 1 y 2; es decir, son suelos de textura Gruesa y Media, por lo que el valor asignado para el Factor K es igual a AR (Arenosol) de 0.013, GL (Gleysol) de 0.079 y SC (Solonchak) de 0.026 para los de Textura Gruesa y de 0.04 para el SC (Solonchak) de Textura Media.

3) Longitud y Grado de Pendiente (Factor LS)

La metodología del cálculo del factor longitud y grado de pendiente (LS) es la siguiente (Josué Díaz, 2014):

✓ Longitud de la Pendiente (L)

La longitud de pendiente es definida como la distancia horizontal desde el origen de un flujo superficial al punto donde comienza la deposición o donde la escorrentía fluye a un canal definido. Su cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13} \right)^m$$

Donde:

λ = Longitud de la Pendiente (m).

m = Exponente de la longitud de la pendiente, calculado mediante la siguiente expresión:

$$m = \frac{F}{(1 + F)}$$

(F) se obtiene con la siguiente ecuación:

$$F = \frac{\sin \beta / 0.0896}{3 (\sin \beta)^{0.8} + 0.56}$$

β = Ángulo de la Pendiente.

Por su parte, la longitud de la pendiente se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\lambda = \frac{DX}{\cos \beta}$$

Donde:

DX = Distancia entre pixeles.

✓ *Inclinación de la Pendiente (S)*

El ángulo (β) se toma como el ángulo medio a todos los subgrids en la dirección de mayor pendiente:

$$S_{(i,f)} = \begin{cases} 10,8 \sin \beta_{(i,j)} + 0,03 & \tan \beta_{(i,j)} < 0,09 \\ 16,8 \sin \beta_{(i,j)} - 0,5 & \tan \beta_{(i,j)} \geq 0,09 \end{cases}$$

Donde:

S = Factor de Inclinación de la Pendiente.

β = Ángulo de la Pendiente.

Para obtener el valor de (LS) se empleó el SIG ArcGIS 10.6, utilizando Extensiones de la Herramienta ArcToolbox. El proceso fue el siguiente:

1. Al archivo shapefile de la poligonal del SA donde se localiza el Proyecto, se le creó un cuadro alrededor, con el fin de limitar el efecto de los bordes y que la pendiente sea influenciada, arrojando datos incorrectos, como, por ejemplo, marcar estas áreas como de pendientes superiores a 45° .
2. A continuación, de la página del INEGI se descargó el Modelo Digital de Elevación (MDE) del Estado de Chiapas, en formato Ráster. Posteriormente se delimitó dicho archivo al del recuadro, esto con uso de la extensión *Extracción de Spatial Analyst* (Figura 10).

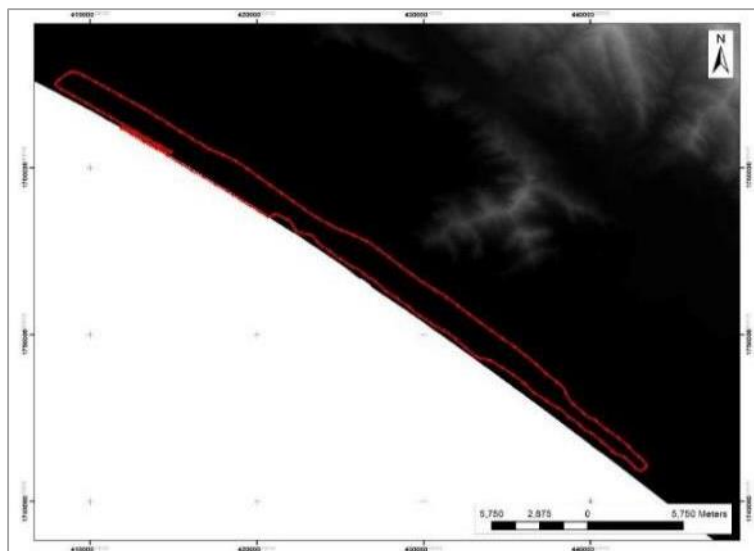


Figura 10. Modelo Digital de Elevación del recuadro alrededor del Sistema Ambiental.

3. Posteriormente, a partir de dicho archivo, se obtuvieron las curvas de nivel en formato shapefile.

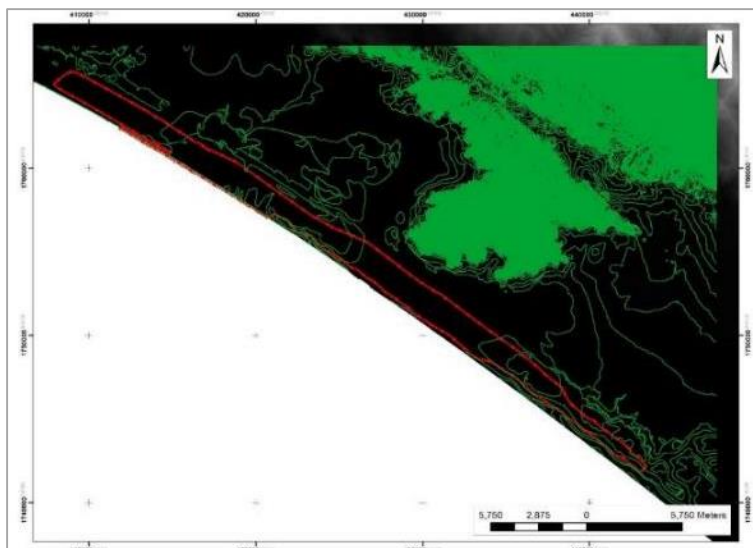


Figura 11. Curvas de Nivel a 50 m del recuadro alrededor del Sistema Ambiental.

4. Con las curvas de nivel se creó un archivo en formato TIN con la extensión *Crear TIN* de 3D Analyst, en el cual se muestran las elevaciones existentes en el área (Figura 12):

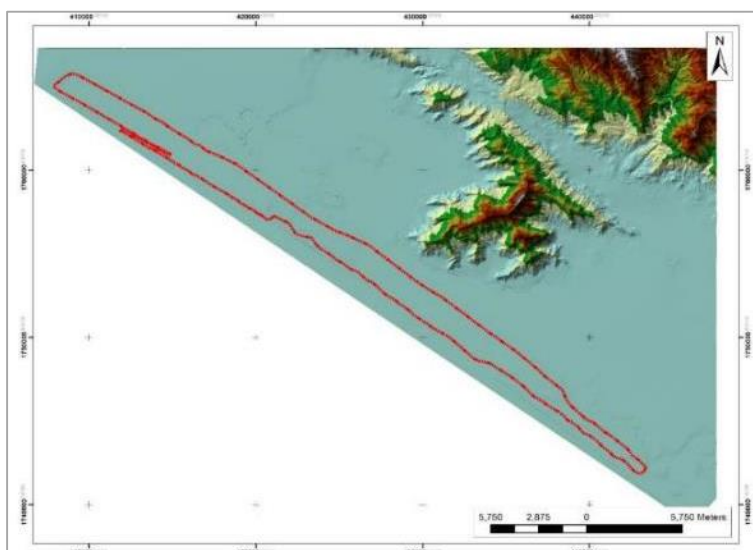


Figura 12. TIN del recuadro alrededor del Sistema Ambiental.

5. Para obtener el MDE del SA se utilizó la extensión *Conversión de TIN a Ráster* de la carpeta 3D Analyst (Figura 13):

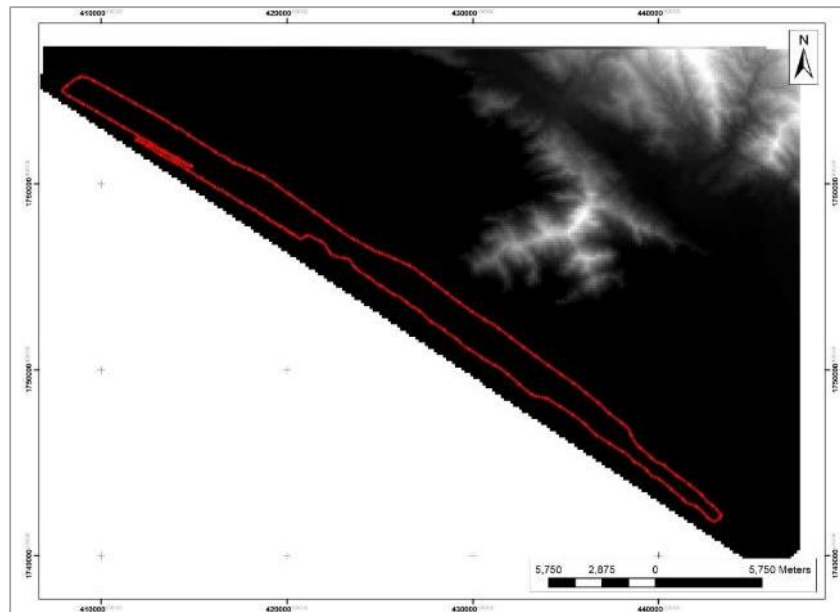
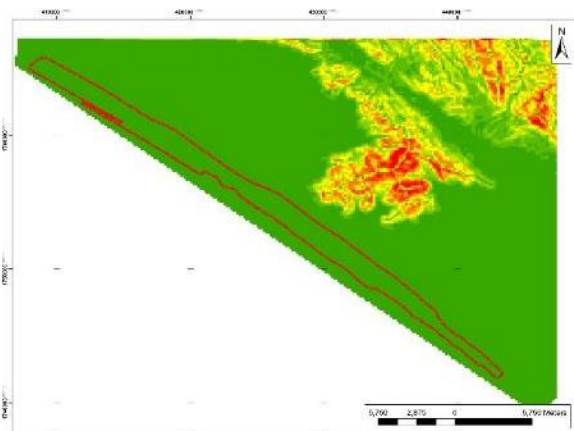


Figura 13. Modelo Digital de Elevación del Sistema Ambiental.

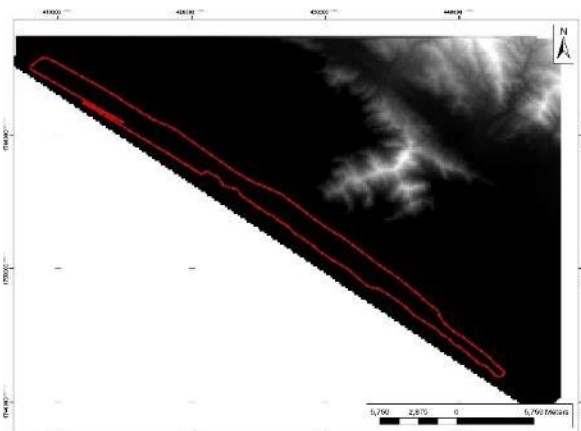
6. Posteriormente y con ayuda de la herramienta Spatial Analyst se crearon los archivos Ráster, utilizando las extensiones de la Tabla 8:

Extensión	Archivo
Superficie	Pendiente (SLOPE)
Hidrología	Relleno (FILL)
	Dirección de Flujo (FLOW DIR)
	Acumulación (FLOW ACC)

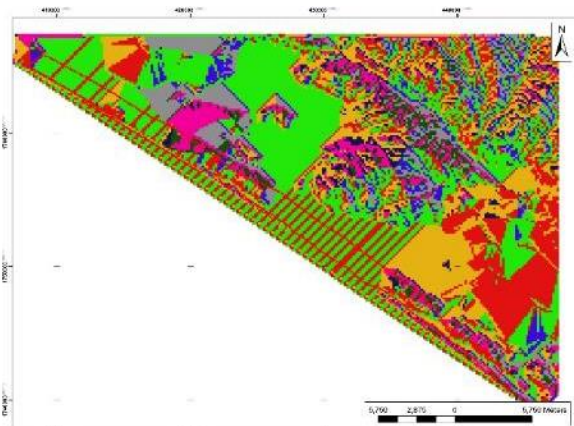
Tabla 8. Extensiones utilizadas en ArcGIS 10.6.



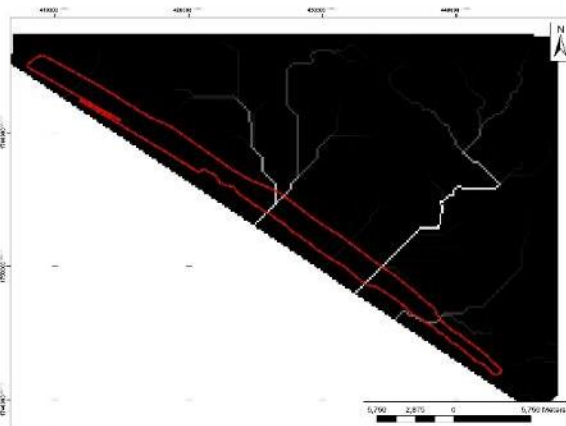
Pendiente (SLOPE)



Relleno (FILL)



Dirección de Flujo (FLOW DIR)



Acumulación de Flujo (FLOW ACC)

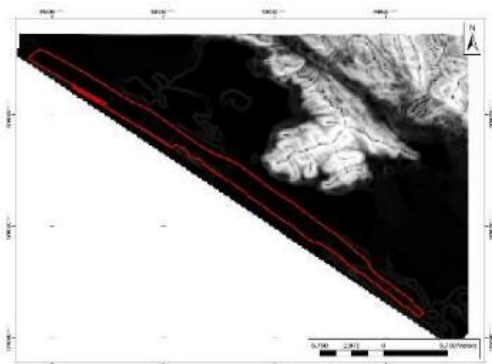
Figura 14. Archivos Ráster creados para el Sistema Ambiental.

7. A continuación, con la calculadora Ráster de la extensión Álgebra de Mapas de Spatial Analyst, se realizaron las operaciones de la Tabla 9:

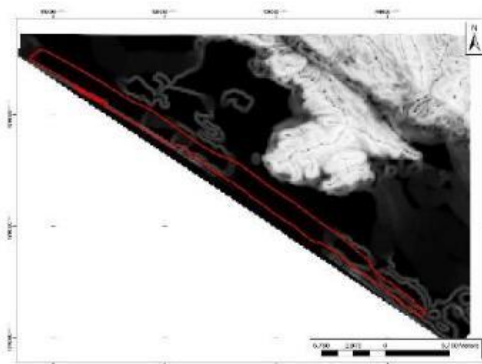
Ecuación	Archivo	Descripción
$((\sin(\text{"\%slope\%"} * 0.01745) / 0.0896) / (3 * \text{Power}(\sin(\text{"\%slope\%"} * 0.01745), 0.8) + 0.56))$	Factor F	Parámetro para obtener el Factor M
$\text{"\%factor\_F\%"} / (1 + \text{"\%factor\_F\%"})$	Factor M	Exponente de la Longitud de la Pendiente
$(\text{Power}(\text{"\%acumulation\%"} + 625, (\text{"\%factor\_M\%"} + 1)) - \text{Power}(\text{"\%acumulation\%"}, (\text{"\%factor\_M\%"} + 1))) / (\text{Power}(25, (\text{"\%factor\_M\%"} + 2)) * \text{Power}(22.13, \text{"\%factor\_M\%"}))$	Factor L	Longitud de la Pendiente
$\text{Con}((\tan(\text{"\%slope\%"} * 0.01745) < 0.09), (10.8 * \sin(\text{"\%slope\%"} * 0.01745) + 0.03), (16.8 * \sin(\text{"\%slope\%"} * 0.01745) - 0.5))$	Factor S	Inclinación de la Pendiente
$\text{"\%factor\_L\%"} * \text{"\%factor\_S\%"}$	Factor LS	Longitud y Grado de la Pendiente

Tabla 9. Ecuaciones empleadas en la elaboración del Factor LS.

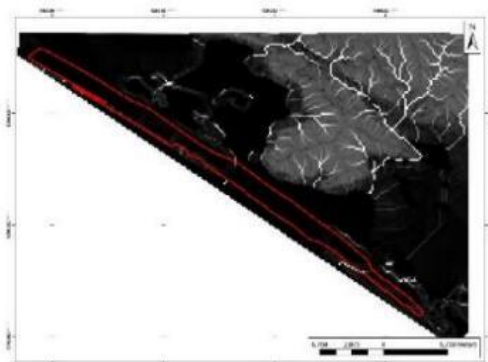
8. Tras obtener el Factor_LS en formato Ráster, se reclasifica en tres rangos (0.02999, 1.4247 y 3.4471) y se convierte a formato Shapefile.



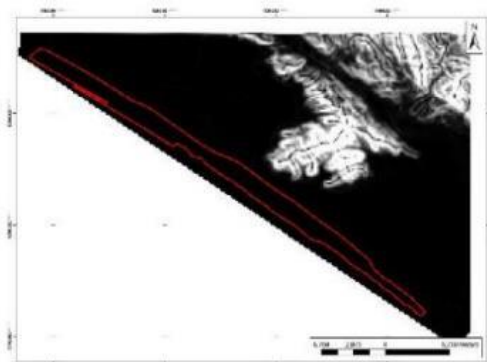
FACTOR_F



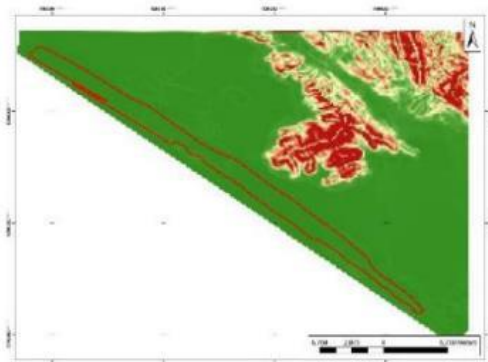
FACTOR_M



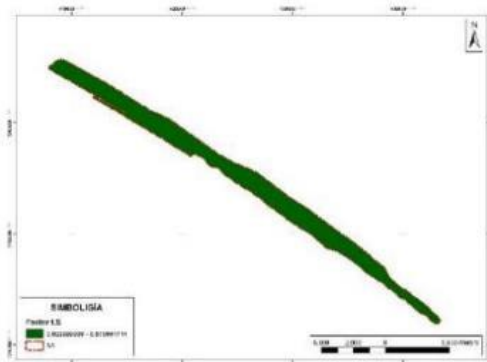
FACTOR_L



FACTOR_S



FACTOR_LS (RASTER)



FACTOR_LS (SHAPEFILE)

Figura 15. Ráster creados a partir de las Ecuaciones empleadas en la elaboración del Factor LS.

Como se observa en la Figura 16, el SA recae sobre una zona donde el Factor_LS va de **0.0299 a 0.5706**; por lo tanto, se tomará el valor medio, siendo de 0.27.

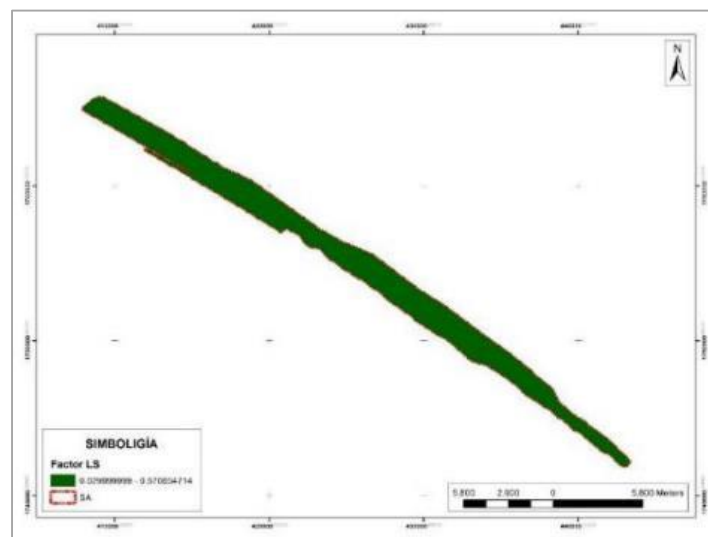


Figura 16. Factor LS del SA.

4) Factor de Protección de la Vegetación (Factor C)

El factor de protección (C) se asigna con el objeto de reflejar el efecto de la vegetación y las prácticas de manejo en las tasas de erosión. Se trata del factor usado con más frecuencia para comparar el efecto relativo de diferentes opciones de manejo en un plan de conservación.

Dicho factor indica cómo el plan de conservación afectará la tasa promedio anual de erosión, y cómo la pérdida potencial de suelo se distribuirá en el tiempo durante las actividades de construcción, rotación de cultivos u otros esquemas de manejo, así como los cambios en el uso de suelo.

A continuación, se presenta la relación del valor C para cada tipo de vegetación y/o uso de suelo:

Vegetación y/o Uso de Suelo	C	Vegetación y/o Uso de Suelo	C
Bosque de Ayarín	0.01	Pastizal Gipsófilo	0.25
Bosque de Cedro	0.01	Pastizal Halófilo	0.25
Bosque de Encino	0.10	Pastizal Inducido	0.02
Bosque de Encino-Pino	0.01	Pastizal Natural	0.07
Bosque de Galería	0.10	Popal	0.85
Bosque de Oyamel	0.01	Pradera de Alta Montaña	0.05
Bosque de Pino	0.01	Sabana	0.54
Bosque de Pino-Encino	0.01	Sabanoide	0.54
Bosque de Tásate	0.01	Selva Alta Perennifolia	0.45
Bosque Mesófilo de Montaña	0.01	Selva Alta Subperennifolia	0.45
Chaparral	0.65	Selva Baja Caducifolia	0.50
Manglar	0.10	Selva Baja Espinosa Caducifolia	0.50
Matorral Crasicaule	0.65	Selva Baja Espinosa Subperennifolia	0.50
Matorral de Coníferas	0.20	Selva Mediana Caducifolia	0.45
Matorral Desértico Micrófilo	0.25	Selva Mediana Perennifolia	0.45
Matorral Desértico Rosetófilo	0.25	Selva Mediana Subcaducifolia	0.45
Matorral Espinoso Tamaulipeco	0.45	Tillar	0.10
Matorral Rosetófilo Costero	0.25	Vegetación de Desiertos Arenosos	0.85
Matorral Sarcocaulle	0.25	Vegetación de Dunas Costeras	0.85
Matorral Sarco-Crasicaule	0.25	Vegetación de Galería	0.85
Matorral Sarco-Crasicaule de Neblina	0.25	Vegetación Halófila	0.85
Matorral Submontano	0.35	Zona Urbana	0.005
Matorral Subtropical	0.12	Cuerpos de Agua	1.0
Mezquital	0.65	Agricultura en Riego	0.55
Palmar Inducido	0.75	Agricultura de Temporal	0.75
Palmar Natural	0.75	Agricultura de Humedad	0.25

Tabla 10. Valores del Factor de Protección de la Vegetación (C).

El SA presenta distintos Usos de Suelo y Vegetación, por lo que se utilizó un valor de C diferente: para la agricultura de temporal se asignó el valor de 0.75; para los cuerpos de agua un valor de 1.0; para las áreas desprovistas de vegetación, sin

vegetación aparente y zonas urbanas se le asignó un valor de 0.005; para las áreas de manglar un valor de 0.10; para el pastizal cultivado un valor de 0.02.

ESTIMACIÓN DEL PROCESO EROSIVO ACTUAL

✓ Factor R

El Proyecto recae en la Región 12, la fórmula para el cálculo del Factor R es el siguiente:

$$\text{Factor R} = 2.4619 * P + 0.006067 * P^2$$

P corresponde a la precipitación media anual. Se utilizó el valor de 2,121.60 mm de precipitación media anual de la Estación Meteorológica 7228 "Tres Picos":

$$R = (2.4619 \times 1,121.60) + (0.006067) \times (1,121.60)^2$$

$$R = 5,223.17 + 0.006067 \times (4,501,186.56)$$

$$R = 5,223.17 + 27,308.70 = 32,531.87.$$

$$\text{Factor R} = 32,531.87 \text{ Mj/Ha mm/hr.}$$

✓ Factor K

En el SA se presentan los tipos de Suelo con clave WRB AR (Arenosol), GL (Gleysol) y SC (Solonchak), con textura 1 y 2; es decir, son suelos de textura Gruesa y Media, por lo que el valor asignado para el Factor K es igual a AR (Arenosol) de 0.013, GL (Gleysol) de 0.079 y SC (Solonchak) de 0.026 para los de Textura Gruesa y de 0.04 para el SC (Solonchak) de Textura Media.

$$\text{Factor K} = 0.013, 0.079, 0.026 \text{ y } 0.04.$$

✓ Factor LS

El valor del factor LS es 0.27.

✓ Factor C

Los valores del factor C a utilizar son 0.75, 1.0, 0.005, 0.10 y 0.02.

EROSIÓN HÍDRICA POTENCIAL

Una vez obtenido cada valor, se procedió a realizar el cálculo de la Erosión Hídrica Potencial, para lo que utilizamos la ecuación siguiente:

$$\text{EH\_POT} = R \times K \times LS \times C$$

Se realizó la verificación respecto al cálculo de la Erosión Hídrica Potencial con la aplicación del Programa ArcGIS 10.6, haciendo uso de la herramienta Calculadora Ráster, obteniendo que, para el SA, la erosión hídrica potencial (EH_POT) asciende a un total de **331.8446 Ton/Ha/Año**.

EROSIÓN ACTUAL REAL

Si se desea conocer la Erosión Hídrica Actual del área, se debe multiplicar el valor de la EH_POT por la superficie de cada polígono, el resultado refleja la Erosión

Hídrica Actual presente, lo anterior es conocido también como Erosión Hídrica Real Actual (EH_REAL), pues se puede inferir que es lo que se erosiona en el área al año. Esto se realizó en la superficie del SA; obteniendo la corrección de que el total de Erosión Hídrica Real Actual es de **41,216.3100 Ton/Año**.

En los **Anexos** se presenta la base de datos en Excel del Cálculo de la Tasa Erosiva del SA.

4.2.1.2.2. Erosión Laminar Eólica

Para determinar si una zona o región es propensa a la degradación eólica, se aplica la siguiente metodología:

1. Con base en el PECRE, es posible estimar el parámetro IAVIE. Si el valor de este es mayor a 20, el área se considera como zona de influencia para el estudio de la erosión eólica. El valor de IAVIE se determina con base en la expresión siguiente:

$$IAVIE = 160.5282 - 0.7660(PECRE)$$

El PECRE se calcula de la siguiente manera:

$$PECRE = (0.2408 \times P) - (0.0000372 \times P^2) - 33.1019$$

Donde:

P = Precipitación Media Anual del SA (mm).

Sustituyendo valores tenemos:

$$PECRE = (0.2408 * 2,120.60) - (0.0000372 * (2,120.60)^2) - 33.1019 = 310.3352$$

$$\mathbf{PECRE = 310.3352}$$

$$\mathbf{IAVIE = 160.5282 - 0.7660 * (310.33) = -77.1886}$$

$$\mathbf{IAVIE = -77.1886}$$

Por lo que los suelos presentes en el SA **no** son propensos a la degradación eólica.

4.2.1.2.3. Profundidad del Suelo y sus horizontes

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (1997), se definen diferentes profundidades y horizontes para los suelos del SA:

- **Gleysol:** Cuando tiene una saturación en sodio del 15% o superior, o la suma de sodio más magnesio es como mínimo del 50%, todo ello en los primeros 50 cm de espesor. El horizonte superficial puede ser de tipo orgánico mineral (A) u orgánico (H) o hístico.
- **Regosol:** Poseen una profundidad mayor a los 25 cm, son extensos en tierras erosionadas o en áreas áridas, trópicos secos y regiones montañosas. Se destaca la presencia del horizonte ócrico.

- **Arenosol:** Grupo de suelos formados por texturas que van de arena francosa a más gruesas y tienen menos de 35% de fragmentos de roca u otros fragmentos gruesos dentro de los 100 cm de profundidad desde la superficie. Este tipo de suelos carecen de horizonte de diagnóstico.
- **Solonchak:** Tienen propiedades gleycas dentro de los 50 cm desde la superficie del suelo. Pueden poseer horizontes de dos tipos: hístico o sálico.
- **Castañozems:** Poseen una saturación en bases (por 1 M NH₄OAc) del 50% o más y la matriz del suelo libre de carbonato cálcico al menos a una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo, o hasta una capa contrastada (lítica, paralítica, petrocálcico) entre 25 y 100 cm. Cuentan con un horizonte de tipo mólico.

En seguida se definen los tipos de horizontes mencionados anteriormente:

- **Hístico:** Su nombre deriva del término griego "*histos*" que significa tejido. Es un horizonte superfical o cercano a la superficie, constituido por material orgánico pobremente aireado.
- **Ócrico:** Su nombre deriva del vocablo griego "*ochros*" que significa pálido. Es un horizonte superficial que no presenta una fina estratificación y que es demasiado claro, delgado, con bajo contenido en materia orgánica o que se vuelve masivo y duro en seco.
- **Sálico:** Es un horizonte aluvial de acumulación de sales más solubles que el yeso en agua fría. Posee 15 cm o más de espesor y una conductividad eléctrica igual o mayor de 30 dS/m.
- **Mólico:** Su nombre deriva del término latino "*mollis*" que se traduce por blando, mullido, en referencia a su carácter esponjoso. Es un horizonte superficial con buena estructura, coloreado de oscuro, con una saturación en bases elevada y con un contenido en materia orgánica moderado o alto.

4.2.1.2.4. Tipos de Erosión presentes y las causas que lo originan

En la Tabla 11 se detallan las superficies de terreno ocupadas por clase de degradación en el SA:

Clase de Degradación	Valor de la Erosión Hídrica	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Ligera	Menor de 12 Ton/Año	4,621.7444	77.30%
Moderada	De 12 a 50 Ton/Año	721.9525	12.07%
Alta	De 50 a 200 Ton/Año	132.6242	2.22%
Muy Alta	Mayor de 200 Ton/Año	0.0000	0.00%
Sin Información	-----	502.7635	8.41%
Total		5,979.0845	100%

Tabla 11. Superficie ocupada por Clase de Degradación Laminar Hídrica en el SA.

Como se observa en la Tabla 11, el **77.30%** del SA presenta una tasa erosiva de tipo **Ligera**, es decir, menor a **12 Ton/Ha/Año**; el 8.41% corresponde a superficies cubiertas por Cuerpo de Agua. En la Figura 17 se muestra la distribución de la tasa erosiva a lo largo de la superficie del SA:

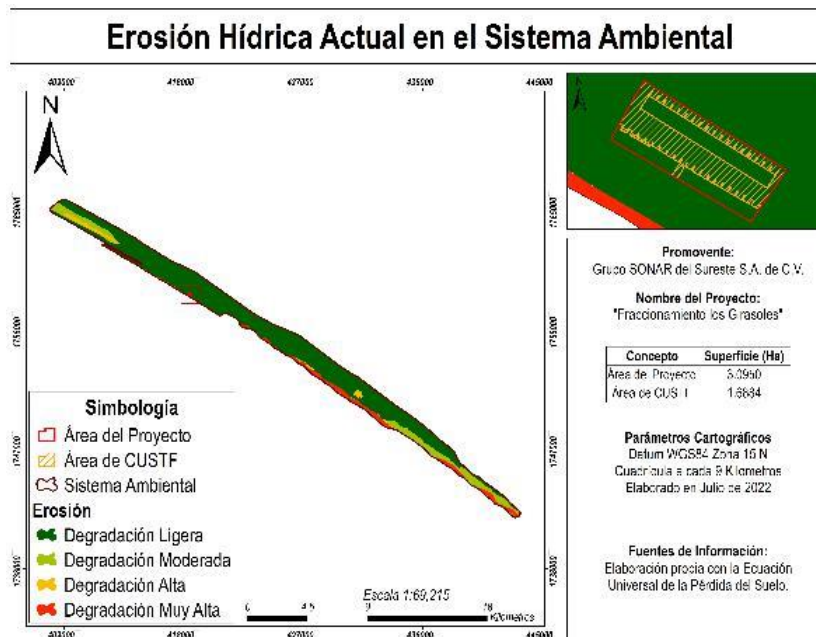


Figura 17. Erosión Hídrica Actual (Ton/Ha/Año) en el Sistema Ambiental.

En conformidad con el *Atlas de Peligros del Estado de Chiapas* (2015), la zona costera mexicana del Océano Pacífico se encuentra expuesta a la mayoría de los peligros naturales que afectan las costas de todo el mundo, lo cual implica un riesgo alto para aquellas poblaciones asentadas a lo largo de dicho litoral.

La erosión en la Planicie Costera ve favorecida por la deforestación de vegetación natural para la creación de cultivos de maíz y algunas plantaciones de plátano y coco, pero que son abandonados para dar paso a la ganadería implementado para esto los pastos inducidos, lo que ha favorecido la susceptibilidad a la erosión en los Municipios de Arriaga, Tonalá, Pijijiapan, Mapastepec, Acapetahua, Acacoyagua y Pueblo Nuevo Solistahuacán.

Actualmente, la erosión antrópica ha dejado como resultado extensas áreas de pasto inducido así como zonas abandonadas por la actividad agrícola que se practica en baja escala y para auto consumo, por lo que esta zona se ha visto modificada por varias etapas de uso de suelo. En primer lugar, una intensa explotación de los recursos madereros (deforestación, aprovechamiento de manglares), posteriormente la disposición del área para cultivos agrícolas y frutícolas, incremento de la actividad ganadera y finalmente abandono de las tierras, posiblemente debido a la baja producción agrícola, ya que en esta zona es notoria una temporada de

secas que producen los vientos húmedos del Norte, además de la constitución litológica, producto de la erosión de la Sierra Madre del Sur de Chiapas, que consiste en rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, que determinan la acumulación de suelos arenosos y poco fértiles.

La actividad ganadera ha provocado la compactación del suelo y elimina la cubierta vegetal, que favorece la erosión hídrica laminar que combinada con los fenómenos hidrometeorológicos (huracanes, ciclones y lluvias de temporada), hacen que los ríos y arroyos descienden bruscamente de la escarpada sierra, con una alta energía y erosionan con facilidad los bordes de sus cauces, al transportar una gran carga de sedimentos con bloques de hasta 1 m de diámetro. De acuerdo con las condiciones de oleaje, la línea de la Costa de Chiapas está en general en equilibrio pues los ciclos anuales de las playas se mantienen y la erosión – depósito ocurren, pero las playas se mantienen en su posición y con las mismas características.

4.2.1.3. Geología

Según la Carta Geológica, Escala 1:250 000 del Servicio Geológico Mexicano (2017), el SA se localiza sobre el tipo de rocas **Sedimentarias** (Figura 18):

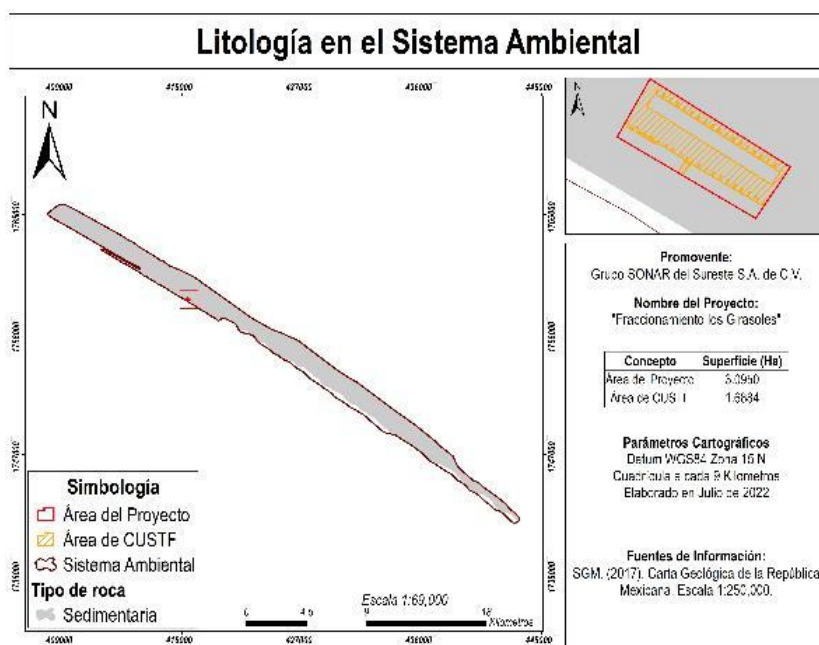


Figura 18. Tipo de Rocas en el Sistema Ambiental.

Las rocas sedimentarias, como su nombre lo indica, envuelven la acumulación de sedimentos, derivado del efecto de meteorización (desintegración y descomposición de rocas) que permite que partículas sean transportadas y depositadas a causa de agentes externos de erosión (agua, viento, hielo, cambios de temperatura).

4.2.1.3.1. Origen Geomorfológico del suelo

A la geomorfología le corresponde el estudio del relieve de la Tierra, que incluye las formas y estructuras de todas las dimensiones, desde continentes y cuencas oceánicas a estrías y alveolos (Lugo, 2011).

Para la descripción del relieve general de la República Mexicana, esta se divide en diversas regiones con características similares, donde el relieve es el resultado de la acción de un mismo conjunto de agentes modeladores del terreno. Así se definieron las Provincias Fisiográficas, que son regiones que presentan un origen geológico unitario sobre la mayor parte de su área, así como una morfología y litología propias y distintivas. México se divide en 15 Provincias.

4.2.1.3.1.1. Provincia y Subprovincia Fisiográfica

El SA se localiza sobre la Provincia Fisiográfica denominada **"Cordillera Centroamericana"**, que se define como una cadena montañosa formada por un antiguo batolito cuya edad varía del Paleozoico inferior al medio, con elevaciones de 900 a 2,900 msnm, predominando en su mayoría las rocas ígneas (Figura 19).

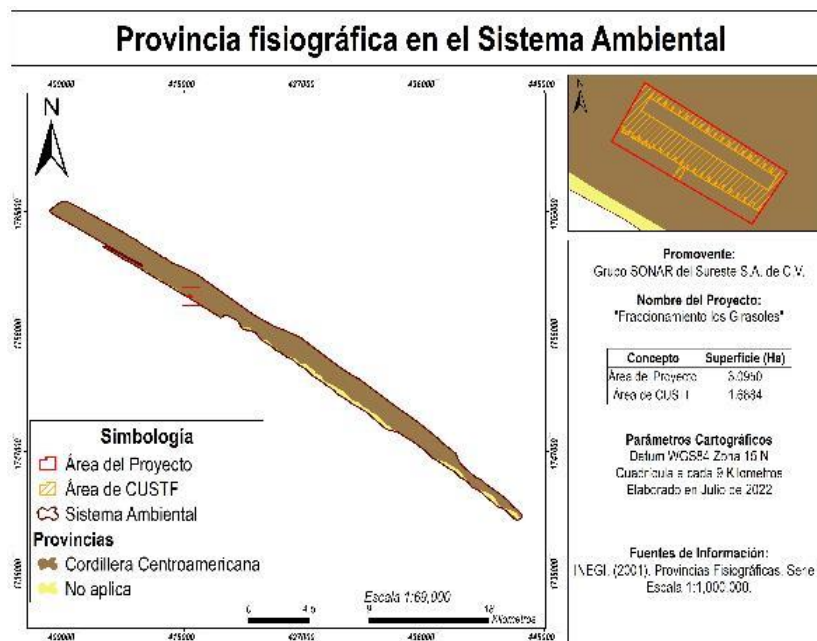


Figura 19. Provincia Fisiográfica en la que se ubica el Sistema Ambiental.

De igual forma, incide en la Subprovincia denominada **"Llanura Costera de Chiapas y Guatemala"**, que cuenta con una alta diversidad de topoformas, como lo son las sierras, llanuras, mesetas, lomeríos, valles y cañones. En esta región se destacan elevaciones que van desde los 0-500 msnm, y el suelo se caracteriza por ser profundo y salitroso conforme su cercanía al mar (Figura 20):

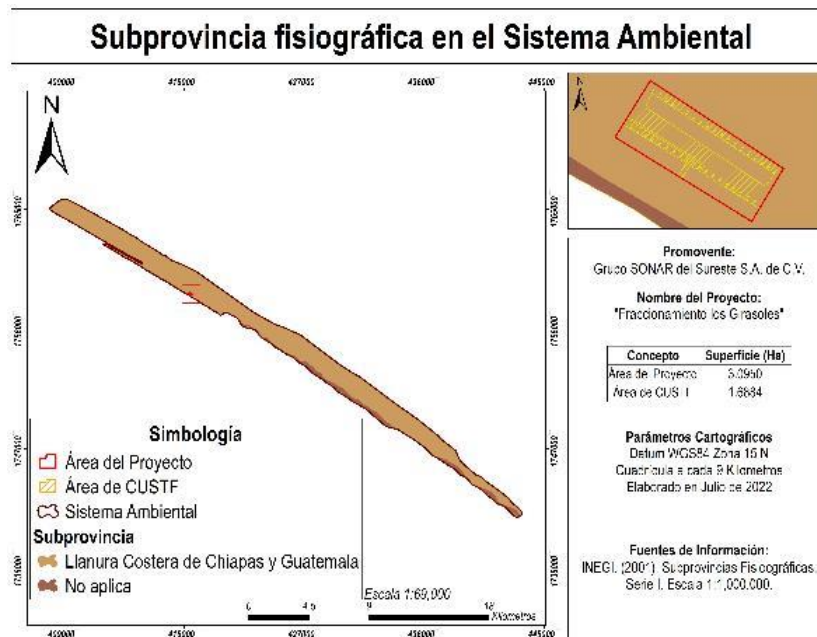


Figura 20. Subprovincia Fisiográfica en la que se ubica el Sistema Ambiental.

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

Con el fin de conocer la susceptibilidad del sitio del Proyecto a sismos, se consultaron los datos de Regionalización Sísmica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), en donde dividen al territorio mexicano en varias franjas, dentro de las cuales existen sitios en los que los sismos son más frecuentes y de superior magnitud (Figura 21):

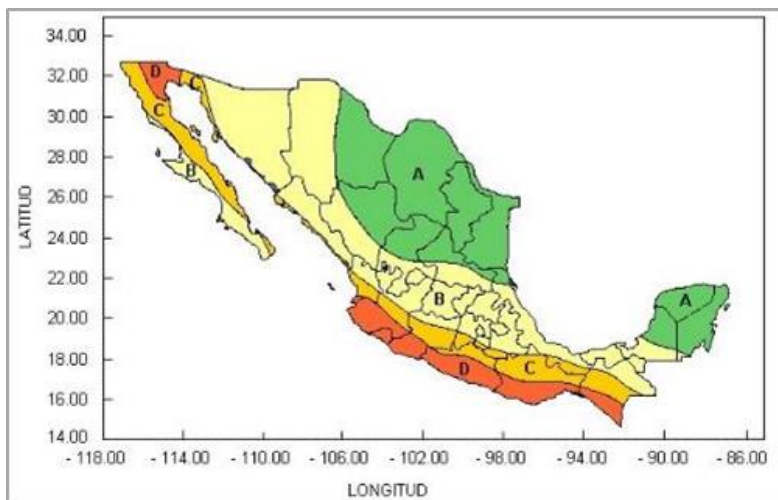


Figura 21. Regionalización Sísmica de la República Mexicana.

Zona A: Baja Sismicidad; Zona B: Media Intensidad; Zona C: Alta Intensidad; Zona D: Muy Alta Intensidad.

De esta manera, se tiene que el SA se localiza sobre la Zona D que presenta un peligro **Muy Alto** con sismos frecuentes, presentando una aceleración del terreno mayor al 70% de la gravedad, como se observa en la Figura 22:

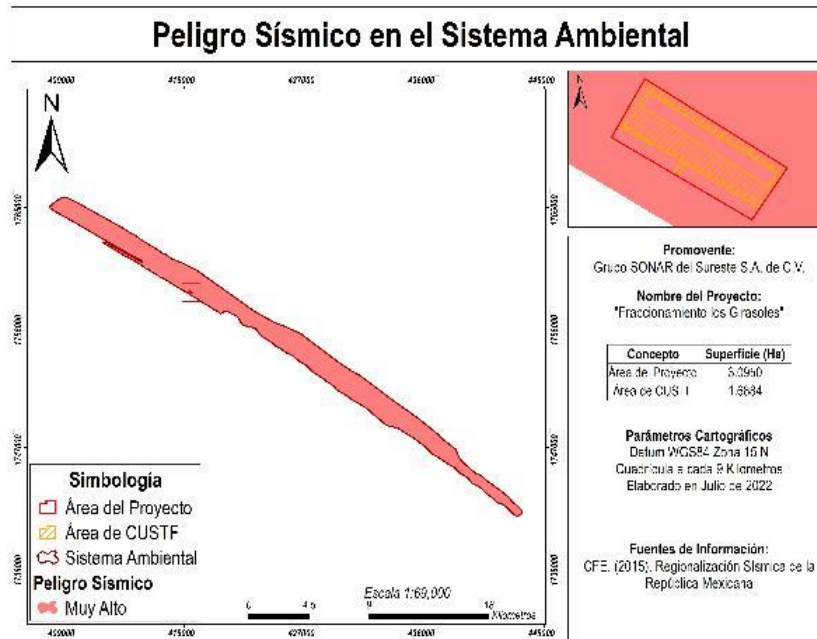


Figura 22. Clase de Peligro Sísmico en el Sistema Ambiental.

Lo anterior se deriva de la ubicación del Estado de Chiapas sobre tres placas tectónicas (Figura 23). Debido a la interacción de dichas placas, los fenómenos sísmicos son frecuentes en todo el Estado.



Figura 23. Interacción de las Placas Tectónicas en la República Mexicana.

4.2.1.3.2. Basamento que permita conocer el flujo de corrientes en el subsuelo

Administrativamente, los acuíferos del Estado de Chiapas se encuentran en la Región XI Frontera Sur, en el Sureste de la República Mexicana, que ocupa tanto a Chiapas como a Tabasco, tres Municipios de Oaxaca (San Pedro Tapanatepec, Chahuites y San Francisco Ixhuatán) y el Municipio de Palizada en Campeche.

El SA incide totalmente dentro del **Acuífero Arriaga-Pijijiapan (0711)**, el cual cuenta con una superficie total de 3,644 km², de los cuales 1,919.913 km² corresponden al área de recarga y 1,724.08 km² a la zona del acuífero; y es clasificado como zona de disponibilidad (Figura 24, Tabla 12).

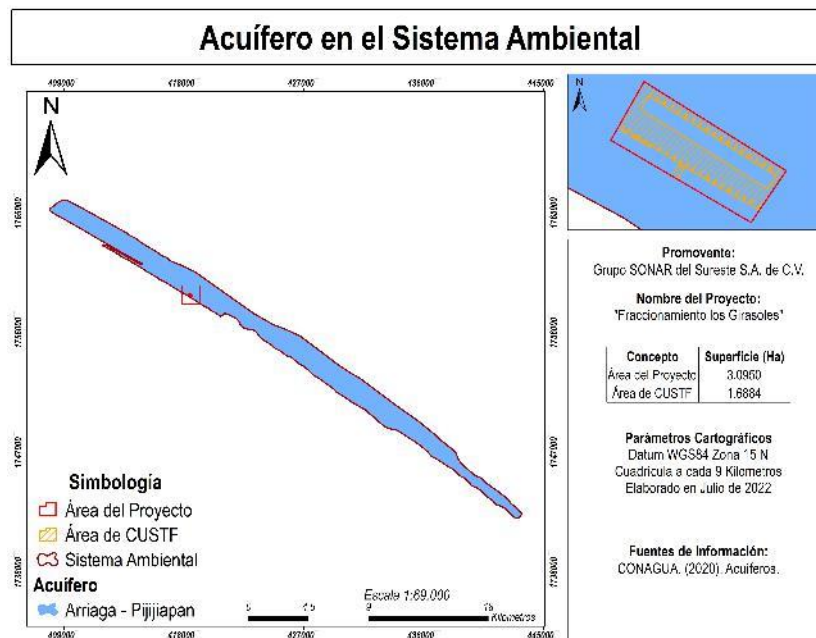


Figura 24. Acuífero del Sistema Ambiental.

Clave	Acuífero	R	DNC	VEAS				DMA	Déficit
				VCAS	VEALA	VAPTIR	VAPRH	Positiva	
				Cifras en millones de metros cúbicos anuales					
0711	Arriaga-Pijijiapan	495.9	393.2	53.96486	0.0	0.0	0.0	48.735140	0.0

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VEAS: volumen de extracción de aguas subterráneas; VCAS: volumen concesionado/asignado de aguas subterráneas; VEALA: volumen de extracción de agua en las zonas de suspensión provisional de libre alumbramiento y los inscrito en el Registro Nacional Permanente; VAPTIR: volumen de extracción de agua pendiente de titulación y/o registrado en el REPDA; VAPRH: volumen correspondiente a reservas, reglamentos y programación hídrica; DMA: disponibilidad media anual de agua del subsuelo. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" (fracciones 3.10, 3.12, 3.18 y 3.25) y "4" (fracción 4.3), de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

Tabla 12. Características del Acuífero Arriaga-Pijijiapan (0711).

El complejo cristalino **basal** forma el basamento impermeable del área y debe extenderse bajo la Planicie Costera. El almacenamiento de agua subterránea está formado fundamentalmente por los materiales de relleno aluvial de la Planicie Costera. La recarga de este acuífero es por infiltración directa del agua de lluvia sobre la Planicie, así como también de la parte aluvial al pie de las Sierras Cristalinas, en donde las corrientes superficiales pierden velocidad e infiltran una gran parte de su volumen. Las descargas se llevan a cabo por lo somero de los niveles. Debido a las características de los depósitos aluviales y a su funcionamiento hidráulico, este acuífero se considera del tipo libre.

- **Acuíferos Libres:** También llamados no confinados o freáticos. Entre ellos existe una superficie libre y real del agua almacenada, que está en contacto con el aire y a la presión atmosférica. Entre la superficie del terreno y el nivel freático se encuentra la zona no saturada.

El Continuo Nacional de Aguas Subterráneas, Escala 1:250 000, Serie II (INEGI, 2002), establece que en el área del SA se detecta la unidad geohidrológica de **material no consolidado con posibilidades medias** (Figura 25).

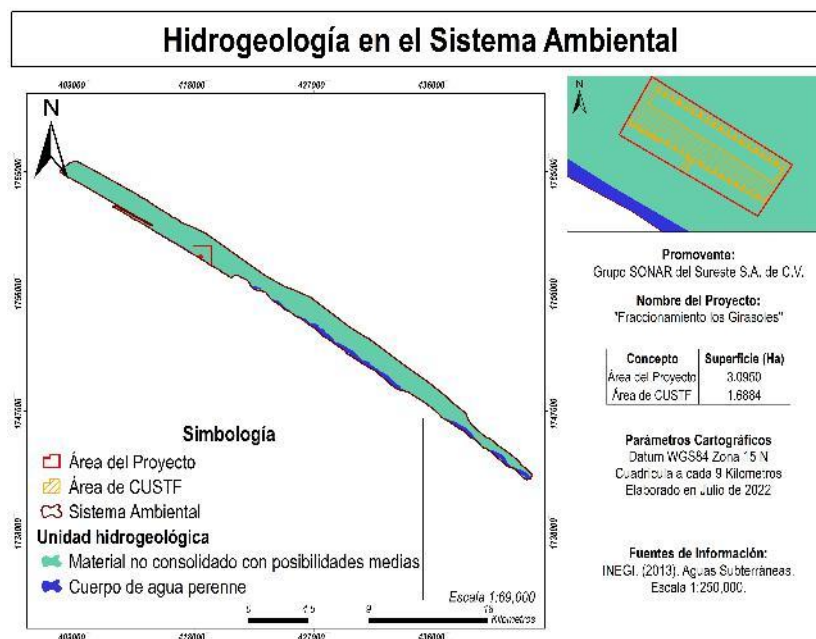


Figura 25. Hidrogeología del Sistema Ambiental.

Los materiales no consolidados incluyen gravas, arenas, limos, arcillas, bloque etc., es decir materiales suelos no cementados que, aunque puedan presentar compactación y mostrar cierto grado de coherencia son deleznales. A su vez, se constituye por conglomerados polimictitos empaquetados en matriz arenosa, ocasionalmente con arcilla y cementados por carbonatos en diferente grado de

cementación. Otras unidades de esta permeabilidad son los sedimentos finos, arcillosos-arenosos que forman los lechos de las zonas lagunares.

Tanto el agua superficial como la subterránea no serán impactadas con la ejecución del Proyecto, ya que las actividades de las que se compone no representan un riesgo directo para los cuerpos de agua, considerando que, en un esfuerzo para controlar y evitar el impacto que pudiera presentarse, se aplicarán estrategias para evitar la contaminación, mediante la verificación y mantenimiento de los vehículos que trabajarán en la obra, además de la construcción de obras de conservación de aguas.

4.2.1.4. Topografía

4.2.1.4.1. Relieve del terreno

Conforme a la Cobertura Digital de Topoformas, Escala 1:1'000,000 del INEGI (2001), el SA incide en gran parte sobre la **Llanura Costera Inundable y Salina**, que se compone por formaciones recientes con materiales acumulados y formados en los lagos y litoral. La geología caliza es prácticamente inexistente en la región. Las partes de playa son descritas como cuerpos de agua (Figura 26).

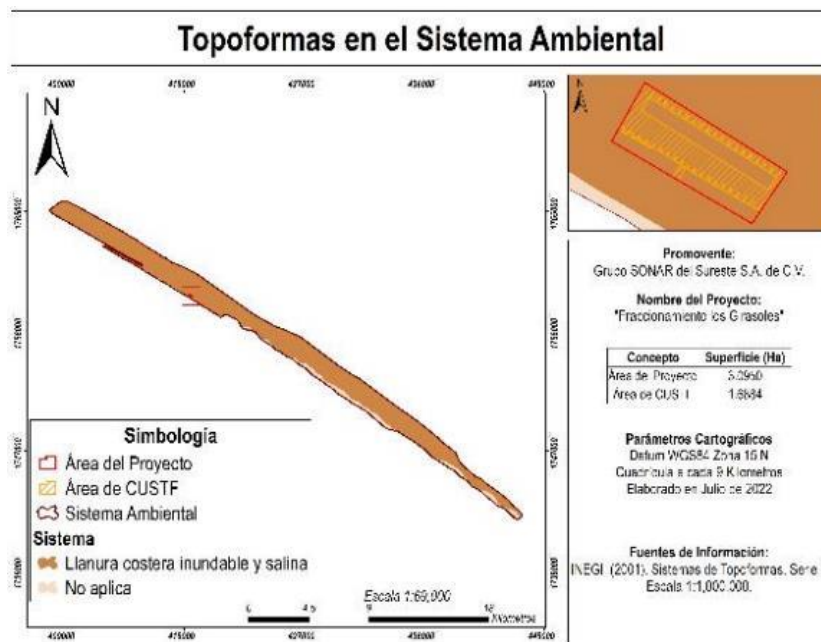


Figura 26. Topoformas en el Sistema Ambiental.

4.2.1.4.2. Elevaciones, cerros y montañas

Con respecto a la altitud, el Modelo Digital de Elevaciones del INEGI (2017) nos informa que la zona en la que se ubica el SA presenta elevaciones desde **0 hasta 7 msnm**, como se observa en la Figura 27:

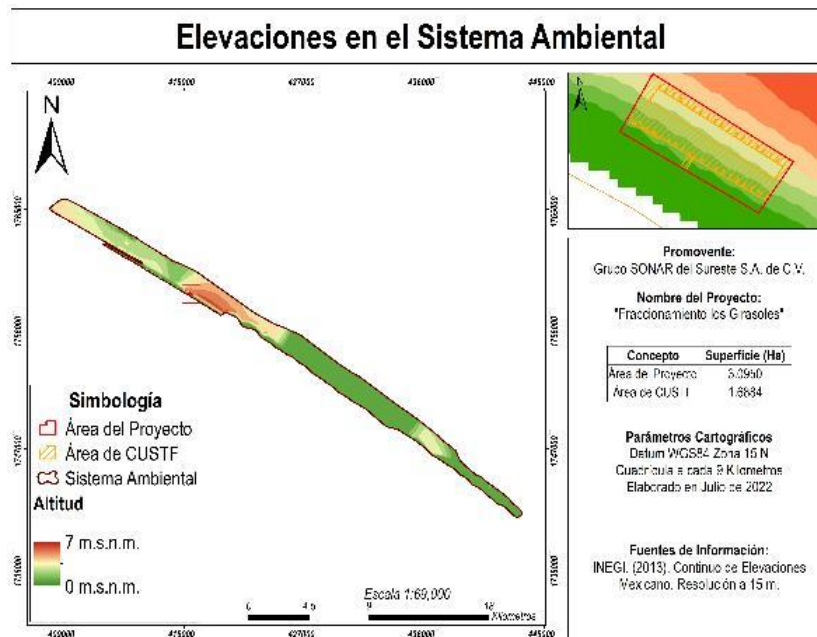


Figura 27. Elevaciones del Sistema Ambiental.

Derivado de su ubicación en la Subprovincia Fisiográfica **"Llanura Costera de Chiapas y Guatemala"**, el SA cuenta con una alta diversidad de topoformas, como lo son las sierras, llanuras, mesetas, lomeríos, valles y cañones; destacándose las elevaciones que van desde los 0-500 msnm.

Cabe mencionar que en la superficie del SA no existen sistemas montañosos o cerros de importancia, sin embargo, cercanos a la zona podemos encontrar al Cerro Tres Picos y el Cerro Bernal; ambos al Noreste del SA y dentro del Municipio de Tonalá, Chiapas. Asimismo, aunque no son consideradas elevaciones montañosas, el SA contempla un sistema de dunas costeras a lo largo de las playas de la Costa de Chiapas.

4.2.1.4.3. Porcentajes mínimos y máximos de pendientes

Para describir las características del relieve se elaboró un mapa de pendientes, en el que se obtiene de manera rápida y repetible la clasificación del relieve dentro de una posición de pendiente.

Respecto a las pendientes, el SA cuenta con pendientes desde los **0° hasta los 35°**; de esta manera, se entiende un rango mínimo de pendientes del **0-2°** y uno máximo que engloba los **17-35°** (Figura 28):

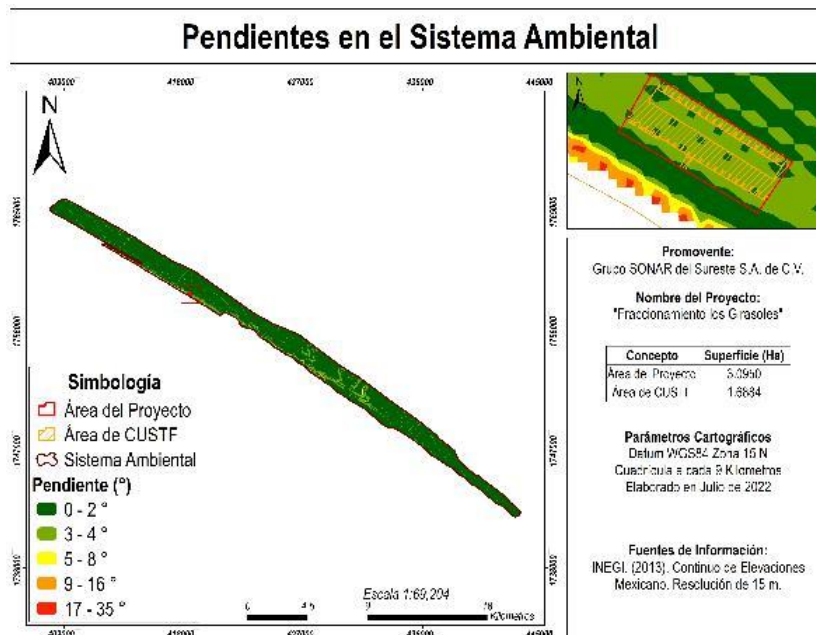


Figura 28. Pendientes en el Sistema Ambiental.

4.2.1.4.4. Exposiciones predominantes

Se elaboró el mapa de orientaciones de las pendientes del SA; obteniéndose una zonificación con un total de **9 categorías**: Plano, Norte, Noreste, Este, Sureste, Sur, Suroeste, Oeste y Noroeste (Figura 29).

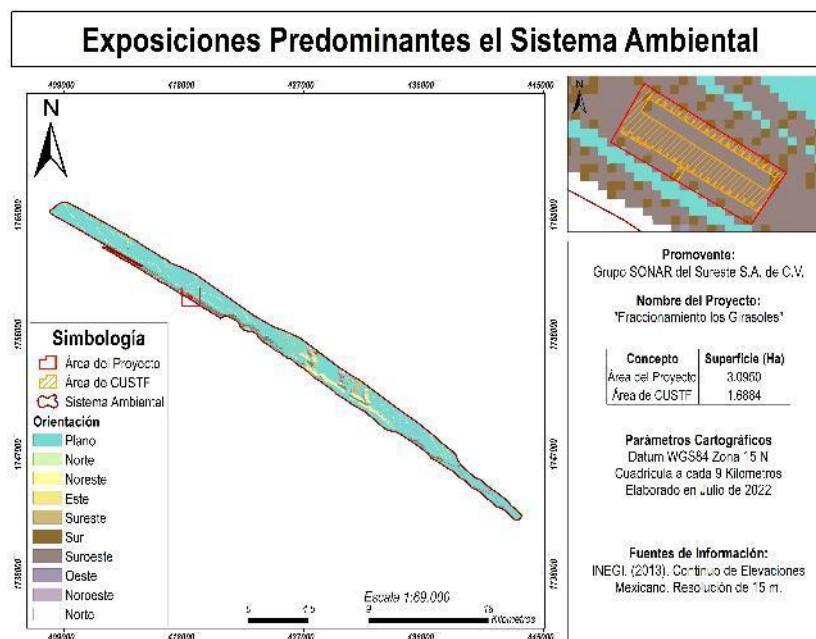


Figura 29. Exposiciones Predominantes en el Sistema Ambiental.

A partir de lo anterior y con base en la Figura 29, se observa que en su mayoría existe una dominancia por la exposición **Plana** a lo largo de la superficie del SA, especialmente en la zona Norte. Lo anterior, se debe a la incidencia del SA en un ecosistema costero.

4.2.1.5. Hidrología

Las Cuencas Hidrológicas son unidades del terreno, definidas por la división natural de las aguas debida a la conformación del relieve. Para propósitos de administración de las aguas nacionales, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) ha definido **731 Cuencas Hidrológicas** que se encuentran distribuidas en 37 Regiones Hidrológicas (RH). El Estado de Chiapas comprende tres: Coatzacoalcos (RH29), Grijalva-Usumacinta (RH30) y Costa de Chiapas (RH23).

El SA se encuentra localizado parcialmente al interior de las Subcuencas Hidrológicas: Laguna de la Joya (RH23Cf) y Mar Muerto (RH23Db), formando parte de las Cuencas Hidrológicas: Río Pijijiapan y Otros (RH23C) y Mar Muerto (RH23D), pertenecientes a la **Región Hidrológica Costa de Chiapas (RH23)** (Figura 30):

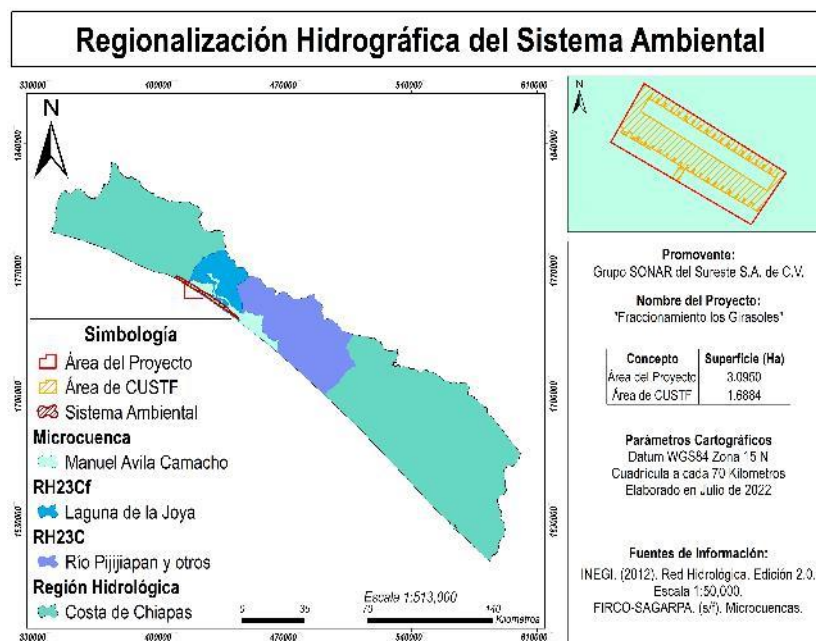


Figura 30. Jerarquización Hidrológica del Sistema Ambiental.

En la Tabla 13 se presenta un resumen de la jerarquización hidrológica del SA:

Región Hidrológica	Cuenca Hidrológica	Subcuenca Hidrológica	Superficie que ocupa (Ha)	Porcentaje que ocupa (%)
Costa de Chiapas (RH23)	Mar Muerto (RH23D)	Mar Muerto (RH23Db)	1,365.38	22.84

Región Hidrológica	Cuenca Hidrológica	Subcuenca Hidrológica	Superficie que ocupa (Ha)	Porcentaje que ocupa (%)
	Río Pijijiapan y Otros (RH23C)	Laguna de la Joya (RH23Cf)	4,613.70	77.16
Total			5,979.08	100

Tabla 13. Jerarquización Hidrológica del Sistema Ambiental.

4.2.1.5.1. Corrientes superficiales, perennes y temporales

Respecto a las corrientes y cuerpos de agua, de acuerdo con la Red Hidrográfica Escala 1:50,000 Edición 2.0 del INEGI (2010), en el SA se pueden localizar corrientes de agua superficial de tipo intermitente, un canal en operación, un Estero denominado "El Esterón", parte del Océano Pacífico y algunos cuerpos de agua de tipo intermitente. Lo anterior, se puede observar en la Figura 31:

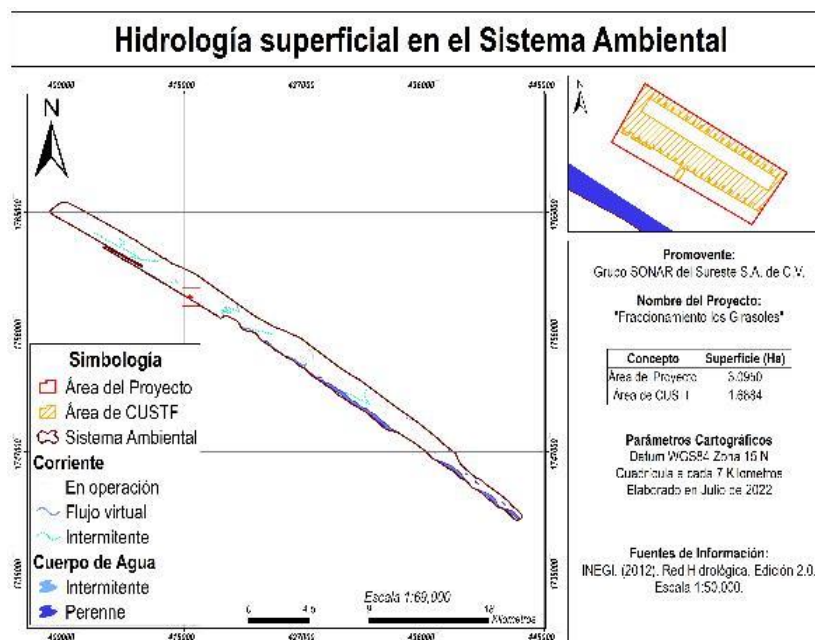


Figura 31. Hidrología Superficial del Sistema Ambiental.

4.2.1.5.2. Flujos mínimos y máximos que sustentan y su temporalidad

Tomando en consideración la información previamente expuesta, la corriente principal del SA es el Estero denominado **El Esterón**; mismo que presenta un orden hidrológico del nivel 3. Dicho escurrimiento tiene una longitud total de **21.1224 km**, de acuerdo con la Red Hidrográfica Escala 1:50,000 Edición 2.0 del INEGI (2010).

Asimismo, se obtuvo que la altitud mayor de la corriente corresponde a los **8 msnm**, mientras que la menor es de **1 msnm**. Con dichos datos, se puede calcular el tiempo de retención; es decir, el tiempo en horas que tardará el flujo en llegar desde su punto de inicio hasta la salida del escurrimiento o drenaje.

Para el cálculo de lo anterior, se utilizó la ecuación de Ven Te Chow (1994) que se estructura de la siguiente manera:

$$T_c = 0.8773 \left(\frac{LC^{1.5}}{\sqrt{CM_c - Cm_c}} \right)^{0.64}$$

Donde:

TC= Tiempo de Concentración (horas).

LC= Longitud del Cauce Principal (km).

CMC= Cota Mayor del Cauce Principal (msnm).

CmC= Cota Menor del Cauce Principal (msnm).

Reemplazando los datos, la fórmula se exhibe de la siguiente manera:

$$T_c = 0.8773 \left(\frac{21.1224^{1.5}}{\sqrt{8 - 1}} \right)^{0.64}$$

Aplicando la ecuación, se obtiene un tiempo de concentración total de **8.79 horas** para la superficie del SA.

4.2.2. Elementos Biológicos

4.2.2.1. Vegetación

Según el mapa de Provincias Biogeográficas de México (CONABIO, 2001) que se presenta en la Figura 31, el SA se ubica en la Provincia Florística "**Costa del Pacífico**".



Figura 32. Provincias Biogeográficas de México.

La familia *Leguminosae* está particularmente bien representada y al menos en muchas comunidades clímax predomina en lo que toca al número de especies sobre todas las demás familias. La riqueza florística y el número de asociaciones vegetales disminuyen claramente del sureste al noroeste (Rzedowski, 2006).

4.2.2.1.1. Uso de Suelo y Vegetación

Para determinar el Uso del Suelo y Vegetación (USV) del SA, se tomó como base la Carta de USV Serie VII del INEGI (2021). Los usos de suelo y vegetación dentro del SA se muestran en la Figura 33 y se enlistan en la Tabla 14:

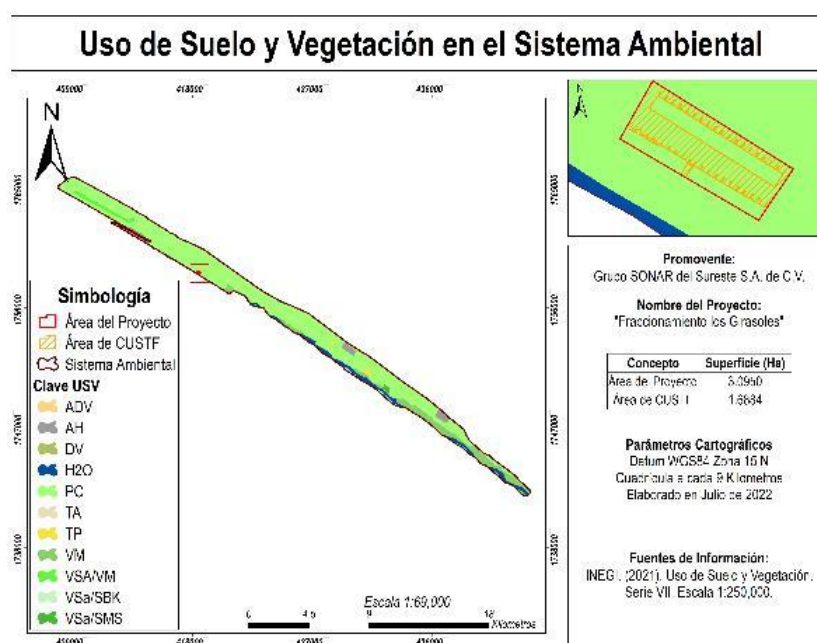


Figura 33. Usos de Suelo y Vegetación del Sistema Ambiental.

Clave	Uso de Suelo y Vegetación	Área (Ha)	Porcentaje (%)
ADV	Área desprovista de vegetación	9.69	0.16
AH	Urbano Construido	117.64	2.97
DV	Sin vegetación aparente	11.64	0.19
H2O	Cuerpo de Agua	446.18	7.46
PC	Pastizal Cultivado	4,484.45	75.00
TA	Agricultura de Temporal Anual	0.58	0.01
TP	Agricultura de Temporal Permanente	41.34	0.69
VM	Manglar	595.57	9.96
VSA/SBK	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Espinosa Caducifolia	43.20	0.72
Vsa/SMS	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia	16.87	0.28

Clave	Uso de Suelo y Vegetación	Área (Ha)	Porcentaje (%)
VSA/VM	Vegetación Secundaria Arbórea de Manglar	151.93	2.54
Total		5,979.08	100.00

Tabla 14. Superficie ocupada por Usos de Suelos y Vegetación en el Sistema Ambiental.

Como se observa en la Tabla 14, la mayor parte de la superficie del SA se clasifica bajo el uso de suelo y vegetación de **Pastizal Cultivado** con el 75.00%, mientras que la menor corresponde a **Agricultura de Temporal Anual** con el 0.01%.

En seguida, se describen los usos de suelo y tipos de vegetación presentes en el SA:

- **Área desprovista de vegetación:** Superficie donde la vegetación natural o inducida ha sido eliminada por diferentes actividades humanas.
- **Urbano Construido:** Conglomerado demográfico, considerando dentro del mismo los elementos naturales y las obras materiales que lo integran.
- **Sin vegetación aparente:** Considera las áreas en donde no es visible o detectable alguna comunidad vegetal. Se incluye los eriales, depósitos litorales, bancos de ríos y aquellas áreas donde algún factor ecológico no permite o limita el desarrollo de la cubierta vegetal como falta de suelo, elevado nivel de salinidad o sodicidad y climas extremos.
- **Cuerpo de Agua:** Se refiere a una extensión con cubierta de agua.
- **Sistema Pastoril (Pastizal Cultivado):** Sistema en el cual se han introducido, intencionalmente en una región y para su establecimiento, pastos nativos de diferentes partes del mundo como: *Digitaria decumbens* (Zacate Pangola), *Pennisetum ciliaris* (Zacate Buffel), *Panicum maximum* (Zacate Guinea o Privilegio), *Panicum purpurascens* (Zacate Pará), entre otras muchas especies, bajo un programa de productividad y conservación se realizan algunas labores de cultivo y manejo. Estos pastizales son los que generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, por lo general con buenos coeficientes de agostadero.
- **Agricultura de Temporal:** Se refiere a los sistemas agrícolas de manejo antropogénico, derivado de la modificación de la cobertura vegetal. De acuerdo con el suministro de agua a los cultivos, la agricultura de temporal indica que el agua necesaria para el desarrollo vegetativo es suministrada por la lluvia. Por el tiempo de ocupación de los cultivos en el terreno, la permanente indica una ocupación mayor a cinco años y la anual incluye aquellos cultivos cuyo ciclo vegetativo dura únicamente un año.
- **Selva Baja Espinosa Caducifolia:** Se desarrolla en climas similares a los de la Selva Baja Caducifolia o ligeramente más secos, pero en climas más húmedos que los matorrales xerófilos, con marcadas características de aridez, con precipitaciones comunes del orden de 900 mm o ligeramente menores.

- El material geológico que da soporte a esta selva puede estar constituido por calizas, margas o lutitas y material metamórfico. Los suelos en donde por lo regular crece, son más o menos arcillosos, con abundante materia orgánica y drenaje deficiente. Es una comunidad de porte bajo, dominada por árboles espinosos. La mayoría de las especies de esta selva están desnudas durante periodos prolongados en la temporada seca. Los componentes de estas selvas miden de 8 a 10 m de alto y sólo eventualmente llegan a alcanzar 12 m. Muchas de las especies más abundantes son leguminosas con ramas espinosas. Aparte del estrato arbóreo, se encuentra un estrato arbustivo de 2 a 4 m de alto, bien desarrollado, pero falta casi completamente el estrato herbáceo.
- **Selva Mediana Subcaducifolia:** Se desarrolla en regiones cálidas subhúmedas con lluvias en verano. El material parental que sustenta a este tipo de vegetación está constituido por rocas basálticas o graníticas y afloramientos de calizas que dan origen a suelos oscuros, muy someros, con abundantes rocas o bien en suelos grisáceos arenosos y profundos.
- Este tipo de selva presenta en las zonas de su máximo desarrollo árboles cuya altura máxima oscila entre 25 y 30 m. La densidad de los árboles es mucho menor que la de las selvas altas perennifolias y subperennifolias; sin embargo, a mitad de la temporada de lluvias, en la época de mayor desarrollo de follaje, la cobertura puede ser lo suficientemente densa para disminuir fuertemente la incidencia de la luz solar en el suelo. Se distribuye principalmente a lo largo de la vertiente sur del Pacífico, aunque se encuentra también en áreas pequeñas del centro de Veracruz y en la parte central y norte de la Península de Yucatán, así como en la Depresión Central de Chiapas.
- **Manglar:** Es una comunidad densa, dominada por un grupo de especies arbóreas conocidas como mangles, que se distribuye en los litorales del Océano Pacífico, Golfo de California y Océano Atlántico, en zonas con climas cálidos húmedos y subhúmedos y de muy baja altitud. Se desarrolla en las márgenes de lagunas costeras y esteros y en desembocaduras de ríos y arroyos, pero también en las partes bajas y fangosas de las costas; siempre sobre suelos profundos, en sitios inundados sin fuerte oleaje o con agua estancada. Un rasgo peculiar que presentan los mangles es la presencia de raíces en forma de zancos, o bien de neumatóforos, características de adaptación que les permiten estar en contacto directo con el agua salobre, sin ser necesariamente plantas halófitas.
- Los mangles son especies perennifolias y el estrato dominante que forman es generalmente arbóreo, aunque también puede ser

subarbóreo o hasta arbustivo; las alturas de los mangles pueden variar, de manera general, desde 1 hasta 30 metros.

- En México predominan cuatro especies en los manglares: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle salado (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*); frecuentemente estas especies se encuentran asociadas entre sí, pero con diferentes grados de dominancia cada una de ellas.
- **Vegetación Secundaria Arbórea y Arbustiva:** Se refiere al estado sucesional de la vegetación natural cuando un tipo de vegetación primaria es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales (incendios, huracanes, erupciones, heladas, inundaciones, deslaves, plagas, etc.), surgiendo una comunidad vegetal significativamente diferente a la original con estructura y composición florística heterogénea. Los tipos de fases se determinan con base en las formas de vida presentes y su altura (herbácea, arbustiva o arbórea).

4.2.2.1.2. Caracterización de la vegetación

4.2.2.1.2.1. Metodología para el muestreo

Para la caracterización de la vegetación, y derivado de que en el área del Proyecto se presentan dos tipos de vegetación (**Vegetación de Dunas Costeras y Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)**), se determinó muestrear en sitios al interior del SA (UGA No. 112) que ostentan estos tipos de vegetación, por lo que en los siguientes apartados se presentan los análisis por separado de acuerdo con el tipo de vegetación.

Para caracterizar la vegetación y analizar su diversidad, se siguieron los criterios que expone la Comisión Forestal Nacional (CONAFOR) en el *Manual y Procedimientos para el Muestreo en Campo 2012*, y que es empleado para el Inventario Forestal Nacional y de Suelos. La ubicación de los sitios se realizó de forma sistemática, ajustando las dimensiones y que estos pudieran representar el tipo de vegetación que se observa en el área de estudio.

Para lo anterior, se consideró lo siguiente:

- Para los sitios de **400 m²** se mide y registran los árboles cuyo diámetro normal (DAP) a la altura de 1.3 m sobre la superficie del suelo, sea igual o mayor a 5 cm.
- En el subsitio de **12.56 m²** se mide y registra por género y especie, la frecuencia y diámetro basal de todos los arbustos que tengan su diámetro menor a 5 cm.
- En el subsitio de **1 m²**, se medirán todas las herbáceas, tomando datos de cada género y especie de la frecuencia y diámetros basales para cada ejemplar.

Sin embargo, los sitios fueron levantados utilizando las medidas establecidas para el estrato arbustivo, ya que al trazar los sitios de 400 m², estos se encontraban fuera de la poligonal determinada debido a su forma. Asimismo, para la delimitación de sitios se consideró que la vegetación dominante en la zona de estudio es en su mayoría del estrato arbustivo y herbáceo.

De igual manera, al establecer sitios de 400 m², el error de muestreo calculado era mayor al requerido para este tipo de estudios y, por consiguiente, no tendría la veracidad necesaria para los cálculos.

En la Tabla 15 se muestran las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 15 Norte) de los sitios de muestreo que se levantaron:

Sitio	Coordenadas UTM		Vegetación
	X	Y	
1	418341	1758652	Dunas Costeras
2	418383	1758638	
3	418398	1758626	
4	418414	1758607	
5	418429	1758611	
6	418432	1758596	
7	418438	1758584	
8	418462	1758589	
9	418473	1758580	
10	418461	1758572	
11	418489	1758578	
12	418517	1758556	
13	418497	1758856	
14	418516	1758537	
15	418529	1758544	
16	418541	1758541	
17	418554	1758532	
18	418563	1758519	
19	418546	1758522	
20	418415	1758623	
21	418369	1758637	
22	418387	1758623	
23	418560	1758506	
24	418505	1758543	
25	418445	1758601	
26	418379	1758630	
27	418533	1758523	
28	418353	1758647	
29	418594	1758485	
30	418611	1758474	
31	418629	1758465	
32	418584	1758507	
33	418347	1758680	
34	418579	1758497	
35	418334	1758673	

Sitio	Coordenadas UTM		Vegetación
	X	Y	
36	418325	1758660	
37	418317	1758669	
38	418297	1758678	
39	418284	1758687	
40	418352	1758690	
41	418339	1758664	
42	418608	1758511	
43	418632	1758470	
44	418573	1758507	
45	418577	1758506	
46	418561	1758514	
47	418432	1758598	
48	418425	1758604	
49	418343	1758678	
50	418358	1758703	
51	418364	1758710	
52	418454	1758583	
53	418457	1758581	
54	418465	1758574	
55	418545	1758524	
56	418361	1758673	
57	418376	1758661	
58	418398	1758649	
59	418413	1758650	
60	418451	1758589	
61	418572	1758535	
62	418564	1758539	
63	418541	1758556	
64	418516	1758571	
65	418508	1758578	
66	418495	1758584	
67	418469	1758601	
68	418437	1758617	
69	418414	1758636	
70	418392	1758648	
71	418410	1758720	
72	418487	1758671	
73	418518	1758653	
74	418422	1758701	
75	418444	1758688	
76	418455	1758679	
1	418415	1758753	Dunas Costeras (Matorral)
2	418452	1758733	
3	418461	1758736	
4	418472	1758725	
5	418350	1758781	
6	418360	1758787	
7	418360	1758787	

Sitio	Coordenadas UTM		Vegetación
	X	Y	
8	418337	1758750	
9	418327	1758732	
10	418364	1758732	
11	418666	1758486	
12	418541	1758637	
13	418537	1758643	
14	418530	1758649	
15	418527	1758640	
16	418502	1758668	
17	418507	1758655	
18	418460	1758686	
19	418467	1758718	
20	418419	1758753	

Tabla 15. Sitios de Muestreo de Flora para el Sistema Ambiental.

De igual manera, en la Figura 34 se observa la ubicación de los sitios enlistados anteriormente, de acuerdo con el tipo de vegetación muestreada:

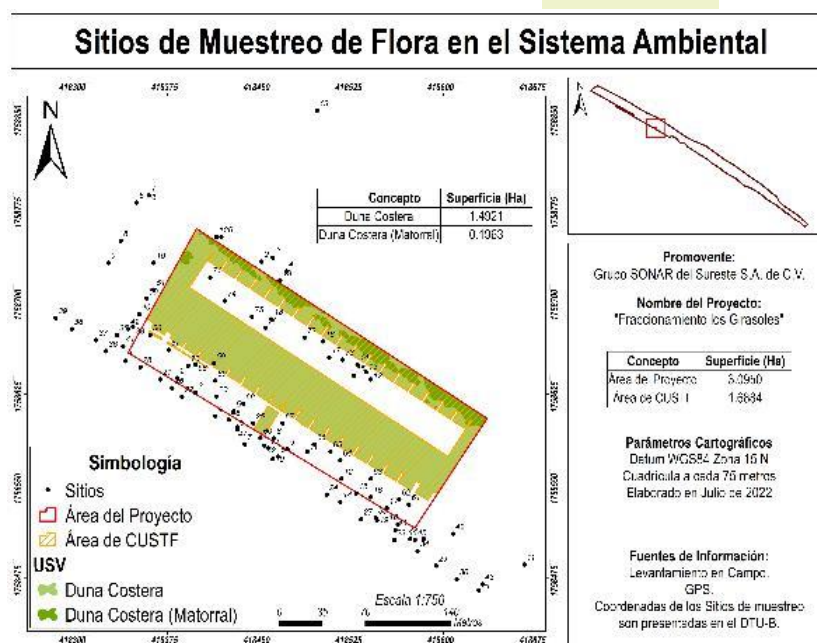


Figura 34. Ubicación de los Sitios de Muestreo para el Sistema Ambiental.

Se anexa el listado florístico en formato digital a este documento.

4.2.2.1.2.1.1. Confiabilidad de la muestra

Para estimar la confiabilidad del muestreo se empleó un análisis de curvas de acumulación de especies, el cual ofrece argumentos para poder determinar la validez del muestreo.

Se han propuesto muchos métodos que estiman la riqueza, pero las aproximaciones más utilizadas en ecología son las siguientes: (a) extrapolación de la curva de acumulación de especies como una función del esfuerzo de muestreo, donde se asume que la riqueza total es el número de especies que se encontrarían con un esfuerzo infinito (asíntota); (b) estimación del número de especies aún no observadas, después de ajustar las abundancias de las especies a modelos de distribución paramétrica (como los descritos por la serie logarítmica, la serie log-normal, o la de Poisson log-normal) y (c) uso de estimadores no paramétricos de la riqueza de especies, que se basan en el estudio de las especies raras y permiten estimar el número de nuevas especies a partir de las relaciones de abundancia o incidencia de las especies ya detectadas en el muestreo.

Los estimadores no paramétricos son el avance más importante en la medida de la biodiversidad en los últimos tiempos. Entre ellos están los estimadores desarrollados por Chao (1984) basados en la abundancia o en la incidencia de las especies, y los métodos basados en el remuestreo, como los estimadores de tipo Jackknife y las técnicas Bootstrap. Estas técnicas son adiciones valiosas al conjunto de herramientas con que cuentan los ecólogos para cuantificar la biodiversidad y evaluar las consecuencias de las actividades humanas sobre los ecosistemas.

El impacto de las actividades humanas sobre los sistemas ecológicos queda bien ejemplificado por los cambios en los usos del suelo derivados de la urbanización, cuyas consecuencias representan una seria amenaza a la conservación de la biodiversidad en todo el mundo, y podrían suponer la erradicación de un elevado número de especies de los hábitats afectados, en especial en los países en vías de desarrollo situados en latitudes tropicales. Ante esta situación, los ecólogos se enfrentan a las tareas de cuantificar el impacto de la urbanización sobre la biodiversidad, y de proponer medidas que permitan conservar la mayor biodiversidad posible en los ecosistemas urbanos.

Las curvas muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una **asíntota** (Figura 35). Pero incluso en estas curvas podrían obtenerse asíntotas antes de que muchas especies hubieran sido registradas, sobre todo por efecto de la estacionalidad, la diversidad beta (el grado de reemplazo de especies a través de gradientes ambientales) y la abundancia relativa de las especies.

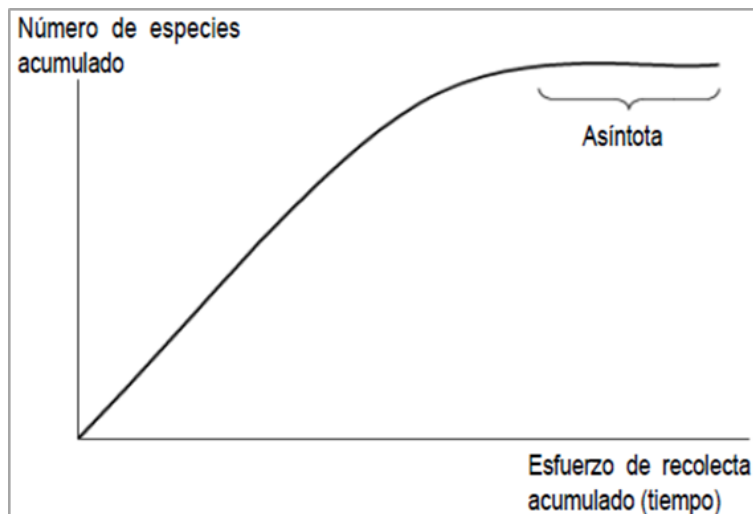


Figura 35. Curva de Acumulación de Especies.

El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se han registrado todas las especies (asíntota).

Las curvas de acumulación permiten: 1) dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación, 2) una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables, y 3) extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en el área.

Para el presente estudio, se calculó la curva de acumulación de especies estimadas según el estimador no paramétrico; **CHAO 1** tiene en cuenta a las especies observadas en exactamente una y dos unidades de muestreo.

Para obtener los datos de **CHAO 1** utilizamos el programa Estimate S, actualmente EstimateS 9 cuenta con otros estimadores de riqueza, algunos basados en la cobertura, calcula índices de diversidad, curvas de rarefacción, e incluso puede graficar curvas de acumulación de especies, entre otras bondades. EstimateS es gratuito a través de internet (<http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS>) y ha permitido que el empleo de los estimadores no paramétricos se generalice a nivel mundial.

1. Curva Acumulativa General: Vegetación de Dunas Costeras

Si analizamos la Curva de Acumulación de Especies que se presenta en el Gráfico 4, observamos que incrementa rápidamente a partir del primer sitio, posteriormente la curva empieza a estabilizarse en una asíntota, hasta llegar al sitio 70, con lo cual podemos inferir, que, con la intensidad de muestreo y la cantidad de sitios realizados, la confiabilidad de la muestra es correcta y que la probabilidad de detectar nuevas especies es baja.

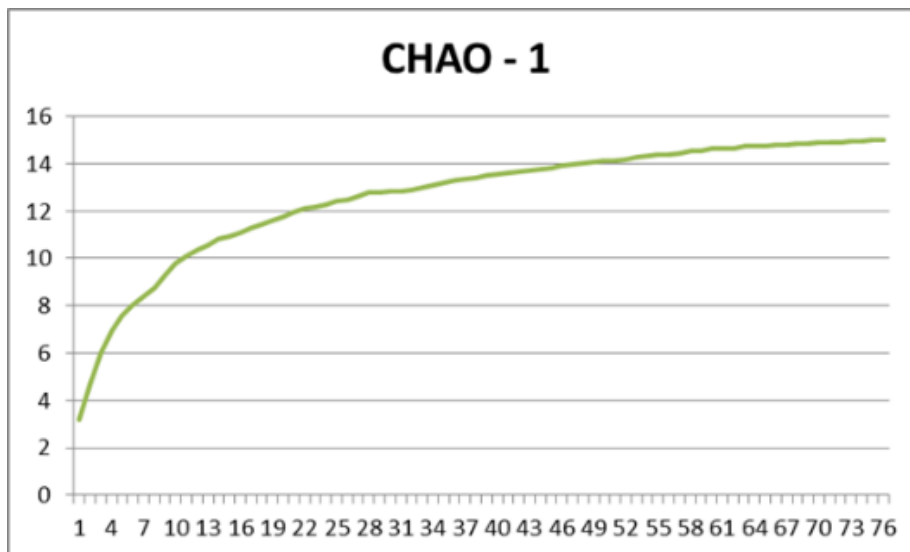


Gráfico 4. Curva de Acumulación de Especies de Vegetación de Dunas Costeras para el Sistema Ambiental.

2. Curva Acumulativa General: Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)

Analizando la Curva de Acumulación de Especies presentada en el Gráfico 5, se observa que desde el primer sitio la curva tiende a subir con rapidez, posteriormente es posible apreciar que la curva comienza a inclinarse a partir del sitio ocho; al llegar al sitio 19, la curva parece estabilizarse, con lo que se infiere que aún puede presentar especies nuevas si se intensifica el muestreo.

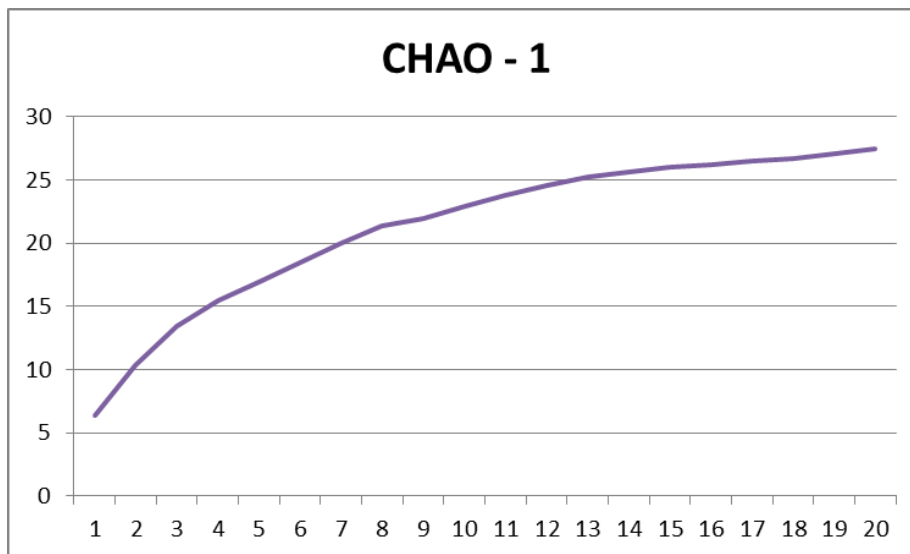


Gráfico 5. Curva de Acumulación de Especies de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Sistema Ambiental.

4.2.2.1.2.1.2. Error de muestreo

De acuerdo con la información levantada en campo y utilizando un tamaño de muestra de **76 sitios** de muestreo de 12.56 m², para la Vegetación de Dunas Costeras y **20 sitios** para la Vegetación de Dunas Costeras (Matorral), obteniendo como resultado una intensidad de muestreo del **6.40%** y **12.80%** respectivamente.

Aunado a lo anterior, se realizó el cálculo del error de muestro con la aplicación de las fórmulas que se describen en el **Capítulo II**. Por lo tanto, considerando el número de especies que se encontraron en cada sitio de muestreo, se obtiene un error de muestreo del **6.78%** para **Vegetación de Dunas Costeras** y uno del **4.84%** para **Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)**, ambos con una confiabilidad del **95%**.

Con base en lo anterior, en la Tabla 16 se muestran los resultados obtenidos a partir de la aplicación de las fórmulas mencionadas, para cada tipo de vegetación:

Área de Muestreo (Ha)	Símbolo	Descripción	Valor
Vegetación de Dunas Costeras			
1.4921	N	Tamaño de la Población	1,188
	α	Probabilidad de que la conclusión sea incorrecta	0.05
	n	Tamaño de la Muestra	76
	$\bar{y} = y\text{-barra}$	Media Muestral	3.22368421
	S^2y	Varianza Muestral de la Variable	0.97596491
	$F = n/N$	Fracción o Intensidad de Muestreo	0.064
	$FCF = 1-f$	Factor de Corrección por Población Finita	0.94
	$S^2\bar{y}$	Varianza Muestral del Estimador Media Muestral	0.01
	$S_{\bar{y}}$	Desviación Estándar (Error Típico)	0.10963623
	$(\alpha, gl=n-1)$	Valor t-Student	1.99210215
	$tS_{\bar{y}}$	Error de Muestreo	0.22
	$\bar{y}+tS_{\bar{y}}$	Límite Superior de Estimación de la Media	3.44
	$\bar{y}-tS_{\bar{y}}$	Límite Inferior de Estimación de la Media	3.01
	E	Error Máximo Aceptable	0.322
	$n_{necesaria}$	Tamaño de Muestra necesario	37
	-----	Unidades de Muestreo faltantes	-39
	$\hat{t}$	Total Estimado	3,829.67
	-----	Límite Superior de Estimación Total	4,089.14
	-----	Límite Inferior de Estimación Total	3,570.21
Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)			
0.1963	N	Tamaño de la Población	156

Área de Muestreo (Ha)	Símbolo	Descripción	Valor
	α	Probabilidad de que la conclusión sea incorrecta	0.05
	n	Tamaño de la Muestra	20
	$\bar{y} = y\text{-barra}$	Media Muestral	5.4
	S^2y	Varianza Muestral de la Variable	0.35789474
	$F = n/N$	Fracción o Intensidad de Muestreo	0.128
	$FCF = 1-f$	Factor de Corrección por Población Finita	0.87
	$S^2\bar{y}$	Varianza Muestral del Estimador Media Muestral	0.02
	$S_{\bar{y}}$	Desviación Estándar (Error Típico)	0.1249171
	$(\alpha, gl=n-1)$	Valor t-Student	2.09302405
	$tS_{\bar{y}}$	Error de Muestreo	0.26
	$\bar{y}+tS_{\bar{y}}$	Límite Superior de Estimación de la Media	5.66
	$\bar{y}-tS_{\bar{y}}$	Límite Inferior de Estimación de la Media	5.14
	E	Error Máximo Aceptable	0.540
	$n_{necesaria}$	Tamaño de Muestra necesario	6
	-----	Unidades de Muestreo faltantes	14
	$\hat{t}$	Total Estimado	843.78
	-----	Límite Superior de Estimación Total	884.63
	-----	Límite Inferior de Estimación Total	802.92
	-----	Error de Muestreo Total	4.84%
	-----	Intensidad de Muestreo Total	12.08%

Tabla 16. Análisis Experimental del Muestreo para el Sistema Ambiental.

4.2.2.1.2.2. Nombre común y científico de las especies arbóreas, arbustivas o herbáceas del Sistema Ambiental

A continuación se exhiben los listados de las especies florísticas detectadas en los muestreos dentro del SA, por estrato y tipo de vegetación:

4.2.2.1.2.2.1. Vegetación de Dunas Costeras

- Estrato Arbustivo**

En la Tabla 17 se enlistan las especies del estrato arbustivo del SA:

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta

Tabla 17. Vegetación de Dunas Costeras (Estrato Arbustivo).

- Estrato Herbáceo**

En la Tabla 18 se presenta un listado de las especies del estrato herbáceo:

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Asteraceae	<i>Pectis multiflosculosa</i>	Flor Amarilla
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i>	Bejuco de Mar
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	Golondrina
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Malva
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i>	Tapacola
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Maracuyá Silvestre
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía

Tabla 18. Vegetación de Dunas Costeras (Estrato Herbáceo).

4.2.2.1.2.2.2. Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)

- Estrato Arbóreo**

En la Tabla 19 se muestran las especies arbóreas del SA:

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus gracilis</i>	Negrito
Capparacea	<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa
Celastraceae	<i>Hippocratea volubilis</i>	Horteguillo
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Acahuite

Tabla 19. Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)-Estrato Arbóreo.

- Estrato Arbustivo**

En la Tabla 20 se enlistan las especies del estrato arbustivo del SA:

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Pichigueta
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Cinco Negritos

Tabla 20. Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)-Estrato Arbustivo.

- **Estrato Herbáceo**

En la Tabla 21 se muestran las especies del estrato herbáceo:

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i>	Cadillo
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Maracuyá Silvestre
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo
Poaceae	<i>Melinis repens</i>	Pasto Rosado
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacatón
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste
Smilacaceae	<i>Smilax mollis</i>	Zarzaparrilla

Tabla 21. Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)-Estrato Herbáceo.

4.2.2.1.2.3. Número de individuos por hectárea

En seguida, se muestran los listados de los individuos identificados por hectárea, en cada estrato por tipo de vegetación:

4.2.2.1.2.3.1. Vegetación de Dunas Costeras

- **Estrato Arbustivo**

En la Tabla 22 se observa el número de individuos para dicho estrato:

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Ha	No. Total
<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	0.08	63	94
Total		0.08	63	94

Tabla 22. Número de Individuos-Estrato Arbustivo.

- **Estrato Herbáceo**

En la Tabla 23 se presenta el número de individuos del estrato herbáceo:

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Ha	No. Total
<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	0.33	262	391
<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	0.59	471	703
<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	1.50	1194	1782

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Ha	No. Total
<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	0.37	293	438
<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	36.14	28778	42939
<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	Golondrina	0.03	21	31
<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	1.14	911	1360
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	Bejuco de Mar	0.55	440	657
<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	4.04	3216	4799
<i>Passiflora foetida</i>	Maracuyá Silvestre	0.03	21	31
<i>Pectis multiflosculosa</i>	Flor Amarilla	0.22	178	266
<i>Sida rhombifolia</i>	Malva	0.11	84	125
<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	2.57	2043	3048
<i>Waltheria indica</i>	Tapacola	0.12	94	141
Total		47.74	38,007	56,710

Tabla 23. Número de Individuos-Estrato Herbáceo.

4.2.2.1.2.3.2. Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)

- Estrato Arbóreo

En la Tabla 24 se observa el número de individuos para dicho estrato:

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Ha	No. Total
<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	0.35	9	2
<i>Achatocarpus gracilis</i>	Negrito	0.70	18	3
<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	1.15	29	6
<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	0.35	9	2
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	1.60	40	8
<i>Hippocratea volubilis</i>	Horteguillo	1.50	38	7
<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	0.40	10	2
<i>Trichilia hirta</i>	Acahuite	0.15	4	1
Total		6.20	155	30

Tabla 24. Número de Individuos-Estrato Arbóreo.

- Estrato Arbustivo

En la Tabla 25 se presenta el número de individuos para el estrato arbustivo:

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Ha	No. Total
<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	4.70	118	23
<i>Lantana camara</i>	Cinco Negritos	0.05	1	0
<i>Pisonia aculeata</i>	Pichigueta	1.20	30	6
<i>Sida acuta</i>	Escoba	0.55	14	3
Total		6.50	163	32

Tabla 25. Número de Individuos-Estrato Arbustivo.

- **Estrato Herbáceo**

En la Tabla 26 se muestra el número de individuos para dicho estrato:

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Ha	No. Total
<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	0.40	10	2
<i>Achyranthes aspera</i>	Cadillo	0.20	5	1
<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	0.80	20	4
<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	1.05	26	5
<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	0.20	5	1
<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	3.30	83	16
<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	0.90	23	4
<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	0.75	19	4
<i>Melinis repens</i>	Pasto Rosado	0.60	15	3
<i>Panicum maximum</i>	Zacatón	0.30	8	1
<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	5.05	126	25
<i>Passiflora foetida</i>	Maracuyá Silvestre	0.75	19	4
<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	0.10	3	0
<i>Smilax mollis</i>	Zarzaparrilla	0.05	1	0
<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	0.35	9	2
Total		14.80	370	73

Tabla 26. Número de Individuos-Estrato Herbáceo.

4.2.2.1.2.4. Diversidad florística a través de Índices

La metodología empleada para determinar el índice del Valor de Importancia (IVI) se sustenta en lo descrito por Barajas-Gea (2005), del Centro de Geociencias de la Universidad Autónoma de México (UNAM).

➤ **Índice de Valor de Importancia (IVI) y Valor de Importancia Relativo (VIR)**

El Índice de Valor de Importancia se obtiene de sumar los valores Densidad Relativa (Den_Rel), Frecuencia Relativa (Fre_Rel) y Dominancia Relativa (Dom_Rel) de una especie.

$$\text{Valor de importancia (IVI)} = \text{Den\_Rel} + \text{Fre\_Rel} + \text{Dom\_Rel}$$

Por ejemplo, la Cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) obtuvo de Densidad Relativa (Den_Rel) 100%, de Frecuencia Relativa (Fre_Rel) 100 % y de Dominancia Relativa (Dom_Rel) 100%, que sumados dan 300% de siendo este el valor del Índice de Valor de Importancia (IVI).

El Valor de Importancia Relativo (VIR) se obtiene de dividir el valor del Índice de Valor de Importancia (IVI) entre 3.

$$VIR = (AB_R + D_R + F_R) / 3$$

Por ejemplo, la Cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) obtuvo de Índice de Valor de Importancia (IVI) 300%, que al dividirlo entre 3, da un valor de 100% siendo este el Valor de Importancia Relativo (VIR).

➤ **Índice de Shannon-Wiener (H)**

Este índice tiene en cuenta la riqueza de especies y su abundancia, y 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. Se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas varía entre 0.5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies. La ventaja es que no es necesario identificar las especies presentes, basta con poder distinguir unas de otras para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el total. Su fórmula de cálculo es:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Donde:

H' : Índice de Shannon-Wiener

P_i : Número de individuos de una especie

$\sum p_i$: Sumatoria del número de individuos de todas las especies

Ahora bien, para complementar el índice es preciso determinar la equidad en cada comunidad, parámetro que mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

La expresión para su determinación es: $J = \frac{H'}{H_{\max}}$

Donde:

J = Equitatividad

H' = Índice obtenido

$H'_{\max} = \ln (S)$.

4.2.2.1.2.4.1. Vegetación de Dunas Costeras

4.2.2.1.2.4.1.1. Índice de Valor de Importancia

• Estrato Arbustivo

Solo se detectó una especie de este estrato, la cual obtuvo el 100% Valor de Importancia Relativa (VIR).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	100.00%	100.00%	100.00%	300.00%	100.00%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 27. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo –Estrato Arbustivo.

- **Estrato Herbáceo**

Las especies con mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) son en tercer lugar la Flor Lila (*Tephrosia nitens*) con el 10.72%, esta especie presentó 5.37% de Den_Rel, 22.73% de Fre_Rel y 4.06% de Dom_Rel. En segundo lugar, en cuanto a Valor de Importancia Relativa (VIR) está el Pasto Bahía (*Paspalum dilatatum*) con el 11.01%, esta especie presentó 8.46% de Den_Rel, 4.96% de Fre_Rel y 19.61% de Dom_Rel, el primer lugar fue el Pasto Salado (*Distichlis spicata*) con el 54.76%, esta especie presentó 75.72% de Den_Rel, 28.93% de Fre_Rel y 59.63% de Dom_Rel, siendo la especie que domina en el SA. Mientras que la especie con menor Valor de Importancia Relativa (VIR) es la Golondrina (*Euphorbia hyssopifolia*) con el 0.17% presentando 0.06% de Den_Rel, 0.41% de Fre_Rel y 0.03% de Dom_Rel.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	2.40%	12.81%	2.32%	17.53%	5.84%
Asteraceae	<i>Pectis multiflosculosa</i>	Flor Amarilla	0.47%	0.83%	0.45%	1.75%	0.58%
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	0.77%	4.13%	0.14%	5.04%	1.68%
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i>	Bejuco de Mar	1.16%	7.44%	6.08%	14.68%	4.89%
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	0.69%	4.55%	2.13%	7.36%	2.45%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	Golondrina	0.06%	0.41%	0.03%	0.50%	0.17%
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	1.24%	4.96%	1.51%	7.71%	2.57%
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	5.37%	22.73%	4.06%	32.17%	10.72%
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Malva	0.22%	0.83%	0.01%	1.06%	0.35%
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i>	Tapacola	0.25%	2.07%	0.30%	2.61%	0.87%
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Maracuyá Silvestre	0.06%	0.83%	0.01%	0.89%	0.30%
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	3.14%	4.55%	3.72%	11.40%	3.80%
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	75.72%	28.93%	59.63%	164.27%	54.76%
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	8.46%	4.96%	19.61%	33.03%	11.01%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 28. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo –Estrato Herbáceo.

4.2.2.1.2.4.1.2. Índice de Shannon-Wiener

- **Estrato Arbustivo**

Solo se detectó una especie de este estrato, por lo que se obtuvo una diversidad nula.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	6	1	0.00	0.00
Total			6	Diversidad	0.00	
H'_{MAX} = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}			
0.00			0.00			

Tabla 29. Diversidad de Shannon-Wiener – Estrato Arbustivo.

- **Estrato Herbáceo**

El estrato herbáceo presenta una diversidad Baja, ya que con el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, se obtuvo un valor de **1.01**; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja. Mientras que la Equitatividad refleja que hay especies que tienen un número alto de individuos, los cuales se encuentran dominando el estrato y la máxima diversidad que este estrato puede alcanzar es de 2.56.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	87	0.0240	-3.73	-0.09
Asteraceae	<i>Pectis multiflosculosa</i>	Flor Amarilla	17	0.0047	-5.36	-0.03
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	28	0.0077	-4.86	-0.04
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i>	Bejuco de Mar	42	0.0116	-4.46	-0.05
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	25	0.0069	-4.98	-0.03
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	Golondrina	2	0.0006	-7.50	0.00
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	45	0.0124	-4.39	-0.05
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	195	0.0537	-2.92	-0.16
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Malva	8	0.0022	-6.12	-0.01
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i>	Tapacola	9	0.0025	-6.00	-0.01
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Maracuyá Silvestre	2	0.0006	-7.50	0.00
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	114	0.0314	-3.46	-0.11
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	2747	0.7572	-0.28	-0.21
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	307	0.0846	-2.47	-0.21
Total			3,628	DIVERSIDAD	1.01	
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
2.64			0.38			

Tabla 30. Diversidad de Shannon-Wiener – Estrato Herbáceo.

4.2.2.1.2.4.2. Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)

4.2.2.1.2.4.2.1. Índice de Valor de Importancia

- **Estrato Arbóreo**

Las especies con mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) son el Caulote (*Guazuma ulmifolia*) con el 22.98%, esta especie presentó 25.81% de Den_Rel,

17.86% de Fre_Rel y 25.27% de Dom_Rel y la Manzana de Playa (*Crateva tapia*) con el 25.59%, esta especie presentó 18.55% de Den_Rel, 7.14% de Fre_Rel y 51.09% de Dom_Rel siendo las especies dominantes en cada uno. Mientras que la especie con menor Valor de Importancia Relativa (VIR) es el Acahuite (*Trichilia hirta*) con el 2.01% presentando 2.42% de Den_Rel, 3.57% de Fre_Rel y 0.05% de Dom_Rel.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus gracilis</i>	Negrito	11.29%	10.71%	17.61%	39.62%	13.21%
Capparacea	<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	18.55%	7.14%	51.09%	76.78%	25.59%
Celastraceae	<i>Hippocratea volubilis</i>	Horteguillo	24.19%	28.57%	3.00%	55.76%	18.59%
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	5.65%	3.57%	0.80%	10.01%	3.34%
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	5.65%	17.86%	0.79%	24.29%	8.10%
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	6.45%	10.71%	1.39%	18.55%	6.18%
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	25.81%	17.86%	25.27%	68.94%	22.98%
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Acahuite	2.42%	3.57%	0.05%	6.04%	2.01%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 31. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo –Estrato Arbóreo.

- Estrato Arbustivo**

La especie con mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) es la Cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) con el 76.94%, esta especie presentó 72.31% de Den_Rel, 65.00% de Fre_Rel y 93.53% de Dom_Rel. Mientras que la especie con menor Valor de Importancia Relativa (VIR) es el Cinco Negritos (*Lantana camara*) con el 1.98% presentando 0.77% de Den_Rel, 5.00% de Fre_Rel y 0.18% de Dom_Rel.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	72.31%	65.00%	93.53%	230.83%	76.94%
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	8.46%	10.00%	0.10%	18.56%	6.19%
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Pichigueta	18.46%	20.00%	6.19%	44.66%	14.89%
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Cinco Negritos	0.77%	5.00%	0.18%	5.95%	1.98%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 32. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo –Estrato Arbustivo.

- Estrato Herbáceo**

Las especies con mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) son en tercer lugar el Pasto Salado (*Distichlis spicata*) con el 11.37%, esta especie presentó 22.30% de Den_Rel, 10.00% de Fre_Rel y 1.82% de Dom_Rel. En segundo lugar, en cuanto a Valor de Importancia Relativa (VIR) está el Zacatón (*Panicum maximum*) con el 17.03%, esta especie presentó 2.03% de Den_Rel, 5.00% de Fre_Rel y 44.07% de

Dom_Rel, el primer lugar fue el Pasto Bahía (*Paspalum dilatatum*) con el 26.98%, esta especie presento 34.12% de Den_Rel, 10.00% de Fre_Rel y 36.83% de Dom_Rel. Mientras que la especie con menor Valor de Importancia Relativa (VIR) es el Zarzaparrilla (*Smilax mollis*) con el 0.67% presentando 0.34% de Den_Rel, 1.67% de Fre_Rel y 0.01% de Dom_Rel.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i>	Cadillo	1.35%	3.33%	0.01%	4.69%	1.56%
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	6.08%	11.67%	1.00%	18.74%	6.25%
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	1.35%	3.33%	0.03%	4.71%	1.57%
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	2.70%	5.00%	7.45%	15.15%	5.05%
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	5.41%	18.33%	1.20%	24.94%	8.31%
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	2.36%	3.33%	0.06%	5.76%	1.92%
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Maracuyá Silvestre	5.07%	15.00%	0.33%	20.40%	6.80%
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	7.09%	3.33%	2.55%	12.97%	4.32%
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	22.30%	10.00%	1.82%	34.12%	11.37%
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	5.07%	3.33%	1.07%	9.47%	3.16%
Poaceae	<i>Melinis repens</i>	Pasto Rosado	4.05%	5.00%	3.47%	12.52%	4.17%
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacatón	2.03%	5.00%	44.07%	51.09%	17.03%
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	34.12%	10.00%	36.83%	80.95%	26.98%
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	0.68%	1.67%	0.12%	2.46%	0.82%
Smilacaceae	<i>Smilax mollis</i>	Zarzaparrilla	0.34%	1.67%	0.01%	2.02%	0.67%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 33. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo –Estrato Herbáceo.

4.2.2.1.2.4.2.2. Índice de Shannon-Wiener

• Estrato Arbóreo

El estrato arbóreo presenta una diversidad **Baja**, ya que con el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, se obtuvo un valor de **1.84**; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja. Mientras que la Equitatividad refleja que existe cierta equidad en la distribución del número de individuos entre las especies y la máxima diversidad que este estrato puede alcanzar es de 2.08.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus gracilis</i>	Negrito	14	0.11	-2.18	-0.25
Capparacea	<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	23	0.19	-1.68	-0.31
Celastraceae	<i>Hippocratea volubilis</i>	Horteguillo	30	0.24	-1.42	-0.34
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	7	0.06	-2.87	-0.16
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	7	0.06	-2.87	-0.16

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	8	0.06	-2.74	-0.18
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	32	0.26	-1.35	-0.35
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Acahuite	3	0.02	-3.72	-0.09
Total			124	DIVERSIDAD		1.84
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
2.08			0.89			

Tabla 34. Diversidad de Shannon-Wiener – Estrato Arbóreo.

• Estrato Arbustivo

El estrato arbustivo presenta una diversidad **Baja**, ya que con el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, se obtuvo un valor de **0.79**; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja. Mientras que la Equitatividad refleja que existe ciertas especies con mayor número de individuos dominando el estrato y la máxima diversidad que puede alcanzar es de 1.39.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	94	0.72	-0.32	-0.23
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	11	0.08	-2.47	-0.21
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Pichigueta	24	0.18	-1.69	-0.31
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Cinco Negritos	1	0.01	-4.87	-0.04
Total			130	DIVERSIDAD		0.79
H'MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H'MAX			
1.39			0.57			

Tabla 35. Diversidad de Shannon-Wiener – Estrato Arbustivo.

• Estrato Herbáceo

El estrato herbáceo presenta una diversidad **Media**, ya que con el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, se obtuvo un valor de **2.08**; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja y en resultados superiores a 3 la diversidad es alta, este estrato obtuvo un índice entre ambos valores. Mientras que la Equitatividad refleja que hay equidad entre el número de individuos y el número de especies, es decir el número de individuos se encuentra bien distribuido y la máxima diversidad que este estrato puede alcanzar es de 2.71.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i>	Cadillo	4	0.0135	-4.30	-0.06
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	18	0.0608	-2.80	-0.17
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	4	0.0135	-4.30	-0.06
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	8	0.0270	-3.61	-0.10
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	16	0.0541	-2.92	-0.16
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	7	0.0236	-3.74	-0.09

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Maracuyá Silvestre	15	0.0507	-2.98	-0.15
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	21	0.0709	-2.65	-0.19
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	66	0.2230	-1.50	-0.33
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	15	0.0507	-2.98	-0.15
Poaceae	<i>Melinis repens</i>	Pasto Rosado	12	0.0405	-3.21	-0.13
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacatón	6	0.0203	-3.90	-0.08
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	101	0.3412	-1.08	-0.37
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	2	0.0068	-5.00	-0.03
Smilacaceae	<i>Smilax mollis</i>	Zarzaparrilla	1	0.0034	-5.69	-0.02
Total			296	DIVERSIDAD		2.08
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
2.71			0.77			

Tabla 36. Diversidad de Shannon-Wiener – Estrato Herbáceo.

4.2.2.1.2.5. Identificar las especies con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, o su Anexo Normativo Número III

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** y su **Anexo Normativo III** tienen por objeto identificar las especies o poblaciones de Flora y Fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma y su respectivo Anexo:

Categorías de Riesgo

- **Probablemente Extinta en el medio silvestre (E):** Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del Territorio Nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del Territorio Mexicano.
- **En Peligro de Extinción (P):** Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación

drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.

- **Amenazadas (A):** Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.
- **Sujetas a Protección Especial (Pr):** Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

De las especies de Flora detectadas al interior del SA, ninguna se encuentra incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III.

4.2.2.2. Fauna

4.2.2.2.1. Metodología de muestreo

A continuación, se presenta la metodología utilizada para los muestreos de Fauna Silvestre, de acuerdo con el grupo del que forman parte las especies:

➤ **Anfibios y Reptiles**

Se utilizó la técnica de transecto lineal (Heyer, *et al.*, 1994), realizando recorridos terrestres diurnos, con una longitud variable registrando anfibios y reptiles a lo largo del transecto y a 10 metros a cada lado de este; en horarios de 8:00 a 13:00 horas. Buscando de manera intensiva con ayuda de un gancho herpetológico y una lámpara en los sitios potenciales o microhábitat donde se encuentran (arroyos, aguajes, riachuelos, hojarasca, troncos caídos, bajo piedras y corteza de árboles, pozos, zanjas y cuerpos de agua artificiales).

El registro se efectuó por medio de observación directa e indirecta (registro visual, auditivo, rastros y mudas). Los datos recabados se anotaron en una libreta de campo, donde se solicita nombre del predio, localidad, nombre del transecto, coordenadas, altitud, nombre del observador, número de registro, nombre científico, tipo de vegetación y observaciones (medidas morfométricas en algunas especies para identificación).

La identificación se realizó con ayuda de las guías: Campbell (1998), Duellman (2001), Lee (2000) y Köhler (2008, 2010), el arreglo taxonómico fue con base en CONABIO (2013). Los resultados obtenidos fueron capturados en una base de datos con campos específicos para el grupo en el programa Microsoft Excel ver. 2007.

Técnica	Punto	X	Y	Altitud (msnm)
Transecto Lineal	1	418602	1758503	6
	2	418431	1758482	4
	3	418339	1758651	6
	4	418507	1758526	3
	5	418696	1758547	7
	6	418403	1758609	7
	7	418611	1758598	6
	8	418769	1758506	7
	9	418584	1758482	4
	10	418555	1758631	7
	11	418522	1758563	6
	12	418587	1758645	5
	13	418587	1758645	8
	14	418570	1758504	8
	15	418480	1758571	4

Tabla 37. Coordenadas UTM de los Transectos Lineales para Anfibios y Reptiles en el Sistema Ambiental.

➤ Aves

Para el registro de aves se empleó la técnica de transecto lineal, que consistió en hacer recorridos a una velocidad constante a través de los diferentes tipos de vegetación (Bibby, *et al.*, 1998). La velocidad promedio fue de un kilómetro por hora, con una longitud variable para recorridos terrestres. Los recorridos se iniciaron a partir de las 06:00 y se finalizaron alrededor de las 11 horas, ya que es el periodo del día en el que las aves presentan su mayor actividad, por lo cual su detección es más probable.

Las especies se identificaron de forma visual, con el uso de binoculares (10x40), así como de forma auditiva a través de las vocalizaciones distintivas de cada especie (Ralph, *et al.*, 1996). Además, se utilizaron guías especializadas de identificación de aves: *Guide to the birds of Mexico and Northern Central America* (Howell y Webb, 1995), *Aves de México* (Peterson y Chalif, 1989), *The Sibley guide to birds* (Sibley, 2000) y *Shorebirds of North America: the photographic guide* (Paulson, 2005).

El nombre científico de las especies se asignó con base en la lista anotada del *Check-list American Ornithologists' Union* (1998) y suplementos actualizados al año 2015. La estacionalidad se determinó con base en Howell y Webb (1995). Los datos fueron anotados en una libreta de campo. Posteriormente fueron capturados en una base de datos en el programa Microsoft Excel ver. 2007, donde se llenaron los campos solicitados por la base correspondiente al grupo taxonómico.

Técnica	Punto	X	Y	Altura (msnm)
Transecto Lineal	1	418339	1758651	6
	2	418403	1758609	7
	3	418418	1758774	8
	4	418431	1758482	4
	5	418468	1758720	9
	6	418480	1758571	4
	7	418498	1758549	7
	8	418507	1758526	3
	9	418522	1758563	6
	10	418555	1758631	7
	11	418560	1758548	5
	12	418570	1758504	8
	13	418584	1758482	7
	14	418587	1758645	9
	15	418602	1758503	6
	16	418611	1758598	6
	17	418665	1758597	9
	18	418687	1758419	4
	19	418696	1758547	7
	20	418719	1758425	6
	21	418769	1758506	7
	22	418782	1758377	3

Tabla 38. Coordenadas UTM de los Transectos Lineales para Aves en el Sistema Ambiental.

➤ Mamíferos

Para la búsqueda de mamíferos se empleó la técnica de transecto lineal (Buckland, *et al.*, 1993) de longitud variable y un ancho de 10 x 10 (modificado por Miller B. W. y Miller M. C. 1999), en un horario de 6:00 a 11:00 horas. En el recorrido se abarcaron varios tipos de vegetación, en los cuales se realizaron observaciones directas (conteos de los animales observados en un determinado recorrido) e indirecta (basado en la interpretación de los rastros que los animales dejan en su medio ambiente, tales como huellas, excretas, restos óseos, entre otros).

Para el registro de los datos se anotó en una libreta de campo. La determinación taxonómica se realizó con el apoyo de guías de campo especializadas (Aranda, 2000 y Reid, 1997) y la clasificación taxonómica de las especies se basó en lo propuesto por Wilson y Reeder (2005).

En caso de no identificar a simple vista la especie, se procedió a la impresión de huellas mediante una mezcla de yeso odontológico, que fue transportada envuelta en papel periódico. Los datos fueron capturados en una base de datos en el programa Microsoft Excel ver. 2007, donde se llenaron los campos correspondientes al grupo taxonómico.

Técnica	Punto	X	Y	Altura (msnm)
Cámara Trampa	1	418647	1758627	5
Transecto lineal	1	418403	1758609	7
	2	418418	1758774	9
	3	418468	1758720	9
	4	418480	1758571	4
	5	418570	1758504	8
	6	418587	1758645	6
	7	418602	1758503	6
	8	418696	1758547	7

Tabla 39. Coordenadas UTM de los Transectos Lineales para Mamíferos en el Sistema Ambiental.

➤ Redeo de Murciélagos

Se colocaron dos redes de niebla de 12 metros de largo por dos metros de ancho, con permanencia de seis noches; éstas se abrieron a partir de las 18:30 horas y permanecían abiertas cuatro horas, se realizaron revisiones intermedias cada 40 minutos. Las redes fueron colocadas entre la vegetación y cerca de cuerpos de agua, a 50 cm del suelo. Cada uno de los murciélagos capturados fue identificado mediante la utilización de claves de campo de Medellín, *et al.* (1997) y Reid (1997) y se le tomaron las medidas somáticas correspondientes para su identificación y fueron liberados en el mismo sitio de captura. Los datos fueron anotados en una libreta de campo para posteriormente, capturarlos en una base de datos.

➤ Estaciones Olfativas

Se colocaron 11 estaciones a una distancia de 100 metros de una estación a otra, esto dependiendo de la longitud del área de estudio. Como primer paso, se limpió un área de aproximadamente 1 metro de diámetro, después se tamizo o coló la arena, se cubrió y rego con arena blanca tamizada el perímetro, posteriormente se colocó el cebo que consistió en trozos de sardina. Estas fueron colocadas por la tarde noche y revisadas en la mañana siguiente. Los datos obtenidos fueron anotados en una libreta de campo y después capturado en una base de datos de Excel.

➤ Trampas Sherman

Se colocaron dos trampas tipo Sherman, estas fueron colocadas sobre troncos, contrafuertes, rocas y sobre ramas, la distancia de una trampa a otra fue de 50 metros aproximadamente. El cebo que se utilizó fue avena, nutela y esencia de vainilla. Estas fueron activadas durante la tarde y revisadas en la mañana siguiente. Para la identificación de las especies se utilizó la guía de Fiona Reid, Ceballos y Oliva (2005). Después de su identificación las especies fueron liberadas en el mismo sitio de captura.

4.2.2.2.2. Nombre común y científico de las especies, identificando las que se encuentra en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su anexo Normativo Número III

A continuación, se muestran los listados de las especies de Fauna Silvestre que se observaron durante los muestreos dentro del SA, por grupo faunístico:

➤ Reptiles

En la Tabla 40 se enlistan las especies del grupo de reptiles:

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Boidae	<i>Boa imperator</i>	Mazacuata
Colubridae	<i>Conophis vittatus</i>	Culebra Guarda Camino Rayada
Dactyloidae	<i>Anolis unilobatus</i>	Abaniquillo
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Cuija
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana Espinosa Rayada
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija Escamosa Variable
Teiidae	<i>Aspiloscelis deppii</i>	Lagartija Verdi Azul
Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija Arcoíris

Tabla 40. Especies del Grupo de Reptiles del Sistema Ambiental.

➤ Aves

En la Tabla 41 se muestran las especies dentro del grupo de las aves:

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla Gris
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla Caminera
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijiji Alas Blancas
Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza Morena
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza Ganadera
Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza Tigre
Burhinidae	<i>Burhinus bistriatus</i>	Alcaraván Americano
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albigollis</i>	Chotacabras Pauraque
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña Americana
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma Arroyera
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca Cara Blanca
Cracidae	<i>Ortalis leucogastra</i>	Chachalaca Vientre Blanco
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Pijuy

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara Quebrantahuesos
Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	halcón Huaco
Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Tijereta
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Tijereta
Hirundinidae	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina Manglera
Hirundinidae	<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina Verdemar
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo Cantor
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Calandria Dorso Negro Mayor
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor
Jacanidae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana Norteña
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle Tropical
Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Águila Pescadora
Pelecaniadae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano Café
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro Frente Blanca
Psittacidae	<i>Amazona auropalliata</i>	Loro Nuca Amarilla
Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico Frente Naranja
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote Bajeño
Troglodytidae	<i>Thryophilus pleurostictus</i>	Salta Pared Barrado
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo Café
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis Pico Grueso
Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas Triste
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bien te veo
Tyrannidae	<i>Tyrannus forficatus</i>	Tirano Tijereta Rosado
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Piriri

Tabla 41. Especies del Grupo de Aves del Sistema Ambiental.

➤ Mamíferos

En la Tabla 42 se presentan las especies del grupo faunístico de mamíferos:

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra Gris
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache Negro
Erethizontidae	<i>Coendou mexicanus</i>	Puercoespín Tropical
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo Castellano
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache

Tabla 42. Especies del Grupo de Mamíferos del Sistema Ambiental.

4.2.2.2.4. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III

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** y su **Anexo Normativo III** tienen por objeto identificar las especies o poblaciones de Flora y Fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma y su respectivo Anexo:

Categorías de Riesgo

- **Probablemente Extinta en el medio silvestre (E):** Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del Territorio Nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del Territorio Mexicano.
- **En Peligro de Extinción (P):** Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.
- **Amenazadas (A):** Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.
- **Sujetas a Protección Especial (Pr):** Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

Mientras que, de las especies de Fauna Silvestre localizadas en el SA, se detectaron **7 especies** que se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III, como se enlista en la Tabla 43:

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro Frente Blanca	A
	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona auropalliata</i>	Loro Nuca Amarilla	P
	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico Frente Naranja	Pr
	Ciconiiformes	Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña Americana	Pr
	Pelecaniormes	Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza Tigre	Pr
Mamíferos	Rodentia	Erethizontidae	<i>Coendou mexicanus</i>	Puercoespín Tropical	A
Reptiles	Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana Espinosa Rayada	A

Tabla 43. Especies de Fauna del Sistema Ambiental en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o su Anexo Normativo III.

4.2.2.2.3. Determinar abundancia relativa y diversidad faunística en el Ecosistema donde se ubica el Proyecto

4.2.2.2.3.1. Riqueza de especies

Para la riqueza de especies, se calcularon la diversidad total y para cada sitio bajo dos concepciones distintas: definida como el número de especies y considerando la abundancia de individuos de cada especie: diversidad de especies (Magurrán, 1988; Cody, 1993; Schluter y Ricklefs, 1993). Estas medidas de riqueza proporcionan una expresión comprensible e instantánea de la diversidad (Magurrán, 1988).

En el SA se registró un total de **56 especies** (8 especies de Reptiles, 43 de Aves y 5 de Mamíferos) (Gráfico 6).

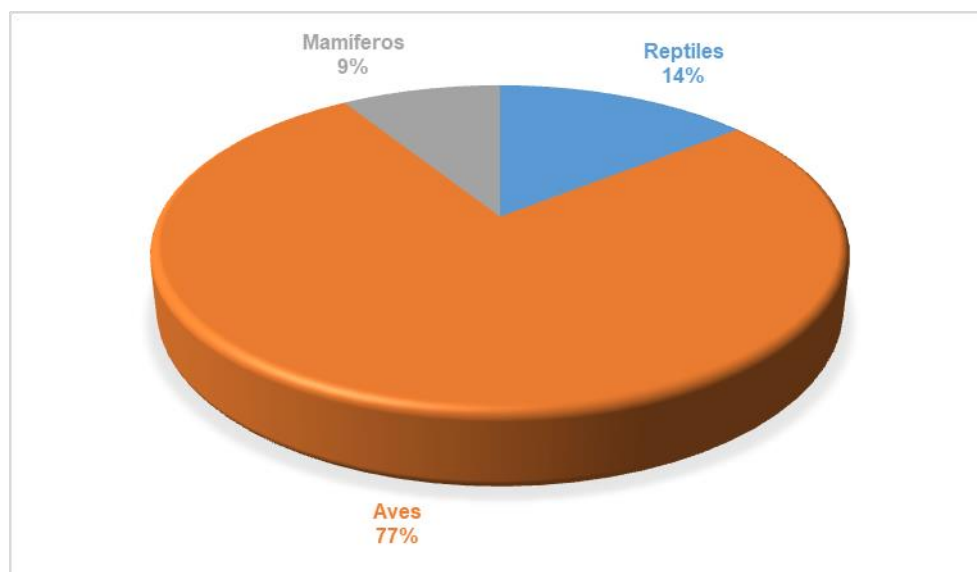


Gráfico 6. Especies por Grupo Faunístico en el Sistema Ambiental.

Se registraron un total de **37 familias**, donde destacan la Familia Tyrannidae con 6 especies (Gráfico 7).

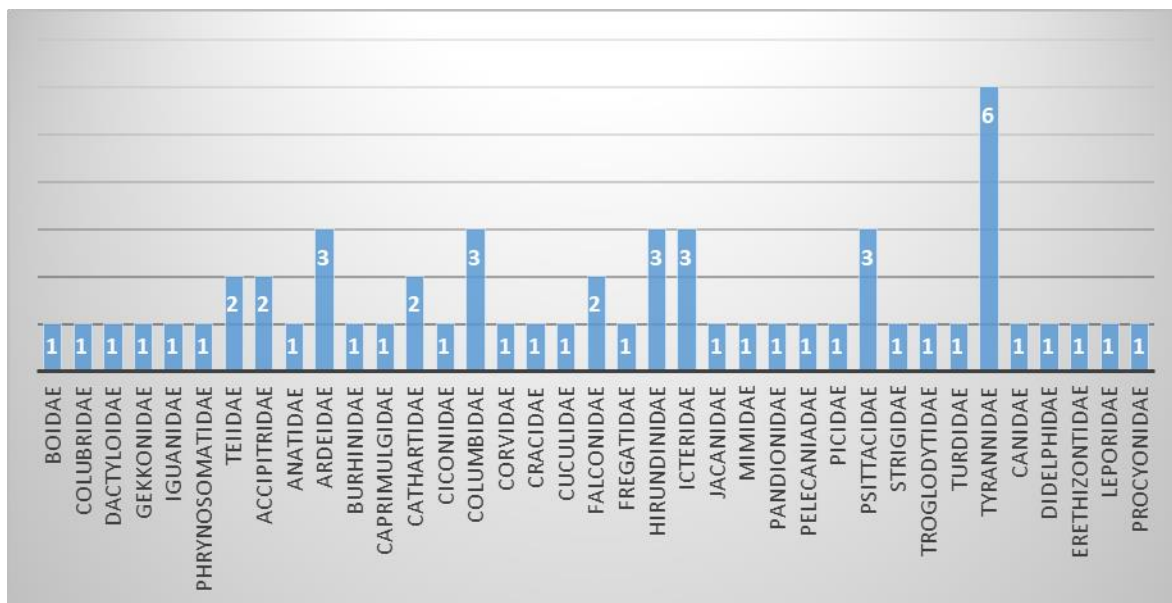


Gráfico 7. Especies por Familia en el Sistema Ambiental.

4.2.2.2.3.2. Abundancia y abundancia relativa

➤ Reptiles

Las especies con el valor más alto de Abundancia Relativa de los Reptiles son la Lagartija Verdi Azul (*Aspidoscelis deppii*) con el 21.74% (10 Individuos) y Lagartija Escamosa Variable (*Sceloporus variabilis*) con el 36.96% (17 Individuos); mientras que las especies Mazacuata (*Boa imperator*) y Culebra Guarda Camino Rayada (*Conophis vittatus*) presentaron la menor abundancia Relativa con el 2.17% (1 Individuo).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Boidae	<i>Boa imperator</i>	Mazacuata	1	2.17%
Colubridae	<i>Conophis vittatus</i>	Culebra Guarda Camino Rayada	1	2.17%
Dactyloidae	<i>Anolis unilobatus</i>	Abaniquillo	2	4.35%
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Cuija	4	8.70%
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana Espinosa Rayada	5	10.87%
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija Escamosa Variable	17	36.96%
Teiidae	<i>Aspidoscelis deppii</i>	Lagartija Verdi Azul	10	21.74%
Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija Arcoíris	6	13.04%
TOTAL			46	100%

Tabla 44. Abundancia Relativa - Reptiles.

➤ Aves

Las especies con el valor más alto de Abundancia Relativa de las Aves son el Perico Frente Naranja (*Eupsittula canicularis*) con el 4.80% (22 Individuos), la Tortolita Cola Larga (*Columbina inca*), el Loro Nuca Amarilla (*Amazona auropalliata*) y el Mirlo Café (*Turdus grayi*) con el 5.46% (25 Individuos) cada una y el Pelicano Café (*Pelecanus occidentalis*) con el 10.48% (48 Individuos); mientras que 6 especies presentaron la menor abundancia Relativa con el 0.44% (2 Individuos) cada una, estas especies son la Garza Morena (*Ardea herodias*), el Alcaraván Americano (*Burhinus bistriatus*), el Chotacabras Pauraque (*Nyctidromus albicollis*), el Cenzontle Tropical (*Mimus gilvus*), el Águila Pescadora (*Pandion haliaetus*) y el Luisito Común (*Myiozetetes similis*) presentaron la menor abundancia Relativa con el 0.36% (1 Individuo) cada una.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla Gris	3	0.66%
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla Caminera	4	0.87%
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijiji Alas Blancas	4	0.87%
Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza Morena	2	0.44%
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza Ganadera	12	2.62%
Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza Tigre	5	1.09%
Burhinidae	<i>Burhinus bistriatus</i>	Alcaraván Americano	2	0.44%
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras Pauraque	2	0.44%
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	9	1.97%
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común	16	3.49%
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña Americana	11	2.40%
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga	25	5.46%
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma Arroyera	7	1.53%
Columbidae	<i>Zenaidura macroura</i>	Paloma Alas Blancas	11	2.40%
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca Cara Blanca	17	3.71%
Cracidae	<i>Ortalis leucogastra</i>	Chachalaca Vientre Blanco	7	1.53%
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Pijuy	16	3.49%
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara Quebrantahuesos	4	0.87%
Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	halcón Huaco	4	0.87%
Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Tijereta	12	2.62%
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Tijereta	15	3.28%
Hirundinidae	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina Manglera	9	1.97%
Hirundinidae	<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina Verdemar	16	3.49%
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo Cantor	3	0.66%
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Calandria Dorso Negro Mayor	20	4.37%
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	8	1.75%
Jacaniidae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana Norteña	4	0.87%

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle Tropical	2	0.44%
Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Águila Pescadora	2	0.44%
Pelecaniidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano Café	48	10.48%
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje	8	1.75%
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro Frente Blanca	20	4.37%
Psittacidae	<i>Amazona auropalliata</i>	Loro Nuca Amarilla	25	5.46%
Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico Frente Naranja	22	4.80%
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote Bajeño	6	1.31%
Troglodytidae	<i>Thryophilus pleurostictus</i>	Salta Pared Barrado	12	2.62%
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo Café	25	5.46%
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis Pico Grueso	17	3.71%
Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas Triste	6	1.31%
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común	2	0.44%
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bien te veo	3	0.66%
Tyrannidae	<i>Tyrannus forficatus</i>	Tirano Tijereta Rosado	9	1.97%
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Piriri	3	0.66%
TOTAL			458	100%

Tabla 45. Abundancia Relativa – Aves.

➤ Mamíferos

La especie con el valor más alto de Abundancia Relativa de los Mamíferos fue el Mapache (*Procyon lotor*) y la Zorra Gris (*Urocyon cinereoargenteus*) con el 31.25% (5 Individuos) cada una; mientras que la especie Puercoespín Tropical (*Coendou mexicanus*) presentó la menor abundancia Relativa con el 6.25% (1 Individuo).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra Gris	5	31.25%
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache Negro	2	12.50%
Erethizontidae	<i>Coendou mexicanus</i>	Puercoespín Tropical	1	6.25%
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo Castellano	3	18.75%
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	5	31.25%
TOTAL			16	100%

Tabla 46. Abundancia Relativa – Mamíferos.

4.2.2.2.3.3. Índice de Shannon-Wiener

➤ Reptiles

Los Reptiles presentan una baja diversidad, debido a las pocas especies registradas, su Equitatividad es igual a 0.83, lo que infiere de la dominancia de una especie, la diversidad obtenida fue de **1.72** la bibliografía cita, que en resultados menores a 2,

se infiere que la diversidad del sitio es baja, los reptiles se encuentran cercanos a este valor.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Boidae	<i>Boa imperator</i>	Mazacuata	1	0.02	-3.83	-0.08
Colubridae	<i>Conophis vittatus</i>	Culebra Guarda Camino Rayada	1	0.02	-3.83	-0.08
Dactyloidae	<i>Anolis unilobatus</i>	Abaniquillo	2	0.04	-3.14	-0.14
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Cuija	4	0.09	-2.44	-0.21
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana Espinosa Rayada	5	0.11	-2.22	-0.24
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija Escamosa Variable	17	0.37	-1.00	-0.37
Teiidae	<i>Aspidozelis deppii</i>	Lagartija Verdi Azul	10	0.22	-1.53	-0.33
Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija Arcoíris	6	0.13	-2.04	-0.27
TOTAL			46	Diversidad		1.72
H'_{MAX} = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}			
2.08			0.83			

Tabla 47. Diversidad de Shannon-Wiener – Reptiles.

➤ Aves

Las Aves presentan una diversidad Alta, su Equitatividad es igual a 0.92, la diversidad obtenida fue de **3.45**, la bibliografía cita, que en resultados superiores a 3 se considera alta.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla Gris	3	0.0066	-5.03	-0.03
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla Caminera	4	0.0087	-4.74	-0.04
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijiji Alas Blancas	4	0.0087	-4.74	-0.04
Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza Morena	2	0.0044	-5.43	-0.02
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza Ganadera	12	0.0262	-3.64	-0.10
Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza Tigre	5	0.0109	-4.52	-0.05
Burhinidae	<i>Burhinus bistriatus</i>	Alcaraván Americano	2	0.0044	-5.43	-0.02
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras Pauraque	2	0.0044	-5.43	-0.02
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	9	0.0197	-3.93	-0.08
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común	16	0.0349	-3.35	-0.12
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña Americana	11	0.0240	-3.73	-0.09
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga	25	0.0546	-2.91	-0.16
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma Arroyera	7	0.0153	-4.18	-0.06
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas	11	0.0240	-3.73	-0.09
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca Cara Blanca	17	0.0371	-3.29	-0.12
Cracidae	<i>Ortalis leucogastra</i>	Chachalaca Vientre Blanco	7	0.0153	-4.18	-0.06
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Pijuy	16	0.0349	-3.35	-0.12
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara Quebrantahuesos	4	0.0087	-4.74	-0.04
Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	halcón Huaco	4	0.0087	-4.74	-0.04
Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Tijereta	12	0.0262	-3.64	-0.10

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Tijereta	15	0.0328	-3.42	-0.11
Hirundinidae	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina Manglera	9	0.0197	-3.93	-0.08
Hirundinidae	<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina Verdemar	16	0.0349	-3.35	-0.12
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo Cantor	3	0.0066	-5.03	-0.03
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Calandria Dorso Negro Mayor	20	0.0437	-3.13	-0.14
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	8	0.0175	-4.05	-0.07
Jacanidae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana Norteña	4	0.0087	-4.74	-0.04
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle Tropical	2	0.0044	-5.43	-0.02
Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Águila Pescadora	2	0.0044	-5.43	-0.02
Pelecaniadae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano Café	48	0.1048	-2.26	-0.24
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje	8	0.0175	-4.05	-0.07
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro Frente Blanca	20	0.0437	-3.13	-0.14
Psittacidae	<i>Amazona auropalliata</i>	Loro Nuca Amarilla	25	0.0546	-2.91	-0.16
Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico Frente Naranja	22	0.0480	-3.04	-0.15
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote Bajeño	6	0.0131	-4.34	-0.06
Troglodytidae	<i>Thryophilus pleurostictus</i>	Salta Pared Barrado	12	0.0262	-3.64	-0.10
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo Café	25	0.0546	-2.91	-0.16
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis Pico Grueso	17	0.0371	-3.29	-0.12
Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas Triste	6	0.0131	-4.34	-0.06
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común	2	0.0044	-5.43	-0.02
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bien te veo	3	0.0066	-5.03	-0.03
Tyrannidae	<i>Tyrannus forficatus</i>	Tirano Tijereta Rosado	9	0.0197	-3.93	-0.08
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Piriri	3	0.0066	-5.03	-0.03
TOTAL			458	Diversidad		3.45
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
3.76			0.92			

Tabla 48. Diversidad de Shannon-Wiener – Aves.

➤ Mamíferos

Los Mamíferos presentan una baja diversidad, debido a las pocas especies registradas, su Equitatividad es igual a 0.92, la diversidad obtenida fue de **1.47** la bibliografía cita, que en resultados menores a 2, se infiere que la diversidad del sitio es baja.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra Gris	5	0.31	-1.16	-0.36
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache Negro	2	0.13	-2.08	-0.26
Erethizontidae	<i>Coendou mexicanus</i>	Puercoespín Tropical	1	0.06	-2.77	-0.17
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo Castellano	3	0.19	-1.67	-0.31
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	5	0.31	-1.16	-0.36

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
TOTAL			16	Diversidad		1.47
$H'_{MAX} = LN(S)$			EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}			
1.61			0.92			

Tabla 49. Diversidad de Shannon-Wiener – Mamíferos.

4.2.3. Medio Socioeconómico

La historia del Municipio de Tonalá se remonta a los tiempos prehispánicos, ya que existió una antigua "Tonalá" a pocos kilómetros de la actual y aún persisten las ruinas de la **"Iglesia Vieja"** que data, según la tradición, de hace 1,500 años. Los nahuas fueron quienes impusieron el nombre de Tonalá al pueblo y la comarca que tuvieron bajo su dominio; la palabra significa **"Lugar Caluroso"**, proveniente de *tonali*, que significa "calor" y *lan*, que significa "idea de abundancia". El gentilicio de los habitantes del municipio es "tonalteco", pero dentro en la mayor parte del Estado de Chiapas son más conocidos como "turulos", debido a que el turulete (pan hecho de maíz típico del Estado) es un alimento típico de la región.

4.2.3.1. Demografía

4.2.3.1.1. Dinámica de la población

De acuerdo con los datos del Censo de Población y vivienda del INEGI (2021) el municipio de Tonalá cuenta con una población de 91,913 habitantes, representando el 1.7% de la población total del Estado de Chiapas. El Proyecto se ubica en localidad de Playa del Sol, que cuenta con una población de 3,303 habitantes (INEGI, 2021), siendo una de las localidades más importantes del Municipio. Se cuenta con 25,567 viviendas particulares habitadas, con más del 90% de estas con disponibilidad a drenaje, servicio sanitario y energía eléctrica (Gráfico 8):

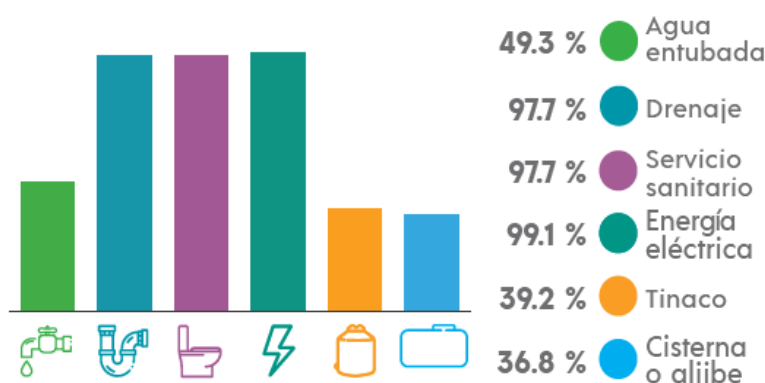


Gráfico 8. Disponibilidad de Servicios de Vivienda.

Actualmente, el 0.39% de la población habla alguna lengua indígena, sobresaliendo el Zapoteco (39.6%) y el tzotzil (27.8%). Por su parte, el 0.84% de la población se considera afroamericana, negra o afrodescendiente. El 98.5% de personas entre 15

a 24 años saben leer y escribir; mientras que solo el 8.8% de la población no tiene algún nivel de escolaridad terminada.

4.2.3.1.2. Crecimiento y distribución de la población

El Municipio de Tonalá cuenta con una superficie territorial de 1,852.5 Km² (2.4% del territorio estatal) y presenta una densidad de población de 49.6 habitantes/Km². La población total se divide en 551 localidades, siendo Tonalá la más grande (38,087 habitantes), seguido de Paredón (6,787 Hab.) y Tres Picos (4,180 Hab.). La edad mediana es de 29 años o menos. En el período comprendido de 2005 al 2010, se registró una Tasa Media Anual de Crecimiento (TMAC) de 1.61. El grado de rezago social para 2020 es bajo, tomando el lugar 122 a nivel estatal y 1,605 a nivel federal. De manera similar, el grado de marginación es bajo.

4.2.3.1.3. Estructura por sexo y edad

De acuerdo con el INEGI (2021), la distribución por edad y sexo en el Municipio de Tonalá es la que se observa en la Tabla 50:

Grupo de Edades	Total	Hombres	Mujeres
0 a 14 años	25,307	12,936	12,371
15 a 64 años	58,493	28,304	30,189
Más de 65 años	8,104	4,036	4,068
No Especificado	9	5	4
Total	91,913	45,281	46,632

Tabla 50. Distribución de la Población por Edad y Sexo en Tonalá, Chiapas.

4.2.3.1.4. Natalidad y mortalidad

Para 2020, se reportan un promedio de 1.7 hijas(os) nacidas(os) con vida. Por su parte, se reporta un porcentaje de 3.0% de hijas(os) fallecidas(os).

4.2.3.1.5. Migración

El INEGI (2021) en su Censo Nacional de Población, indica que 3.6% de la población tenía un lugar de residencia distinto en el 2015. Dicha población migró por las causas siguientes:

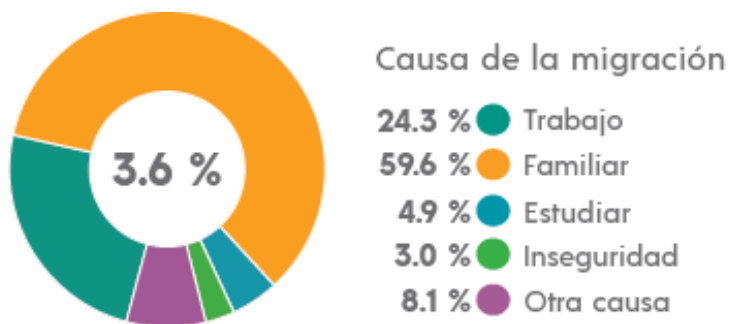


Gráfico 9. Población por Causa de Migración.

4.2.3.2. Población Económicamente Activa

El 62.9% de la población de Tonalá se reporta como Económicamente Activa (PEA), de los cuales el 60.2% son hombres y el 39.8% son mujeres:

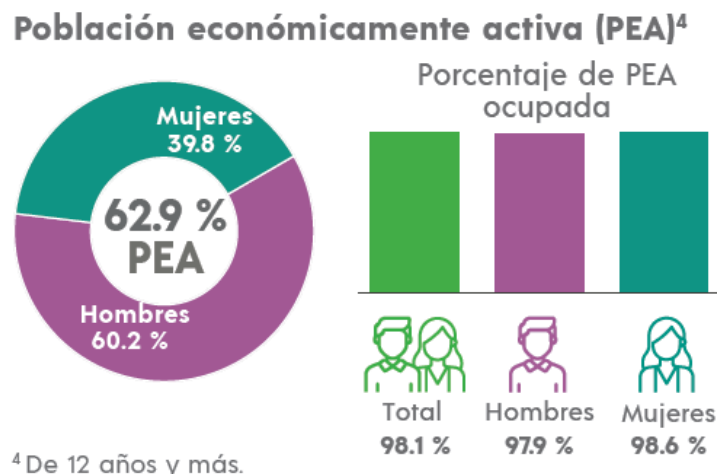


Gráfico 10. Población Económicamente Activa.

4.2.3.2.1. Población Económicamente Inactiva (PEI)

La Población No Económicamente Activa en el Municipio de Tonalá representa el 36.8% del total.



Gráfico 11. Población No Económicamente Activa.

Únicamente el 0.3% de la población no especificó la condición de sus actividades.

4.2.4. Paisaje

La evaluación del **paisaje** permite determinar el estado y valor paisajístico que presenta en la actualidad una unidad ambiental. La inclusión de este parámetro en un estudio de impacto ambiental se fundamenta en el concepto de paisaje como un elemento aglutinador de toda una serie de características del medio físico y la

capacidad de asimilación que tiene de los efectos potenciales del establecimiento del Proyecto.

Este análisis aporta como resultado las bases que permiten desarrollar y elaborar las medidas de adecuación, restauración y manejo de impactos sobre el paisaje debido a las acciones del Proyecto. Existen diversas metodologías para la evaluación el paisaje, las cuales coinciden casi en su totalidad en dos aspectos clave: la calidad paisajística y la fragilidad visual.

El paisaje está delimitado por el entorno visual del punto de observación y caracterizado por los elementos que pueden ser percibidos visualmente, pudiendo definirse en términos de los componentes naturales, como formas del terreno, cubierta vegetal, presencia de agua; de las actividades humanas, en especial el uso de suelo, incluyendo las edificaciones e infraestructuras; y de los factores estéticos, como formas, escalas, y colores. El conjunto de estos elementos visuales resulta en la belleza o calidad del paisaje.

Para el análisis del paisaje del SA y del área del Proyecto, se hizo uso del método de observación directa *in situ* (Litton, 1974) junto a los criterios de evaluación del *Bureau of Land Management* de Estados Unidos (1980) y Escribano *et al.* (1987). A continuación, se enlista la metodología mencionada:

- Reconocimiento del área donde se busca establecer el Proyecto y zonas aledañas, potenciales a cambios o impactos hacia su estética.
- Determinación de puntos de observación, de fácil accesibilidad para un observador habitual y que permiten la vista panorámica del área que puede verse afectada por el Proyecto.
- Análisis del terreno, con base a registro fotográfico y la elaboración de fichas de descripción del paisaje.
- Determinación de las cuencas visuales por proyección de los rayos visuales desde los principales puntos de observación definidos en terreno.
- Análisis de las condiciones de visibilidad e incidencia visual del territorio, según una interpretación de los alcances visuales de cada punto de observación.
- Definición de las unidades de paisaje, según la estructura espacial definida por las cuencas visuales y la organización de los elementos de conformación del paisaje.
- Determinación de la calidad y fragilidad visual de las unidades del paisaje determinadas, en función de los principales factores y componentes del paisaje.

Los criterios de valoración se presentan en las Tablas 51 y 52:

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

Tabla 51. Criterios de Evaluación para la Calidad Visual del Paisaje.

Factores	Elemento de Influencia	Fragilidad Visual Alta	Fragilidad Visual Media	Fragilidad Visual Baja
Biofísicos	Pendiente y Geomorfología	Pendientes de más de un 30%, terrenos con un dominio del plano vertical de visualización	Pendientes entre 15 y 30%, terrenos con modelados suaves u ondulados	Pendientes entre 0 a 15%, terrenos con plano horizontal de dominancia visual

Factores	Elemento de Influencia	Fragilidad Visual Alta	Fragilidad Visual Media	Fragilidad Visual Baja
	Vegetación (altura – densidad)	Grandes espacios sin vegetación. Agrupaciones aisladas. Dominancia estrata herbácea. Vegetación arbustiva o herbácea, no sobrepasa los 2 m de altura	Cubierta vegetal discontinuo. Dominancia de estrato arbustivo o arbóreo aislado. No hay gran altura de las masas (-10 m), baja diversidad de estratos	Grandes masas boscosas. 100% de ocupación de suelo. Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 10 m
Visualización	Forma y tamaño visual de la cuenca visual	Visión de carácter cercana o próxima (0 a 1,000 m). Dominio de los primeros planos. Cuencas alargadas, generalmente unidireccionales en el flujo visual	Visión media (1,000 a 4,000 m). Dominio de los planos medios de visualización. Cuencas irregulares, mezcla de ambas categorías	Visión de carácter lejano o a zonas distantes >4,000 m. Cuencas regulares extensas, generalmente redondeadas
	Compacidad	Vistas panorámicas, abiertas. El paisaje no presenta elementos que obstruyan los rayos visuales	El paisaje presenta zonas de menor incidencia visual, pero en un bajo porcentaje	Vistas cerradas u obstaculizada. Constantes zonas de sombra o menor incidencia visual
Singularidad	Unidad de paisaje	Paisajes singulares, notables con riqueza de elementos únicos y distintivos	Paisajes de importancia visual pero habituales, sin presencia de elementos singulares	Paisaje común, sin riqueza visual o muy alterados

Tabla 52. Criterios de Evaluación para la Fragilidad Visual del Paisaje.

Se establecieron dos puntos de observación, los cuales serán la base para las cuencas visuales, seleccionados por la amplitud de visualización del área del Proyecto y de gran parte del SA: el primero, desde el lado Sur del terreno en donde se planea desarrollar el Proyecto; y el segundo, desde el faro ubicado en la Avenida Principal de Puerto Arista.



Figura 36. Punto de Observación del Área del Proyecto.



Figura 37. Punto de Observación del Sistema Ambiental.

La posición de altura de los puntos de observación permite acceder a una cuenca visual que ocupa una superficie considerable, con vistas medias donde la vegetación y las edificaciones juegan un papel importante en los rangos de visibilidad del territorio. A continuación, en la Tabla 53 se presenta la evaluación de la calidad visual de las dos unidades del paisaje en estudio.

Elemento	Valoración	Descripción General
Sistema Ambiental (SA)		
Morfología o Topografía	Baja	El SA queda definido tanto por la presencia del ecosistema playero de la región, como por la predominante presencia antropogénica en la zona, que ha modificado el uso del suelo con el establecimiento de infraestructura turística como hoteles, casas de descanso, restaurantes, etc. Sin embargo, la existencia de vegetación es evidente y parte esencial del paisaje, con variedad en la estética del SA a lo largo de su superficie. Se le asigna una calidad visual Media .
Fauna	Alta	
Vegetación	Media	
Formas de Agua	Alta	
Acción Antrópica	Media	
Fondo Escénico	Alta	
Variabilidad Cromática	Baja	
Singularidad o Rareza	Media	
Área del Proyecto		
Morfología o Topografía	Baja	El área del Proyecto se encuentra sobre un terreno con vegetación de dunas costeras y matorral xerófilo en bajo volumen, en gran parte del estrato arbustivo y herbáceo, sin presencia de vegetación en estatus de peligro. A pesar de que gran parte de la cuenca visual presenta cambios de uso del suelo para actividades turísticas y estructuras antropogénicas, la vegetación circundante aún es apreciable. Asimismo, la presencia del Océano Pacífico y las playas de la costa de Tonalá, equilibran la falta de belleza visual del sitio. Se concluye que el sitio presenta una calidad visual Media .
Fauna	Media	
Vegetación	Media	
Formas de Agua	Alta	
Acción Antrópica	Baja	
Fondo Escénico	Media	
Variabilidad Cromática	Baja	
Singularidad o Rareza	Baja	

Tabla 53. Evaluación de la Calidad Visual del Paisaje.

De la misma manera, en la Tabla 54 se presenta la evaluación de la fragilidad visual:

Elemento	Valoración	Descripción General
Sistema Ambiental (SA)		
Pendiente y Geomorfología	Baja	El SA se ha visto impactado por la presencia de actividades antropogénicas (asentamientos humanos, infraestructura turística, etc.); sin embargo, cuenta con áreas verdes conservadas y cuerpos de agua de importancia. El SA no presenta elementos singulares, que sobresalgan de aquellos compartidos por la región. Se concluye que la fragilidad es Media , dado que ha mostrado resiliencia a los impactos en su superficie.
Vegetación (altura–densidad)	Media	
Forma y tamaño visual de la cuenca visual	Media	
Compacidad	Alta	
Unidad de Paisaje	Alta	
Área del Proyecto		
Pendiente y Geomorfología	Baja	Predomina una baja pendiente y una cubierta vegetal del tipo discontinua, así como zonas con incidencia visual por actividades humanas de tipo turístico (hoteles, palapas, restaurantes, etc.) en los alrededores del sitio. Se considera que el Proyecto, presenta una fragilidad media , por lo que la planeación y supervisión ambiental son de vital importancia.
Vegetación (altura–densidad)	Media	
Forma y tamaño visual de la cuenca visual	Baja	
Compacidad	Media	
Unidad de Paisaje	Media	

Tabla 54. Evaluación de la Fragilidad Visual del Paisaje.

El principal elemento del paisaje es el ecosistema playero, el cual debe ser preservado, sobre todo considerando que se encuentra cercano a zonas de anidación de la Tortuga Marina. Derivado de esto, se puede concluir que el sistema visual ha perdido considerablemente su estado de naturalidad y que presenta una calidad visual **Media**. Además, el sitio muestra un potencial de fragilidad **Media**, lo que significa que acepta modificaciones en su estructura, sin afectar de manera significativa su valor visual, pero deben tenerse elementos de supervisión que eviten el desgaste o la sobresaturación del sistema.

También, es importante mencionar que tanto el SA como el área del Proyecto, no presentan unidades estéticas únicas o excepcionales, ni se encuentra en una zona arqueológica, de interés histórico o con atractivo turístico. De igual manera, no incide en Áreas Naturales Protegidas (ANP) de carácter Federal y/o Estatal.

4.3. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de Uso de Suelo propuesto

4.3.1. Describir la importancia de los Servicios Ambientales que proporciona el ecosistema a nivel de Sistema Ambiental y área de influencia del Proyecto

El cambio en la percepción del valor total de los bosques y como deben ser utilizados está marcado por una creciente concientización sobre la importancia de los **Servicios Ambientales** y por propuestas para captar parte de este valor a fin de reducir la deforestación. La evaluación económica de los servicios ambientales se ha centrado en cuatro bloques fundamentales: biodiversidad, fijación de Carbono, ciclo hidrológico y educación/ocio. La conservación de la biodiversidad y la función protectora de suelos y cuencas hidrográficas son los servicios reconocidos desde hace más tiempo, existiendo figuras específicas de protección forestal asociadas a espacios naturales protegidos para cumplir estos objetivos.

El valor del bosque como fijador y almacenador de Carbono es sobradamente conocido, aunque su conceptualización como un servicio ambiental solo ha aparecido cuando la conciencia del papel de las emisiones de Dióxido de Carbono (CO₂) en el cambio climático ha empujado a la firma de acuerdos internacionales y a la ejecución de políticas tendentes a reducirlas. Los servicios de ocio y educación se han incorporado paulatinamente a las funciones ya reconocidas en áreas protegidas a medida que ha aumentado la conciencia ambiental de la sociedad.

La conceptualización de los servicios ambientales queda definida en la **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)**, en el Artículo 7º, Fracción LXI, que a la letra dice:

"LXI. Servicios Ambientales: Beneficios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, que pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales, y que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y que proporcionan beneficios al ser humano".

Generalmente, los bosques han sido valorados por los bienes que producen: madera, fruta, látex, plantas medicinales y otros productos no maderables; pero debe tomarse en cuenta que proveen a la sociedad de una serie de beneficios, entre los que se incluyen: el mantenimiento de la calidad del aire, la promoción de climas favorables, la protección de las funciones hidrológicas y, además de la provisión de agua de calidad para el consumo, la generación y mantenimiento de los suelos, así como su fertilidad.

Dichos beneficios dependen de la manera en que los ecosistemas son afectados por las actividades humanas (Meynard, *et al.*, 2007). La vegetación forestal constituye

uno de los ecosistemas más importantes en la Tierra, y son los principales proveedores de servicios ecosistémicos fundamentales para sustentar la vida.

Considerando la definición de la LGDFS, la eliminación de la vegetación por el CUSTF afectará a la mayoría de los servicios ambientales, sin embargo, los efectos más grandes se tendrán en la provisión del agua en calidad y cantidad, la captura de Carbono, la reducción de la biodiversidad del ecosistema y la protección y recuperación de suelos.

4.3.2. Indicar el acuerdo con la naturaleza del Proyecto y el ecosistema por afectar los Servicios Ambientales que se verán afectados

A continuación, se mencionan los servicios ambientales por grado de afectación que se verán alterados a consecuencia de las actividades de CUSTF en el área propuesta para el Proyecto:

4.3.2.1. Provisión del agua en calidad y cantidad

La **captura de agua o desempeño hidráulico** es el servicio ambiental que producen las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia, proporcionando la infiltración de agua que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo hidrológico. El potencial de infiltración de agua de un área arbolada depende de diversos factores tales como: la cantidad y distribución de la precipitación, el tipo de suelo, las características del mantillo, el tipo de vegetación y la geomorfología del área, entre otros (Torres y Guevara, 2002).

Los bosques proveen y aprovechan el agua que captan de la atmósfera, al atraer la lluvia o captar la humedad del ambiente. Las zonas arboladas de las montañas ayudan a retener la humedad que proviene generalmente del mar. Ahí se lleva a cabo una acumulación de nubes cargadas de agua que la liberan encima de estas regiones. Al contar con un buen sistema de filtrado a través del suelo, el agua llega hasta los acuíferos en el subsuelo, que a su vez son la cuna de ríos y lagos de donde nos proveemos de agua (Figura 38).

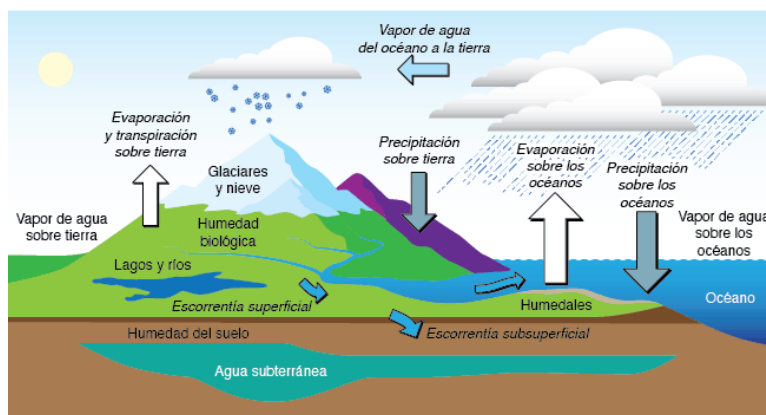


Figura 38. Esquema General del Ciclo Hidrológico.

El papel de los bosques en la captación de agua es determinante, ya que los diferentes estratos de la vegetación captan el agua de la lluvia de la manera más eficiente, canalizándola por medio de las hojas, ramas y tallos hacia el suelo, permitiendo tener una regulación del escurrimiento pluvial y evitando que el suelo quede saturado y se erosione. La hojarasca que se encuentra en el suelo del bosque le da la capacidad de funcionar como una esponja para el agua, lo que permite una filtración lenta hacia el suelo y con ello se obtiene la recarga de acuíferos.

La energía cinética de las gotas de agua es muy pequeña, pero lo suficientemente fuerte como para romper los agregados del suelo. Cuando esto sucede, las partículas de suelo tapan los microporos, generando una costra impermeable al paso del agua. Al no infiltrarse, el agua viaja por la superficie del suelo generando escorrentía que lo erosiona. La presencia del mantillo sobre el suelo absorbe esta energía cinética de las gotas de agua; disminuyendo el efecto erosivo.

Bajo condiciones naturales, el agua se infiltra normalmente a menos que la intensidad de la lluvia rebase las tasas de infiltración, lo cual ocurre durante fuertes tormentas. El agua que alcanza a cruzar la barrera superficial pasando a los otros horizontes del suelo, permite la recarga de acuíferos y sale del suelo por diferentes escorrentías dependiendo la topografía del terreno y la permeabilidad del suelo o conductividad hidráulica.

Con base en lo anterior, se puede concluir que con la eliminación de la vegetación en los **16,884.3561 m²** propuestos para CUSTF, se modificará el patrón de los escurrimientos superficiales, se captará menor cantidad de agua de infiltración y por consecuencia, la recarga de los mantos acuíferos disminuirá.

4.3.2.1.1. Estimación de la captura de agua para el área del Proyecto

En conformidad con las expresiones descritas y desarrolladas en el presente Capítulo IV, se estimó el Coeficiente de Escurrimiento (Ce) y el Escurrimiento Anual (Ve) para el área de CUSTF.

De la estimación realizada respecto al volumen de infiltración, se desprende que para el área de CUSTF actualmente se captan 35,821.85 m³ por medio de la precipitación, de los cuales se evaporan 4,559.97 m³. Posterior a la ejecución del CUSTF, el escurrimiento ascenderá a 8,715.74 m³, lo cual provoca que la Infiltración disminuya a **22,546.14 m³**.

$$\text{Infiltración} = 35,821.85 - 4,559.97 - 8,715.74 = \mathbf{22,546.14 \text{ m}^3}$$

Con lo anterior se establece un descenso en el Volumen de Infiltración actual, es decir que de 35,821.85 m³ descendió a 22,546.14 m³, notando un déficit de **6,369.1964 m³**; por lo que deberán de implementarse las medidas necesarias para su mitigación o compensación.

4.3.2.2. Captura de Carbono

La mayoría de los procesos productivos y actividades domésticas requieren el uso de energía derivada de combustibles fósiles. El proceso de combustión de dichas sustancias emite Óxidos de Carbono, principalmente CO₂ y otros gases que contribuyen al calentamiento atmosférico global, proceso que ha aumentado 3.5 veces en los últimos 50 años y la cantidad de estos gases en la atmósfera se ve incrementada como consecuencia del cambio del uso del suelo. Se estima que un tercio de las 3.7 Ton de CO₂ que se emite por habitante en el país, se origina a través de los procesos de deforestación, cambio del uso del suelo y quema de leña.

Los bosques y selvas capturan, almacenan y liberan Carbono como resultado de los procesos fotosintéticos, de respiración y de degradación de la materia seca. El *saldo* es una captura neta positiva cuyo monto depende del manejo que se le dé a la cobertura vegetal, así como de la edad, distribución de tamaños, estructura y composición. Este servicio ambiental que proveen bosques o selvas como sumideros de Carbono, permite equilibrar la concentración de este elemento, misma que se ve incrementada debido a las emisiones que se producen por la actividad humana (Torres y Guevara, 2002).

Para realizar el cálculo del contenido de Carbono en la superficie donde se efectuara el CUSTF, se determinó la existencia real de biomasa por medio de ecuaciones alométricas, las cuales fueron obtenidas en el siguiente vínculo oficial: https://climateregistry.sharepoint.com/:x:/g/EX15E8LwQA1BjkQUMSbj0sABcuWXdOKBu5iI4N4WRDdc0Q?rttime=rA_xXzdy2Ug

Estos modelos hacen uso del **método directo**, donde al final se consiguen los resultados de la biomasa forestal (Kg). Posteriormente, los resultados se convierten a toneladas y se les aplica el factor de conversión de Carbono (**0.5**) en conformidad con las directrices propuestas por el **Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC)**. Asimismo, los resultados deben ser extrapolados con los cálculos del número de individuos totales dentro de cada una de las etapas del CUSTF.

En la siguiente tabla se presentan las ecuaciones utilizadas para cada especie arbórea registrada dentro del área de CUSTF:

Nombre Científico	Nombre Común	Fórmula Alométrica
<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	$(EXP(-1.291) * (DN^{2.178}))$
<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	$((0.051) * (DN^{2.668}))$
<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	$((0.051) * (DN^{2.668}))$
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	$(0.232435 * (DN^{2.219006}))$
<i>Nectandra salicifolia</i>	Capulincillo	$(0.004038 * (DN^{3.35693}))$
<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	$(0.5825) * (DN^{1.6178})$

Tabla 55. Fórmulas alométricas para estimación de biomasa.

De acuerdo con la aplicación de las fórmulas presentadas previamente, se obtiene lo siguiente:

Nombre Científico	Nombre Común	No. de Individuos	Individuos Totales	Biomasa		Carbono	
				Kg	Ton	Ton	Total
<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	11	246	43.8082	0.0438	0.0219	0.4889
<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	26	580	259.5931	0.2596	0.1298	2.8973
<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	83	1853	36.6650	0.0367	0.0183	0.4092
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	16	357	105.6303	0.1056	0.0528	1.1789
<i>Nectandra salicifolia</i>	Capulincillo	6	134	0.2290	0.0002	0.0001	0.0026
<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	4	89	22.6341	0.0226	0.0113	0.2526
Total		146	3259	468.5595	0.4686	0.2343	5.2296

Tabla 56. Cálculo de carbono total en el área de CUSTF.

Se concluye entonces que en el área propuesta para CUSTF, se dejarán de capturar un total de **5.2296 Ton/Ha/Año** de Carbono, en promedio.

4.3.2.2.1. Compensación de la pérdida en la captura del Carbono

Derivado del análisis realizado en el apartado anterior, se determinó que en las 0.1963 Ha donde actualmente se encuentra la vegetación forestal y donde se pretende realizar el CUSTF, se dejarán de capturar en promedio de **5.2296 Ton/Año de Carbono**.

Con base en lo anterior, y considerando los valores de retención de Carbono Orgánico Promedio Anual (Tabla 57) incluidos en el *Informe de Evaluación Externa de los Apoyos de Restauración de Suelos Forestales en el Ejercicio Fiscal 2009*, elaborado por la Universidad Chapingo (2012), de las obras de conservación de suelo y agua contempladas para el Proyecto, se presenta lo siguiente:

Tipo de Obra de Conservación	Carbono Orgánico retenido			
	2009	Años anteriores	General	Unidad
Acomodo de Material Vegetal Muerto	641	1,067	712	Kg/Ha

Tabla 57. Retención de Carbono Orgánico Promedio por Obras de Conservación.

Tipo de Obra de Conservación	Carbono Orgánico retenido			
	Obras	Retención (Kg/Obra)	Retención Total (Kg/Año)	Retención Total (Ton/Año)
Obras para mitigar la Erosión				
Acomodo de Material Vegetal Muerto	4	712	2,848	2.848
Obras para Infiltración				
Acomodo de Material Vegetal Muerto	12	712	8,544	8.544
Total				11.392

Tabla 58. Retención de Carbono Orgánico por las Obras de Conservación del Proyecto.

Con lo anterior, se determina que las obras que se pretenden implementar para compensar los efectos de la erosión de suelos y la infiltración (**16 obras en total**) tendrán una retención mayor (**11.392 Ton/Año**) a la calculada para el área de CUSTF (5.2296Ton/Año).

Por lo tanto, en conformidad con lo establecido en el Artículo 93, Primer Párrafo de la LGDFS, con la ejecución del CUSTF **no se disminuirá la capacidad de almacenamiento del Carbono.**

4.3.2.3. Protección de la biodiversidad del ecosistema

La biodiversidad se define, según **la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)** en su Artículo 3º, Fracción IV como se cita en seguida:

"IV. Biodiversidad: 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".

El bosque ofrece un hábitat a la Flora y Fauna y, dependiendo de sus condiciones de salud y vitalidad y, en última instancia, de la manera en que es gestionado y protegido, asegurando su propia perpetuación mediante el funcionamiento de los procesos ecológicos (Gottle y Sène, 1997). Teniendo como base lo mencionado anteriormente y considerando la zona donde se pretende la implementación del proyecto en cuestión, puede señalarse que la integridad de la biodiversidad se verá amenazada de forma considerable; por ello es necesario instrumentar medidas tendientes a minimizar tal efecto o bien a compensar los impactos que su puedan generarse.

En lo que respecta a la Flora Silvestre, tomando en cuenta los dos tipos de vegetación presentes en el área de CUSTF: **Vegetación de Dunas Costeras y Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)**, a través de los estudios y muestreos realizados en campo, **no** se identificaron especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010**, ni en su **Anexo Normativo III**. Sin embargo, se ejecutará un **Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre**, para las especies existentes en el área de CUSTF.

De igual manera, se deberán tomar diversas medidas para la protección de los individuos de Flora presentes en la zona. Algunas de estas serán las siguientes:

- Se prohibirá a todo el personal que labore en el Proyecto, la colecta y comercialización de las especies vegetales, se encuentren o no en la Norma citada con anterioridad.

- La implementación de actividades de rescate y reubicación, con la finalidad de recuperar la abundancia de esta especie.
- Se instalarán letreros alusivos a la importancia de la protección y conservación de la Flora Silvestre.
- Quedará prohibido realizar quemas y/o fogatas.

En el caso de la Fauna silvestre, del registro total dentro del área de CUSTF se identificaron a estas especies en algún estatus de la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010**:

- Dentro de la clase de Aves: Con categoría de Amenazada (A) se encuentran *Amazona albifrons*; y con categoría de Sujetas a Protección Especial (Pr) *Eupsitula canicularis*, *Mycteria americana* y *Tigrisoma mexicanum*.
- Dentro de la clase de Reptiles: Con categoría de Amenazada (A) se encuentra *Ctenosaura similis*.
- Derivado de lo anterior, será necesaria la aplicación de medidas de prevención en el sitio de CUSTF para garantizar su seguridad e integridad:
- Ahuyentamiento de la Fauna (con objetos que generen ruido) previo a las actividades del CUSTF y de forma diaria, antes de iniciar la jornada laboral.
- Ubicación de nidos o madrigueras activas para proceder a su marcaje y establecimiento de un programa de monitoreo hasta que las aves empollen y se encuentren aptas de independizarse de la madre.
- Pláticas de concientización ambiental con todo el personal que labore en el área de estudio y que estará involucrado durante las etapas del CUSTF, resaltando la importancia de conservar la Fauna en el área del Proyecto.
- Quedará prohibida la cacería, captura, comercialización y consumo de especies silvestres que se lleguen a encontrar en la superficie de CUSTF y zonas aledañas.

Todas las acciones mencionadas se encuentran debidamente descritas en el **Programa de Rescate y Reubicación de Fauna**.

4.3.2.4. Protección y recuperación de suelos

Dentro de los servicios ambientales que proporciona la vegetación forestal se encuentra la protección al suelo de los agentes erosivos (erosión hídrica y eólica), así como la recuperación de aquellos que fueron degradados con anterioridad. La presencia de árboles y arbustos impiden la erosión de los suelos, ya que sus raíces ayudan a prevenir los deslaves de tierra.

En las zonas deforestadas, principalmente en las partes con fuertes pendientes, las lluvias torrenciales generan un enorme escurrimiento pluvial que afecta la productividad de las tierras por el arrastre de los nutrientes del suelo, ocasionando la sedimentación en los ríos, lo cual provoca que sean menos profundos; lo anterior,

aumenta el riesgo de inundaciones en las partes bajas, incitando la concentración de nutrientes en ríos y cuerpos de agua donde se podría generar eutrofización.

La cantidad de descargas de sedimentos depende de diferentes factores como son: tamaño de la cuenca, tipo de geología, topografía, estabilidad de los márgenes de los ríos, así como el uso de suelo que se presentan en la cuenca. Sin embargo, la principal causa de la sedimentación en las partes bajas de la cuenca es el cambio de uso de suelo (Pagiola, *et al.*, 2006).

Respecto a este servicio ambiental, la valoración del grado de afectación se hizo en función del incremento de la tasa erosiva que se presentaría una vez ejecutado el CUSTF, los valores aquí presentados derivan de la metodología expuesta ampliamente en este capítulo. De esta manera se obtuvieron los siguientes resultados:

Erosión Hídrica

- Se determinó que, en condiciones actuales, en el área propuesta para realizar el CUSTF se presenta una tasa erosiva hídrica del orden de: **159.3911 Ton/año**.
- Posterior a la ejecución del CUSTF el ejercicio mostró una tasa erosiva hídrica de: **192.7932 Ton/año**.
- Esto refleja una diferencia de: **33.4020 Ton/año**, cantidad que debe mitigarse o compensarse con la propuesta de prácticas y/u obras para la protección y conservación de suelo.

Para garantizar la no modificación de este servicio ambiental se proponen obras de conservación, las mismas fueron cuantificadas en el **Programa de Conservación de Suelo y Agua**, y demostraron que con su implementación se mitiga por completo el incremento que se presentaría una vez ejecutado el CUSTF.

4.3.2.5. Amortiguamiento de impacto por fenómenos naturales

Al quedar el área del Proyecto desprovista de dos clases de cobertura: **Vegetación de Dunas Costeras y Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)**, no podrá realizar la función de amortiguamiento de los fenómenos naturales que ocurran dentro del mismo; sin embargo, la vegetación aledaña al área en que se ubica el Proyecto es de los mismos tipos a las que se eliminan, las cuales continuarán realizando tan importante función.

De esta manera, se recomienda la correcta y oportuna aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales que se generen.

4.3.2.6. Paisaje y recreación

De todos los elementos sensoriales que contribuyen con la definición de un paisaje, sin duda alguna es la percepción visual la que funge un rol importante, al punto que

los elementos esenciales de cualquier paisaje son de naturaleza visual y caracterización de componentes biofísicos y arquitectónicos.

Los tipos de usos de suelo de **Vegetación de Dunas Costeras** y **Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)** actualmente ofrecen variedad en el paisaje en la zona del Proyecto. Estos paisajes cambiarán, dando paso a áreas transformadas para el establecimiento de las viviendas del *Fraccionamiento "Los Girasoles"*. Las superficies donde se implemente la reubicación de la Flora que se rescate del área sujeta a CUSTF, se realizará en una vegetación similar o igual a la de origen, compensando el impacto generado por el desarrollo de las obras y actividades del Proyecto, y crearán una sinergia que probablemente albergará a Fauna proveniente de las áreas que quedarán desprovistas de vegetación.

4.3.2.7. Captura de contaminantes

Si bien la vegetación puede considerarse como sumidero de contaminantes, los métodos para determinar la cantidad que estos pueden capturar están basados en condiciones urbanas, donde la concentración de estos elementos afecta directamente el bienestar de la sociedad.

El SA no presenta problemas de contaminación atmosférica, debido a que no tiene condiciones confinadas de aire; los contaminantes que pudieran existir dentro del SA son principalmente aquellos que provienen de las actividades agrícolas o del tránsito de los vehículos, que se derivan en contaminantes que se dispersan rápidamente.

Sin embargo, y bajo este contexto, considerando que el proyecto comprende el CUSTF en áreas relativamente cercanas a espacios semi-urbanizados, puede señalarse en términos generales que este servicio se verá alterado, aunque sea en un grado bajo, sobre todo por el uso de maquinaria y el tránsito de vehículos.

4.3.2.8. Modulación o regulación climática

Es evidente que al no existir una cubierta vegetal que refleje los rayos solares, estos llegan directamente a los suelos, pudiendo modificar las condiciones del microclima. La alteración a este servicio ambiental únicamente será perceptible a nivel local, y de manera puntual, ya que únicamente se afectará el predio de forma parcial.

4.3.2.9. Generación de Oxígeno

La mayor parte de los seres vivos necesitan del Oxígeno para vivir. Este elemento que se encuentra en la atmósfera en grandes cantidades se renueva, gracias al proceso de fotosíntesis que realizan los árboles y plantas, así como al intercambio de los mares.

Aunque ocupa el tercer lugar en cuanto a su abundancia en el Universo –muy por debajo del Hidrógeno y el Helio– el Oxígeno es el elemento químico predominante

en la Tierra, constituyendo el 23% del peso del aire. Como componente del aire, el Oxígeno mantiene la vida sobre la Tierra, confiriendo a nuestro planeta su originalidad con respecto a los demás del sistema solar. Su disminución en el entorno puede provocar trastornos graves en los seres vivos. Como menciona anteriormente, este elemento es absolutamente indispensable para todos los organismos vivos, con excepción de algunas bacterias. Un ser humano, por ejemplo, necesita alrededor de 360 litros para vivir durante 24 horas.

Mediante el proceso de fotosíntesis, las especies vegetales, como lo son los árboles y plantas marinas producen su propio alimento; como producto de este proceso se genera el oxígeno, elemento indispensable para la vida de los seres humanos y animales. En el largo plazo debe existir un equilibrio entre el Oxígeno producido por los árboles y el que necesita los seres para vivir. Para darse una idea de la importancia de la vegetación en la producción de dicho elemento, se estima que la producción diaria de Oxígeno de un árbol mediano será equivalente al consumo diario de un ser humano.

Las plantas vivas realizan el proceso de fotosíntesis por medio del cual producen el Oxígeno. Se estima que las áreas boscosas con una cubierta mayor al 50% alcanzan a producir entre 2 y 4 toneladas de Oxígeno por hectárea por año.

Esto quiere decir que al eliminar las **1.6884 Ha** por motivo del CUSTF, se dejarían de capturar entre **3.1768 y 6.7536 toneladas** de Oxígeno. Es preciso indicar que no existen metodologías exactas que permitan estimar de forma cuantitativa el valor de este servicio ambiental, pues hay numerosas variables que deben considerarse para generar un modelo.

Para fines de este estudio, los valores presentados en el párrafo anterior permiten de una manera sencilla, establecer un referendo en cuanto a la magnitud en que este servicio se verá intervenido.

4.3.3. Determinar el grado de afectación de los Servicios Ambientales, indicando si es a nivel del Sistema Ambiental o del área de influencia del Proyecto

Con relación a lo establecido en los apartados previos, el área de estudio contempla una superficie de **1.6884 Ha** para CUSTF, y los servicios ambientales que se verán alterados solo impactarán de manera puntual y localizados a lo que se refiere a la poligonal del Proyecto. Así, el grado de afectación en relación con los servicios ambientales se describen en la Tabla 59:

Servicios Ambientales	Grado de Afectación	Área de Impacto
Servicios Hidrológicos	Mayor	Área de Estudio y SA
Captura de Carbono	Mayor	Área de Estudio y SA
Biodiversidad	Mayor	Área de Estudio
Suelos	Menor	Área de Estudio y SA

Servicios Ambientales	Grado de Afectación	Área de Impacto
Paisaje y Recreación	Mayor	Área de Estudio
Aire	Menor	Área de Estudio
Regulación Climática	Menor	Área de Estudio
Oxígeno	Menor	Área de Estudio

Tabla 59. Grado de Afectación de los Servicios Ambientales.

Es importante señalar que, de acuerdo con las alteraciones que se lleven a cabo en el área de CUSTF se afectará, en algunos casos, al SA, como se describe en los puntos anteriores.

4.4. Diagnóstico Ambiental

El Proyecto consiste en la ejecución del CUSTF para la construcción, operación y mantenimiento de un Fraccionamiento en la localidad de Playa del Sol, en el Municipio de Tonalá, Chiapas. De acuerdo con las características de la zona, el lugar seleccionado cumple con los requerimientos para el buen desarrollo y funcionamiento del Proyecto, por su cercanía a vías de comunicación ya existentes y acceso a servicios de vivienda, aunado a la belleza escénica de la región.

La superficie solicitada presenta **Vegetación de Dunas Costeras y Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)**, por lo que es necesario la aplicación de un CUSTF, a fin de obtener las condiciones necesarias para la urbanización del terreno y el futuro establecimiento de casas habitación, que formarán parte de las comunidades asentadas en la zona.

Con lo anterior, se entiende que la zona del Proyecto ya se encuentra impactada por actividades similares a la naturaleza de este.

En cuanto a las características físicas abióticas del sitio, estas representan condiciones perfectas para el tipo de actividad que busca ejecutar el Proyecto, es decir, climas cálidos que permiten actividades de ocio al aire libre, en un sitio visualmente bello, con recursos naturales que pueden ser aprovechados para la recreación, priorizando su cuidado y conservación. De igual manera, la implementación del Proyecto no entra en conflicto con las creencias, ideologías, costumbres y tradiciones de la región. Asimismo, no afectan de manera negativa a ningún grupo étnico.

El Proyecto planea también la implementación de medidas de prevención y mitigación, tanto las que se proponen en este documento, así como las que establezca la Secretaría, con el fin de disminuir las afectaciones negativas que el desarrollo de este pueda producir y evitar un daño crítico al medio natural. Se tomará gran importancia a aquellas actividades que garanticen la preservación y conservación de la Flora y Fauna Silvestre, en especial, la protección de la zona de anidación de la Tortuga Marina; considerando los problemas que podrían suscitarse de no llevarlas a cabo. Asimismo, se establecerán obras de conservación de suelos

y aguas para la disminución de la erosión hídrica y la compensación en el déficit de la infiltración, así como obras que permitan la restauración de dunas costeras.

La zona en donde se ha establecido el Proyecto presenta condiciones que permiten el desarrollo de estas obras sin problemas ni riesgos y su ejecución no contraviene lo establecido en los Programas de Desarrollo y de Ordenamiento Territorial aplicables. Considerando los puntos expuestos anteriormente, se considera que el Proyecto es **viable** ambientalmente.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL – MODALIDAD B

PROYECTO: “FRACCIONAMIENTO LOS GIRASOLES”

**PROMOVENTE: GRUPO SONAR DEL
SURESTE S.A. DE C.V.**

**CAPÍTULO 5. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL
ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS
FORESTALES QUE INCLUYA LOS FINES A QUE ESTE
DESTINADO, CLIMA, TIPO DE SUELO, PENDIENTE MEDIA,
RELIEVE, HIDROGRAFÍA Y TIPOS DE VEGETACIÓN Y DE
FAUNA**



**ELABORADO POR: ING. JOSÉ RAFAEL RAMOS
MORENO, PRESTADOR DE SERVICIOS
FORESTALES**

FECHA DE ELABORACIÓN: AGOSTO DE 2022

CONTENIDO

5. Descripción de las Condiciones del Área Sujeta a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales que incluya los fines a que esté destinado, clima, tipo de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna.	1
5.1. Estimación del número de individuos por hectárea, Índice de Valor de Importancia (IVI) por especie de flora y fauna presentes en el predio o predios, así como los índices de biodiversidad. 1	
5.1.1. Vegetación	1
5.1.1.1. Metodología de Muestreo	2
5.1.2. Fauna	23
5.2. Indicar el tipo de ecosistema según la clasificación del INEGI	28
5.2.1. Provincia Biogeográfica	28
5.2.2. Uso de Suelo y Vegetación	29
5.3. Precisar si el predio se encuentra dentro de algún ANP.....	30
5.3.1. Áreas Naturales Protegidas Federales.....	30
5.3.2. Áreas Naturales Protegidas Estatales.....	31
5.3.3. Regiones Prioritarias de Conservación	32
5.4. Precisar el nombre de las especies de flora y fauna con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III	34
5.5. Plano con la ubicación respecto a la cuenca, subcuenca o microcuenca (alta, media, baja) 34	
5.6. Estimación de la Erosión del suelo sin y con el CUSTF	35
5.6.1. Erosión Laminar Hídrica.....	35
5.6.2. Erosión Laminar Eólica	46
5.7. Principales causas de deterioro de la vegetación y del suelo	47
5.9. Elementos físicos	48
5.9.2. Suelos.....	52
5.9.3. Pendiente media	53
5.9.4. Relieve	53
5.10. En cuanto a la hidrografía, las corrientes naturales y la estimación de la captación del agua sin y con CUSTF.....	58
5.10.1. Hidrología.....	58
5.10.2. Captación del agua	59
5.11. Medio Socioeconómico.....	65
5.11.1. Demografía	66
5.12. Paisaje.....	68
5.13. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de Uso de Suelo propuesto.....	74



5.13.1. Describir la importancia de los Servicios Ambientales que proporciona el Ecosistema a nivel de Sistema Ambiental y Área de Influencia del Proyecto	74
5.13.2. Indicar el acuerdo con la naturaleza del Proyecto y el Ecosistema por afectar los Servicios Ambientales que se verán afectados.....	75
5.13.3. Determinar el grado de afectación de los Servicios Ambientales, indicando si es a nivel del Sistema Ambiental o del Área de Influencia del Proyecto	84
5.14. Diagnóstico Ambiental	84

Índice de Figuras

Figura 1. Uso De Suelo Y Vegetación Del Área De CUSTF (Serie VII).	1
Figura 2. Uso De Suelo Y Vegetación Del Área De CUSTF (Reclasificado).	2
Figura 3. Ubicación De Los Sitios De Muestreo De Flora Del Área De CUSTF.	3
Figura 4. Provincias Biogeográficas De México.	29
Figura 5. Uso De Suelo Y Vegetación Del Área De CUSTF (Serie VII).	29
Figura 6. Uso De Suelo Y Vegetación Del Área De CUSTF (Reclasificado).	30
Figura 7. Ubicación Del Proyecto Respecto A Las ANP Federales.	31
Figura 8. Ubicación Del Proyecto Respecto A Las ANP Estatales.	31
Figura 9. Ubicación Del Proyecto Respecto A Las RTP.	32
Figura 10. Ubicación Del Proyecto Respecto A Las RHP.	33
Figura 11. Ubicación Del Proyecto En La RMP No. 39 "Puerto Arista".	33
Figura 12. Ubicación Del Proyecto Respecto A Las AICAS.	34
Figura 13. Jerarquización Hidrológica Del Área Del Proyecto.	35
Figura 14. Regionalización Nacional Del Factor R (Becerra, 1997).	37
Figura 15. Clases De Degradación Laminar Hídrica Actuales En El Área Del CUSTF.	44
Figura 16. Clases De Degradación Laminar Hídrica En El Área Del Proyecto (Posteriores Al CUSTF).	46
Figura 17. Microlocalización Del Área Del Proyecto.	47
Figura 18. Elevaciones En El Área Del Proyecto.	48
Figura 19. Clima En El Área Del Proyecto.	49
Figura 20. Vulnerabilidad A Inundaciones En El Área Del Proyecto.	51
Figura 21. Tipo De Suelos En El Área Del Proyecto.	53
Figura 22. Pendientes En El Área Del Proyecto.	53
Figura 23. Provincia Fisiográfica En La Que Se Ubica El Proyecto.	54
Figura 24. Subprovincia Fisiográfica En La Que Se Ubica El Proyecto.	54
Figura 25. Sistema De Topoformas En El Área Del Proyecto.	55
Figura 26. Tipo De Rocas En El Área Del Proyecto.	55
Figura 27. Regionalización Sísmica De La República Mexicana.	56
Figura 28. Clase De Peligro Sísmico En El Área Del Proyecto.	57
Figura 29. Interacción De Las Placas Tectónicas En La República Mexicana.	57
Figura 30. Hidrología Superficial Del Área Del Proyecto.	58
Figura 31. Acuífero En El Área Del Proyecto.	59
Figura 32. Hidrogeología En El Área Del Proyecto.	59
Figura 33. Punto De Observación Del Área Del Proyecto.	71
Figura 34. Punto De Observación Del Sistema Ambiental.	72
Figura 35. Esquema General Del Ciclo Hidrológico.	76

Índice de Tablas

Tabla 1. Superficies Del Proyecto Respecto Al Uso De Suelo Y Vegetación.	2
Tabla 2. Sitios De Muestreo De Flora Del Área De CUSTF.	4
Tabla 3. Análisis Experimental Del Muestreo (Área Del Proyecto).	8
Tabla 4. Número De Arbustos Por Especie En Vegetación De Duna Costera Del CUSTF.	9
Tabla 5. Número De Hierbas Por Especie En Vegetación De Duna Costera Del CUSTF.	9
Tabla 6. Número De Árboles Por Especie En Vegetación De Duna Costera (Matorral) Del CUSTF. .	10
Tabla 7. Número De Arbustos Por Especie En Vegetación De Duna Costera (Matorral) Del CUSTF.	10

Tabla 8. Número De Arbustos Por Especie En Vegetación De Duna Costera (Matorral) Del CUSTF.	11
Tabla 9. Síntesis De Individuos Por Estrato Y Tipo De Vegetación En El Área De CUSTF.	11
Tabla 10. Densidad Y Densidad Relativa – Estrato Arbustivo De Vegetación De Dunas Costeras Para El Área De CUSTF.	12
Tabla 11. Densidad Y Densidad Relativa – Estrato Herbáceo De Vegetación De Dunas Costeras Para El Área De CUSTF.	12
Tabla 12. Frecuencia Y Frecuencia Relativa – Estrato Arbustivo De Vegetación De Dunas Costeras Para El Área De CUSTF.	13
Tabla 13. Frecuencia Y Frecuencia Relativa – Estrato Herbáceo De Vegetación De Dunas Costeras Para El Área De CUSTF.	13
Tabla 14. Dominancia Y Dominancia Relativa – Estrato Arbustivo De Vegetación De Dunas Costeras Para El Área De CUSTF.	14
Tabla 15. Dominancia Y Dominancia Relativa – Estrato Herbáceo De Vegetación De Dunas Costeras Para El Área De CUSTF.	14
Tabla 16. Índice De Valor De Importancia Y Valor De Importancia Relativo – Estrato Arbustivo De Vegetación De Dunas Costeras Para El Área De CUSTF.	15
Tabla 17. Índice De Valor De Importancia Y Valor De Importancia Relativo – Estrato Herbáceo De Vegetación De Dunas Costeras Para El Área De CUSTF.	15
Tabla 18. Densidad Y Densidad Relativa – Estrato Arbóreo De Vegetación De Dunas Costeras (Matorral) Para El Área De CUSTF.	16
Tabla 19. Densidad Y Densidad Relativa – Estrato Arbustivo De Vegetación De Dunas Costeras (Matorral) Para El Área De CUSTF.	16
Tabla 20. Densidad Y Densidad Relativa – Estrato Herbáceo De Vegetación De Dunas Costeras (Matorral) Para El Área De CUSTF.	16
Tabla 21. Frecuencia Y Frecuencia Relativa – Estrato Arbóreo De Vegetación De Dunas Costeras (Matorral) Para El Área De CUSTF.	17
Tabla 22. Frecuencia Y Frecuencia Relativa – Estrato Arbustivo De Vegetación De Dunas Costeras (Matorral) Para El Área De CUSTF.	17
Tabla 23. Frecuencia Y Frecuencia Relativa – Estrato Herbáceo De Vegetación De Dunas Costeras (Matorral) Para El Área De CUSTF.	18
Tabla 24. Dominancia Y Dominancia Relativa – Estrato Arbóreo De Vegetación De Dunas Costeras (Matorral) Para El Área De CUSTF.	18
Tabla 25. Dominancia Y Dominancia Relativa – Estrato Arbustivo De Vegetación De Dunas Costeras (Matorral) Para El Área De CUSTF.	18
Tabla 26. Dominancia Y Dominancia Relativa – Estrato Herbáceo De Vegetación De Dunas Costeras (Matorral) Para El Área De CUSTF.	19
Tabla 27. Índice De Valor De Importancia Y Valor De Importancia Relativo – Estrato Arbóreo De Vegetación De Dunas Costeras (Matorral) Para El Área De CUSTF.	19
Tabla 28. Índice De Valor De Importancia Y Valor De Importancia Relativo – Estrato Arbustivo De Vegetación De Dunas Costeras (Matorral) Para El Área De CUSTF.	20
Tabla 29. Índice De Valor De Importancia Y Valor De Importancia Relativo – Estrato Herbáceo De Vegetación De Dunas Costeras (Matorral) Para El Área De CUSTF.	20
Tabla 30. Diversidad De Shannon-Wiener Para El Estrato Arbustivo En Vegetación De Duna Costera Del Área De CUSTF.	21
Tabla 31. Diversidad De Shannon-Wiener Para El Estrato Herbáceo En Vegetación De Duna Costera Del Área De CUSTF.	22

Tabla 32. Diversidad De Shannon-Wiener Para El Estrato Arbóreo En Vegetación De Duna Costera (Matorral) Del Área De CUSTF.	22
Tabla 33. Diversidad De Shannon-Wiener Para El Estrato Arbustivo En Vegetación De Duna Costera (Matorral) Del Área De CUSTF.	23
Tabla 34. Diversidad De Shannon-Wiener Para El Estrato Herbáceo En Vegetación De Duna Costera (Matorral) Del Área De CUSTF.	23
Tabla 35. Coordenadas UTM De Los Transectos Lineales Para Anfibios Y Reptiles En El Área De CUSTF.	24
Tabla 36. Coordenadas UTM De Los Transectos Lineales Para Aves En El Área De CUSTF.	24
Tabla 37. Coordenadas UTM Para Los Muestreos De Mamíferos En El Área De CUSTF.	25
Tabla 38. Diversidad De Shannon-Wiener Para Reptiles En El Área De CUSTF.	27
Tabla 39. Diversidad De Shannon-Wiener Para Aves En El Área De CUSTF.	28
Tabla 40. Diversidad De Shannon-Wiener Para Mamíferos En El Área De CUSTF.	28
Tabla 41. Jerarquización Hidrológica Del SA.	35
Tabla 42. Ecuaciones Regionalizadas Para La República Mexicana (Becerra, 1997).	36
Tabla 43. Factor K, Según El Tipo De Suelo De La Clasificación Desarrollada Por La WRB.	38
Tabla 44. Descripción De Los Tipos De Suelo.	39
Tabla 45. Valores Del Factor De Protección De La Vegetación (C).	41
Tabla 46. Superficie Ocupada Por Clase De Degradación Laminar Hídrica En El Área De CUSTF.	42
Tabla 47. Memoria De Cálculo De La Erosión Laminar Hídrica Actual En El Área De CUSTF.	43
Tabla 48. Superficie Ocupada Por Clase De Degradación Laminar Hídrica En El Área De CUSTF.	43
Tabla 49. Valores Para El Cálculo De La Erosión Hídrica Posterior Al CUSTF.	44
Tabla 50. Superficie Ocupada Por Clase De Degradación Laminar Hídrica En El Área De CUSTF.	45
Tabla 51. Memoria De Cálculo De La Erosión Laminar Hídrica En El Área Del Proyecto (Posterior Al CUSTF).	45
Tabla 52. Datos De La Estación Climatológica "Tres Picos".	49
Tabla 53. Disponibilidad Del Acuífero "Arriaga-Pijijiapan".	58
Tabla 54. Valores De K En Función Del Tipo De Suelo.	61
Tabla 55. Valores Del Coeficiente De Escurrimiento Para El Área De CUSTF.	62
Tabla 56. Memoria De Cálculo Del Volumen De Escurrimiento Para El Área De CUSTF.	63
Tabla 57. Valores Del Coeficiente De Escurrimiento En El Área Del Proyecto Tras El CUSTF.	64
Tabla 58. Memoria De Cálculo Del Volumen De Escurrimiento Del Área Del Proyecto (Posterior Al CUSTF).	65
Tabla 59. Distribución De La Población Por Edad Y Sexo En Tonalá, Chiapas.	67
Tabla 60. Criterios De Evaluación Para La Calidad Visual Del Paisaje.	70
Tabla 61. Criterios De Evaluación Para La Fragilidad Visual Del Paisaje.	71
Tabla 62. Evaluación De La Calidad Visual Del Paisaje.	73
Tabla 63. Evaluación De La Fragilidad Visual Del Paisaje.	73
Tabla 64. Formulas Alométricas Para Estimación De Biomasa.	78
Tabla 65. Cálculo De Carbono Total En El Área De CUSTF.	78
Tabla 66. Retención De Carbono Orgánico Promedio Por Obras De Conservación.	79
Tabla 67. Retención De Carbono Orgánico Por Las Obras De Conservación Del Proyecto.	79
Tabla 68. Grado De Afectación De Los Servicios Ambientales.	84

Índice de Gráficas



Gráfico 1. Curva De Acumulación De Especies De Vegetación De Dunas Costeras Del Área De CUSTF.	6
Gráfico 2. Curva De Acumulación De Especies De Vegetación De Dunas Costeras (Matorral) Del Área De CUSTF.	7
Gráfico 3. Climograma De La Estación Climatológica "Tres Picos".....	50
Gráfico 4. Dirección De Procedencia Del Viento.....	50
Gráfico 5. Dirección De Flujo Del Viento.	51
Gráfico 6. Disponibilidad De Servicios De Vivienda.	66
Gráfico 7. Población Por Causa De Migración.	67
Gráfico 8. Población Económicamente Activa.	68
Gráfico 9. Población No Económicamente Activa.	68

Grupo SONAR del Sureste S.A. de C.V.
Documento Técnico Unificado (DTU) Modalidad B para el Proyecto:
"Fraccionamiento Los Girasoles"

5. Descripción de las Condiciones del Área Sujeta a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales que incluya los fines a que esté destinado, clima, tipo de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna.

5.1. Estimación del número de individuos por hectárea, Índice de Valor de Importancia (IVI) por especie de flora y fauna presentes en el predio o predios, así como los índices de biodiversidad

5.1.1. Vegetación

De acuerdo con la Carta Temática de Uso de Suelo y Vegetación, Serie VII del INEGI (2021), el sitio de CUSTF se ubica sobre una zona con **Pastizal Cultivado**; tal y como se observa en la Figura 1.

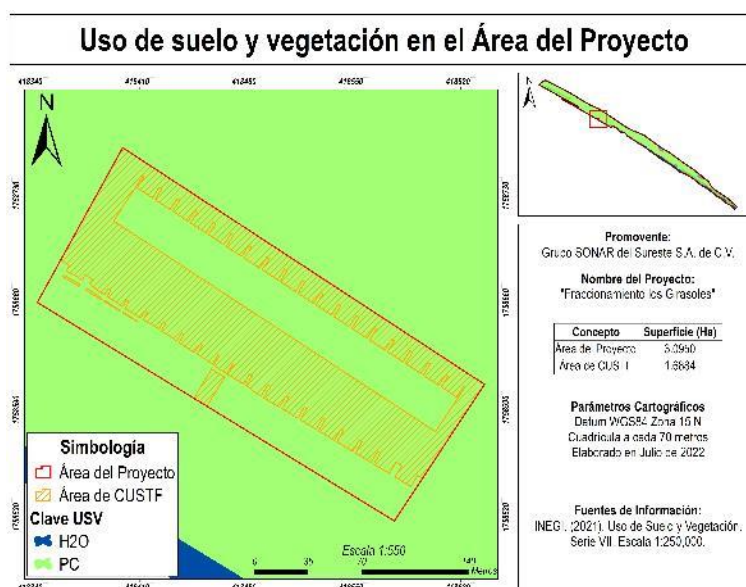


Figura 1. Uso de Suelo y Vegetación del Área de CUSTF (Serie VII).

Sin embargo, derivado de los estudios en campo que se realizaron, y en conformidad con las especies de Flora identificadas (mismas que se enlistan en el **Capítulo V** del presente documento), se realizó una reclasificación del uso de suelo y vegetación en el sitio de CUSTF. Derivado de lo anterior, la superficie de CUSTF incide parcialmente sobre dos usos de suelo: **Vegetación de Dunas Costeras** y **Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)**; como se expone en la Figura 2.

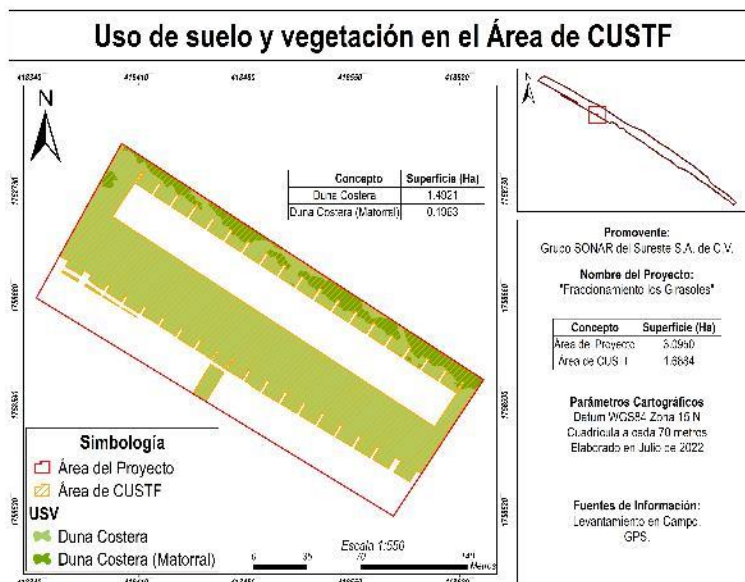


Figura 2. Uso de Suelo y Vegetación del Área de CUSTF (Reclasificado).

Con base en lo anterior, en la Tabla 1 se muestra el desglose de superficies que corresponde a cada uno de los usos de suelo mencionados:

Concepto	Superficie (m ²)	Porcentaje que ocupa
Área Sujeta a CUSTF:	16,884.3561	100%
➤ Vegetación de Dunas Costeras	14,921.2374	88.37
➤ Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)	1,963.1187	11.63
TOTAL	16,884.3561	100%

Tabla 1. Superficies del Proyecto respecto al Uso de Suelo y Vegetación.

De esta manera, a lo largo del presente estudio, la descripción y los cálculos correspondientes serán expuestos de acuerdo con cada uno de los tipos de vegetación que se identificaron, es decir: **Vegetación de Dunas Costeras** y **Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)**.

5.1.1.1. Metodología de Muestreo

Para la colecta de información de campo a través de los sitios de muestreo, se consideró la metodología del **Inventario Forestal Nacional** de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) (2009-2014). En primer lugar, se ubicaron puntos de muestreo (sitios) en la poligonal que comprenden el área sujeta a CUSTF y la superficie del **Sistema Ambiental (SA)**. La ubicación de los sitios se hizo en forma sistemática, ajustando las dimensiones y que estos pudieran representar el tipo de vegetación que se observa en el área de estudio.

Para lo anterior, se consideró lo siguiente:

- Para los sitios de **400 m²** se miden y registran aquellos árboles cuyo diámetro normal (DAP) a la altura de 1.30 m sobre la superficie del suelo, sea igual o mayor a 5 cm.
- En el subsitio de **12.56 m²** se mide y registra por género y especie, la frecuencia y diámetro basal de todos los arbustos que tengan su diámetro menor a 5 cm.
- En el subsitio de **1 m²** se medirán todas las herbáceas, tomando datos de cada género y especie de la frecuencia y diámetros basales para cada ejemplar.

Sin embargo, los sitios se levantaron utilizando las medidas establecidas para el estrato arbustivo. Lo anterior, ya que al trazar los sitios de 400 m², estos se encontraban fuera de la poligonal determinada debido a su forma; y también, considerando que la vegetación dominante en la zona de estudio es en su mayoría del estrato arbustivo y herbáceo. De igual manera, al establecer sitios de 400 m², el error de muestreo calculado era mayor al requerido para este tipo de estudios, y, por consiguiente, no tenía la veracidad necesaria para los cálculos.

En Tabla 2 se enlistan las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 15 Norte) de los **40 sitios de muestreo** (33 sitios para Vegetación de Dunas Costeras y 7 sitios para Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)) dentro de la superficie de CUSTF, y en la Figura 3 se observa su distribución dentro del área de CUSTF.

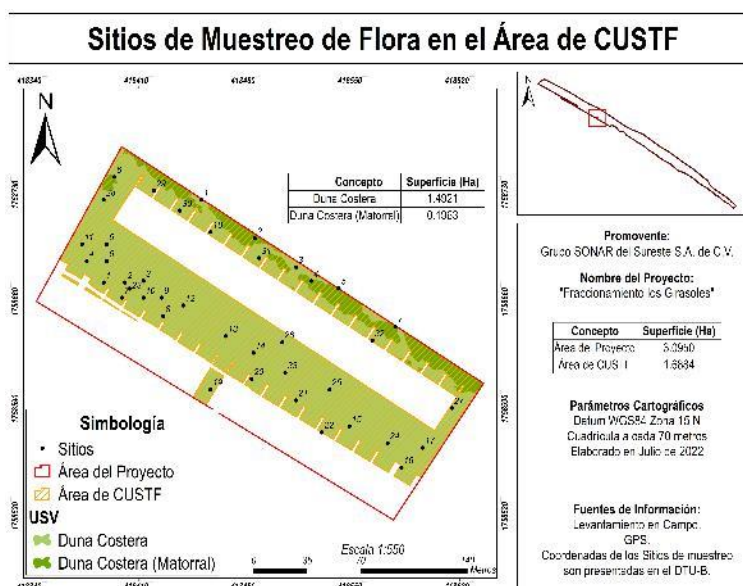


Figura 3. Ubicación de los Sitios de Muestreo de Flora del Área de CUSTF.

Coordenadas UTM			
Sitio	X	Y	Vegetación
1	418387	1758671	Duna Costera
2	418401	1758671	
3	418413	1758672	
4	418376	1758685	
5	418389	1758696	
6	418389	1758685	
7	418399	1758661	
8	418426	1758649	
9	418425	1758661	
10	418413	1758661	
11	418373	1758696	
12	418439	1758656	
13	418467	1758636	
14	418485	1758625	
15	418548	1758577	
16	418582	1758550	
17	418596	1758563	
18	418457	1758704	
19	418457	1758601	
20	418484	1758608	
21	418513	1758594	
22	418530	1758573	
23	418404	1758667	
24	418573	1758566	
25	418535	1758601	
26	418504	1758632	
27	418615	1758589	
28	418387	1758725	
29	418420	1758731	
30	418437	1758718	
31	418489	1758687	
32	418563	1758633	
33	418506	1758612	
1	418451	1758725	Duna Costera (Matorral)
2	418486	1758700	
3	418513	1758681	
4	418523	1758672	
5	418541	1758667	
6	418394	1758740	
7	418578	1758642	

Tabla 2. Sitios de Muestreo de Flora del Área de CUSTF.

5.1.1.1.1. Confiabilidad de la Muestra

Para estimar la confiabilidad del muestreo se empleó un análisis de curvas de acumulación de especies, el cual ofrece argumentos para poder determinar la validez del muestreo.

Se han propuesto muchos métodos que estiman la riqueza, pero las aproximaciones más utilizadas en ecología son las siguientes: (a) extrapolación de la curva de acumulación de especies como una función del esfuerzo de muestreo, donde se asume que la riqueza total es el número de especies que se encontrarían con un esfuerzo infinito (asíntota); (b) estimación del número de especies aún no observadas, después de ajustar las abundancias de las especies a modelos de distribución paramétrica (como los descritos por la serie logarítmica, la serie log-normal, o la de Poisson log-normal) y (c) uso de estimadores no paramétricos de la riqueza de especies, que se basan en el estudio de las especies raras y permiten estimar el número de nuevas especies a partir de las relaciones de abundancia o incidencia de las especies ya detectadas en el muestreo.

Los estimadores no paramétricos son el avance más importante en la medida de la biodiversidad en los últimos tiempos. Entre ellos están los estimadores desarrollados por Chao (1984) basados en la abundancia o en la incidencia de las especies, y los métodos basados en el remuestreo, como los estimadores de tipo Jackknife y las técnicas Bootstrap.

El impacto de las actividades humanas sobre los sistemas ecológicos queda bien ejemplificado por los cambios en los usos del suelo derivados de la urbanización, cuyas consecuencias representan una seria amenaza a la conservación de la biodiversidad en todo el mundo, y podrían suponer la erradicación de un elevado número de especies de los hábitats afectados, en especial en los países en vías de desarrollo situados en latitudes tropicales. Ante esta situación, los ecólogos se enfrentan a las tareas de cuantificar el impacto de la urbanización sobre la biodiversidad, y de proponer medidas que permitan conservar la mayor biodiversidad posible en los ecosistemas urbanos.

Las curvas muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una **asíntota**. Pero incluso en estas curvas podrían obtenerse asíntotas antes de que muchas especies hubieran sido registradas, sobre todo por efecto de la estacionalidad, la diversidad beta (el grado de reemplazo de especies a través de gradientes ambientales) y la abundancia relativa de las especies.

Las curvas de acumulación permiten: 1) dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación, 2) una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras

estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables, y 3) extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en el área.

Para el presente estudio, se calculó la curva de acumulación de especies estimadas según el estimador no paramétrico; **CHAO 1**; tiene en cuenta a las especies observadas en exactamente una y dos unidades de muestreo.

Para obtener los datos de **CHAO 1** utilizamos el programa Estimate S, actualmente EstimateS 9 cuenta con otros estimadores de riqueza, algunos basados en la cobertura, calcula índices de diversidad, curvas de rarefacción, e incluso puede graficar curvas de acumulación de especies, entre otras bondades. EstimateS es gratuito a través de internet (<http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS>) y ha permitido que el empleo de los estimadores no paramétricos se generalice a nivel mundial.

1. Curva Acumulativa General: Vegetación de Dunas Costeras

Si analizamos la Curva de Acumulación de Especies, observamos que la curva a partir del primer sitio tiende a subir con rapidez, posteriormente la curva empieza a inclinarse en una asíntota, observando que la Curva tiende a estabilizarse, hasta llegar al sitio 25, con lo cual podemos inferir, que, con la intensidad de muestreo y la cantidad de sitios realizados, la confiabilidad de la muestra es correcta y que la probabilidad de detectar nuevas especies es baja. Lo anterior, se señala en el Gráfico 4:

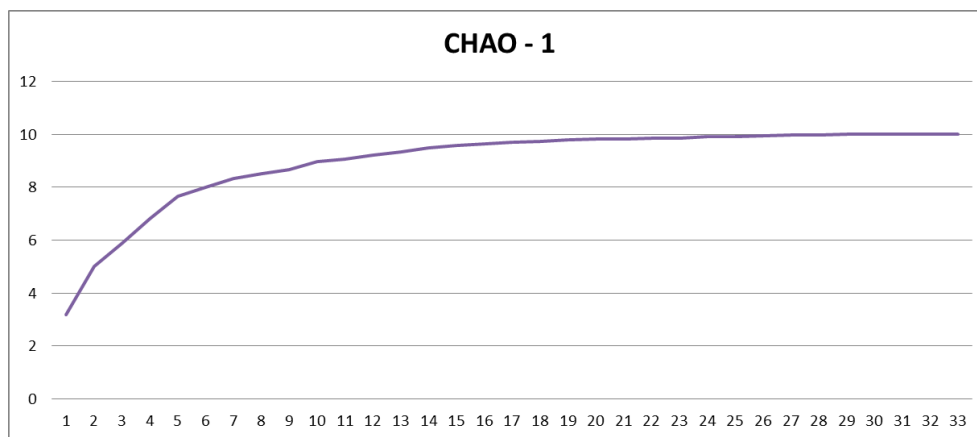


Gráfico 1. Curva de Acumulación de Especies de Vegetación de Dunas Costeras del Área de CUSTF.

2. Curva Acumulativa General: Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)

Analizando la Curva de Acumulación de Especies, se observa que desde el primer sitio la curva tiende a subir con rapidez, posteriormente es posible apreciar que la curva comienza a inclinarse a partir del sitio 2, sin llegar a observarse la asíntota,

con lo que se infiere que aún pueden detectarse nuevas especies si se realizan más sitios. Lo anterior, se observa en el Gráfico 5:

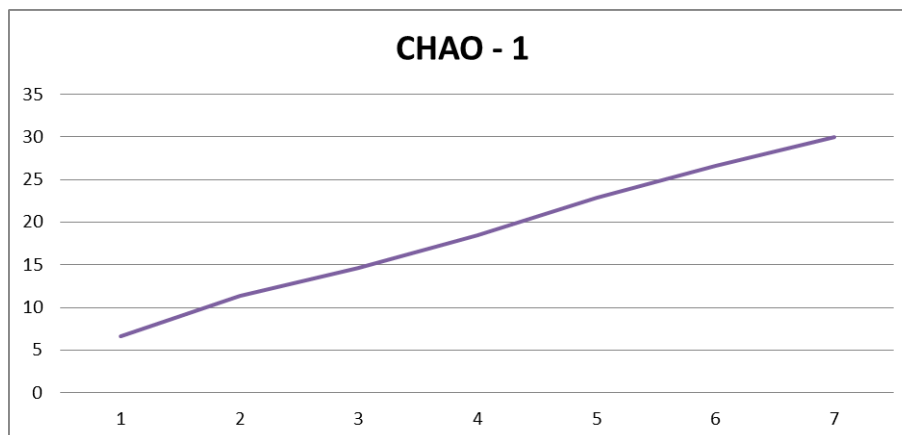


Gráfico 2. Curva de Acumulación de Especies de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) del Área de CUSTF.

5.1.1.1.2. Error de Muestreo

De acuerdo con la información levantada en campo y utilizando un tamaño de muestra de 33 sitios de muestreo de 12.56 m², para *Vegetación de Dunas Costeras* y 7 sitios para *Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)*, obteniendo como resultado una intensidad de muestreo del **2.78 %** y **4.48%** respectivamente.

Aunado a lo anterior, se realizó el cálculo del error de muestro con la aplicación de las fórmulas que se describen en el **Capítulo II**. Por lo tanto, considerando el número de especies que se encontraron en cada sitio de muestreo, se obtiene como resultado un error de muestreo del **8.97%** para *Vegetación de Dunas Costeras* y uno del **8.90%** para *Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)*, ambos con una confiabilidad del **95%**. Con base en lo anterior, en la Tabla 34 se muestran los resultados obtenidos a partir de la aplicación de las fórmulas mencionadas, para cada tipo de vegetación mencionado con anterioridad:

Área de Muestreo (Ha)	Símbolo	Descripción	Valor
Vegetación de Dunas Costeras			
1.4921	N	Tamaño de la Población	1,188
	α	Probabilidad de que la conclusión sea incorrecta	0.05
	n	Tamaño de la Muestra	33
	$\bar{y} = y\text{-barra}$	Media Muestral	3.27272727
	S^2y	Varianza Muestral de la Variable	0.70454545
	$F = n/N$	Fracción o Intensidad de Muestreo	0.0278
	$FCF = 1-f$	Factor de Corrección por Población Finita	0.9722
	$S^2\bar{y}$	Varianza Muestral del Estimador Media Muestral	0.0208
	$S_{\bar{y}}$	Desviación Estándar (Error Típico)	0.14407221

Área de Muestreo (Ha)	Símbolo	Descripción	Valor
	$(\alpha, gl=n-1)$	Valor t-Student	2.03693334
	tSy	Error de Muestreo	0.293
	$\bar{y}+tSy$	Límite Superior de Estimación de la Media	3.566
	$\bar{y}-tSy$	Límite Inferior de Estimación de la Media	2.979
	E	Error Máximo Aceptable	0.327
	$n_{necesaria}$	Tamaño de Muestra necesario	27
	-----	Unidades de Muestreo faltantes	-6
	$\hat{t}$	Total Estimado	3,887.94
	-----	Límite Superior de Estimación Total	4,236.57
	-----	Límite Inferior de Estimación Total	3,539.30
	-----	Error de Muestreo Total	8.97%
	-----	Intensidad de Muestreo Total	2.78%
Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)			
0.1963	N	Tamaño de la Población	156
	α	Probabilidad de que la conclusión sea incorrecta	0.05
	n	Tamaño de la Muestra	7
	$\bar{y} = y\text{-barra}$	Media Muestral	5.4285714
	S^2y	Varianza Muestral de la Variable	0.2857143
	$F = n/N$	Fracción o Intensidad de Muestreo	0.0448
	$FCF = 1-f$	Factor de Corrección por Población Finita	0.9552
	$S^2\bar{y}$	Varianza Muestral del Estimador Media Muestral	0.0390
	$S_{\bar{y}}$	Desviación Estándar (Error Típico)	0.1974544
	$(\alpha, gl=n-1)$	Valor t-Student	2.4469119
	tSy	Error de Muestreo	0.4832
	$\bar{y}+tSy$	Límite Superior de Estimación de la Media	5.9117
	$\bar{y}-tSy$	Límite Inferior de Estimación de la Media	4.9454
	E	Error Máximo Aceptable	0.543
	$n_{necesaria}$	Tamaño de Muestra necesario	6
	-----	Unidades de Muestreo faltantes	-1
	$\hat{t}$	Total Estimado	848.43
	-----	Límite Superior de Estimación Total	923.94
	-----	Límite Inferior de Estimación Total	772.92
	-----	Error de Muestreo Total	8.90%
	-----	Intensidad de Muestreo Total	4.48%

Tabla 3. Análisis Experimental del Muestreo (Área del Proyecto).

5.1.1.2. Número de Individuos por Hectárea

A continuación, se presenta el número de individuos que serán removidos en cada estrato florístico dentro del área de CUSTF, por tipo de Vegetación:

5.1.1.2.1. Vegetación de Duna Costera

ESTRATO ARBUSTIVO

En la Tabla 4, se presenta el número total de individuos para el estrato arbustivo dentro de Vegetación de Duna Costera, correspondiente a la superficie de 1.4921 Ha:

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Hectárea	Total en área de CUSTF
<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	0	72	108
Total		0	72	108

Tabla 4. Número de Arbustos por Especie en Vegetación de Duna Costera del CUSTF.

De acuerdo con lo anterior, se tienen un total de 108 individuos pertenecientes al estrato arbustivo dentro de Vegetación de Duna Costera (1.4921 Ha).

ESTRATO HERBÁCEO

En la Tabla 5, se presenta el número total de individuos para el estrato herbáceo dentro de Vegetación de Duna Costera, correspondiente a la superficie de 1.4921 Ha:

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Hectárea	Total en área de CUSTF
<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	2	1399	2087
<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	1	1158	1728
<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	3	2750	4103
<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	2	1471	2195
<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	32	25376	37863
<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	1	917	1368
<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	3	2050	3059
<i>Sida rhombifolia</i>	Malva	1	965	1440
<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	2	1881	2807
Total		48	37967	56650

Tabla 5. Número de Hierbas por Especie en Vegetación de Duna Costera del CUSTF.

De acuerdo con lo anterior, se tienen un total de 56,650 individuos pertenecientes al estrato herbáceo dentro de Vegetación de Duna Costera (1.4921 Ha).

5.1.1.2.2. Vegetación de Duna Costera (Matorral)

ESTRATO ARBÓREO

En la Tabla 6, se presenta el número total de individuos para el estrato arbóreo dentro de Vegetación de Duna Costera (Matorral), correspondiente a la superficie de 0.1963 Ha:

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Hectárea	No. Total en área de CUSTF
<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	2	1251	246
<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	4	2957	580
<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	12	9438	1853
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	2	1819	357
<i>Nectandra salicifolia</i>	Capulincillo	1	682	134
<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	1	455	89
Total		21	16602	3259

Tabla 6. Número de Árboles por Especie en Vegetación de Duna Costera (Matorral) del CUSTF.

De acuerdo con lo anterior, se tienen un total de 3,259 individuos pertenecientes al estrato arbóreo dentro de Vegetación de Duna Costera (Matorral) (0.1963 Ha).

ESTRATO ARBUSTIVO

En la Tabla 7, se presenta el número total de individuos para el estrato arbustivo dentro de Vegetación de Duna Costera (Matorral), correspondiente a la superficie de 0.1963 Ha:

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Hectárea	No. Total en área de CUSTF
<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	1	796	156
<i>Pisonia aculeata</i>	Pichigueta	1	1023	201
<i>Sida acuta</i>	Escoba	0	114	22
<i>Waltheria indica</i>	Tapacola	0	114	22
Total		3	2047	402

Tabla 7. Número de Arbustos por Especie en Vegetación de Duna Costera (Matorral) del CUSTF.

De acuerdo con lo anterior, se tienen un total de 402 individuos pertenecientes al estrato arbustivo dentro de Vegetación de Duna Costera (Matorral) (0.1963 Ha).

ESTRATO HERBÁCEO

En la Tabla 8, se presenta el número total de individuos para el estrato herbáceo dentro de Vegetación de Duna Costera (Matorral), correspondiente a la superficie de 0.1963 Ha:

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Hectárea	No. Total en área de CUSTF
<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	0	114	22
<i>Achyranthes aspera</i>	Cadillo	0	114	22
<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	1	682	134
<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	1	1137	223
<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	1	455	89
<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	0	341	67
<i>Melinis repens</i>	Pasto Rosado	2	1365	268
<i>Panicum maximum</i>	Zacatón	0	114	22
<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	1	455	89
<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	0	341	67
Total		6	5117	1004

Tabla 8. Número de Arbustos por Especie en Vegetación de Duna Costera (Matorral) del CUSTF.

De acuerdo con lo anterior, se tienen un total de 1,004 individuos pertenecientes al estrato herbáceo dentro de Vegetación de Duna Costera (Matorral) (0.1963 Ha).

5.1.1.2.3. Número de Individuos dentro del área de CUSTF

De acuerdo con lo expuesto en los apartados anteriores, se presenta un resumen del total de individuos presentes por estrato y por tipo de vegetación:

Vegetación	Estrato		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
Duna Costera	-	108	56,650
Duna Costera (Matorral)	3,259	402	1,004
Total	3,259	510	57,654

Tabla 9. Síntesis de individuos por estrato y tipo de vegetación en el área de CUSTF.

Con base en lo anterior, se tienen un total de 3,259 ind. del estrato arbóreo, 510 ind. del arbustivo y 57,654 ind. del herbáceo, siendo un total de **61,423 individuos** dentro de las 1.6884 Ha del área de CUSTF.

5.1.1.3. Índice de Valor de Importancia (IVI) y Valor de Importancia Relativo (VIR)

La metodología empleada para determinar el índice del Valor de Importancia se sustenta en lo descrito por Barajas-Gea (2005), del Centro de Geociencias de la UNAM, quien menciona que para el cálculo de este valor debe contarse con parámetros como densidad, frecuencia y dominancia absolutas y relativas.

5.1.1.3.1. Vegetación de Duna Costera

➤ Densidad y Densidad Relativa (DENrel)

El valor de la densidad relativa se obtiene a partir de la densidad, la densidad se obtiene de dividir el número de individuos de una especie entre la superficie muestreada

$$\text{Densidad} = \frac{\text{No. Individuos}}{\text{Área muestreada}}$$

Mientras que la Densidad Relativa se obtiene al dividir el valor de la densidad de la especie entre el total de las densidades de todas las especies y se multiplica por 100.

$$\text{Densidad Relativa (DER)} = \frac{\text{Densidad de una especie}}{\text{Densidad de todas las especies}} \times 100$$

ESTRATO ARBUSTIVO

Solo se detectó una especie de este estrato, la cual obtuvo el 100% de Densidad Relativa.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	Densidad	Densidad Relativa
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	3	72.38	100.00%
Total			3	72.38	6

Tabla 10. Densidad y Densidad Relativa – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras para el Área de CUSTF.

ESTRATO HERBÁCEO

Del estrato herbáceo la especie que presenta la mayor Densidad Relativa (Den_Rel) es el Pasto Salado (*Distichlis spicata*) con el 66.84% (318,787.88 Ind/Ha). Mientras que el Amor Seco (*Gomphrena serrata*) obtuvo la menor Densidad Relativa con 2.41% (11,515.15 Ind/Ha).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	Densidad	Densidad Relativa
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	38	11,515.15	2.41%
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	61	18,484.85	3.88%
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	58	17,575.76	3.68%
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	48	14,545.45	3.05%
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	78	23,636.36	4.96%
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Malva	40	12,121.21	2.54%
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	114	34,545.45	7.24%
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	1,052	318,787.88	66.84%
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	85	25,757.58	5.40%
Total			1,574	476,969.70	100%

Tabla 11. Densidad y Densidad Relativa – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras para el Área de CUSTF.

➤ Frecuencia y Frecuencia Relativa (FRErel)

La Frecuencia se obtiene de dividir el número de sitios en los que se encontró una especie entre el número de sitios totales.

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{No. De sitios en los que aparece una especie}}{\text{No. De sitios totales muestreados}}$$

La Frecuencia Relativa (FRE_REL) la obtenemos de dividir la Frecuencia de una especie entre el total de las Frecuencias y multiplicado por 100 y se representa en porcentaje:

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Valores de frecuencia de una especie}}{\text{Valores de frecuencia de todas las especies}} * 100$$

ESTRATO ARBUSTIVO

Solo se detectó una especie de este estrato, la cual obtuvo el 100% de Frecuencia Relativa (FRErel).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SD	ST	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	2	33	0.06	100.00%
TOTAL					0.06	100%

Tabla 12. Frecuencia y Frecuencia Relativa – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras para el Área de CUSTF.

ESTRATO HERBÁCEO

Las especies con mayor Frecuencia Relativa (Fre_Rel) son: la Flor Lila (*Tephrosia nitens*) con el 21.70% detectado en 23 sitios y el Pasto Salado (*Distichlis spicata*) con el 26.42% detectado en 28 sitios. Mientras que la especie Hierba del Cáncer (*Acalypha arvensis*) presento la menor Frecuencia Relativa con el 3.77% detectado en 4 sitios de muestreo.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SL	ST	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	5	33	0.15	4.72%
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	10	33	0.30	9.43%
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	4	33	0.12	3.77%
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	10	33	0.30	9.43%
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	23	33	0.70	21.70%
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Malva	10	33	0.30	9.43%
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	10	33	0.30	9.43%
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	28	33	0.85	26.42%
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	6	33	0.18	5.66%
Total					3.21	100.00%

Tabla 13. Frecuencia y Frecuencia Relativa – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras para el Área de CUSTF.

➤ Dominancia y Dominancia Relativa (DOMrel)

La Dominancia se obtiene de dividir la suma del AB (Área Basal) de una especie entre la suma total de las Áreas Basales de todas las especies.

$$\text{Dominancia} = \frac{\text{Área Basal de la especie } m}{\text{Suma total de las Áreas Basales de todas las especies}}$$

Suma de las Áreas Basales de todas las especies registradas en los muestreos

La Dominancia Relativa (DOM_REL) la obtenemos de dividir la Dominancia de una especie entre el total de las Dominancias y multiplicado por 100 y se representa en porcentaje:

ESTRATO ARBUSTIVO

Solo se detectó una especie de este estrato, la cual obtuvo el 100% de Dominancia Relativa (Dom_Rel).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	AB	Dominancia	Dominancia Relativa
Bromeliaceae	<i>Tillandsia atroviridipetala</i>	Bromelia	0.18	1.00	100.00%
TOTAL			0.18	1.00	100%

Tabla 14. Dominancia y Dominancia Relativa – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras para el Área de CUSTF.

ESTRATO HERBÁCEO

La especie con mayor Dominancia Relativa (Dom_Rel) es el Pasto Salado (*Distichlis spicata*) con el 78.22%, esta especie presento 0.01629 de AB. Mientras que la especie con menor Dominancia Relativa (Dom_Rel) es el Pasto Bahía (*Paspalum dilatatum*) con el 0.61% esta especie presento 0.00013 de AB.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	AB	Dominancia	Dominancia Relativa
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	0.00058	0.03	2.80%
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	0.00017	0.01	0.83%
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	0.00043	0.02	2.08%
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	0.00072	0.03	3.44%
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	0.00142	0.07	6.82%
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Malva	0.00040	0.02	1.93%
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	0.00068	0.03	3.28%
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	0.01629	0.78	78.22%
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	0.00013	0.01	0.61%
Total			0.02082	1.00	100%

Tabla 15. Dominancia y Dominancia Relativa – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras para el Área de CUSTF.

➤ Índice de Valor de Importancia (IVI) y Valor de Importancia Relativo (VIR)

El Índice de Valor de Importancia se obtiene de sumar los valores Densidad Relativa (DEN_REL), Frecuencia Relativa (FRE_REL) y Dominancia Relativa (DOM_REL) de una especie.

$$\text{Valor de importancia (IVI)} = \text{Densidad rel} + \text{Dominancia rel} + \text{Frecuencia rel.}$$

El Valor de Importancia Relativo (VIR) se obtiene de dividir el valor del Índice de Valor de Importancia (IVI) entre 3:

$$VIR = (AB_R + D_R + F_R)/3$$

ESTRATO ARBUSTIVO

Solo se detectó una especie de este estrato, la cual obtuvo el 100% Valor de Importancia Relativa (VIR).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	100.00%	100.00%	100.00%	300.00%	100.00%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 16. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras para el Área de CUSTF.

ESTRATO HERBÁCEO

Las especies con mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) son en tercer lugar el Zacate Abrojo de la Costa (*Cenchrus spinifex*) con el 6.65%, esta especie presento 7.24% de Den_Rel, 9.43% de Fre_Rel y 1.93% de Dom_Rel. En segundo lugar, en cuanto a Valor de Importancia Relativa (VIR) está la Flor Lila (*Tephrosia nitens*) con el 11.01%, esta especie presento 4.96% de Den_Rel, 21.70% de Fre_Rel y 6.82% de Dom_Rel, el primer lugar fue el Pasto Salado (*Distichlis spicata*) con el 57.16%, esta especie presento 66.84% de Den_Rel, 26.42% de Fre_Rel y 78.22% de Dom_Rel, siendo la especie que domina este estrato. Mientras que la especie con menor Valor de Importancia Relativa (VIR) es la Hierba del Cáncer (*Acalypha arvensis*) con el 3.18% presentando 3.68% de Den_Rel, 3.77% de Fre_Rel y 2.08% de Dom_Rel.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	2.41%	4.72%	2.80%	9.93%	3.31%
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	3.88%	9.43%	0.83%	14.14%	4.71%
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	3.68%	3.77%	2.08%	9.54%	3.18%
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	3.05%	9.43%	3.44%	15.92%	5.31%
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	4.96%	21.70%	6.82%	33.48%	11.16%
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Malva	2.54%	9.43%	1.93%	13.91%	4.64%
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	7.24%	9.43%	3.28%	19.96%	6.65%
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	66.84%	26.42%	78.22%	171.47%	57.16%
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	5.40%	5.66%	0.61%	11.67%	3.89%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 17. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras para el Área de CUSTF.

5.1.1.3.2. Vegetación de Duna Costera (Matorral)

La metodología empleada para determinar el índice del Valor de Importancia se describió en el apartado referente a la Vegetación de Dunas Costeras del SA. A continuación, solo se presentan los resultados obtenidos para la Vegetación de Dunas Costeras (Matorral):

➤ Densidad y Densidad Relativa (DENrel)

ESTRATO ARBÓREO

La especie con mayor densidad relativa en este estrato es el Escobillo (*Erythroxylum havanense*) con el 56.85% (9,440.40 Ind/Ha). Mientras que el Guamuchil

(*Pithecellobium dulce*) presento la menor abundancia relativa con 2.74% (454.96 Ind/Ha).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	Densidad	Densidad Relativa
Capparacea	<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	26	2,957.23	17.81%
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	83	9,440.40	56.85%
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	11	1,251.14	7.53%
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	4	454.96	2.74%
Lauraceae	<i>Nectandra salicifolia</i>	Capulincillo	6	682.44	4.11%
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	16	1,819.84	10.96%
Total			146	16,606.01	100%

Tabla 18. Densidad y Densidad Relativa – Estrato Arbóreo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.

ESTRATO ARBUSTIVO

La especie con mayor densidad relativa en este estrato la Pichigueta (*Pisonia aculeata*) con el 50.00% (1,023.66 Ind/Ha). Mientras que la Escoba (*Sida acuta*) y el Tapacola (*Waltheria indica*) presentaron la menor abundancia relativa con 5.56% (113.74 Ind/Ha) cada una.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	Densidad	Densidad Relativa
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	7	796.18	38.89%
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	1	113.74	5.56%
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i>	Tapacola	1	113.74	5.56%
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Pichigueta	9	1,023.66	50.00%
Total			18	2,047.32	100%

Tabla 19. Densidad y Densidad Relativa – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.

ESTRATO HERBÁCEO

Del estrato herbáceo la especie que presenta la mayor densidad relativa son el Cantillo (*Commelina erecta*) con el 22.22% (14,285.7100 Ind/Ha) y el Pasto Rosado (*Melinis repens*) con el 26.67% (17,142.86 Ind/Ha). Mientras que el Cadillo (*Achyranthes aspera*), la Hierba del Cáncer (*Acalypha arvensis*) y el Zacatón (*Panicum maximum*) presentaron la menor densidad relativa con 2.22 % (1,428.57 Ind/Ha).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	Densidad	Densidad Relativa
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i>	Cadillo	1	1,428.57	2.22%
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	4	5,714.29	8.89%
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	10	14,285.71	22.22%
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	1	1,428.57	2.22%
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	6	8,571.43	13.33%
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	3	4,285.71	6.67%
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	3	4,285.71	6.67%
Poaceae	<i>Melinis repens</i>	Pasto Rosado	12	17,142.86	26.67%
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacatón	1	1,428.57	2.22%
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	4	5,714.29	8.89%
Total			45	5,118.29	100%

Tabla 20. Densidad y Densidad Relativa – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.

➤ Frecuencia y Frecuencia Relativa (FRErel)

ESTRATO ARBÓREO

La especie con mayor Frecuencia Relativa (Fre_Rel) son: el Escobillo (*Erythroxylum havanense*) con el 25.00% detectado en 4 sitios y el Ixcanal (*Acacia collinsii*) con el 30.00% detectado en 6 sitios. Mientras que el Guamuchil (*Pithecellobium dulce*) y el Capulincillo (*Nectandra salicifolia*) presentaron la menor Frecuencia Relativa con el 6.25% detectadas en 1 sitio de muestreo.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SL	ST	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Capparaceae	<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	2	7	0.29	12.50%
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	4	7	0.57	25.00%
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	6	7	0.86	37.50%
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	1	7	0.14	6.25%
Lauraceae	<i>Nectandra salicifolia</i>	Capulincillo	1	7	0.14	6.25%
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	2	7	0.29	12.50%
Total					2.29	100%

Tabla 21. Frecuencia y Frecuencia Relativa – Estrato Arbóreo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.

ESTRATO ARBUSTIVO

La especie con mayor Frecuencia Relativa (Fre_Rel) es: la Cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) con el 40.00% detectado en 2 sitios. Mientras que la Escoba (*Sida acuta*), el Tapacola (*Waltheria indica*) y la Pichigueta (*Pisonia aculeata*) presentaron la menor Frecuencia Relativa con el 20.00% detectadas en 1 sitio de muestreo cada una.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SL	ST	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	2	7	0.29	40.00%
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	1	7	0.14	20.00%
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i>	Tapacola	1	7	0.14	20.00%
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Pichigueta	1	7	0.14	20.00%
Total					0.71	100%

Tabla 22. Frecuencia y Frecuencia Relativa – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.

ESTRATO HERBÁCEO

Las especies con mayor Frecuencia Relativa (Fre_Rel) son: el Cantillo (*Commelina erecta*) y el Frijol de Playa (*Canavalia rosea*) con el 22.22% detectado en 4 sitios cada una. Mientras que 6 especies presentaron la menor Frecuencia Relativa con el 5.56% detectadas en 1 sitio de muestreo, estas especies son: el Cadillo (*Achyranthes aspera*), la Hierba del Cáncer (*Acalypha arvensis*), la Flor Lila (*Tephrosia nitens*), el Carricillo (*Lasiacis divaricata*), el Zacatón (*Panicum maximum*) y el Aquiste (*Paullinia fuscescens*).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SL	ST	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i>	Cadillo	1	7	0.14	5.56%
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	2	7	0.29	11.11%
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	4	7	0.57	22.22%
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	1	7	0.14	5.56%

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SL	ST	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	4	7	0.57	22.22%
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	1	7	0.14	5.56%
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	1	7	0.14	5.56%
Poaceae	<i>Melinis repens</i>	Pasto Rosado	2	7	0.29	11.11%
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacatón	1	7	0.14	5.56%
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	1	7	0.14	5.56%
Total					2.57	100.00%

Tabla 23. Frecuencia y Frecuencia Relativa – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.

➤ Dominancia y Dominancia Relativa (DOMrel)

ESTRATO ARBÓREO

La especie con mayor Dominancia Relativa (Dom_Rel) es la Manzana de Playa (*Crateva tapia*) con el 55.06%, esta especie presento 0.1019 de AB. Mientras que la especie con menor Dominancia Relativa (Dom_Rel) es el Capulincillo (*Nectandra salicifolia*) con el 1.07% esta especie presento 0.0020 de AB.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	AB	Dominancia	Dominancia Relativa
Capparacea	<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	0.1019	0.55	55.06%
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	0.0352	0.19	19.02%
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	0.0106	0.06	5.74%
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	0.0063	0.03	3.40%
Lauraceae	<i>Nectandra salicifolia</i>	Capulincillo	0.0020	0.01	1.07%
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	0.0291	0.16	15.71%
Total			0.1850	1.00	100%

Tabla 24. Dominancia y Dominancia Relativa – Estrato Arbóreo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.

ESTRATO ARBUSTIVO

La especie con mayor Dominancia Relativa (Dom_Rel) es la Pichigueta (*Pisonia aculeata*) con el 57.92%, esta especie presento 0.00760 de AB. Mientras que la especie con menor Dominancia Relativa (Dom_Rel) es la Escoba (*Sida acuta*) con el 0.08% esta especie presento 0.00001 de AB.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	AB	Dominancia	Dominancia Relativa
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	0.00518	0.39	39.47%
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	0.00001	0.00	0.07%
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i>	Tapacola	0.00033	0.03	2.54%
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Pichigueta	0.00760	0.58	57.92%
Total			0.0131	1.00	100%

Tabla 25. Dominancia y Dominancia Relativa – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.

ESTRATO HERBÁCEO

La especie con mayor Dominancia Relativa (Dom_Rel) es el Zacatón (*Panicum maximum*) con el 89.34%, esta especie presento 0.002403 de AB. Mientras que la especie con menor Dominancia Relativa (Dom_Rel) es el Cadillo (*Achyranthes aspera*) con el 0.03% esta especie presento 0.000001 de AB.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	AB	Dominancia	Dominancia Relativa
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i>	Cadillo	0.000001	0.0003	0.03%
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	0.000056	0.0210	2.10%
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	0.000047	0.0176	1.76%
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	0.000004	0.0014	0.14%
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	0.000118	0.0438	4.38%
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	0.000004	0.0015	0.15%
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	0.000004	0.0015	0.15%
Poaceae	<i>Melinis repens</i>	Pasto Rosado	0.000038	0.0141	1.41%
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacatón	0.002403	0.8934	89.34%
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	0.000015	0.0055	0.55%
Total			0.00269	1.00	100%

Tabla 26. Dominancia y Dominancia Relativa – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.

➤ **Índice de Valor de Importancia (IVI) y Valor de Importancia Relativo (VIR)**

ESTRATO ARBÓREO

Las especies con mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) son el Ixcanal (*Acacia collinsii*) con el 16.92%, esta especie presento 7.53% de Den_Rel, 37.50% de Fre_Rel y 5.74% de Dom_Rel, en segundo lugar la Manzana de Playa (*Crateva tapia*) con el 28.46%, esta especie presento 17.81% de Den_Rel, 12.50% de Fre_Rel y 55.06% de Dom_Rel y en primer lugar el Escobillo (*Erythroxylum havanense*) con el 33.62%, esta especie presento 56.85% de Den_Rel, 25.00% de Fre_Rel y 19.02% de Dom_Rel. Mientras que la especie con menor Valor de Importancia Relativa (VIR) es el Capulincillo (*Nectandra salicifolia*) con el 3.81% presentando 4.11% de Den_Rel, 6.25% de Fre_Rel y 1.07% de Dom_Rel.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Capparacea	<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	17.81%	12.50%	55.06%	85.37%	28.46%
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	56.85%	25.00%	19.02%	100.87%	33.62%
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	7.53%	37.50%	5.74%	50.77%	16.92%
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	2.74%	6.25%	3.40%	12.39%	4.13%
Lauraceae	<i>Nectandra salicifolia</i>	Capulincillo	4.11%	6.25%	1.07%	11.43%	3.81%
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	10.96%	12.50%	15.71%	39.17%	13.06%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 27. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo – Estrato Arbóreo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.

ESTRATO ARBUSTIVO

La especie con mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) es la Cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) con el 39.45%, esta especie presento 38.89% de Den_Rel, 40.00% de Fre_Rel y 39.47% de Dom_Rel y en primer lugar la Pichigueta (*Pisonia aculeata*) con el 42.64%, esta especie presento 50.00% de Den_Rel, 20.00% de Fre_Rel y 57.92% de Dom_Rel. Mientras que la especie con menor Valor de Importancia Relativa (VIR) es la Escoba (*Sida acuta*) con el 8.54% presentando 5.56% de Den_Rel, 29.00% de Fre_Rel y 0.07% de Dom_Rel.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	38.89%	40.00%	39.47%	118.36%	39.45%
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	5.56%	20.00%	0.07%	25.62%	8.54%
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i>	Tapacola	5.56%	20.00%	2.54%	28.10%	9.37%
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Pichigueta	50.00%	20.00%	57.92%	127.92%	42.64%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 28. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.

ESTRATO HERBÁCEO

Las especies con mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) son en tercer lugar el Frijol de Playa (*Canavalia rosea*) con el 13.31%, esta especie presento 13.33% de Den_Rel, 22.22% de Fre_Rel y 4.38% de Dom_Rel. En segundo lugar, en cuanto a Valor de Importancia Relativa (VIR) está el Cantillo (*Commelina erecta*) con el 15.40%, esta especie presento 22.22% de Den_Rel, 22.22% de Fre_Rel y 1.76% de Dom_Rel, el primer lugar fue el Zacatón (*Panicum maximum*) con el 32.37%, esta especie presento 2.22% de Den_Rel, 5.56% de Fre_Rel y 89.34% de Dom_Rel. Mientras que la especie con menor Valor de Importancia Relativa (VIR) es el Cadillo (*Achyranthes aspera*) con el 2.60% presentando 2.22% de Den_Rel, 5.56% de Fre_Rel y 0.03% de Dom_Rel.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i>	Cadillo	2.22%	5.56%	0.03%	7.81%	2.60%
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	8.89%	11.11%	2.10%	22.10%	7.37%
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	22.22%	22.22%	1.76%	46.20%	15.40%
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	2.22%	5.56%	0.14%	7.92%	2.64%
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	13.33%	22.22%	4.38%	39.94%	13.31%
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	6.67%	5.56%	0.15%	12.37%	4.12%
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	6.67%	5.56%	0.15%	12.37%	4.12%
Poaceae	<i>Melinis repens</i>	Pasto Rosado	26.67%	11.11%	1.41%	39.19%	13.06%
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacatón	2.22%	5.56%	89.34%	97.12%	32.37%
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	8.89%	5.56%	0.55%	14.99%	5.00%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 29. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.

5.1.1.4. Índice de Biodiversidad

El índice de Shannon- Wiener (H') 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. Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas. La ventaja de un índice de este tipo es que no es necesario identificar las especies

presentes; basta con poder distinguir unas de otras para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total. Su fórmula de cálculo es:

$$H' = - \sum p_i \ln P_i$$

Dónde:

H': Índice de Shannon-Wiener

Pi: Número de individuos de una especie

$\sum p_i$: Sumatoria del número de individuos de todas las especies

Ahora bien, para complementar el índice es preciso determinar la equidad en cada comunidad, parámetro que mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

La expresión para su determinación es:

$$J = \frac{H'}{H_{\max}}$$

Dónde:

J= Equitatividad

H'= Índice obtenido

H'max = ln (S).

5.1.1.4.1. Vegetación de Duna Costera

ESTRATO ARBUSTIVO

Solo se detectó una especie de este estrato, por lo que se obtuvo una diversidad nula.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	3	1	0.00	0.00
Total			3	Diversidad		0.00
$H'_{\max} = \ln(S)$			EQUITATIVIDAD = H' / H'_{\max}			
0.00			0.00			

Tabla 30. Diversidad de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo en vegetación de Duna Costera del área de CUSTF.

ESTRATO HERBÁCEO

El estrato herbáceo presenta una diversidad Baja, ya que con el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, se obtuvo un valor de **1.30**; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja. Mientras que la Equitatividad refleja que hay especies que tienen un número alto de individuos, los

cuales se encuentran dominando el estrato y la máxima diversidad que este estrato puede alcanzar es de 2.20.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	38	0.0241	-3.72	-0.09
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	61	0.0388	-3.25	-0.13
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	58	0.0368	-3.30	-0.12
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	48	0.0305	-3.49	-0.11
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	78	0.0496	-3.00	-0.15
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Malva	40	0.0254	-3.67	-0.09
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	114	0.0724	-2.63	-0.19
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	1,052	0.6684	-0.40	-0.27
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	85	0.0540	-2.92	-0.16
Total			1,574	1.574	1.574	1.30
$H'_{MAX} = LN(S)$			EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}			
2.20			0.59			

Tabla 31. Diversidad de Shannon-Wiener para el estrato herbáceo en vegetación de Duna Costera del área de CUSTF.

5.1.1.4.2. Vegetación de Duna Costera (Matorral)

ESTRATO ARBÓREO

El estrato arbóreo presenta una diversidad **Baja**, ya que con el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, se obtuvo un valor de **1.30**; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja. Mientras que la Equitatividad refleja que existe cierta equidad en la distribución del número de individuos entre las especies y la máxima diversidad que este estrato puede alcanzar es de 1.79

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Capparacea	<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	26	0.18	-1.73	-0.31
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	83	0.57	-0.56	-0.32
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	11	0.08	-2.59	-0.19
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	4	0.03	-3.60	-0.10
Lauraceae	<i>Nectandra salicifolia</i>	Capulincillo	6	0.04	-3.19	-0.13
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	16	0.11	-2.21	-0.24
Total			146	1.46	1.46	1.30
$H'_{MAX} = LN(S)$			EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}			
1.79			0.72			

Tabla 32. Diversidad de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo en vegetación de Duna Costera (Matorral) del área de CUSTF.

ESTRATO ARBUSTIVO

El estrato arbustivo presenta una diversidad **Baja**, ya que con el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, se obtuvo un valor de **1.04**; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja. Mientras que la Equitatividad refleja que existen ciertas especies con mayor número de individuos dominando el estrato y la máxima diversidad que este estrato puede alcanzar es de 1.39.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	7	0.39	-0.94	-0.37
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	1	0.06	-2.89	-0.16
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i>	Tapacola	1	0.06	-2.89	-0.16
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Pichigueta	9	0.50	-0.69	-0.35
Total			18	DIVERSIDAD		1.04
H' _{MAX} = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' _{MAX}			
1.39			0.75			

Tabla 33. Diversidad de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo en vegetación de Duna Costera (Matorral) del área de CUSTF.

ESTRATO HERBÁCEO

El estrato herbáceo presenta una diversidad Media, ya que con el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, se obtuvo un valor de **2.00**; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja y en resultados superiores a 3 la diversidad es alta, este estrato obtuvo un índice entre ambos valores. Mientras que la Equitatividad refleja que hay equidad entre el número de individuos y el número de especies, es decir el número de individuos se encuentra bien distribuido y la máxima diversidad que este estrato puede alcanzar es de 2.30.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i>	Cadillo	1	0.0222	-3.81	-0.08
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	4	0.0889	-2.42	-0.22
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	10	0.2222	-1.50	-0.33
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	1	0.0222	-3.81	-0.08
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	6	0.1333	-2.01	-0.27
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	3	0.0667	-2.71	-0.18
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	3	0.0667	-2.71	-0.18
Poaceae	<i>Melinis repens</i>	Pasto Rosado	12	0.2667	-1.32	-0.35
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacatón	1	0.0222	-3.81	-0.08
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	4	0.0889	-2.42	-0.22
Total			45	DIVERSIDAD		2.00
H' _{MAX} = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' _{MAX}			
2.30			0.87			

Tabla 34. Diversidad de Shannon-Wiener para el estrato herbáceo en vegetación de Duna Costera (Matorral) del área de CUSTF.

5.1.2. Fauna

5.1.2.1. Metodología de Muestreo

➤ Anfibios y Reptiles

Se utilizó la técnica de transecto lineal (Heyer, *et al.*, 1994), realizando recorridos terrestres diurnos, con una longitud variable registrando anfibios y reptiles a lo largo del transecto y a 10 metros a cada lado de este; en horarios de 8:00 a 13:00 horas. Buscando de manera intensiva con ayuda de un gancho herpetológico y una lámpara en los sitios potenciales o microhábitat donde se encuentran (arroyos, aguajes, riachuelos, hojarasca, troncos caídos, bajo piedras y corteza de árboles, pozos, zanjas y cuerpos de agua artificiales).

El registro se efectuó por medio de observación directa e indirecta (registro visual, auditivo, rastros y mudas). Los datos recabados se anotaron en una libreta de campo, donde se solicita nombre del predio, localidad, nombre del transecto, coordenadas, altitud, nombre del observador, número de registro, nombre científico, tipo de vegetación y observaciones (medidas morfométricas en algunas especies para identificación). La identificación se realizó con ayuda de las guías: Campbell (1998), Duellman (2001), Lee (2000) y Köhler (2008, 2010), el arreglo taxonómico fue con base en CONABIO (2013).

Técnica	Punto	X	Y	Altura (msnm)
Transecto lineal	1	418487	1758642	9
	2	418373	1758707	9

Tabla 35. Coordenadas UTM de los Transectos Lineales para Anfibios y Reptiles en el Área de CUSTF.

➤ Aves

Para el registro de aves se empleó la técnica de transecto lineal, que consistió en hacer recorridos a una velocidad constante a través de los diferentes tipos de vegetación (Bibby, *et al.*, 1998). La velocidad promedio fue de un kilómetro por hora, con una longitud variable para recorridos terrestres. Los recorridos se iniciaron a partir de las 06:00 y se finalizaron alrededor de las 11 horas, ya que es el periodo del día en el que las aves presentan su mayor actividad, por lo cual su detección es más probable.

Las especies se identificaron de forma visual, con el uso de binoculares (10x40), así como de forma auditiva a través de las vocalizaciones distintivas de cada especie (Ralph, *et al.*, 1996). Además, se utilizaron guías especializadas de identificación de aves: *Guide to the birds of Mexico and Northern Central America* (Howell y Webb, 1995), *Aves de México* (Peterson y Chalif, 1989), *The Sibley guide to birds* (Sibley, 2000) y *Shorebirds of North America: the photographic guide* (Paulson, 2005).

El nombre científico de las especies se asignó con base en la lista anotada del *Check-list American Ornithologists' Union* (1998) y suplementos actualizados al año 2015. La estacionalidad se determinó con base en Howell y Webb (1995). Los datos fueron anotados en una libreta de campo. Posteriormente fueron capturados en una base de datos en el programa Microsoft Excel ver. 2007, donde se llenaron los campos solicitados por la base correspondiente al grupo taxonómico.

Técnica	Punto	X	Y	Altura (msnm)
Transecto lineal	1	418373	1758707	9
Transecto lineal	2	418487	1758642	9
Transecto lineal	3	418593	1758552	8
Transecto lineal	4	418400	1758750	9
Transecto lineal	5	418523	1758678	4

Tabla 36. Coordenadas UTM de los Transectos Lineales para Aves en el Área de CUSTF.

➤ Mamíferos

Para la búsqueda de mamíferos se empleó la técnica de transecto lineal (Buckland, *et al.*, 1993) de longitud variable y un ancho de 10 x 10 (modificado por Miller B. W. y Miller M. C. 1999), en un horario de 6:00 a 11:00 horas. En el recorrido se abarcaron varios tipos de vegetación, en los cuales se realizaron observaciones directas (conteos de los animales observados en un determinado recorrido) e indirecta (basado en la interpretación de los rastros que los animales dejan en su medio ambiente, tales como huellas, excretas, restos óseos, entre otros).

Para el registro de los datos se anotó en una libreta de campo. La determinación taxonómica se realizó con el apoyo de guías de campo especializadas (Aranda, 2000 y Reid, 1997) y la clasificación taxonómica de las especies se basó en lo propuesto por Wilson y Reeder (2005).

En caso de no identificar a simple vista la especie, se procedió a la impresión de huellas mediante una mezcla de yeso odontológico, que fue transportada envuelta en papel periódico. Los datos fueron capturados en una base de datos en el programa Microsoft Excel ver. 2007, donde se llenaron los campos correspondientes al grupo taxonómico.

Técnica	Punto	X	Y	Altura (msnm)
Transecto lineal	1	418487	1758642	9
	2	418400	1758750	9
	3	418523	1758678	6

Tabla 37. Coordenadas UTM para los Muestreos de Mamíferos en el Área de CUSTF.

➤ Redeo de Murciélagos

Se colocaron dos redes de niebla de 12 metros de largo por dos metros de ancho, con permanencia de seis noches; éstas se abrieron a partir de las 18:30 horas y permanecían abiertas cuatro horas, se realizaron revisiones intermedias cada 40 minutos. Las redes fueron colocadas entre la vegetación y cerca de cuerpos de agua, a 50 cm del suelo. Cada uno de los murciélagos capturados fue identificado mediante la utilización de claves de campo de Medellín, *et al.* (1997) y Reid (1997) y se le tomaron las medidas somáticas correspondientes para su identificación y fueron liberados en el mismo sitio de captura.

Los datos fueron anotados en una libreta de campo para posteriormente, capturarlos en una base de datos en el programa Microsoft Excel ver. 2007, donde se llenaron los campos correspondientes al grupo taxonómico.

➤ Estaciones Olfativas

Se colocaron 11 estaciones a una distancia de 100 metros de una estación a otra, esto dependiendo de la longitud del área de estudio. Como primer paso, se limpió un área de aproximadamente 1 metro de diámetro, después se tamizó o coló la

arena, se cubrió y rego con arena blanca tamizada el perímetro, posteriormente se colocó el cebo que consistió en trozos de sardina. Estas fueron colocadas por la tarde noche y revisadas en la mañana siguiente. Los datos obtenidos fueron anotados en una libreta de campo y después capturado en una base de datos de Excel.

➤ **Trampas Sherman**

Se colocaron dos trampas tipo Sherman, estas fueron colocadas sobre troncos, contrafuertes, rocas y sobre ramas, la distancia de una trampa a otra fue de 50 metros aproximadamente. El cebo que se utilizó fue avena, nutela y esencia de vainilla. Estas fueron activadas durante la tarde y revisadas en la mañana siguiente.

Para la identificación de las especies se utilizó la guía de Fiona Reid, Ceballos y Oliva (2005). Después de su identificación las especies fueron liberadas en el mismo sitio de captura, los datos obtenidos fueron anotados en una libreta de campo y posteriormente capturado en una base de datos Excel.

5.1.2.2. Índice de Biodiversidad

El índice de Shannon- Wiener (H') 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. Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas. La ventaja de un índice de este tipo es que no es necesario identificar las especies presentes; basta con poder distinguir unas de otras para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total. Su fórmula de cálculo es:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Dónde:

H' : Índice de Shannon-Wiener

P_i : Número de individuos de una especie

$\sum p_i$: Sumatoria del número de individuos de todas las especies

Ahora bien, para complementar el índice es preciso determinar la equidad en cada comunidad, parámetro que mide la proporción de la diversidad observada con

relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

La expresión para su determinación es:

$$J = \frac{H'}{H_{\max}}$$

Dónde:

J= Equitatividad

H'= Índice obtenido

H'max = ln (S).

REPTILES.

Los Reptiles presentan una baja diversidad, debido a las pocas especies registradas, su Equitatividad es igual a 0.86, lo que infiere de la dominancia de una especie, la diversidad obtenida fue de **0.60** la bibliografía cita, que en resultados menores a 2, se infiere que la diversidad del sitio es baja, los reptiles se encuentran bajo a este valor.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana espinosa rayada	2	0.29	-1.25	-0.36
Teiidae	<i>Aspidoscelis deppii</i>	Lagartija verdi azul	5	0.71	-0.34	-0.24
TOTAL			7	Diversidad		0.60
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
0.69			0.86			

Tabla 38. Diversidad de Shannon-Wiener para Reptiles en el área de CUSTF.

AVES.

Las Aves presentan una diversidad Alta, su Equitatividad es igual a 0.94, la diversidad obtenida fue de **3.27**, la bibliografía cita, que en resultados superiores a 3 se considera alta.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	1	0.0094	-4.66	-0.04
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	1	0.0094	-4.66	-0.04
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	3	0.0283	-3.56	-0.10
Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre	2	0.0189	-3.97	-0.07
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras Pauraque	1	0.0094	-4.66	-0.04
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	3	0.0283	-3.56	-0.10
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	4	0.0377	-3.28	-0.12
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	6	0.0566	-2.87	-0.16
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita cola larga	1	0.0094	-4.66	-0.04
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	1	0.0094	-4.66	-0.04
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca cara blanca	7	0.0660	-2.72	-0.18
Cracidae	<i>Ortalis leucogastra</i>	Chachalaca vientre blanco	3	0.0283	-3.56	-0.10
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	3	0.0283	-3.56	-0.10

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	2	0.0189	-3.97	-0.07
Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcon huaco	3	0.0283	-3.56	-0.10
Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Tijereta	6	0.0566	-2.87	-0.16
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	8	0.0755	-2.58	-0.20
Hirundinidae	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina manglera	5	0.0472	-3.05	-0.14
Hirundinidae	<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina verdemar	8	0.0755	-2.58	-0.20
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	1	0.0094	-4.66	-0.04
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Calandria dorso negro mayor	6	0.0566	-2.87	-0.16
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	4	0.0377	-3.28	-0.12
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	2	0.0189	-3.97	-0.07
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	3	0.0283	-3.56	-0.10
Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	4	0.0377	-3.28	-0.12
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño	3	0.0283	-3.56	-0.10
Troglodytidae	<i>Thryophilus pleurostictus</i>	Salta pared barrado	4	0.0377	-3.28	-0.12
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo café	5	0.0472	-3.05	-0.14
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	3	0.0283	-3.56	-0.10
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	1	0.0094	-4.66	-0.04
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bien te veo	1	0.0094	-4.66	-0.04
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano piriri	1	0.0094	-4.66	-0.04
TOTAL			106	Diversidad		3.27
H'_{MAX} = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}			
3.47			0.94			

Tabla 39. Diversidad de Shannon-Wiener para Aves en el área de CUSTF.

MAMÍFEROS.

Los Mamíferos presentan una baja diversidad, debido a las pocas especies registradas, su Equitatividad es igual a 0.95, la diversidad obtenida fue de **1.04** la bibliografía cita, que en resultados menores a 2, se infiere que la diversidad del sitio es baja.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	1	0.25	-1.39	-0.35
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo castellano	1	0.25	-1.39	-0.35
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	2	0.50	-0.69	-0.35
TOTAL			4	Diversidad		1.04
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
1.10			0.95			

Tabla 40. Diversidad de Shannon-Wiener para Mamíferos en el área de CUSTF.

5.2. Indicar el tipo de ecosistema según la clasificación del INEGI

5.2.1. Provincia Biogeográfica

Según el mapa de Provincias Biogeográficas de México (CONABIO, 2001) que se presenta en la Figura 4, el área del Proyecto se ubica en la Provincia Florística "Costa del Pacífico".



Figura 4. Provincias Biogeográficas de México.

5.2.2. Uso de Suelo y Vegetación

De acuerdo con la Carta Temática de Uso de Suelo y Vegetación, Serie VII del INEGI (2021), el sitio de CUSTF se ubica sobre una zona con **Pastizal Cultivado**; tal y como se observa en la Figura 5.

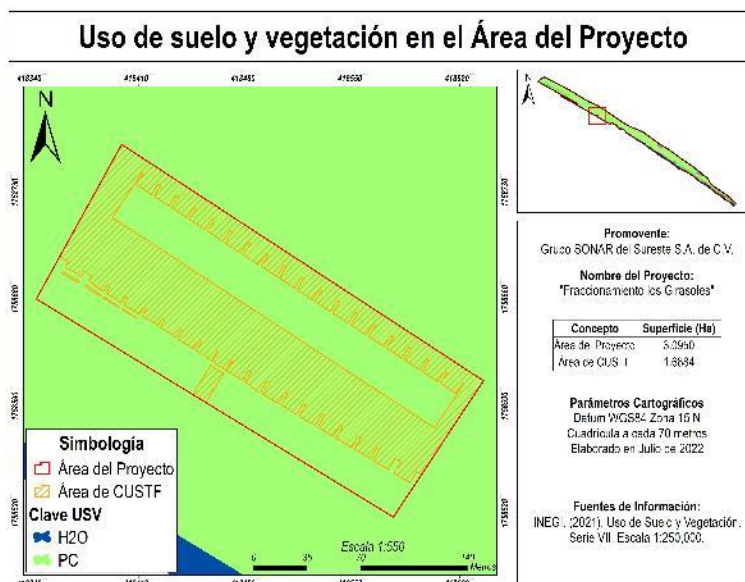


Figura 5. Uso de Suelo y Vegetación del Área de CUSTF (Serie VII).

5.2.2.1. Caracterización de la Vegetación por afectar

Derivado de los muestreos en campo, se determinó que el área del Proyecto presenta **Vegetación de Dunas Costeras** en su totalidad, por la cual se solicita el CUSTF. Respecto a lo anterior, la vegetación se clasificó en dos tipos: Vegetación de Dunas Costeras (Estrato Herbáceo) y Vegetación de Dunas Costeras (Matorral), esta subclasificación se definió por los estratos que se presentan comúnmente en este tipo de ecosistema.

De esta manera, la cobertura vegetal que será derribada corresponde totalmente a la **Vegetación de Dunas Costeras**, sin embargo, se tomará en cuenta el estrato que se define por especies de Matorral; por lo que para fines del entendimiento de la información presentada a lo largo del documento, se le denominará **Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)** haciendo alusión al estrato mencionado anteriormente, mientras que al del estrato herbáceo únicamente se le conocerá como **Vegetación de Dunas Costeras**.

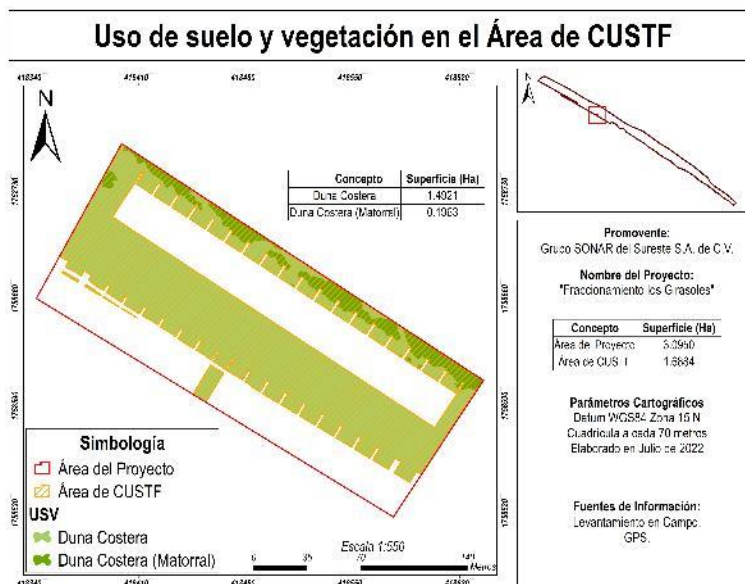


Figura 6. Uso de Suelo y Vegetación del Área de CUSTF (Reclasificado).

5.3. Precisar si el predio se encuentra dentro de algún ANP

5.3.1. Áreas Naturales Protegidas Federales

El área del Proyecto **no** incide en ninguna ANP de competencia Federal. La más cercana al sitio es el **Santuario "Playa de Puerto Arista"**, a una distancia aproximada de 20.00 m al Sur; como se ilustra en la Figura 7:

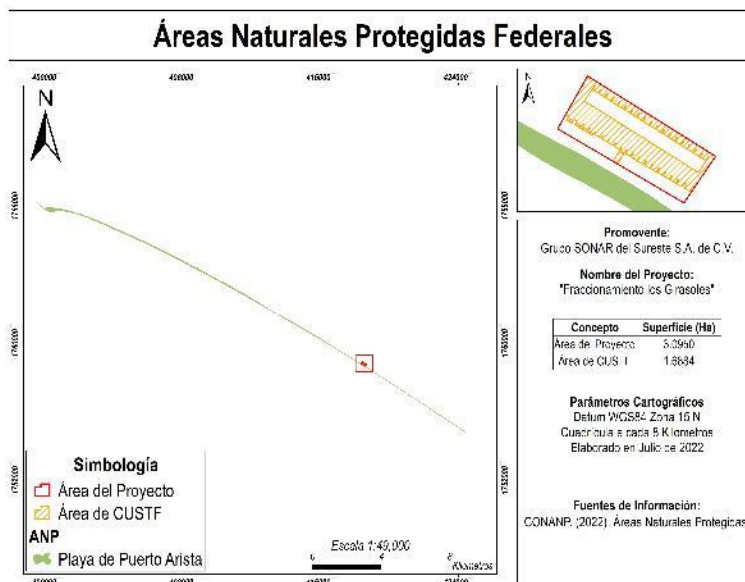


Figura 7. Ubicación del Proyecto respecto a las ANP Federales.

5.3.2. Áreas Naturales Protegidas Estatales

El proyecto **no** se encuentra dentro de ninguna ANP Estatal, siendo la más cercana el **Centro Ecológico Recreativo "Cerro Sonsonate"** a una distancia de 55.50 Km al Noreste, aproximadamente; como se observa en la Figura 8:

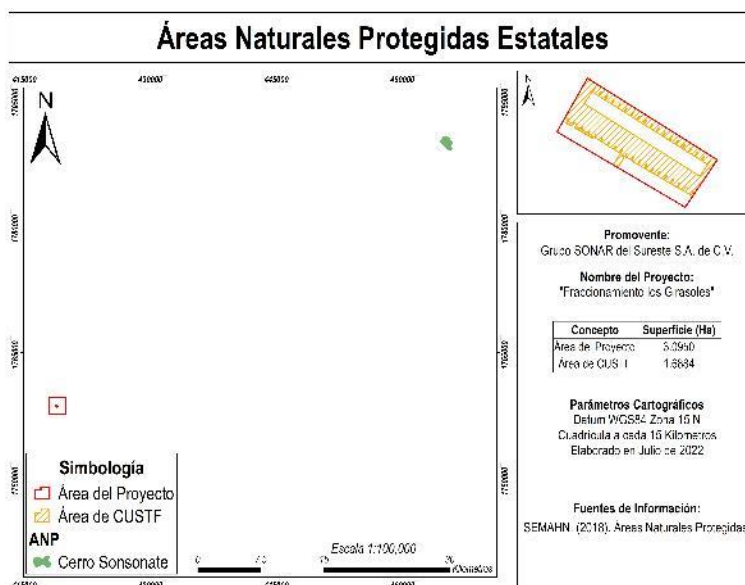


Figura 8. Ubicación del Proyecto respecto a las ANP Estatales.

5.3.3. Regiones Prioritarias de Conservación

5.3.3.1. Regiones Terrestres Prioritarias

El sitio del Proyecto **no** incide en ninguna RTP, sin embargo, las más cercanas son: **El Triunfo-La Encrucijada-Palo Blanco** a 20.22 Km de distancia al Noreste y la **Selva Zoque-La Sepultura** a 26.28 Km al Noroeste, aproximadamente; tal y como se aprecia en la Figura 9:

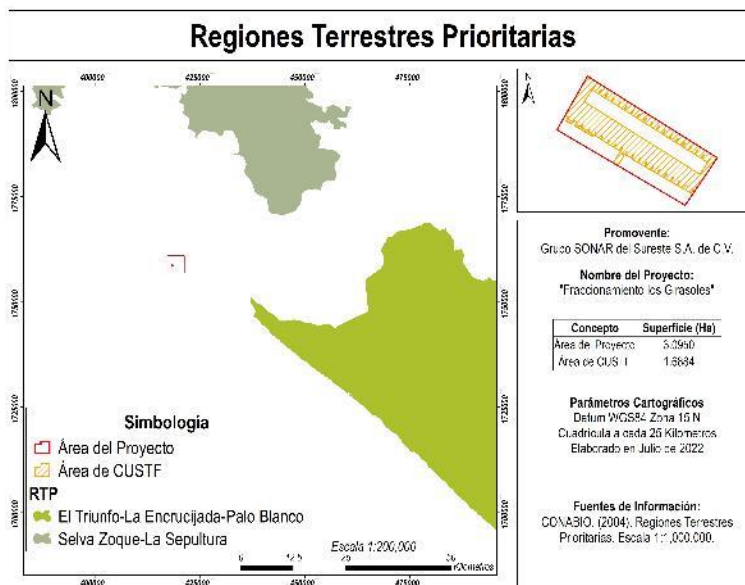


Figura 9. Ubicación del Proyecto respecto a las RTP.

5.3.3.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias

El Proyecto **no** se ubica dentro de ninguna RHP, siendo la más próxima el **Soconusco** a una distancia de 138.54 m al Norte; como se ve en la Figura 10:

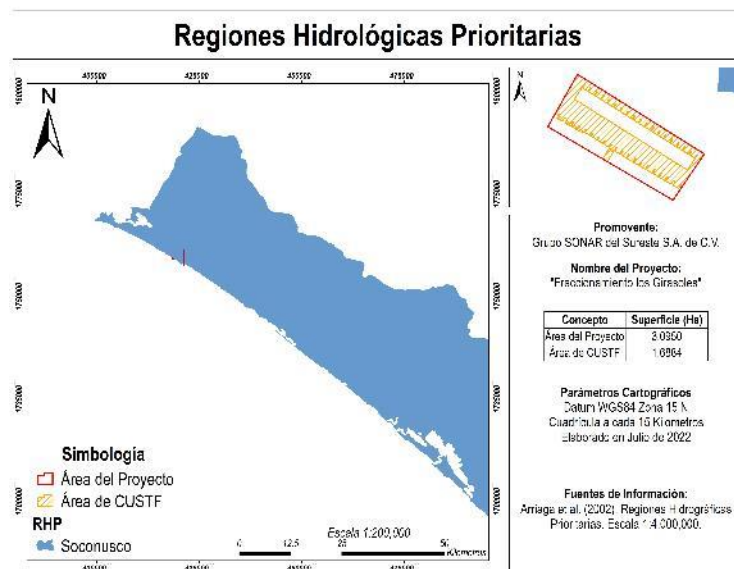


Figura 10. Ubicación del Proyecto respecto a las RHP.

5.3.3.3. Regiones Marinas Prioritarias

El sitio del Proyecto se localiza dentro de la **RMP No. 39** denominada "**Puerto Arista**", así como se exhibe en la Figura 11:

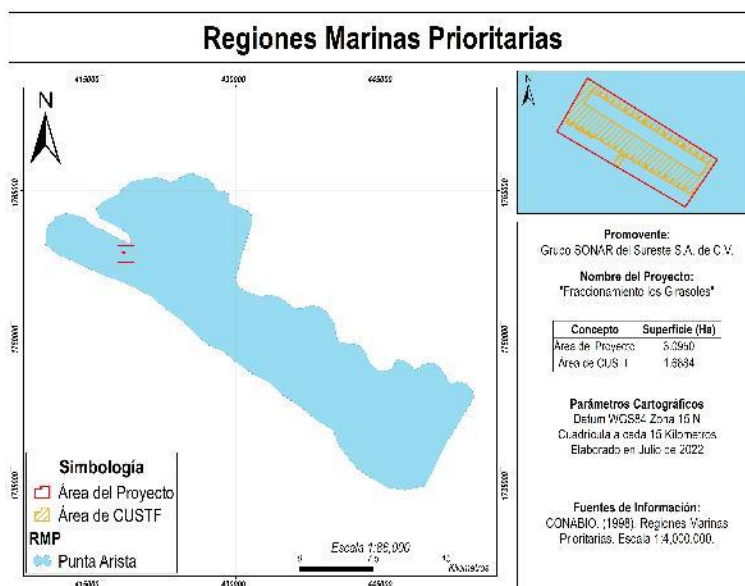


Figura 11. Ubicación del Proyecto en la RMP No. 39 "Puerto Arista".

5.3.3.4. Áreas de Importancia para la Conservación de Aves

El área del Proyecto **no** se localiza dentro de ninguna AICA, sin embargo, las más cercanas son: **Istmo de Tehuantepec** a aproximadamente 5.05 Km al Noroeste y

La Encrucijada a una distancia de 7.80 Km al Noreste; como se muestra en la Figura 12:

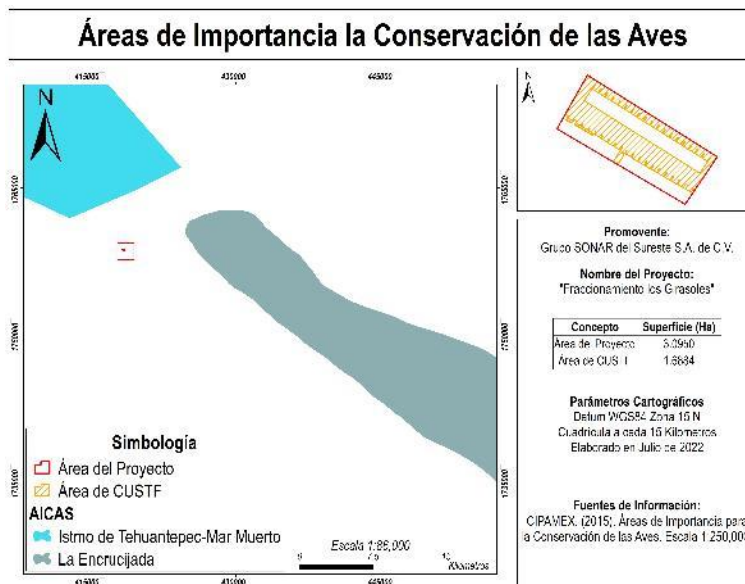


Figura 12. Ubicación del Proyecto respecto a las AICAS.

5.4. Precisar el nombre de las especies de flora y fauna con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III

Respecto a las especies de flora identificadas dentro del área del Proyecto, **ninguna** se encuentra listada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III.

5.5. Plano con la ubicación respecto a la cuenca, subcuenca o microcuenca (alta, media, baja)

Las Cuencas Hidrológicas son unidades del terreno, definidas por la división natural de las aguas debida a la conformación del relieve. Para propósitos de administración de las aguas nacionales, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) ha definido **731 Cuencas Hidrológicas** que se encuentran distribuidas en 37 Regiones Hidrológicas (RH). El Estado de Chiapas comprende tres: Coatzacoalcos (RH29), Grijalva-Usumacinta (RH30) y Costa de Chiapas (RH23).

En la Tabla 4 se presenta un resumen de la jerarquización hidrológica del SA:

Región Hidrológica	Cuenca Hidrológica	Subcuenca Hidrológica	Superficie que ocupa (Ha)	Porcentaje que ocupa (%)
Costa de Chiapas (RH23)	Mar Muerto (RH23D)	Mar Muerto (RH23Db)	1,365.38	22.84
	Río Pijijiapan y Otros (RH23C)	Laguna de la Joya (RH23Cf)	4,613.70	77.16

Región Hidrológica	Cuenca Hidrológica	Subcuenca Hidrológica	Superficie que ocupa (Ha)	Porcentaje que ocupa (%)
	Total		5,979.08	100

Tabla 41. Jerarquización Hidrológica del SA.

El área del Proyecto se encuentra localizada en su totalidad al interior de la Subcuenca Hidrológica Laguna de la Joya (RH23Cf), formando parte de la Cuenca Hidrológica Río Pijijiapan y Otros (RH23C), perteneciente a la Región Hidrológica Costa de Chiapas (RH23); como se ilustra en la Figura 13:

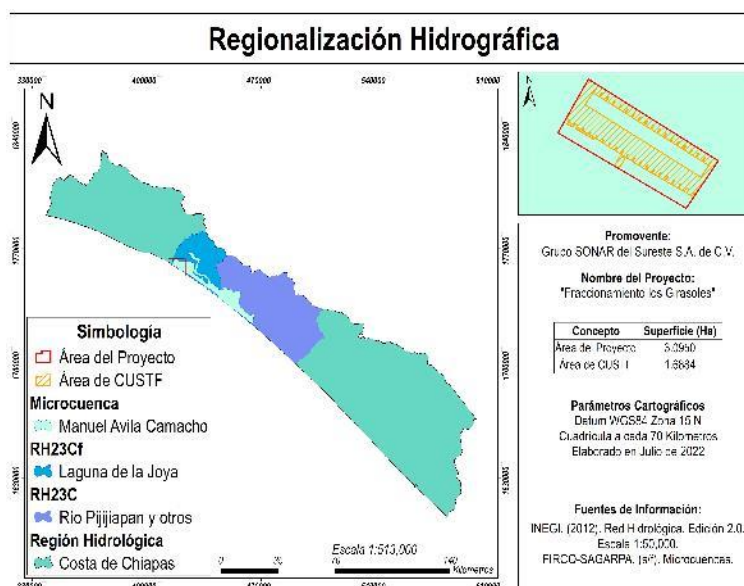


Figura 13. Jerarquización Hidrológica del Área del Proyecto.

5.6. Estimación de la Erosión del suelo sin y con el CUSTF

5.6.1. Erosión Laminar Hídrica

Se estimó la Erosión del Suelo utilizando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), el cual es 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 pérdida de suelo es de 10 t/ha; mayores pérdidas significan degradación.

La fórmula y la metodología empleada se extrajo del Curso-Taller realizado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGARPA), "Desarrollo de Capacidades Orientadas a Estimar la Erosión del Suelo" impartido por el Dr. Mario Martínez Ménez en 2005.

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo es la siguiente:

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

Dónde:

E = Tasa de Erosión Anual del Suelo (Ton/Ha/año).

R = Erosividad de la Lluvia (Mj/Ha mm/hr).

K = Erodabilidad del Suelo (Ton/h/MJ.mm).

LS = Factor Topográfico Longitud-Pendiente.

C = Factor de Vegetación y Cultivo.

1) Erosividad (Factor R)

El factor R representa, para un área específica, la energía potencial de la lluvia y su escurrimiento asociado; es el factor de tipo climático que indica el potencial erosivo de las precipitaciones. Normalmente este factor es determinado con los datos de lluvia, es decir, se obtiene la intensidad máxima de lluvia en treinta minutos consecutivos (I30) y se determina la energía cinética asociada (EC). El producto de ambas es la erosividad de la lluvia. Debido a la carencia de información relativa a la intensidad en periodos de tiempo tan cortos, se optó por la metodología descrita a continuación:

A partir de la Precipitación Media Anual (PMA), se aplicó a la ecuación de erosividad asociada a la región 12 (Tabla 42, Figura 14) determinada por Cortés (Becerra, 1997).

Región	Ecuación	R ²
I	$R = 1.2078 P + 0.002276 P^2$	0.92
II	$R = 3.4555 P + 0.006470 P^2$	0.93
III	$R = 3.6752 P + 0.001720 P^2$	0.94
IV	$R = 2.8559 P + 0.002983 P^2$	0.92
V	$R = 3.4880 P + 0.00088 P^2$	0.94
VI	$R = 6.6847 P + 0.001680 P^2$	0.90
VII	$R = -0.0334 P + 0.0066616 P^2$	0.98
VIII	$R = 1.9967 P + 0.003270 P^2$	0.98
IX	$R = 7.0458 P + 0.002096 P^2$	0.97
X	$R = 6.8938 P + 0.00442 P^2$	0.95
XI	$R = 3.7745 P + 0.004540 P^2$	0.98
XII	$R = 2.4619 P + 0.006067 P^2$	0.96
XIII	$R = 10.7427 P + 0.00108 P^2$	0.97
XIV	$R = 1.5005 P + 0.002640 P^2$	0.95

Tabla 42. Ecuaciones Regionalizadas para la República Mexicana (Becerra, 1997).

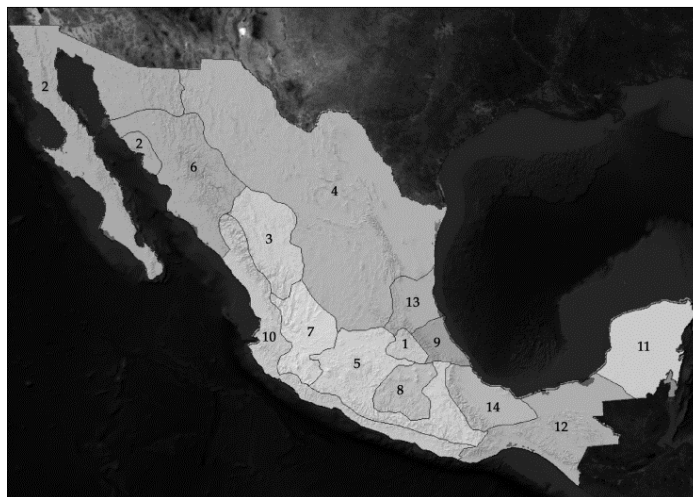


Figura 14. Regionalización Nacional del Factor R (Becerra, 1997).

2) Erodabilidad (Factor K)

El factor K indica el grado de susceptibilidad o resistencia de un horizonte específico del suelo a la erosión. La erodabilidad del suelo es una propiedad compleja y se concibe como la facilidad con la cual es desprendido por:

- El salpicado de las gotas durante un evento de lluvia.
- El flujo superficial.
- Por la acción de ambos fenómenos.

Sin embargo, desde un punto de vista más cuantitativo, la erodabilidad del suelo puede entenderse como el cambio en la pérdida de suelo por unidad de fuerza o energía externa aplicada (Montes, 2002). La erodabilidad representa un valor promedio integral anual de la pérdida de suelo en respuesta a procesos de erosión e hidrológicos, entre los que destaca lo siguiente: el desprendimiento y transporte por el impacto de las gotas de lluvia y el escurrimiento superficial; la deposición localizada debida a la topografía natural e inducida por las operaciones de labranza, y la infiltración del agua en el perfil del suelo.

Tradicionalmente, la metodología usada para la determinación de dicho factor es el nomograma de Wischmeier y Smith, el cual toma en cuenta ciertas propiedades del suelo, como contenido de materia orgánica, contenido de arenas, contenido de limos, estructura y permeabilidad, entre otras.

Para la determinación de este factor fue empleada la información edafológica más reciente del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI): Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1: 250,000, Serie II (Continuo Nacional), que contiene información actualizada durante el periodo 2002-2006 (INEGI, 2007).

Se empleó la clasificación de suelos del WRB (*World Reference Base for Soil Resources*), reporte número 84 (FAO, 2006), publicado por la Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo (SICS), del Centro Internacional de Referencia e Información de Suelos (ISRIC por sus siglas en inglés) y de la FAO, en Roma, Italia, en el año 1999, adaptado por el INEGI, para las condiciones ambientales de México.

Las características que se obtuvieron de esta información son los tipos de suelo y textura. De acuerdo con la clasificación del tipo de suelo y de su textura superficial (gruesa, media o fina), se le asigna el factor K, el cual está representado en la Tabla 43:

Orden	Textura		
	G	M	F
AC	0.026	0.04	0.013
AL	0.026	0.04	0.013
AN	0.026	0.04	0.013
AR	0.013	0.02	0.007
CH	0.013	0.02	0.007
CL	0.053	0.079	0.026
CM	0.026	0.04	0.013
DU	0.053	0.079	0.026
FL	0.026	0.04	0.013
FR	0.013	0.02	0.007
GL	0.026	0.04	0.013
GY	0.053	0.079	0.026
HS	0.053	0.02	0.007
KS	0.026	0.04	0.013
LP	0.013	0.02	0.007
LV	0.026	0.04	0.013
LX	0.013	0.02	0.007
NT	0.013	0.02	0.007
PH	0.013	0.02	0.007
PL	0.053	0.079	0.026
PT	0.026	0.04	0.013
RG	0.026	0.04	0.013
SC	0.026	0.04	0.013
SN	0.053	0.079	0.026
UM	0.026	0.04	0.013
VR	0.053	0.079	0.026

Tabla 43. Factor K, según el tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB.

Clasificación WRB					
Nombre	Símbolo	Nombre	Símbolo	Nombre	Símbolo
Acrisol	AC	Durisol	DU	Nitísol	NT
Albeluvisol	AB	Ferralsol	FR	Phaeozem	PH
Alisol	AL	Fluvisol	FL	Planosol	PL
Andosol	AN	Gleysol	GL	Plinthosol	PT
Anthrosol	AT	Gypsisol	GY	Podzol	PZ

		Clasificación WRB			
Nombre	Símbolo	Nombre	Símbolo	Nombre	Símbolo
Arenosol	AR	Histosol	HS	Regosol	RG
Caldsol	CL	Kastanozem	KS	Solonchak	SC
Cambisol	CM	Leptosol	LP	Solonetz	SN
Chemozem	CH	Lixisol	LX	Umbrisol	UM
Cryosol	CR	Luvisol	LV	Vertisol	VR

Tabla 44. Descripción de los Tipos de Suelo.

3) Longitud y Grado de Pendiente (Factor LS)

La metodología del cálculo del factor longitud y grado de pendiente (LS) es la siguiente (Josué Díaz, 2014):

✓ Longitud de la Pendiente (L)

La longitud de pendiente es definida como la distancia horizontal desde el origen de un flujo superficial al punto donde comienza la deposición o donde la escorrentía fluye a un canal definido. Su cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13} \right)^m$$

Donde:

λ = Longitud de la Pendiente (m).

m = Exponente de la longitud de la pendiente, calculado mediante la siguiente expresión:

$$m = \frac{F}{(1 + F)}$$

(F) se obtiene con la siguiente ecuación:

$$F = \frac{\sin \beta / 0.0896}{3 (\sin \beta)^{0.8} + 0.56}$$

β = Ángulo de la Pendiente.

Por su parte, la longitud de la pendiente se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\lambda = \frac{DX}{\cos \beta}$$

Donde:

DX = Distancia entre pixeles.

✓ Inclinação de la Pendiente (S)

El ángulo (β) se toma como el ángulo medio a todos los subgrids en la dirección de mayor pendiente:

$$S_{(i,f)} = \begin{cases} 10,8 \sin \beta_{(i,f)} + 0,03 & \tan \beta_{(i,f)} < 0,09 \\ 16,8 \sin \beta_{(i,f)} - 0,5 & \tan \beta_{(i,f)} \geq 0,09 \end{cases}$$

Donde:

S = Factor de Inclinación de la Pendiente.

β = Ángulo de la Pendiente.

Para obtener el valor de (LS) se empleó el SIG ArcGIS 10.6, utilizando Extensiones de la Herramienta ArcToolbox. El proceso fue el siguiente:

- I.** Al archivo shapefile de la poligonal del SA donde se localiza el Proyecto, se le creó un cuadro alrededor, con el fin de limitar el efecto de los bordes y que la pendiente sea influenciada, arrojando datos incorrectos, como, por ejemplo, marcar estas áreas como de pendientes superiores a 45°
- II.** A continuación, de la página del INEGI se descargó el Modelo Digital de Elevación (MDE) del Estado de Chiapas, en formato Ráster.
- III.** Posteriormente, a partir de dicho archivo, se obtuvieron las curvas de nivel en formato shapefile.
- IV.** Con las curvas de nivel se creó un archivo en formato TIN con la extensión Crear TIN de 3D Analyst, en el cual se muestran las elevaciones existentes en el área.
- V.** Para obtener el MDE del SA se utilizó la extensión Conversión de TIN a Ráster de la carpeta 3D Analyst.
- VI.** Posteriormente y con ayuda de la herramienta Spatial Analyst se crearon los archivos Ráster.
- VII.** A continuación, con la calculadora Ráster de la extensión Álgebra de Mapas de Spatial Analyst, se realizaron las operaciones de la Tabla

4) Factor de Protección de la Vegetación (Factor C)

El factor de protección (C) se asigna con el objeto de reflejar el efecto de la vegetación y las prácticas de manejo en las tasas de erosión. Se trata del factor usado con más frecuencia para comparar el efecto relativo de diferentes opciones de manejo en un plan de conservación.

Dicho factor indica cómo el plan de conservación afectará la tasa promedio anual de erosión, y cómo la pérdida potencial de suelo se distribuirá en el tiempo durante las actividades de construcción, rotación de cultivos u otros esquemas de manejo, así como los cambios en el uso de suelo.

A continuación, se presenta la relación del valor C para cada tipo de vegetación y/o uso de suelo:

Vegetación y/o Uso de Suelo	C	Vegetación y/o Uso de Suelo	C
Bosque de Ayarín	0.01	Pastizal Gipsófilo	0.25
Bosque de Cedro	0.01	Pastizal Halófilo	0.25

Vegetación y/o Uso de Suelo	C	Vegetación y/o Uso de Suelo	C
Bosque de Encino	0.10	Pastizal Inducido	0.02
Bosque de Encino-Pino	0.01	Pastizal Natural	0.07
Bosque de Galería	0.10	Popal	0.85
Bosque de Oyamel	0.01	Pradera de Alta Montaña	0.05
Bosque de Pino	0.01	Sabana	0.54
Bosque de Pino-Encino	0.01	Sabanoide	0.54
Bosque de Tásate	0.01	Selva Alta Perennifolia	0.45
Bosque Mesófilo de Montaña	0.01	Selva Alta Subperennifolia	0.45
Chaparral	0.65	Selva Baja Caducifolia	0.50
Manglar	0.10	Selva Baja Espinosa Caducifolia	0.50
Matorral Crasicaule	0.65	Selva Baja Espinosa Subperennifolia	0.50
Matorral de Coníferas	0.20	Selva Mediana Caducifolia	0.45
Matorral Desértico Micrófilo	0.25	Selva Mediana Perennifolia	0.45
Matorral Desértico Rosetófilo	0.25	Selva Mediana Subcaducifolia	0.45
Matorral Espinoso Tamaulipeco	0.45	Tillar	0.10
Matorral Rosetófilo Costero	0.25	Vegetación de Desiertos Arenosos	0.85
Matorral Sarcocaulle	0.25	Vegetación de Dunas Costeras	0.85
Matorral Sarco-Crasicaule	0.25	Vegetación de Galería	0.85
Matorral Sarco-Crasicaule de Neblina	0.25	Vegetación Halófila	0.85
Matorral Submontano	0.35	Zona Urbana	0.005
Matorral Subtropical	0.12	Cuerpos de Agua	1.0
Mezquital	0.65	Agricultura en Riego	0.55
Palmar Inducido	0.75	Agricultura de Temporal	0.75
Palmar Natural	0.75	Agricultura de Humedad	0.25

Tabla 45. Valores del Factor de Protección de la Vegetación (C).

5.6.1.1. Degradación previa al Cambio de Uso del Suelo

✓ Factor R

El Proyecto recae en la Región 12, la fórmula para el cálculo del Factor R es el siguiente:

$$\text{Factor R} = 2.4619 \cdot P + 0.006067 \cdot P^2$$

P corresponde a la precipitación media anual. Se utilizó el valor de 2,121.60 mm de precipitación media anual de la Estación Meteorológica 7228 "Tres Picos":

$$R = (2.4619 \times 1,121.60) + (0.006067) \times (1,121.60)^2$$

$$R = 5,223.17 + 0.006067 \times (4,501,186.56)$$

$$R = 5,223.17 + 27,308.70 = 32,531.87.$$

$$\text{Factor R} = 32,531.87 \text{ Mj/Ha mm/hr.}$$

✓ Factor K

El área del Proyecto presenta el tipo de Suelo con clave WRB AR (Arenosol) con textura 1; es decir, son suelos de textura Gruesa, por lo que el valor asignado para el Factor K es igual a AR (Arenosol) de 0.013.

Factor K = 0.013.

✓ **Factor LS**

El valor del factor LS es 0.27.

✓ **Factor de Protección de la Vegetación (Factor C)**

El área del Proyecto presenta dos tipos de uso de suelo: **Vegetación de Dunas Costeras** y **Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)**, por lo que se utilizó un valor de C diferente.

Para la Vegetación de Dunas Costeras se asignó un valor de 0.85; mientras que para la Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) se asignó el valor de 0.65 referente al Matorral Crasicaule (Miranda y Hernández, 1963). De acuerdo con Rzedowski (1979) que este tipo de matorral es una equivalencia al Matorral Xerófilo.

✓ **Erosión Actual Potencial:**

Una vez obtenido cada valor, se procedió a realizar el cálculo de la Erosión Hídrica Potencial, para lo que utilizamos la ecuación siguiente:

$$EH\_POT = R \times K \times LS \times C$$

Se realizó la verificación respecto al cálculo de la Erosión Hídrica Potencial con la aplicación del Programa ArcGIS 10.6, haciendo uso de la herramienta Calculadora Ráster, obteniendo que el Área de CUSTF la EH_POT asciende a un total de **1,398.7893 Ton/Ha/Año**.

En la Tabla 46 se detallan las superficies de terreno ocupadas por clase de degradación en el CUSTF.

Clase de Degradación	Valor de la Erosión Hídrica	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Ligera	Menor de 12 Ton/Año	0.2227	13.19
Moderada	De 12 a 50 Ton/Año	0.0000	0.00
Alta	De 50 a 200 Ton/Año	1.4657	86.81
Muy Alta	Mayor de 200 Ton/Año	0.0000	0.00
Sin información	-----	0.0000	0.00
Total		1.6884	100%

Tabla 46. Superficie ocupada por Clase de Degradación Laminar Hídrica en el Área de CUSTF.

Como se observa en la Tabla 9, el 86.81% del área del Proyecto presenta una **Erosión Alta**, mientras que el 13.19% presenta **Erosión Ligera**.

✓ **Erosión Hídrica Real Actual:**

Si se desea conocer la Erosión Hídrica Actual del área, se debe multiplicar el valor de la EH_POT por la superficie de cada Polígono, el resultado refleja la Erosión

Hídrica Actual presente, lo anterior es conocido también como Erosión Hídrica Real Actual (EH_REAL), pues se puede inferir que es lo que se erosiona en el área al año. Esto se realizó en la superficie de CUSTF, obteniendo la corrección de que el total de Erosión Hídrica Real Actual es de **159.3911 Ton/Año** (Tabla 47).

Suelo	Textura	USV	Factor R	Factor Ls	Factor K	Factor C	Erosión Hídrica Potencial	Superficie (Ha)	Erosión Hídrica Real	Degradación
AR	1	VU	32531.87	0.27	0.013	0.85	97.0588	0.0016	0.1553	Ligera
AR	1	VU	32531.87	0.27	0.013	0.85	97.0588	0.0014	0.1359	Ligera
AR	1	VU	32531.87	0.27	0.013	0.85	97.0588	0.0007	0.0679	Ligera
AR	1	VU	32531.87	0.27	0.013	0.85	97.0588	0.0003	0.0291	Ligera
AR	1	VU	32531.87	0.27	0.013	0.85	97.0588	1.4657	142.2591	Alta
AR	1	VU	32531.87	0.27	0.013	0.85	97.0588	0.0224	2.1741	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	74.2215	0.0071	0.5270	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	74.2215	0.0296	2.1970	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	74.2215	0.0325	2.4122	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	74.2215	0.0081	0.6012	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	74.2215	0.0003	0.0223	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	74.2215	0.0605	4.4904	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	74.2215	0.0552	4.0970	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	74.2215	0.0014	0.1039	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	74.2215	0.0006	0.0445	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	74.2215	0.0004	0.0297	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	74.2215	0.0006	0.0445	Ligera
Total							1398.7893	1.6884	159.3911	

Tabla 47. Memoria de Cálculo de la Erosión Laminar Hídrica Actual en el Área de CUSTF.

USV=Uso de Suelo y Vegetación: VU= Vegetación de Dunas Costeras; VDM= Vegetación de Dunas Costeras (Matorral).

En la Figura 15 se observa la distribución de la erosión laminar hídrica actual a lo largo del área del CUSTF:

Clase de Degradación	Valor de la Erosión Hídrica	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Ligera	Menor de 12 Ton/Año	0.2227	13.19
Moderada	De 12 a 50 Ton/Año	0.0000	0.00
Alta	De 50 a 200 Ton/Año	1.4657	86.81
Muy Alta	Mayor de 200 Ton/Año	0.0000	0.00
Sin información	-----	0.0000	0.00
Total		1.6884	100%

Tabla 48. Superficie ocupada por Clase de Degradación Laminar Hídrica en el Área de CUSTF.

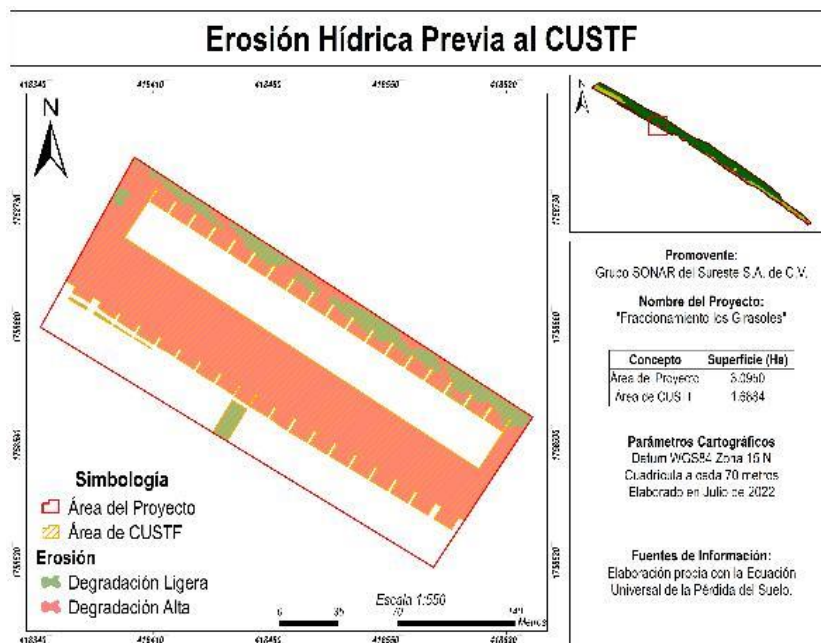


Figura 15. Clases de Degradación Laminar Hídrica actuales en el Área del CUSTF.

5.6.1.2. Degradación una vez efectuado el Cambio de Uso del Suelo

Para el cálculo de la erosión tras la ejecución del CUSTF, la Ecuación es la siguiente:

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

Donde:

A = Tasa de Erosión Anual (Ton/Ha/año).

R = Erosividad de la Lluvia (MJ mm/ha.h).

K = Erodabilidad del Suelo (Ton/ha/MJ.mm).

LS = Factor Topográfico Longitud – Pendiente.

Como se observa en la Tabla 11, se elimina de la ecuación el valor del Factor C, dado que se infiere que este ya no existe, por lo que los valores para el cálculo de la tasa erosiva son:

Factor	Valor
R	32,531.87 Mj/Ha mm/hr
K	0.013
LS	0.27

Tabla 49. Valores para el Cálculo de la Erosión Hídrica posterior al CUSTF.

Erosión Hídrica Potencial

Una vez obtenido cada valor, se procedió a realizar el cálculo de la Erosión Hídrica Potencial, para lo que utilizamos la ecuación siguiente:

$$EH\_POT = R \times K \times LS$$

El cálculo de la Erosión Hídrica Potencial se realizó con uso del Programa ArcGIS 10.6, haciendo uso de la herramienta Calculadora Ráster, obteniendo que para el área de CUSTF la EH_POT asciende a un total de **1,941.1773 Ton/Ha/Año**.

Erosión Hídrica Real (EH_REAL) con CUSTF

Si deseamos conocer la Erosión Hídrica Actual del área, se debe multiplicar el valor de la EH_POT por la superficie de CUSTF, para así obtener la Erosión Hídrica Real (EH_REAL). Esto se realizó en la superficie de CUSTF (1.5681 Ha); obteniendo que el total de EH_REAL actual es de **192.7932 Ton/Año**.

Clase de Degradación	Valor de la Erosión Hídrica	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Ligera	Menor de 12 Ton/Año	0.2227	13.19
Moderada	De 12 a 50 Ton/Año	0.0000	0.00
Alta	De 50 a 200 Ton/Año	1.4657	86.81
Muy Alta	Mayor de 200 Ton/Año	0.00	0.00
Sin información	-----	0.00	0.00
Total		1.6884	100%

Tabla 50. Superficie ocupada por Clase de Degradación Laminar Hídrica en el Área de CUSTF.

Como se observa en la Tabla 50, el 86.81% del área de CUSTF presenta una **Erosión Alta**, mientras que el 13.19% restante corresponde a **Erosión Ligera**.

Suelo	Textura	USV	Factor R	Factor Ls	Factor K	Factor C	Erosión Hídrica Potencial	Superficie (Ha)	Erosión Hídrica Real	Degradación
AR	1	VU	32531.87	0.27	0.013	0.85	114.1869	0.0016	0.1827	Ligera
AR	1	VU	32531.87	0.27	0.013	0.85	114.1869	0.0014	0.1599	Ligera
AR	1	VU	32531.87	0.27	0.013	0.85	114.1869	0.0007	0.0799	Ligera
AR	1	VU	32531.87	0.27	0.013	0.85	114.1869	0.0003	0.0343	Ligera
AR	1	VU	32531.87	0.27	0.013	0.85	114.1869	1.4657	167.3637	Alta
AR	1	VU	32531.87	0.27	0.013	0.85	114.1869	0.0224	2.5578	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	114.1869	0.0071	0.8107	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	114.1869	0.0296	3.3799	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	114.1869	0.0325	3.7111	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	114.1869	0.0081	0.9249	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	114.1869	0.0003	0.0343	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	114.1869	0.0605	6.9083	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	114.1869	0.0552	6.3031	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	114.1869	0.0014	0.1599	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	114.1869	0.0006	0.0685	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	114.1869	0.0004	0.0457	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	114.1869	0.0006	0.0685	Ligera
Total							1,941.1773	1.6884	192.7932	

Tabla 51. Memoria de Cálculo de la Erosión Laminar Hídrica en el Área del Proyecto (posterior al CUSTF).

En la Figura 16 se muestra la distribución de la erosión laminar hídrica, posterior a las actividades de CUSTF:

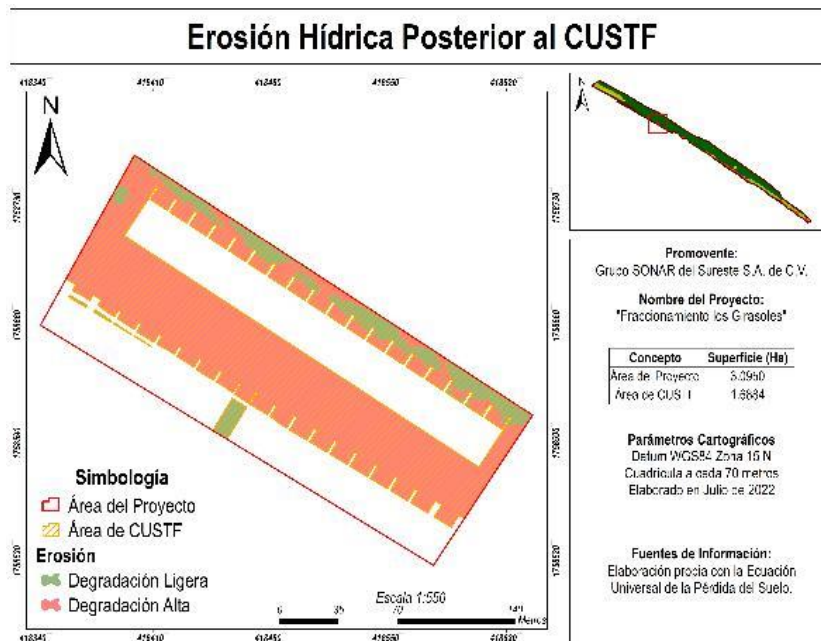


Figura 16. Clases de Degradación Laminar Hídrica en el Área del Proyecto (posteriores al CUSTF).

Con lo anterior, se establece un aumento en la Tasa Erosiva actual, es decir, de **159.3911 Ton/Año** a **192.7932 Ton/Año**, notándose un incremento de **33.4020 Ton/Año**; por lo que deberán de implementarse las medidas necesarias para su mitigación y/o compensación.

5.6.2. Erosión Laminar Eólica

Para determinar si una zona o región es propensa a la degradación eólica, se aplica la siguiente metodología:

1. Con base en el PECRE, es posible estimar el parámetro IAVIE. Si el valor de este es mayor a 20, el área se considera como zona de influencia para el estudio de la erosión eólica. El valor de IAVIE se determina con base en la expresión siguiente:

$$IAVIE = 160.5282 - 0.7660(PECRE)$$

El PECRE se calcula de la siguiente manera:

$$PECRE = (0.2408 \times P) - (0.0000372 \times P^2) - 33.1019$$

Donde:

P = Precipitación Media Anual del SA (mm).

Sustituyendo valores tenemos:

$$PECRE = (0.2408 \times 2,120.60) - (0.0000372 \times (2,120.60)^2) - 33.1019 = 310.3352$$

$$\text{PECRE} = 310.3352$$

$$\text{IAVIE} = 160.5282 - 0.7660 * (310.33) = -77.1886$$

$$\text{IAVIE} = -77.1886$$

Por lo que el suelo presente en el área del Proyecto **no** es propenso a la degradación eólica.

5.7. Principales causas de deterioro de la vegetación y del suelo

De acuerdo con el Atlas de Peligros del Estado de Chiapas, la erosión en la región Costera del Océano Pacífico se ve favorecida por la presencia de fenómenos hidrometeorológicos como huracanes y ciclones que se presentan como intensas lluvias que erosionan de forma laminar y concentrada.

Estos procesos erosivos se han incrementado por la deforestación de vegetación natural para la creación de cultivos y algunas plantaciones, pero que son abandonados para dar paso a actividades ganaderas, implementado para esto los pastos inducidos, lo que ha favorecido la susceptibilidad a la erosión.

5.8. Ubicación del predio respecto a la población más próxima (distancia y elevación)

El área del Proyecto se ubica en la Planicie Costera del Pacífico del Estado de Chiapas, en la costa de la localidad de Playa del Sol, en el Municipio de Tonalá, las localidades más cercanas son Playa del Sol a aproximadamente 2.70 km al oeste y Cabeza de Toro a aprox. 2.90 km al noroeste.

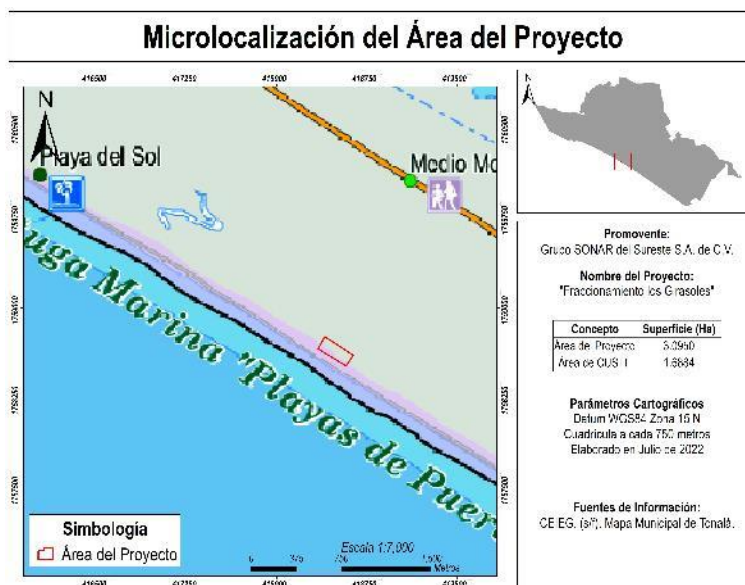


Figura 17. Microlocalización del área del Proyecto.

De acuerdo con el Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM) del INEGI (2013), el Proyecto se ubica en elevaciones desde **1 hasta 4 msnm** (Figura 18):

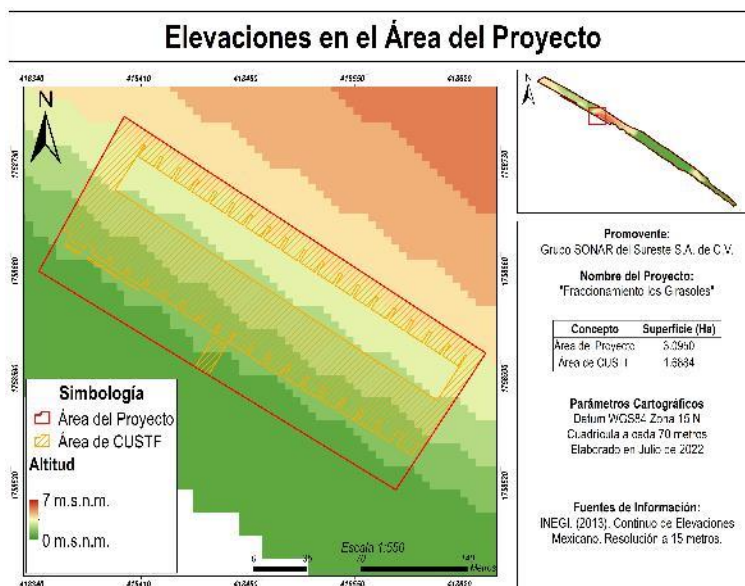


Figura 18. Elevaciones en el Área del Proyecto.

5.9. Elementos físicos

5.9.1. Clima

Con base en la Clasificación Climática de Köppen, modificada por Enriqueta García (2004) para los climas de la República Mexicana y apoyándose de la Carta Climática, Escala 1:250 000 del INEGI (2008), el sitio del Proyecto se ubica sobre uno de los climas anteriores, correspondiente a la unidad climática **Aw2 (w)** (Figura 19):

- **Aw2 (w):** En una superficie de 4,807.30 Ha (80.40%) del SA, se refiere al clima cálido subhúmedo con lluvias en verano y sequías en invierno, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm, con un cociente P/T promedio mayor de 55.0 y un porcentaje de lluvia invernal menor del 5% del total anual.

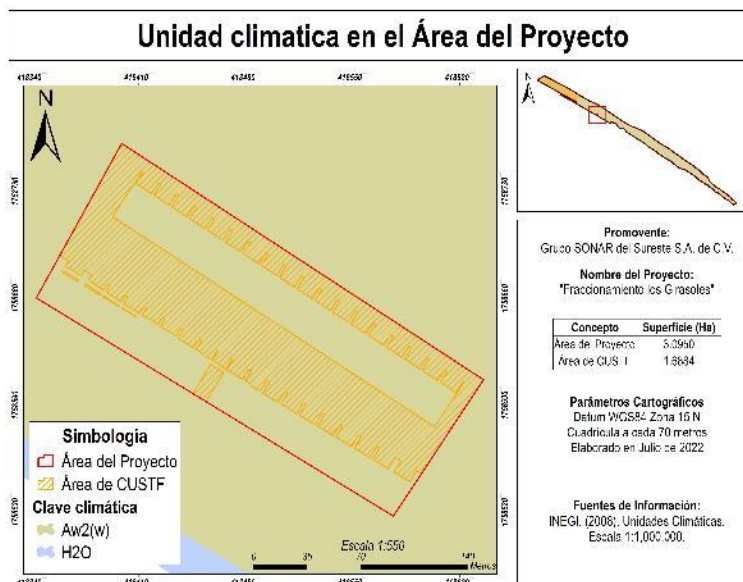


Figura 19. Clima en el Área del Proyecto.

5.9.1.1. Temperatura y precipitación

Para los datos de temperatura y precipitación, se utilizó la información de la Estación Climatológica en funcionamiento más cercana al sitio del Proyecto y al SA, en este caso, la **Estación 7228 "Tres Picos"** del Sistema Meteorológico Nacional (SMN) (Tabla 52).

Normal Climatológica de la Estación 00007228 Tres Picos del Periodo 1981-2010												
Latitud: 15°52'30" N					Longitud: 93°32'45" O				Altura: 20 msnm			
Temperatura Media Normal												
E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
27.3	27.5	28.2	29.2	29.0	27.9	27.9	27.9	27.7	28.0	28.0	27.3	28.0
Precipitación Normal												
0.8	5.1	9.0	39.4	208.9	388.9	340.7	392.2	465.9	226.8	43.5	0.4	2,121.6

Tabla 52. Datos de la Estación Climatológica "Tres Picos".

Los datos de mencionada estación indican que el periodo de lluvias comienza en el mes de mayo y culmina en el mes de octubre; la mayor temperatura se presenta en el mes de abril, previo a la temporada de lluvias. Mientras que las menores temperaturas se presentan en los meses de diciembre y enero; en concordancia con la unidad climática en la que se ubica el Proyecto.

En el Gráfico 3 se presenta el climograma correspondiente a los datos de la estación citada:

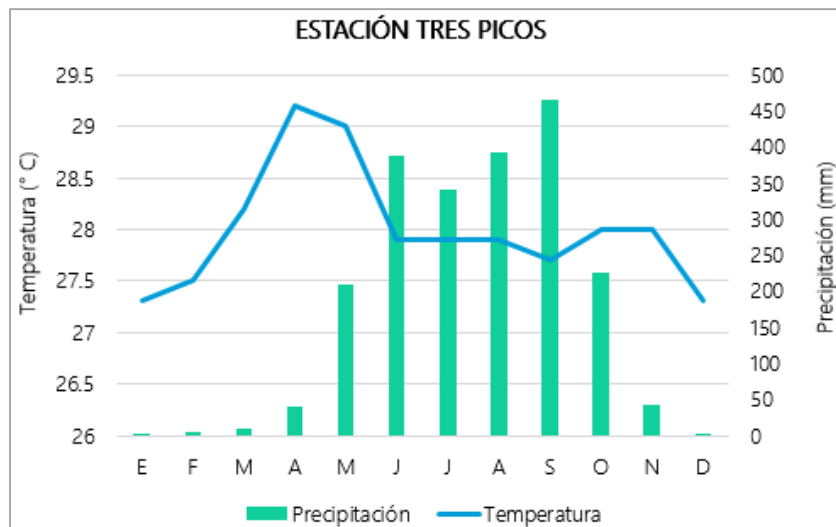


Gráfico 3. Climograma de la Estación Climatológica "Tres Picos".

5.9.1.2. Vientos

Para conocer los datos de dirección y velocidades de vientos en el área del Proyecto, se utilizaron los datos de la Estación Meteorológica Automática (EMA) "El Triunfo SMN", siendo esta la más cercana. Se colectaron los datos correspondientes a 7 días, y posteriormente fueron procesados en el software libre WRPLOT View (Wind Rose Plots for Meteorological Data).

Como se observa en el Gráfico 4, el viento proviene el noroeste con velocidades de **0.50 hasta 11.10 m/s** y un **promedio de 4.20 m/s**.

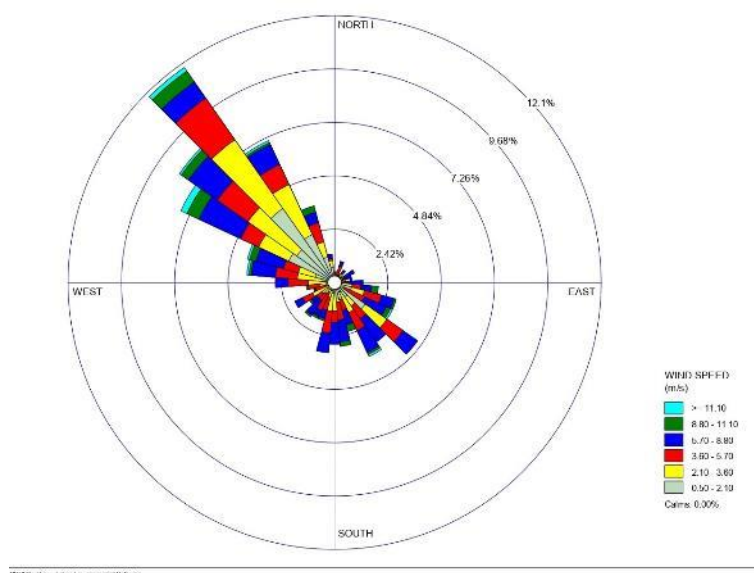


Gráfico 4. Dirección de procedencia del Viento.

Como se observa en el Gráfico 5, el viento se dirige hacia el sureste con velocidades de **0.50 hasta 11.10 m/s** y un **promedio de 4.20 m/s**.

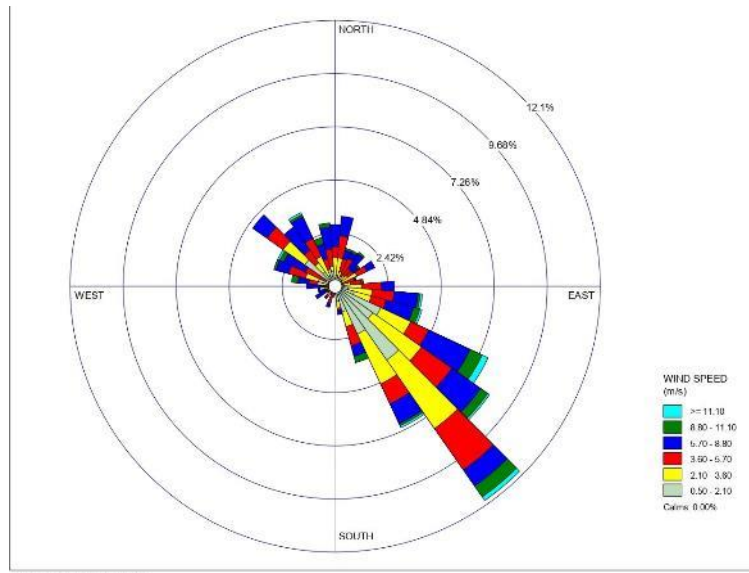


Gráfico 5. Dirección de Flujo del Viento.

5.9.1.3. Fenómenos Meteorológicos

El área del Proyecto se encuentra en su totalidad en la zona de **Vulnerabilidad Media** ante inundaciones, de acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), como se muestra en las Figuras 20.

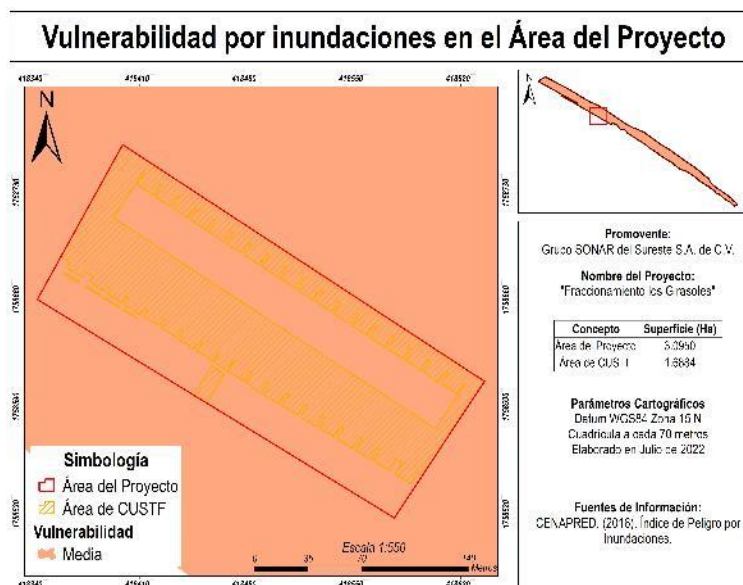


Figura 20. Vulnerabilidad a Inundaciones en el Área del Proyecto.

De manera similar, en la zona en donde se encuentra ubicada el área del Proyecto presenta una vulnerabilidad **Muy Baja** de riesgo y peligro ante ciclones tropicales, tormentas eléctricas y tormentas de granizo.

5.9.2. Suelos

Con base en la Carta Edafológica, Serie II del INEGI (2007), en el área del Proyecto únicamente se presenta el tipo de suelo con clave **ARsowpr+AREupr/1** (Arenosol Hiposódico Prótico, Arenosol Eútrico Prótico de textura Gruesa) como se aprecia en la Figura 21.

Dichos tipos de suelos presentan las siguientes características:

- **Arenosol:** Suelos arenosos que abarca tanto suelos desarrollados en arenas residuales después de la meteorización in situ de sedimentos o rocas ricos en cuarzo, y suelos desarrollados en arenas recién depositadas tales como dunas en desiertos y tierras de playas.

Por su parte, los calificadores de suelos señalan lo siguiente:

- **Hiposódico:** que tiene 6% o más de sodio más magnesio en el complejo de intercambio en una capa de 20 cm o más de espesor, dentro de 100 cm de la superficie del suelo.
- **Prótico:** En arenosoles, indica que no se muestran desarrollo de horizontes.
- **Eútrico:** Suelos ligeramente ácidos a alcalinos y más fértiles que los suelos dístricos.

Respecto a la texturas, indican lo siguiente:

- **Gruesa:** Suelos arenosos con más de 65% de arena, con menor capacidad de retención de agua y nutrientes para las plantas.

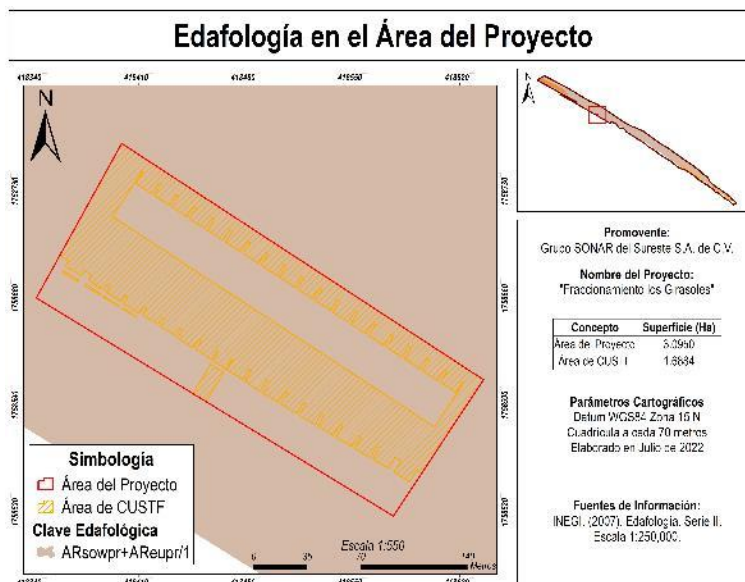


Figura 21. Tipo de Suelos en el Área del Proyecto.

5.9.3. Pendiente media

De acuerdo con el modelo de pendientes generado a partir del Continuo de Elevaciones Mexicano del INEGI (2013), en el área del Proyecto se presentan pendientes en las categorías de **0 a 4°** (Figura 16):

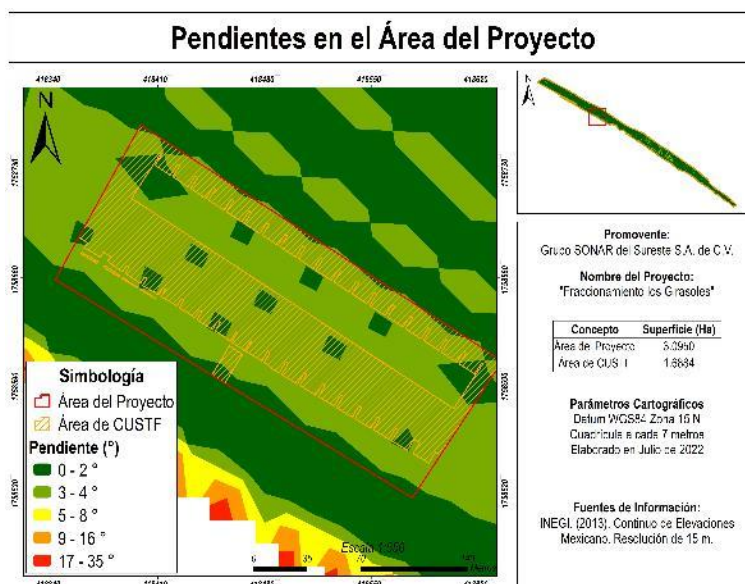


Figura 22. Pendientes en el Área del Proyecto.

5.9.4. Relieve

5.9.4.1. Geomorfología

El área del Proyecto se localiza sobre la Provincia Fisiográfica denominada **"Cordillera Centroamericana"**, que se define como una cadena montañosa formada por un antiguo batolito cuya edad varía del Paleozoico inferior al medio, con elevaciones de 900 a 2,900 msnm, predominando en su mayoría las rocas ígneas (Figura 23).

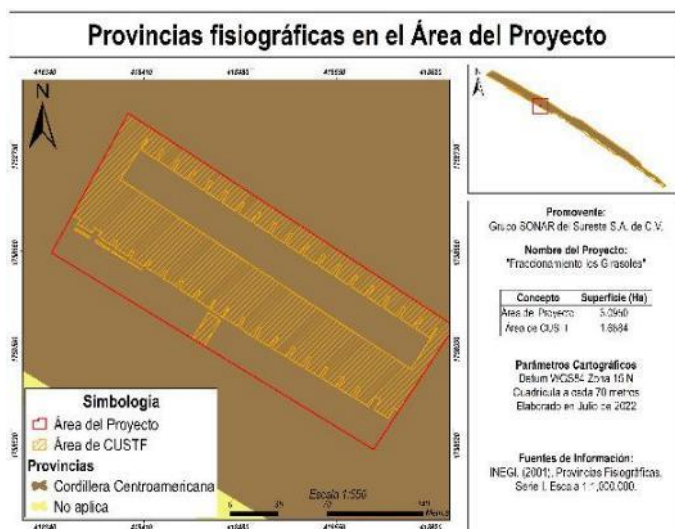


Figura 23. Provincia Fisiográfica en la que se ubica el Proyecto.

Inciden en la Subprovincia denominada **"Llanura Costera de Chiapas y Guatemala"**, que cuenta con una alta diversidad de topoformas, como lo son las sierras, llanuras, mesetas, lomeríos, valles y cañones. En esta región se destacan elevaciones que van desde los 0-500 msnm, y el suelo se caracteriza por ser profundo y salitroso conforme su cercanía al mar (Figuras 24):

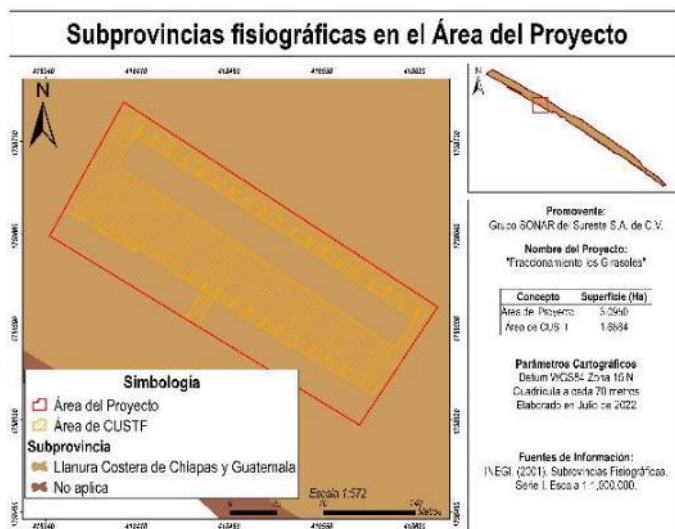


Figura 24. Subprovincia Fisiográfica en la que se ubica el Proyecto.

Conforme a la Cobertura Digital de Topoformas, Escala 1:1'000,000 del INEGI (2001), el Proyecto se encuentra dentro del Sistema **"Llanura Costera Inundable y Salina"** (Figura 25):

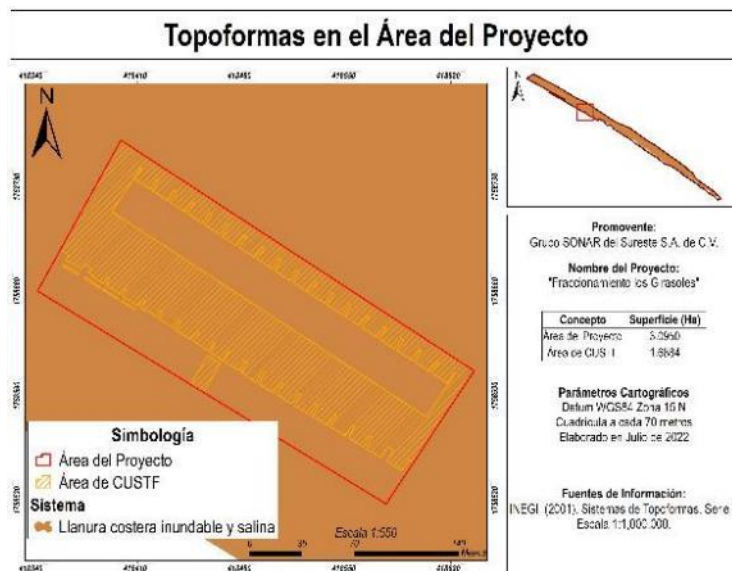


Figura 25. Sistema de Topoformas en el Área del Proyecto.

5.9.4.2. Tipos de Rocas

Según la Carta Geológica, Escala 1:250 000 del Servicio Geológico Mexicano (2017), el área del Proyecto, se localiza sobre el tipo de rocas **Sedimentarias** (Figuras 26):

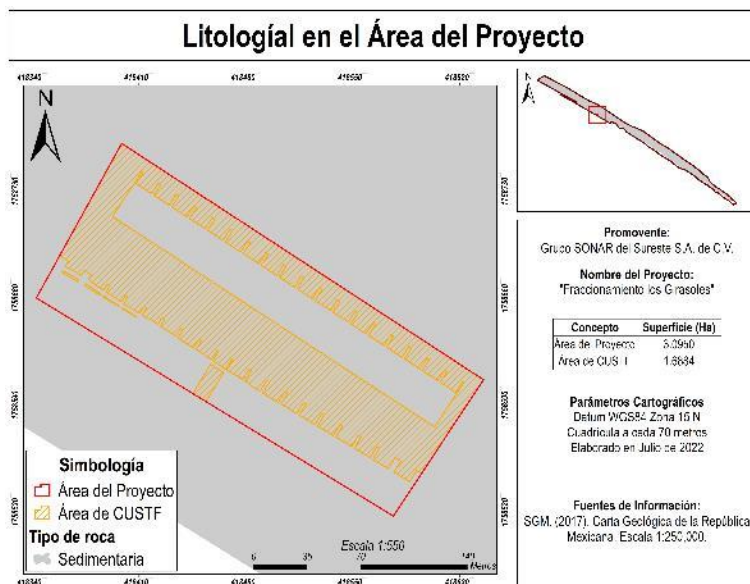


Figura 26. Tipo de Rocas en el Área del Proyecto.

Las rocas sedimentarias, como su nombre lo indica, envuelven la acumulación de sedimentos, derivado del efecto de meteorización (desintegración y descomposición de rocas) que permite que partículas sean transportadas y depositadas a causa de agentes externos de erosión (agua, viento, hielo, cambios de temperatura).

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

Con el fin de conocer la susceptibilidad del sitio del Proyecto a sismos, se consultaron los datos de Regionalización Sísmica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), en donde dividen al territorio mexicano en varias franjas, dentro de las cuales existen sitios en los que los sismos son más frecuentes y de superior magnitud (Figura 27):

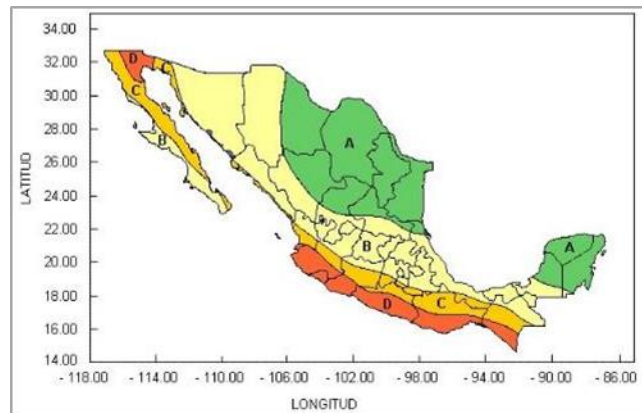


Figura 27. Regionalización Sísmica de la República Mexicana.

Zona A: Baja Sismicidad; Zona B: Media Intensidad; Zona C: Alta Intensidad; Zona D: Muy Alta Intensidad.

De esta manera, se observa que el área del Proyecto, se localiza sobre la Zona D que presenta un peligro **Muy Alto** con sismos frecuentes, presentando una aceleración del terreno mayor al 70% de la gravedad, como se observa en la Figura 28:

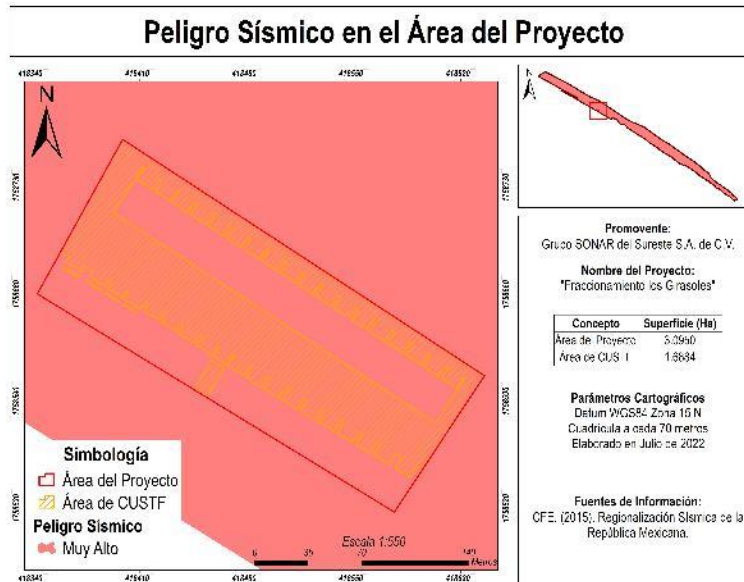


Figura 28. Clase de Peligro Sísmico en el Área del Proyecto.

Lo anterior se deriva de la ubicación del Estado de Chiapas sobre tres placas tectónicas (Figura 29). Debido a la interacción de dichas placas, los fenómenos sísmicos son frecuentes en todo el Estado.



Figura 29. Interacción de las Placas Tectónicas en la República Mexicana.

5.10. En cuanto a la hidrografía, las corrientes naturales y la estimación de la captación del agua sin y con CUSTF

5.10.1. Hidrología

5.10.1.1. Hidrología Superficial

Respecto a las corrientes y cuerpos de agua, de acuerdo con la Red Hidrográfica Escala 1:50,000 Edición 2.0 del INEGI (2010), dentro del área del Proyecto **no** se encuentran cuerpos ni corrientes de agua superficial. Sin embargo, aproximadamente a 50.00 m del Proyecto encontramos el Océano Pacífico en la colindancia Suroeste (Figura 30):

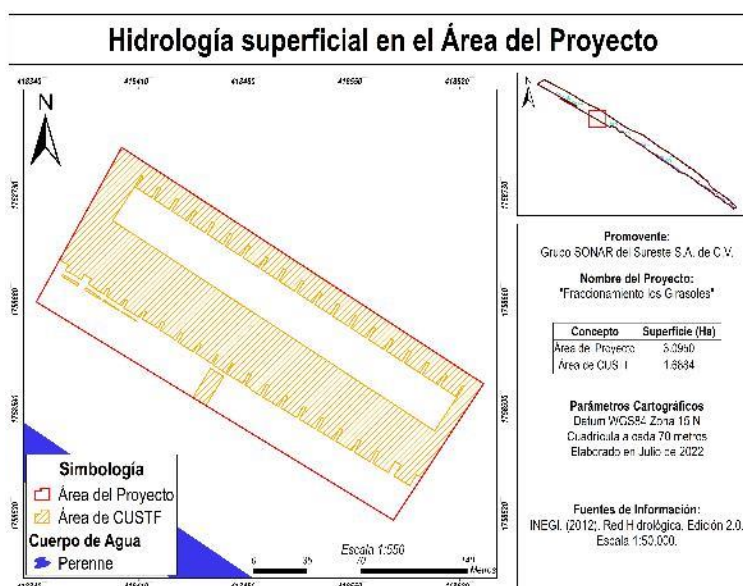


Figura 30. Hidrología Superficial del Área del Proyecto.

5.10.1.2. Hidrología subterránea

El área del Proyecto se localiza en el **Acuífero No. 711 "Arriaga-Pijijiapan"**, como se observa en la Figura 31. Este acuífero se localiza en la parte suroeste del Estado de Chiapas, forma parte de la Planicie Costera de Chiapas, ocupando los municipios Arriaga, Tonalá y Pijijiapan, los primeros, en forma total y el tercero parcialmente.

A continuación, se presentan las características de disponibilidad del Acuífero:

Recarga Media Anual (hm ³ /año)	Descarga Natural Comprometida (hm ³ /año)	Volumen de Extracción de Aguas Subterráneas (m ³)	Disponibilidad Media Anual (m ³ /año)
495.9	393.2	53,964,860.0	48,735,140.0

Tabla 53. Disponibilidad del Acuífero "Arriaga-Pijijiapan".

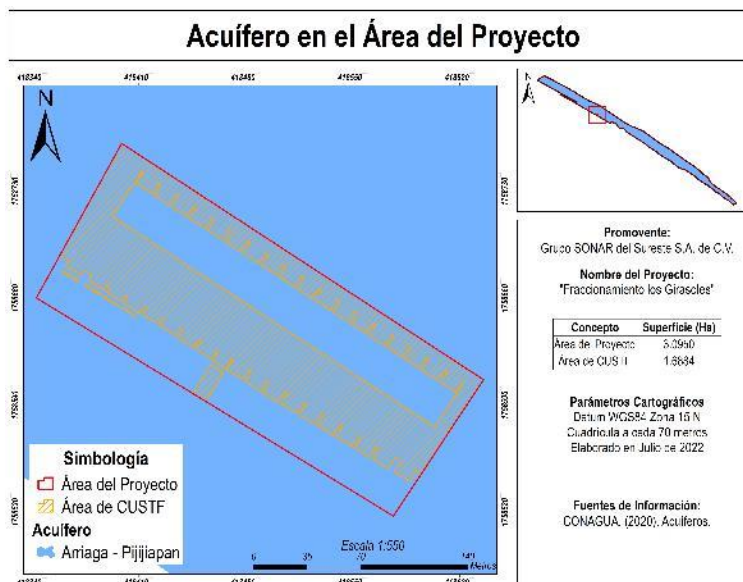


Figura 31. Acuífero en el Área del Proyecto.

Respecto a la hidrogeología, el área del proyecto se localiza sobre **Material No Consolidado con Posibilidades Medias**, como se observa en la Figura 32.

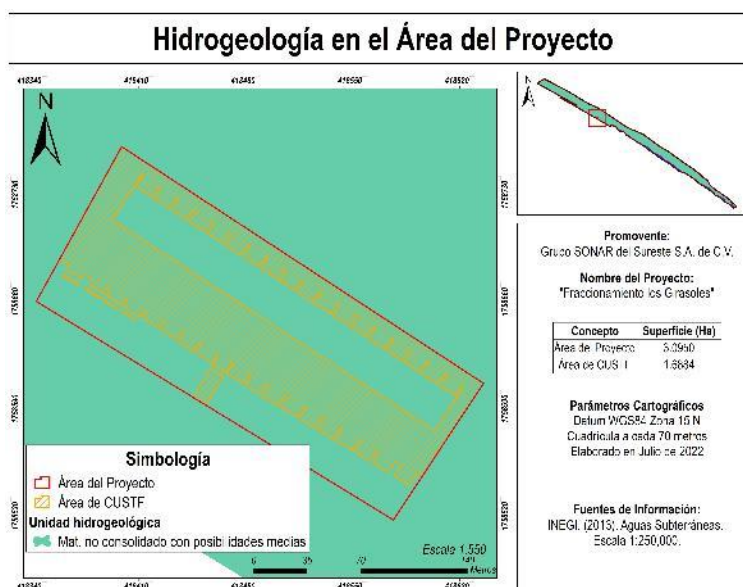


Figura 32. Hidrogeología en el Área del Proyecto.

5.10.2. Captación del agua

Haciendo uso de la fórmula de captación de agua:

$$CAP = P * A$$

De manera similar al SA, se utilizan los datos de la Estación Climatológica 7228 "Tres Picos", en la que en el periodo comprendido entre 1981 a 2010 obtuvo un valor para la precipitación media anual de 2,120.60 mm; este valor se convierte a metros (2.1216 m) y se multiplica por la superficie del CUSTF (1.6884 Ha) realizando la conversión a metros cuadrados (16,884.36 m²).

$$\text{Captación} = 16,884.36 \text{ m}^2 \times 2.1216 \text{ m} = 35,821.85 \text{ m}^3.$$

$$\text{Captación} = 35,821.85 \text{ m}^3$$

En total, en la superficie de CUSTF se capta anualmente **35,821.85 m³** de agua de lluvia.

5.10.2.1. Cálculo de la Evapotranspiración

Esta se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$ETP = 16 \times \left(10 \frac{T}{I}\right)^a$$

Donde:

T = Temperatura Media Mensual (°C).

ETP = Evapotranspiración.

a = Función del Índice de Calor Anual.

Ve = Índice de Calor Anual.

El *índice de calor anual (I)* se calcula mediante:

$$I = \left(\frac{T}{5}\right)^{1.514}$$

Donde:

T = Temperatura Media Mensual (°C).

La *función (a)* se calcula mediante:

$$a = (0.000000675 \times I^3) - (0.0000771 \times I^2) + (0.01792 \times I) + 0.49239$$

Para la obtención del valor de I, se tiene que:

$$I = \left(\frac{28.0}{5}\right)^{1.514} = 13.57$$

Obtención del exponencial (a):

$$a = 0.000000675 \times (13.57)^3 - 0.0000771 \times (13.57)^2 + 0.01792 \times (13.57) + 0.49239$$
$$a = 0.72$$

Obtención del Valor de ETP

$$ETR = 16 \times \left(10 \frac{28.00}{13.57} \right)^{0.72}$$

ETR = 270.07 mm

De este modo se obtuvo el valor de la evapotranspiración que es de 270.07 mm. Este valor se convierte a metros (0.2700 m), los cuales al multiplicarlo por el área de CUSTF en metros cuadrados (16,884.36 m²) nos da un valor de **4,559.97 m³**.

✓ Cálculo del Volumen de Escurrimiento

El modelo asume que el coeficiente de escurrimiento (Ce) se puede estimar como sigue:

$$Ce = \frac{K(P-250)}{2000} \quad \text{Cuando } K \text{ es igual o menor a } 0.15 \quad \text{Ec. 1}$$

$$Ce = \frac{K(P-250)}{2000} + \frac{(K-0.15)}{1.5} \quad \text{Cuando } K \text{ es mayor que } 0.15 \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

Ce = Coeficiente de Escurrimiento para diferentes superficies.

P = Precipitación Media Anual (m).

K = Factor que depende de la cobertura arbolado y del tipo de suelo.

El factor (K) está en función de la cobertura de los diferentes estratos vegetativos y el tipo de suelo. Los valores que puede tomar se encuentran tabulados en la Tabla 54:

Uso de Suelo	Tipo de Suelo		
	A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.30
Cultivos			
En Hilera	0.24	0.27	0.30
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.30
Granos pequeños	0.24	0.27	0.30
Pastizal			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Más del 75% - Poco	0.14	0.20	0.28
Del 50 al 75% - Regular	0.2	0.24	0.30
Menos del 50% - Excesivo	0.24	0.28	0.30
Bosque			
Cubierto más del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.30
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.30	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.30

Tabla 54. Valores de K en Función del Tipo de Suelo.

FUENTE: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 1999.

A: Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos).

B: Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón).

C: Suelos casi impermeables (arenas o loes delgados sobre capa impermeable, arcillas).

El tipo de Suelo presente en el área de CUSTF es de tipo A, con cobertura mayor al 75%, por lo que el valor de K es igual a 0.07. Sustituyendo en la Ecuación 1, se tiene que los valores del coeficiente de escurrimiento quedan de la siguiente forma:

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K	Ce
Vegetación de Duna Costera	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0655

Tabla 55. Valores del Coeficiente de Escurrimiento para el Área de CUSTF.

Una vez estimado el Coeficiente de Escurrimiento (Ce) es posible calcular el Escurrimiento Anual (Ve), que está dado por la expresión siguiente:

$$Ve = Pa \times At \times Ce$$

Donde:

Ve = Escurrimiento Anual (m³).

Pa = Precipitación Media Anual (m).

At = Área Total (m²)

Ce = Coeficiente de Escurrimiento (adimensional).

Las expresiones anteriores dentro de sus parámetros consideran la existencia de algún tipo de comunidad vegetal, por lo que la determinación del Coeficiente de escurrimiento (Ce) y Volumen de Escurrimiento Anual (Ve) se hizo para la superficie propuesta a CUSTF del área del Proyecto, actualmente provistas de vegetación.

Con base al cálculo anterior, se obtuvo que en el área del Proyecto se escurren anualmente **2,346.55 m³** de agua; como se ve en la Tabla 56:

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K	Superficie (Ha)	Ce	Ve (m³)
Vegetación de Duna Costera	1	0.07	0.0016	15.5427	2.16
Vegetación de Duna Costera	1	0.07	0.0014	14.3535	1.99
Vegetación de Duna Costera	1	0.07	0.0007	6.5643	0.91
Vegetación de Duna Costera	1	0.07	0.0003	3.0799	0.43
Vegetación de Duna Costera	1	0.07	1.4657	14656.7423	2,036.96
Vegetación de Duna Costera	1	0.07	0.0224	224.3365	31.18
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0071	71.1074	9.88
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0296	295.7572	41.10
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0325	324.8813	45.15
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0081	80.6809	11.21
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0003	3.1858	0.44
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0605	605.0968	84.09
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0552	552.4207	76.77
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0014	13.7876	1.92
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0006	6.3797	0.89
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0004	4.1414	0.58
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0006	6.2976	0.88
Total			1.6884	16,884.3556	2,346.55

Tabla 56. Memoria de Cálculo del Volumen de Esguerrimiento para el Área de CUSTF.

5.10.2.3. Cálculo del Volumen de Infiltración

5.10.2.3.1. Cálculo del Volumen de Infiltración Actual en el Área del Proyecto

De los resultados obtenidos se desprende que el área propuesta a CUSTF recibe en promedio anualmente 35,821.85 m³ (100%) de agua por medio de la precipitación, de la cual 2,346.55 m³ (6.55%) se pierden en los esguerrimientos superficiales; 4,559.97 m³ (12.73%) regresan a la atmósfera por evapotranspiración y 28,915.34 m³ (80.72%) se infiltran contribuyendo a la recarga de acuíferos.

Con estos datos se hace la sustitución en la Ecuación para el cálculo del volumen de infiltración

$$\text{Infiltración} = 35,821.85 - 2,346.55 - 4,559.97 = \mathbf{28,915.34 \text{ m}^3}$$

Derivado de lo anterior se establece que, actualmente en el área de CUSTF se infiltran anualmente **28,915.34 m³** de agua.

5.10.2.3.2. Cálculo del Volumen de Infiltración Actual en el Área del Proyecto posterior al CUSTF

Para calcular la Infiltración que se presentará en la Superficie que se propone a CUSTF, una vez realizado el Cambio de Uso del Suelo, se empleó el mismo cálculo que se realizó anteriormente para las condiciones actuales, el único valor a modificar es el **K** en el cálculo del Coeficiente de Esguerrimiento y en el del Volumen de

Escurrecimiento, modificando el valor de 0.07 para las condiciones actuales donde la cobertura forestal es mayor a 75%, por el de Uso de Suelo Barbecho, áreas incultas y desnudas de tipo suelo C (0.26) derivado de las futuras condiciones donde el Cambio de Uso del Suelo ya se ha efectuado. El análisis queda de la siguiente manera:

Sustituyendo en la Ecuación 2, se tiene que los valores del coeficiente de escurrecimiento quedan de la siguiente forma:

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K	Ce
Vegetación de Duna Costera	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.2433

Tabla 57. Valores del Coeficiente de Escurrecimiento en el Área del Proyecto tras el CUSTF.

Una vez estimado el Coeficiente de Escurrecimiento (Ce) es posible calcular el Escurrecimiento Anual (Ve), que está dado por la expresión siguiente:

$$Ve = Pa \times At \times Ce$$

Donde:

Ve = Escurrecimiento Anual (m³).

Pa = Precipitación Media Anual (m).

At = Área Total (m²)

Ce = Coeficiente de Escurrecimiento (adimensional).

Con base al cálculo anterior, se obtuvo que, en el área del Proyecto, una vez realizado el CUSTF, se escurreirán anualmente **8,715.74 m³** de agua; como se ve en la Tabla 58:

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K	Superficie (Ha)	Superficie (m ²)	Ce	Ve (m ³)
Vegetación de Duna Costera	1	0.26	0.0016	15.5427	0.2433	8.02

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K	Superficie (Ha)	Ce	Ve (m³)	
Vegetación de Duna Costera	1	0.26	0.0014	14.3535	0.2433	7.41
Vegetación de Duna Costera	1	0.26	0.0007	6.5643	0.2433	3.39
Vegetación de Duna Costera	1	0.26	0.0003	3.0799	0.2433	1.59
Vegetación de Duna Costera	1	0.26	1.4657	14656.7423	0.2433	7,565.84
Vegetación de Duna Costera	1	0.26	0.0224	224.3365	0.2433	115.80
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.0071	71.1074	0.2433	36.71
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.0296	295.7572	0.2433	152.67
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.0325	324.8813	0.2433	167.70
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.0081	80.6809	0.2433	41.65
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.0003	3.1858	0.2433	1.64
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.0605	605.0968	0.2433	312.35
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.0552	552.4207	0.2433	285.16
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.0014	13.7876	0.2433	7.12
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.0006	6.3797	0.2433	3.29
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.0004	4.1414	0.2433	2.14
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.0006	6.2976	0.2433	3.25
Total			1.6884	16.884.3556		8,715.74

Tabla 58. Memoria de Cálculo del Volumen de Ecurrimiento del Área del Proyecto (posterior al CUSTF).

Cálculo del Volumen de Infiltración

De los resultados obtenidos se desprende que el área propuesta a CUSTF, una vez ejecutado el cambio de uso del suelo, recibirá en promedio anualmente 35,821.85 m³ (100%) de agua por medio de la precipitación, de la cual 4,559.97 m³ (12.73%) regresarán a la atmósfera por evapotranspiración; mientras que el Volumen de Ecurrimiento ascenderá a 8,715.74 m³ (24.33%); y la Infiltración descenderá a 22,546.14 m³ (62.94%); lo cual indica un **déficit de 6,369.1964 m³** de agua que dejarán de infiltrarse, por lo que se deberán de implementar las medidas necesarias para su mitigación y/o compensación.

Con estos datos se hace la sustitución en la Ecuación para el cálculo del volumen de infiltración:

$$\text{Infiltración} = 35,821.85 - 4,559.87 - 8,715.74 = \mathbf{22,546.14 \text{ m}^3}$$

Derivado de lo anterior se establece que en el área del Proyecto se infiltrarían anualmente **22,546.14 m³** de agua, tras la ejecución de las actividades de CUSTF.

5.11. Medio Socioeconómico

La historia del Municipio de Tonalá se remonta a los tiempos prehispánicos, ya que existió una antigua "Tonalá" a pocos kilómetros de la actual y aún persisten las ruinas de la **"Iglesia Vieja"** que data, según la tradición, de hace 1,500 años. Los nahuas fueron quienes impusieron el nombre de Tonalá al pueblo y la comarca que

tuvieron bajo su dominio; la palabra significa "**Lugar Caluroso**", proveniente de *tonali*, que significa "calor" y *lan*, que significa "idea de abundancia". El gentilicio de los habitantes del municipio es "tonalteco", pero dentro en la mayor parte del Estado de Chiapas son más conocidos como "turulos", debido a que el turulete (pan hecho de maíz típico del Estado) es un alimento típico de la región.

En el periodo de la conquista, los tonaltecos o turulos hicieron frente a los soldados de Pedro de Alvarado en su paso hacia Guatemala. En la época de la colonia se erigió el cabildo y el templo principal del pueblo. Tonalá fue el único escenario chiapaneco en que se combatió por la independencia de México; la célebre batalla tuvo lugar en Chincúa y en ella participó el gran insurgente Don Mariano Matamoros (razón por la cual una de las calles principales lleva su nombre).

5.11.1. Demografía

5.11.1.1. Dinámica de la Población

De acuerdo con los datos del Censo de Población y vivienda del INEGI (2021) el municipio de Tonalá cuenta con una población de 91,913 habitantes, representando el 1.7% de la población total del Estado de Chiapas. El Proyecto se ubica en localidad de Playa del Sol, que cuenta con una población de 3,303 habitantes (INEGI, 2021), siendo una de las localidades más importantes del Municipio. Se cuenta con 25,567 viviendas particulares habitadas, con más del 90% de estas con disponibilidad a drenaje, servicio sanitario y energía eléctrica (Gráfico 6):

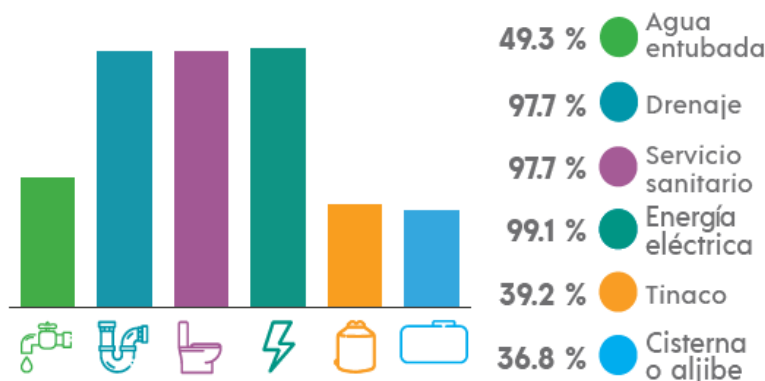


Gráfico 6. Disponibilidad de Servicios de Vivienda.

Actualmente, el 0.39% de la población habla alguna lengua indígena, sobresaliendo el Zapoteco (39.6%) y el tzotzil (27.8%). Por su parte, el 0.84% de la población se considera afromexicana, negra o afrodescendiente. El 98.5% de personas entre 15 a 24 años saben leer y escribir; mientras que solo el 8.8% de la población no tiene algún nivel de escolaridad terminada.

5.11.1.2. Crecimiento y Distribución de la Población

Tonalá cuenta con una superficie territorial de 1,852.5 Km² (2.4% del territorio estatal) y presenta una densidad de población de 49.6 habitantes/Km². La población total se divide en 551 localidades, siendo Tonalá la más grande (38,087 habitantes), seguido de Paredón (6,787 Hab.) y Tres Picos (4,180 Hab.). La edad mediana es de 29 años o menos. En el período comprendido de 2005 al 2010, se registró una Tasa Media Anual de Crecimiento (TMAC) de 1.61. El grado de rezago social para 2020 es bajo, tomando el lugar 122 a nivel estatal y 1,605 a nivel federal. De manera similar, el grado de marginación es bajo.

5.11.1.3. Estructura por Sexo y Edad

De acuerdo con el INEGI (2021), la distribución por edad y sexo en el Municipio de Tonalá es la que se observa en la Tabla 18:

Grupo de Edades	Total	Hombres	Mujeres
0 a 14 años	25,307	12,936	12,371
15 a 64 años	58,493	28,304	30,189
Más de 65 años	8,104	4,036	4,068
No Especificado	9	5	4
Total	91,913	45,281	46,632

Tabla 59. Distribución de la Población por Edad y Sexo en Tonalá, Chiapas.

5.11.1.4. Natalidad y Mortalidad

Para 2020, se reportan un promedio de 1.7 hijas(os) nacidas(os) con vida. Por su parte, se reporta un porcentaje de 3.0% de hijas(os) fallecidas(os).

5.11.1.5. Migración

El INEGI (2021) en su Censo Nacional de Población, indica que 3.6% de la población tenía un lugar de residencia distinto en el 2015. Dicha población migró por las causas siguientes:

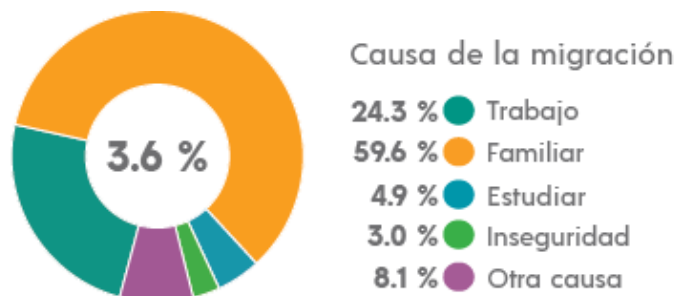


Gráfico 7. Población por Causa de Migración.

5.11.1.6. Población Económicamente Activa

El 62.9% de la población de Tonalá se reporta como Económicamente Activa (PEA), de los cuales el 60.2% son hombres y el 39.8% son mujeres:

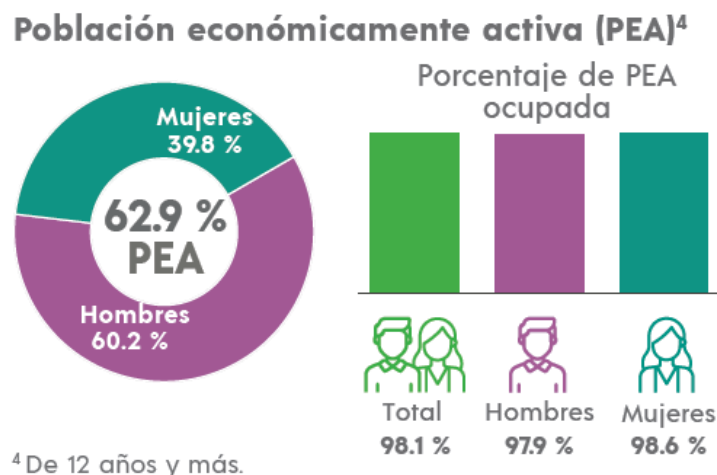


Gráfico 8. Población Económicamente Activa.

5.11.1.7. Población Económicamente Inactiva (PEI)

La Población No Económicamente Activa en el Municipio de Tonalá representa el 36.8% del total.



Gráfico 9. Población No Económicamente Activa.

Únicamente el 0.3% de la población no especificó la condición de sus actividades.

5.12. Paisaje

La evaluación del **paisaje** permite determinar el estado y valor paisajístico que presenta en la actualidad una unidad ambiental. La inclusión de este parámetro en un estudio de impacto ambiental se fundamenta en el concepto de paisaje como un elemento aglutinador de toda una serie de características del medio físico y la capacidad de asimilación que tiene de los efectos potenciales del establecimiento del Proyecto.

Este análisis aporta como resultado las bases que permiten desarrollar y elaborar las medidas de adecuación, restauración y manejo de impactos sobre el paisaje debido a las acciones del Proyecto. Existen diversas metodologías para la evaluación el paisaje, las cuales coinciden casi en su totalidad en dos aspectos clave: la calidad paisajística y la fragilidad visual.

El paisaje está delimitado por el entorno visual del punto de observación y caracterizado por los elementos que pueden ser percibidos visualmente, pudiendo definirse en términos de los componentes naturales, como formas del terreno, cubierta vegetal, presencia de agua; de las actividades humanas, en especial el uso de suelo, incluyendo las edificaciones e infraestructuras; y de los factores estéticos, como formas, escalas, y colores. El conjunto de estos elementos visuales resulta en la belleza o calidad del paisaje.

Para el análisis del paisaje del SA y del área del Proyecto, se hizo uso del método de observación directa *in situ* (Litton, 1974) junto a los criterios de evaluación del *Bureau of Land Management* de Estados Unidos (1980) y Escribano *et al.* (1987). A continuación, se enlista la metodología mencionada:

- Reconocimiento del área donde se busca establecer el Proyecto y zonas aledañas, potenciales a cambios o impactos hacia su estética.
- Determinación de puntos de observación, de fácil accesibilidad para un observador habitual y que permiten la vista panorámica del área que puede verse afectada por el Proyecto.
- Análisis del terreno, con base a registro fotográfico y la elaboración de fichas de descripción del paisaje.
- Determinación de las cuencas visuales por proyección de los rayos visuales desde los principales puntos de observación definidos en terreno.
- Análisis de las condiciones de visibilidad e incidencia visual del territorio, según una interpretación de los alcances visuales de cada punto de observación.
- Definición de las unidades de paisaje, según la estructura espacial definida por las cuencas visuales y la organización de los elementos de conformación del paisaje.
- Determinación de la calidad y fragilidad visual de las unidades del paisaje determinadas, en función de los principales factores y componentes del paisaje.

Los criterios de valoración se presentan en las Tablas 19 y 20:

Elemento Valorado	Calidad Visual Alta	Calidad Visual Media	Calidad Visual Baja
Morfología o Topografía	Pendientes de más de un 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y	Pendientes entre 15 y 30%, estructuras morfológicas con modelados suaves u ondulados	Pendientes entre 0 a 15%, dominancia del plano horizontal de visualización,

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

Tabla 60. Criterios de Evaluación para la Calidad Visual del Paisaje.

Factores	Elemento de Influencia	Fragilidad Visual Alta	Fragilidad Visual Media	Fragilidad Visual Baja
Biofísicos	Pendiente y Geomorfología	Pendientes de más de un 30%, terrenos con un dominio del plano vertical de visualización	Pendientes entre 15 y 30%, terrenos con modelados suaves u ondulados	Pendientes entre 0 a 15%, terrenos con plano horizontal de dominancia visual
	Vegetación (altura – densidad)	Grandes espacios sin vegetación. Agrupaciones aisladas. Dominancia estrata herbácea. Vegetación arbustiva o	Cubierta vegetal discontinuo. Dominancia de estrato arbustivo o arbóreo aislado. No hay gran altura de las masas	Grandes masas boscosas. 100% de ocupación de suelo. Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 10 m

Factores	Elemento de Influencia	Fragilidad Visual Alta	Fragilidad Visual Media	Fragilidad Visual Baja
		herbácea, no sobrepasa los 2 m de altura	(-10 m), baja diversidad de estratos	
Visualización	Forma y tamaño visual de la cuenca visual	Visión de carácter cercana o próxima (0 a 1,000 m). Dominio de los primeros planos. Cuencas alargadas, generalmente unidireccionales en el flujo visual	Visión media (1,000 a 4,000 m). Dominio de los planos medios de visualización. Cuencas irregulares, mezcla de ambas categorías	Visión de carácter lejano o a zonas distantes >4,000 m. Cuencas regulares extensas, generalmente redondeadas
	Compacidad	Vistas panorámicas, abiertas. El paisaje no presenta elementos que obstruyan los rayos visuales	El paisaje presenta zonas de menor incidencia visual, pero en un bajo porcentaje	Vistas cerradas u obstaculizada. Constantes zonas de sombra o menor incidencia visual
Singularidad	Unidad de paisaje	Paisajes singulares, notables con riqueza de elementos únicos y distintivos	Paisajes de importancia visual pero habituales, sin presencia de elementos singulares	Paisaje común, sin riqueza visual o muy alterados

Tabla 61. Criterios de Evaluación para la Fragilidad Visual del Paisaje.

De esta manera, se establecieron dos puntos de observación, los cuales serán la base para las cuencas visuales. Estos puntos fueron seleccionados por la amplitud de visualización del área del Proyecto y de gran parte del SA: el primero, desde el lado Sur del terreno en donde se planea desarrollar el Proyecto; y el segundo, desde el faro ubicado en la Avenida Principal de Puerto Arista, donde se tiene una altura considerable sobre el terreno, pudiendo observar una distancia considerable del SA en todos los puntos cardinales.



Figura 33. Punto de Observación del Área del Proyecto.



Figura 34. Punto de Observación del Sistema Ambiental.

La posición de altura de los puntos de observación permite acceder a una cuenca visual que ocupa una superficie considerable, con vistas medias donde la vegetación y las edificaciones juegan un papel importante en los rangos de visibilidad del territorio.

A continuación, en la Tabla 21 se presenta la evaluación de la calidad visual de las dos unidades del paisaje en estudio, es decir, el área del Proyecto y el SA:

Elemento	Valoración	Descripción General
Sistema Ambiental (SA)		
Morfología o Topografía	Baja	El SA queda definido tanto por la presencia del ecosistema playero de la región, como por la predominante presencia antropogénica en la zona, que ha modificado el uso del suelo con el establecimiento de infraestructura turística como hoteles, casas de descanso, restaurantes, etc. Sin embargo, la existencia de vegetación es evidente y parte esencial del paisaje, con variedad en la estética del SA a lo largo de su superficie. Se le asigna una calidad visual Media .
Fauna	Alta	
Vegetación	Media	
Formas de Agua	Alta	
Acción Antrópica	Media	
Fondo Escénico	Alta	
Variabilidad Cromática	Baja	
Singularidad o Rareza	Media	
Área del Proyecto		
Morfología o Topografía	Baja	El área del Proyecto se encuentra sobre un terreno con vegetación de dunas costeras y matorral xerófilo en bajo volumen, en gran parte del estrato arbustivo y herbáceo, sin presencia de vegetación en estatus de peligro. A pesar de que gran parte de la cuenca visual presenta cambios de uso del suelo para actividades turísticas y estructuras antropogénicas, la vegetación circundante aún es apreciable. Asimismo, la presencia del Océano Pacífico y las playas de la costa de
Fauna	Media	
Vegetación	Media	
Formas de Agua	Alta	
Acción Antrópica	Baja	
Fondo Escénico	Media	
Variabilidad Cromática	Baja	
Singularidad o Rareza	Baja	

Elemento	Valoración	Descripción General
		Tonalá, equilibran la falta de belleza visual del sitio. Se concluye que el sitio presenta una calidad visual Media .

Tabla 62. Evaluación de la Calidad Visual del Paisaje.

De la misma manera, en la Tabla 22 se presenta la evaluación de la fragilidad visual:

Elemento	Valoración	Descripción General
Sistema Ambiental (SA)		
Pendiente y Geomorfología	Baja	El SA se ha visto impactado por la presencia de actividades antropogénicas (asentamientos humanos, infraestructura turística, etc.); sin embargo, cuenta con áreas verdes conservadas y cuerpos de agua de importancia. El SA no presenta elementos singulares, que sobresalgan de aquellos compartidos por la región. Se concluye que la fragilidad es Media , dado que ha mostrado resiliencia a los impactos en su superficie.
Vegetación (altura–densidad)	Media	
Forma y tamaño visual de la cuenca visual	Media	
Compacidad	Alta	
Unidad de Paisaje	Alta	
Área del Proyecto		
Pendiente y Geomorfología	Baja	Predomina una baja pendiente y una cubierta vegetal del tipo discontinua, así como zonas con incidencia visual por actividades humanas de tipo turístico (hoteles, palapas, restaurantes, etc.) en los alrededores del sitio. Se considera que el Proyecto, presenta una fragilidad media , por lo que la planeación y supervisión ambiental son de vital importancia.
Vegetación (altura–densidad)	Media	
Forma y tamaño visual de la cuenca visual	Baja	
Compacidad	Media	
Unidad de Paisaje	Media	

Tabla 63. Evaluación de la Fragilidad Visual del Paisaje.

El principal elemento del paisaje es el ecosistema playero, el cual debe ser preservado, sobre todo considerando que se encuentra cercano a zonas de anidación de la Tortuga Marina. Derivado de esto, se puede concluir que el sistema visual ha perdido considerablemente su estado de naturalidad y que presenta una calidad visual **Media**. Además, el sitio muestra un potencial de fragilidad **Media**, lo que significa que acepta modificaciones en su estructura, sin afectar de manera significativa su valor visual, pero deben tenerse elementos de supervisión que eviten el desgaste o la sobresaturación del sistema.

También, es importante mencionar que tanto el SA como el área del Proyecto, **no** presentan unidades estéticas únicas o excepcionales, ni se encuentra en una zona arqueológica, de interés histórico o con atractivo turístico. De igual manera, **no** incide en Áreas Naturales Protegidas (ANP) de carácter Federal y/o Estatal.

5.13. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de Uso de Suelo propuesto

5.13.1. Describir la importancia de los Servicios Ambientales que proporciona el Ecosistema a nivel de Sistema Ambiental y Área de Influencia del Proyecto

El cambio en la percepción del valor total de los bosques y como deben ser utilizados está marcado por una creciente concientización sobre la importancia de los **Servicios Ambientales** y por propuestas para captar parte de este valor a fin de reducir la deforestación. La evaluación económica de los servicios ambientales se ha centrado en cuatro bloques fundamentales: *biodiversidad, fijación de Carbono, ciclo hidrológico y educación/ocio*. La conservación de la biodiversidad y la función protectora de suelos y cuencas hidrográficas son los servicios reconocidos desde hace más tiempo, existiendo figuras específicas de protección forestal asociadas a espacios naturales protegidos para cumplir estos objetivos.

El valor del bosque como fijador y almacenador de Carbono es sobradamente conocido, aunque su conceptualización como un servicio ambiental solo ha aparecido cuando la conciencia del papel de las emisiones de Dióxido de Carbono (CO₂) en el cambio climático ha empujado a la firma de acuerdos internacionales y a la ejecución de políticas tendentes a reducirlas. Los servicios de ocio y educación se han incorporado paulatinamente a las funciones ya reconocidas en áreas protegidas a medida que ha aumentado la conciencia ambiental de la sociedad.

La conceptualización de los servicios ambientales queda definida en la **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)**, en el Artículo 7º, Fracción LXI, que a la letra dice:

"LXI. Servicios Ambientales: Beneficios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, que pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales, y que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y que proporcionan beneficios al ser humano".

Generalmente, los bosques han sido valorados por los bienes que producen: madera, fruta, látex, plantas medicinales y otros productos no maderables; pero debe tomarse en cuenta que proveen a la sociedad de una serie de beneficios, entre los que se incluyen: el mantenimiento de la calidad del aire, la promoción de climas favorables, la protección de las funciones hidrológicas y, además de la provisión de agua de calidad para el consumo, la generación y mantenimiento de los suelos, así como su fertilidad.

Dichos beneficios dependen de la manera en que los ecosistemas son afectados por las actividades humanas (Meynard, *et al.*, 2007). La vegetación forestal constituye

uno de los ecosistemas más importantes en la Tierra, y son los principales proveedores de servicios ecosistémicos fundamentales para sustentar la vida.

Considerando la definición de la LGDFS, la eliminación de la vegetación por el CUSTF afectará a la mayoría de los servicios ambientales, sin embargo, los efectos más grandes se tendrán en la provisión del agua en calidad y cantidad, la captura de Carbono, la reducción de la biodiversidad del ecosistema y la protección y recuperación de suelos.

5.13.2. Indicar el acuerdo con la naturaleza del Proyecto y el Ecosistema por afectar los Servicios Ambientales que se verán afectados

A continuación, se mencionan los servicios ambientales por grado de afectación que se verán alterados a consecuencia de las actividades de CUSTF en el área propuesta para el Proyecto:

5.13.2.1. Provisión del Agua en Calidad y Cantidad

La **captura de agua o desempeño hidráulico** es el servicio ambiental que producen las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia, proporcionando la infiltración de agua que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo hidrológico. El potencial de infiltración de agua de un área arbolada depende de diversos factores tales como: la cantidad y distribución de la precipitación, el tipo de suelo, las características del mantillo, el tipo de vegetación y la geomorfología del área, entre otros (Torres y Guevara, 2002).

Los bosques proveen y aprovechan el agua que captan de la atmósfera, al atraer la lluvia o captar la humedad del ambiente. Las zonas arboladas de las montañas ayudan a retener la humedad que proviene generalmente del mar. Ahí se lleva a cabo una acumulación de nubes cargadas de agua que la liberan encima de estas regiones. Al contar con un buen sistema de filtrado a través del suelo, el agua llega hasta los acuíferos en el subsuelo, que a su vez son la cuna de ríos y lagos de donde nos proveemos de agua (Figura 35).

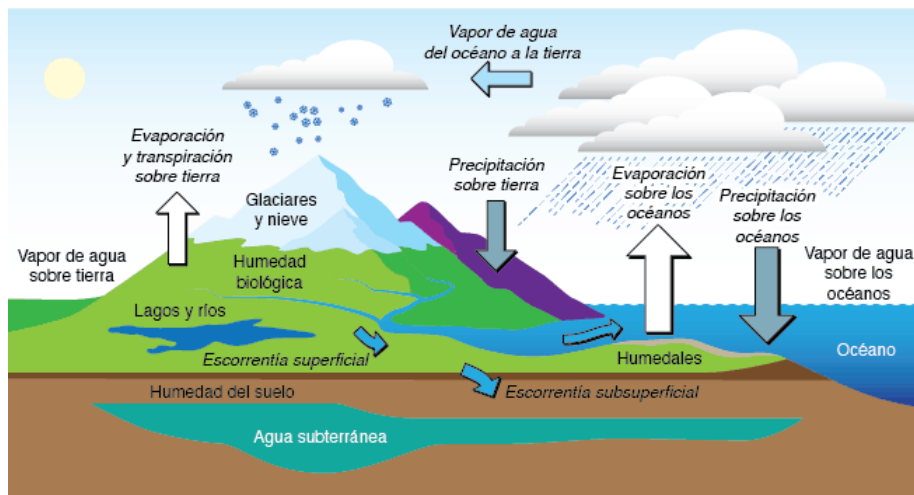


Figura 35. Esquema General del Ciclo Hidrológico.

El papel de los bosques en la captación de agua es determinante, ya que los diferentes estratos de la vegetación captan el agua de la lluvia de la manera más eficiente, canalizándola por medio de las hojas, ramas y tallos hacia el suelo, permitiendo tener una regulación del escurrimiento pluvial y evitando que el suelo quede saturado y se erosione. La hojarasca que se encuentra en el suelo del bosque le da la capacidad de funcionar como una esponja para el agua, lo que permite una filtración lenta hacia el suelo y con ello se obtiene la recarga de acuíferos.

La energía cinética de las gotas de agua es muy pequeña, pero lo suficientemente fuerte como para romper los agregados del suelo. Cuando esto sucede, las partículas de suelo tapan los microporos, generando una costra impermeable al paso del agua. Al no infiltrarse, el agua viaja por la superficie del suelo generando escorrentía que lo erosiona. La presencia del mantillo sobre el suelo absorbe esta energía cinética de las gotas de agua; disminuyendo el efecto erosivo.

Bajo condiciones naturales, el agua se infiltra normalmente a menos que la intensidad de la lluvia rebase las tasas de infiltración, lo cual ocurre durante fuertes tormentas. El agua que alcanza a cruzar la barrera superficial pasando a los otros horizontes del suelo, permite la recarga de acuíferos y sale del suelo por diferentes escorrentías dependiendo la topografía del terreno y la permeabilidad del suelo o conductividad hidráulica.

Con base en lo anterior, se puede concluir que con la eliminación de la vegetación en los **16,884.3561 m²** propuestos para CUSTF, se modificará el patrón de los escurrimientos superficiales, se captará menor cantidad de agua de infiltración y por consecuencia, la recarga de los mantos acuíferos disminuirá.

5.13.2.1.1. Estimación de la Captura de Agua para el Área del Proyecto

En conformidad con las expresiones descritas y desarrolladas en el presente Capítulo IV, se estimó el *Coeficiente de Escurrimiento (Ce)* y el *Escurrimiento Anual (Ve)* para el área de CUSTF.

De la estimación realizada respecto al volumen de infiltración, se desprende que para el área de CUSTF actualmente se captan 35,821.85 m³ por medio de la precipitación, de los cuales se evaporan 4,559.97 m³. Posterior a la ejecución del CUSTF, el escurrimiento ascenderá a 8,715.74 m³, lo cual provoca que la Infiltración disminuya a **22,546.14 m³**.

$$\text{Infiltración} = 35,821.85 - 4,559.97 - 8,715.74 = \mathbf{22,546.14 \text{ m}^3}$$

Con lo anterior se establece un descenso en el Volumen de Infiltración actual, es decir que de 28,915.3363 m³ descendió a 22,546.1400 m³, notando un déficit de **6,369.1964 m³**; por lo que deberán de implementarse las medidas necesarias para su mitigación o compensación.

5.13.2.2. Captura de Carbono

La mayoría de los procesos productivos y actividades domésticas requieren el uso de energía derivada de combustibles fósiles. El proceso de combustión de dichas sustancias emite Óxidos de Carbono, principalmente CO₂ y otros gases que contribuyen al calentamiento atmosférico global, proceso que ha aumentado 3.5 veces en los últimos 50 años y la cantidad de estos gases en la atmósfera se ve incrementada como consecuencia del cambio del uso del suelo. Se estima que un tercio de las 3.7 Ton de CO₂ que se emite por habitante en el país, se origina a través de los procesos de deforestación, cambio del uso del suelo y quema de leña.

Los bosques y selvas capturan, almacenan y liberan Carbono como resultado de los procesos fotosintéticos, de respiración y de degradación de la materia seca. El *saldo* es una captura neta positiva cuyo monto depende del manejo que se le dé a la cobertura vegetal, así como de la edad, distribución de tamaños, estructura y composición. Este servicio ambiental que proveen bosques o selvas como sumideros de Carbono, permite equilibrar la concentración de este elemento, misma que se ve incrementada debido a las emisiones que se producen por la actividad humana (Torres y Guevara, 2002).

Para realizar el cálculo del contenido de Carbono en la superficie donde se efectuara el CUSTF, se determinó la existencia real de biomasa por medio de ecuaciones alométricas, las cuales fueron obtenidas en: https://climateregistry.sharepoint.com/:x/g/EX15E8LwQA1BjkQUMSbj0sABcuWXdOKBu5iI4N4WRDdc0Q?rttime=rA_xXzdy2Ug.

Estos modelos hacen uso del **método directo**, donde al final se consiguen los resultados de la biomasa forestal (Kg). Posteriormente, los resultados se convierten

a toneladas y se les aplica el factor de conversión de Carbono **(0.5)** en conformidad con las directrices propuestas por el **Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC)**. Asimismo, los resultados deben ser extrapolados con los cálculos del número de individuos totales dentro de cada una de las etapas del CUSTF.

En la siguiente tabla se presentan las ecuaciones utilizadas para cada especie arbórea registrada dentro del área de CUSTF:

Nombre Científico	Nombre Común	Fórmula Alométrica
<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	$(EXP(-1.291) * (DN^{2.178}))$
<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	$((0.051) * (DN^{2.668}))$
<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	$((0.051) * (DN^{2.668}))$
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	$(0.232435 * (DN^{2.219006}))$
<i>Nectandra salicifolia</i>	Capulincillo	$(0.004038 * (DN^{3.35693}))$
<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	$(0.5825) * (DN^{1.6178})$

Tabla 64. Formulas alométricas para estimación de biomasa.

De acuerdo con la aplicación de las formulas presentadas previamente, se obtiene lo siguiente:

Nombre Científico	Nombre Común	No. de Individuos	Individuos Totales	Biomasa		Carbono	
				Kg	Ton	Ton	Total
<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	11	246	43.8082	0.0438	0.0219	0.4889
<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	26	580	259.5931	0.2596	0.1298	2.8973
<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	83	1853	36.6650	0.0367	0.0183	0.4092
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	16	357	105.6303	0.1056	0.0528	1.1789
<i>Nectandra salicifolia</i>	Capulincillo	6	134	0.2290	0.0002	0.0001	0.0026
<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	4	89	22.6341	0.0226	0.0113	0.2526
Total		146	3259	468.5595	0.4686	0.2343	5.2296

Tabla 65. Cálculo de carbono total en el área de CUSTF.

Se concluye entonces que en el área propuesta para CUSTF, se dejarán de capturar un total de **5.2296 Ton/Ha/Año** de Carbono, en promedio.

5.13.2.2.1. Compensación de la Pérdida en la Captura del Carbono

Derivado del análisis realizado en el apartado anterior, se determinó que en las 0.1963 Ha donde actualmente se encuentra la vegetación forestal y donde se pretende realizar el CUSTF, se dejarán de capturar en promedio de **5.2296 Ton/Año de Carbono**.

Con base en lo anterior, y considerando los valores de retención de Carbono Orgánico Promedio Anual (Tabla 25) incluidos en el *Informe de Evaluación Externa de los Apoyos de Restauración de Suelos Forestales en el Ejercicio Fiscal 2009*, elaborado por la Universidad Chapingo (2012), de las obras de conservación de suelo y agua contempladas para el Proyecto, se presenta lo siguiente:

Tipo de Obra de Conservación	Carbono Orgánico retenido			
	2009	Años anteriores	General	Unidad
Acomodo de Material Vegetal Muerto	641	1,067	712	Kg/Ha

Tabla 66. Retención de Carbono Orgánico Promedio por Obras de Conservación.

Tipo de Obra de Conservación	Carbono Orgánico retenido			
	Obras	Retención (Kg/Obra)	Retención Total (Kg/Año)	Retención Total (Ton/Año)
Obras para mitigar la Erosión				
Acomodo de Material Vegetal Muerto	4	712	2,848	2.848
Obras para Infiltración				
Acomodo de Material Vegetal Muerto	12	712	8,544	8.544
Total				11.392

Tabla 67. Retención de Carbono Orgánico por las Obras de Conservación del Proyecto.

Con lo anterior, se determina que las obras que se pretenden implementar para compensar los efectos de la erosión de suelos y la infiltración (**16 obras en total**) tendrán una retención mayor (**11.392 Ton/Año**) a la calculada para el área de CUSTF (5.2296Ton/Año).

Por lo tanto, en conformidad con lo establecido en el Artículo 93, Primer Párrafo de la LGDFS, con la ejecución del CUSTF **no se disminuirá la capacidad de almacenamiento del Carbono.**

5.13.2.3. Protección de la Biodiversidad del Ecosistema

La biodiversidad se define, según la **Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)** en su Artículo 3º, Fracción IV como se cita en seguida:

"IV. Biodiversidad: 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".

El bosque ofrece un hábitat a la Flora y Fauna y, dependiendo de sus condiciones de salud y vitalidad y, en última instancia, de la manera en que es gestionado y protegido, asegurando su propia perpetuación mediante el funcionamiento de los procesos ecológicos (Gottle y Sène, 1997). Teniendo como base lo mencionado anteriormente y considerando la zona donde se pretende la implementación del proyecto en cuestión, puede señalarse que la integridad de la biodiversidad se verá amenazada de forma considerable; por ello es necesario instrumentar medidas

tendientes a minimizar tal efecto o bien a compensar los impactos que su puedan generarse.

En lo que respecta a la Flora Silvestre, tomando en cuenta los dos tipos de vegetación presentes en el área de CUSTF: **Vegetación de Dunas Costeras y Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)**, a través de los estudios y muestreos realizados en campo, **no** se identificaron especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010**, ni en su **Anexo Normativo III**. Sin embargo, se ejecutará un **Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre**, para las especies existentes en el área de CUSTF.

De igual manera, se deberán tomar diversas medidas para la protección de los individuos de Flora presentes en la zona. Algunas de estas serán las siguientes:

- Se prohibirá a todo el personal que labore en el Proyecto, la colecta y comercialización de las especies vegetales, se encuentren o no en la Norma citada con anterioridad.
- La implementación de actividades de rescate y reubicación, con la finalidad de recuperar la abundancia de esta especie.
- Se instalarán letreros alusivos a la importancia de la protección y conservación de la Flora Silvestre.
- Quedará prohibido realizar quemas y/o fogatas.

En el caso de la Fauna silvestre, del registro total dentro del área de CUSTF se identificaron a estas especies en algún estatus de la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010**:

- Dentro de la clase de Aves: Con categoría de Amenazada (A) se encuentran *Amazona albifrons*; y con categoría de Sujetas a Protección Especial (Pr) *Eupsitula canicularis*, *Mycteria americana* y *Tigrisoma mexicanum*.
- Dentro de la clase de Reptiles: Con categoría de Amenazada (A) se encuentra *Ctenosaura similis*.
- Derivado de lo anterior, será necesaria la aplicación de medidas de prevención en el sitio de CUSTF para garantizar su seguridad e integridad:
- Ahuyentamiento de la Fauna (con objetos que generen ruido) previo a las actividades del CUSTF y de forma diaria, antes de iniciar la jornada laboral.
- Ubicación de nidos o madrigueras activas para proceder a su marcaje y establecimiento de un programa de monitoreo hasta que las aves empollen y se encuentren aptas de independizarse de la madre.
- Pláticas de concientización ambiental con todo el personal que labore en el área de estudio y que estará involucrado durante las etapas del CUSTF, resaltando la importancia de conservar la Fauna en el área del Proyecto.
- Quedará prohibida la cacería, captura, comercialización y consumo de especies silvestres que se lleguen a encontrar en la superficie de CUSTF y zonas aledañas.

Todas las acciones mencionadas se encuentran debidamente descritas en el **Programa de Rescate y Reubicación de Fauna**.

5.13.2.4. Protección y Recuperación de Suelos

Dentro de los servicios ambientales que proporciona la vegetación forestal se encuentra la protección al suelo de los agentes erosivos (erosión hídrica y eólica), así como la recuperación de aquellos que fueron degradados con anterioridad. La presencia de árboles y arbustos impiden la erosión de los suelos, ya que sus raíces ayudan a prevenir los deslaves de tierra.

En las zonas deforestadas, principalmente en las partes con fuertes pendientes, las lluvias torrenciales generan un enorme escurrimiento pluvial que afecta la productividad de las tierras por el arrastre de los nutrientes del suelo, ocasionando la sedimentación en los ríos, lo cual provoca que sean menos profundos; lo anterior, aumenta el riesgo de inundaciones en las partes bajas, incitando la concentración de nutrientes en ríos y cuerpos de agua donde se podría generar eutrofización.

La cantidad de descargas de sedimentos depende de diferentes factores como son: tamaño de la cuenca, tipo de geología, topografía, estabilidad de los márgenes de los ríos, así como el uso de suelo que se presentan en la cuenca. Sin embargo, la principal causa de la sedimentación en las partes bajas de la cuenca es el cambio de uso de suelo (Pagiola, *et al.*, 2006).

Respecto a este servicio ambiental, la valoración del grado de afectación se hizo en función del incremento de la tasa erosiva que se presentaría una vez ejecutado el CUSTF, los valores aquí presentados derivan de la metodología expuesta ampliamente en este capítulo. De esta manera se obtuvieron los siguientes resultados:

Erosión Hídrica

- Se determinó que, en condiciones actuales, en el área propuesta para realizar el CUSTF se presenta una tasa erosiva hídrica del orden de: **159.3911 Ton/año**.
- Posterior a la ejecución del CUSTF el ejercicio mostró una tasa erosiva hídrica de: **192.7932 Ton/año**.
- Esto refleja una diferencia de: **33.4020 Ton/año**, cantidad que debe mitigarse o compensarse con la propuesta de prácticas y/u obras para la protección y conservación de suelo.

Para garantizar la no modificación de este servicio ambiental se proponen obras de conservación, las mismas fueron cuantificadas en el **Programa de Conservación de Suelo y Agua**, y demostraron que con su implementación se mitiga por completo el incremento que se presentaría una vez ejecutado el CUSTF.

5.13.2.5. Amortiguamiento de Impacto por Fenómenos Naturales

Al quedar el área del Proyecto desprovista de dos clases de cobertura: **Vegetación de Dunas Costeras** y **Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)**, no podrá realizar la función de amortiguamiento de los fenómenos naturales que ocurran dentro del mismo; sin embargo, la vegetación aledaña al área en que se ubica el Proyecto es de los mismos tipos a las que se eliminan, las cuales continuarán realizando tan importante función.

De esta manera, se recomienda la correcta y oportuna aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales que se generen.

5.13.2.6. Paisaje y Recreación

De todos los elementos sensoriales que contribuyen con la definición de un paisaje, sin duda alguna es la percepción visual la que funge un rol importante, al punto que los elementos esenciales de cualquier paisaje son de naturaleza visual y caracterización de componentes biofísicos y arquitectónicos.

Los tipos de usos de suelo de **Vegetación de Dunas Costeras** y **Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)** actualmente ofrecen variedad en el paisaje en la zona del Proyecto. Estos paisajes cambiarán, dando paso a áreas transformadas para el establecimiento de las viviendas del *Fraccionamiento "Los Girasoles"*. Las superficies donde se implemente la reubicación de la Flora que se rescate del área sujeta a CUSTF, se realizará en una vegetación similar o igual a la de origen, compensando el impacto generado por el desarrollo de las obras y actividades del Proyecto, y crearán una sinergia que probablemente albergará a Fauna proveniente de las áreas que quedarán desprovistas de vegetación.

5.13.2.7. Captura de Contaminantes

Si bien la vegetación puede considerarse como sumidero de contaminantes, los métodos para determinar la cantidad que estos pueden capturar están basados en condiciones urbanas, donde la concentración de estos elementos afecta directamente el bienestar de la sociedad.

El SA no presenta problemas de contaminación atmosférica, debido a que no tiene condiciones confinadas de aire; los contaminantes que pudieran existir dentro del SA son principalmente aquellos que provienen de las actividades agrícolas o del tránsito de los vehículos, que se derivan en contaminantes que se dispersan rápidamente.

Sin embargo, y bajo este contexto, considerando que el proyecto comprende el CUSTF en áreas relativamente cercanas a espacios semi-urbanizados, puede señalarse en términos generales que este servicio se verá alterado, aunque sea en un grado bajo, sobre todo por el uso de maquinaria y el tránsito de vehículos.

5.13.2.8. Modulación o Regulación Climática

Es evidente que al no existir una cubierta vegetal que refleje los rayos solares, estos llegan directamente a los suelos, pudiendo modificar las condiciones del microclima. La alteración a este servicio ambiental únicamente será perceptible a nivel local, y de manera puntual, ya que únicamente se afectará el predio de forma parcial.

5.13.2.9. Generación de Oxígeno

La mayor parte de los seres vivos necesitan del Oxígeno para vivir. Este elemento que se encuentra en la atmósfera en grandes cantidades se renueva, gracias al proceso de fotosíntesis que realizan los árboles y plantas, así como al intercambio de los mares.

Aunque ocupa el tercer lugar en cuanto a su abundancia en el Universo –muy por debajo del Hidrógeno y el Helio– el Oxígeno es el elemento químico predominante en la Tierra, constituyendo el 23% del peso del aire. Como componente del aire, el Oxígeno mantiene la vida sobre la Tierra, confiriendo a nuestro planeta su originalidad con respecto a los demás del sistema solar. Su disminución en el entorno puede provocar trastornos graves en los seres vivos. Como menciona anteriormente, este elemento es absolutamente indispensable para todos los organismos vivos, con excepción de algunas bacterias. Un ser humano, por ejemplo, necesita alrededor de 360 litros para vivir durante 24 horas.

Mediante el proceso de fotosíntesis, las especies vegetales, como lo son los árboles y plantas marinas producen su propio alimento; como producto de este proceso se genera el oxígeno, elemento indispensable para la vida de los seres humanos y animales. En el largo plazo debe existir un equilibrio entre el Oxígeno producido por los árboles y el que necesita los seres para vivir. Para darse una idea de la importancia de la vegetación en la producción de dicho elemento, se estima que la producción diaria de Oxígeno de un árbol mediano será equivalente al consumo diario de un ser humano.

Las plantas vivas realizan el proceso de fotosíntesis por medio del cual producen el Oxígeno. Se estima que las áreas boscosas con una cubierta mayor al 50% alcanzan a producir entre 2 y 4 toneladas de Oxígeno por hectárea por año.

Esto quiere decir que al eliminar las **1.6884 Ha** por motivo del CUSTF, se dejarían de capturar entre **3.1768 y 6.7536 toneladas** de Oxígeno. Es preciso indicar que no existen metodologías exactas que permitan estimar de forma cuantitativa el valor de este servicio ambiental, pues hay numerosas variables que deben considerarse para generar un modelo.

Para fines de este estudio, los valores presentados en el párrafo anterior permiten de una manera sencilla, establecer un referendo en cuanto a la magnitud en que este servicio se verá intervenido.

5.13.3. Determinar el grado de afectación de los Servicios Ambientales, indicando si es a nivel del Sistema Ambiental o del Área de Influencia del Proyecto

Con relación a lo establecido en los apartados previos, el área de estudio contempla una superficie de **1.6884 Ha** para CUSTF, y los servicios ambientales que se verán alterados solo impactarán de manera puntual y localizados a lo que se refiere a la poligonal del Proyecto. Así, el grado de afectación en relación con los servicios ambientales se describen en la Tabla 27:

Servicios Ambientales	Grado de Afectación	Área de Impacto
Servicios Hidrológicos	Mayor	Área de estudio y SA
Captura de Carbono	Mayor	Área de estudio y SA
Biodiversidad	Mayor	Área de estudio
Suelos	Menor	Área de estudio y SA
Paisaje y Recreación	Mayor	Área de estudio
Aire	Menor	Área de estudio
Regulación Climática	Menor	Área de estudio
Oxígeno	Menor	Área de estudio

Tabla 68. Grado de Afectación de los Servicios Ambientales.

Es importante señalar que, de acuerdo con las alteraciones que se lleven a cabo en el área de CUSTF se afectará, en algunos casos, al SA, como se describe en los puntos anteriores.

5.14. Diagnóstico Ambiental

El Proyecto consiste en la ejecución del CUSTF para la construcción, operación y mantenimiento de un Fraccionamiento en la localidad de Playa del Sol, en el Municipio de Tonalá, Chiapas. De acuerdo con las características de la zona, el lugar seleccionado cumple con los requerimientos para el buen desarrollo y funcionamiento del Proyecto, por su cercanía a vías de comunicación ya existentes y acceso a servicios de vivienda, aunado a la belleza escénica de la región.

La superficie solicitada presenta **Vegetación de Dunas Costeras y Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)**, por lo que es necesario la aplicación de un CUSTF, a fin de obtener las condiciones necesarias para la urbanización del terreno y el futuro establecimiento de casas habitación, que formarán parte de las comunidades asentadas en la zona.

Con lo anterior, se entiende que la zona del Proyecto ya se encuentra impactada por actividades similares a la naturaleza de este.

En cuanto a las características físicas abióticas del sitio, estas representan condiciones perfectas para el tipo de actividad que busca ejecutar el Proyecto, es decir, climas cálidos que permiten actividades de ocio al aire libre, en un sitio

visualmente bello, con recursos naturales que pueden ser aprovechados para la recreación, priorizando su cuidado y conservación. De igual manera, la implementación del Proyecto no entra en conflicto con las creencias, ideologías, costumbres y tradiciones de la región. Asimismo, no afectan de manera negativa a ningún grupo étnico.

El Proyecto planea también la implementación de medidas de prevención y mitigación, tanto las que se proponen en este documento, así como las que establezca la Secretaría, con el fin de disminuir las afectaciones negativas que el desarrollo de este pueda producir y evitar un daño crítico al medio natural. Se tomará gran importancia a aquellas actividades que garanticen la preservación y conservación de la Flora y Fauna Silvestre, en especial, la protección de la zona de anidación de la Tortuga Marina; considerando los problemas que podrían suscitarse de no llevarlas a cabo. Asimismo, se establecerán obras de conservación de suelos y aguas para la disminución de la erosión hídrica y la compensación en el déficit de la infiltración, así como obras que permitan la restauración de dunas costeras.

La zona en donde se ha establecido el Proyecto presenta condiciones que permiten el desarrollo de estas obras sin problemas ni riesgos y su ejecución no contraviene lo establecido en los Programas de Desarrollo y de Ordenamiento Territorial aplicables. Considerando los puntos expuestos anteriormente, se considera que el Proyecto es **viable** ambientalmente.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL – MODALIDAD B

PROYECTO: “FRACCIONAMIENTO LOS GIRASOLES”

**PROMOVENTE: GRUPO SONAR DEL
SURESTE S.A. DE C.V.**

CAPÍTULO 6. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES



**ELABORADO POR: ING. JOSÉ RAFAEL RAMOS
MORENO, PRESTADOR DE SERVICIOS
FORESTALES**

FECHA DE ELABORACIÓN: AGOSTO DE 2022

CONTENIDO

6. Identificación, descripción y evaluación de los Impactos Ambientales..... 1

6.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales..... 1

6.1.1. Indicadores de Impacto 1

6.1.2. Lista de Indicadores de Impacto 2

6.1.3. Criterios y Metodología de Evaluación 4

6.2. Identificación y análisis de los impactos ambientales 8

6.3. Conclusiones 9

Índice de Tablas

Tabla 1. Actividades Generadoras De Impactos Ambientales. 2

Tabla 2. Descripción De Los Posibles Impactos Ambientales Del Proyecto. 3

Tabla 3. Componentes Ambientales Del Entorno Afectado. 3

Tabla 4. Criterios De Calificación Para Los Impactos Ambientales..... 5

Tabla 5. Descripción De Elementos De La Matriz De Importancia. 6

Tabla 6. Algoritmo De Importancia De Los Impactos Ambientales..... 7

6. Identificación, descripción y evaluación de los Impactos Ambientales

6.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

6.1.1. Indicadores de Impacto

Uno de los fines del **Documento Técnico Unificado (DTU)** es la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales que se pudieran generar durante el desarrollo del Proyecto, en el sentido de estimar o valorar la magnitud de los impactos para conocer en qué medida repercutirán las actividades sobre el entorno y con ello, conocer la dimensión del sacrificio que este deberá soportar. Para esto, es importante desarrollar un modelo que nos permita la evaluación sistemática de los impactos ambientales producidos por estas acciones, mediante el empleo de indicadores homogéneos.

El modelo de valoración comprende al mismo tiempo sistemas que nos conducen a detectar la magnitud de los impactos y la eficacia de las medidas adoptadas y puestas en práctica para que los efectos de aquellos, o dejen de tener lugar, o se aminoren hasta alcanzar márgenes tolerables y fácilmente asimilables sobre la base de la capacidad de sustentación del medio.

Para el análisis y evaluación del Proyecto se realizaron consideraciones que se obtienen de forma determinativa a partir de la realización de las matrices de impactos, de su ponderación y su síntesis. La identificación y caracterización de los impactos ambientales ocasionados por las actividades del Proyecto se realizó mediante el análisis de la información integral de todo el Proyecto, considerando los siguientes puntos:

- Recopilación y análisis de información documental basada en datos del Proyecto, para identificar las actividades causantes del impacto ambiental en cada una de las etapas de desarrollo de este.
- Análisis de la información del medio natural (biótico y abiótico) y socioeconómico con la finalidad de efectuar una descripción y caracterización del sitio seleccionado para la ejecución del proyecto.
- Análisis de las interacciones del proyecto y el ambiente considerando las acciones generadoras y áreas ambientales potencialmente receptoras del impacto.
- Verificación en campo de las condiciones del medio y de los rangos específicos del terreno, de acuerdo con las características del Proyecto.

Con toda la información compilada y de acuerdo con el tipo de Proyecto a evaluar, se procedió a efectuar el análisis de las actividades de este en sus diferentes etapas. Las actividades del Proyecto que se consideran como generadoras de impactos ambientales para el presente estudio se enlistan en la Tabla 1.

Etapas	Actividad
Preparación del Sitio	Trazo y delimitación del área del Proyecto
	Rescate y reubicación de Flora y Fauna

Etapa	Actividad
	Medición y marcaje de arbolado
	Desmote y deshierbe de vegetación
	Derribo y desrame de arbolado
	Troceo y aprovechamiento de productos maderables
	Despalme de la vegetación
	Limpieza y acarreo
	Medidas de prevención, mitigación y compensación
	Obras de conservación de suelo y agua
	Supervisión y Vigilancia Ambiental
Construcción	Cimentación
	Construcción de obras
Abandono del Sitio	Retiro de materiales, equipo y maquinaria
	Limpieza final
Operación y Mantenimiento	Operación de las obras
	Mantenimiento de las obras
	Establecimiento de las viviendas
	Vigilancia del Programa de Rescate y Reubicación de Flora

Tabla 1. Actividades Generadoras de Impactos Ambientales.

6.1.2. Lista de Indicadores de Impacto

Considerando las condiciones del sitio y las características de las etapas del Proyecto, se analizan las actividades y elementos ambientales susceptibles a impactos, los cuales se describen detalladamente en la Tabla 2:

Componentes Ambientales	Indicadores Ambientales	Posibles Impactos
Calidad del Aire	✓ Niveles de Partículas Suspendidas Totales. ✓ Emisiones de GEI.	A pesar de que la zona donde se pretende ubicar el Proyecto se trata de un área abierta donde corren vientos de manera constante, el uso de maquinaria y la remoción del suelo podría aumentar los niveles de partículas y gases contaminantes en la atmósfera.
Ruido	✓ Incremento en los niveles de ruido.	La presencia temporal de vehículos, maquinaria y personal que labore para ejecutar las actividades del Proyecto, traerá consigo un incremento en el nivel de ruidos a nivel puntual.
Geomorfología	✓ Relieve.	Debido a que se realizarán actividades destinadas a modificar el estado original del suelo, existirá la pérdida y modificación de este durante el CUSTF.
Suelos	✓ Características físicas. ✓ Erodabilidad. ✓ Uso actual y potencial.	Dada la pérdida del suelo natural como capa protectora, se producirá un incremento en el nivel de erosión actual.
Agua	✓ Escurrimientos superficiales. ✓ Calidad biológica. ✓ Recarga del acuífero. ✓ Cuerpos de agua.	Se refiere a las características del agua, en su uso para el abastecimiento en la operación del Proyecto, la posible afectación por la disminución en la infiltración y las descargas de los mantos acuíferos por la ejecución del CUSTF.

Componentes Ambientales	Indicadores Ambientales	Posibles Impactos
Vegetación	✓ Vegetación natural.	Influencia del Proyecto sobre el estado de conservación de la vegetación, derivado de las actividades de desmonte, deshierbe y derribo de las especies que serán removidas por acción del CUSTF; y también, a raíz del rescate y reubicación de ciertas especies florísticas.
Fauna	✓ Características y tipo. ✓ Especies de valor comercial y/o interés cinegético. ✓ Hábitat. ✓ Movilidad de especies.	Potencial disrupción en el hábitat natural de especies Fauna, que deberá trasladarse a sitios con mejores condiciones de vida y características similares a la nativa. Asimismo, aumento en el nivel de estrés de las especies debido a la presencia antropogénica y a la maquinaria.
Economía	✓ Oferta/demanda de servicios. ✓ Empleo.	Se refiere a la oferta y demanda que generará el Proyecto sobre empleos directos y sus efectos en el desarrollo económico y social de la comunidad circundante.
Sociedad	✓ Calidad de vida. ✓ Cambio en el uso de suelo.	El Proyecto brindará beneficios en la generación de empleo y mano de obra a la población objetivo, durante la ejecución de este, incrementando la calidad de vida de la población. De la misma manera, al realizar el CUSTF y destinarlo para el establecimiento de un fraccionamiento, se estará apoyando a la distribución ordenada de la población en un espacio que mantenga un equilibrio con el medio ambiente.

Tabla 2. Descripción de los Posibles Impactos Ambientales del Proyecto.

Derivado de lo descrito anteriormente, en la Tabla 2 se presenta cada uno de los componentes ambientales con sus respectivos indicadores de impacto que se considerarán durante la evaluación ambiental para el presente estudio.

Sistema	Subsistema	Componente Ambiental	Elemento Ambiental
Medio Físico	Medio Inerte	Atmósfera	Calidad del aire
			Nivel de ruido
		Suelo	Geomorfología
			Erodabilidad
	Medio Biótico	Agua	Dinámica de aguas superficiales y subterráneas
		Flora	Estrato arbóreo
			Estrato arbustivo y herbáceo
		Fauna	Terrestre
			Aves
Medio Socioeconómico	Medio Perceptual	Paisaje	Calidad paisajística
	Medio Sociocultural	Sociedad	Calidad de vida/Actividades molestas
	Medio Económico	Económico	Generación de empleos

Tabla 3. Componentes Ambientales del Entorno Afectado.

6.1.3. Criterios y Metodología de Evaluación

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales se utilizó el método de matriz causa-efecto propuesto por **CONESA-VITORA**, que es derivada de la matriz de Leopold con resultados cualitativos, pero que valora las alteraciones que el Proyecto lleva a cabo por medio del signo, grado de manifestación y magnitud.

Una vez seleccionados las actividades del Proyecto y los factores ambientales, se procede a elaboración de las siguientes 4 matrices:

- Matriz 1. Identificación de Impactos.
- Matriz 2. Cribada de Impactos.
- Matriz 3. Valoración.
- Matriz 4. Importancia Final.

Matriz de Impactos

Es de tipo causa-efecto y consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figuran las acciones impactantes, y dispuestas en filas, los factores ambientales susceptibles de recibir impactos. Como se muestra en la Matriz 2, para su ejecución es necesario identificar las acciones que puedan causar impactos sobre una serie de factores del medio, es decir, determinar la matriz de identificación de efectos como se muestra en la Matriz 1. Ambas matrices nos permiten identificar, prevenir y comunicar los efectos del Proyecto en el medio afectado, para posteriormente, obtener una valoración de estos para cada etapa considerada.

Matriz de Importancia

Una vez identificadas las acciones y los factores del medio que presumiblemente se verán impactados por estas, la Matriz de Importancia nos permite obtener una valoración cualitativa a nivel requerido para el presente Proyecto.

Una vez identificadas las posibles alteraciones, se hace preciso una previsión y la valoración de estas. La valoración cualitativa se efectúa a partir de la Matriz 2: Cribada de Impacto, donde cada casilla de cruce en la matriz o elemento tipo, nos dará idea del efecto de cada acción impactante sobre el factor ambiental impactado. Al ir determinando la importancia del impacto de cada elemento tipo, con base al algoritmo de evaluación, estamos construyendo la Matriz 3: Valoración; y finalmente se construye la Matriz 4: Importancia Final, donde se enlistan los impactos que tienen un valor igual o superior a 25.

La importancia del impacto es el parámetro mediante el cual se puede llegar a medir cualitativamente el impacto ambiental, en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo, tales como extensión,

tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad.

Derivado de lo anterior, en la Tabla 4 se exhiben aquellos criterios que serán utilizados para evaluar los impactos ambientales del Proyecto:

Impacto Ambiental	Signo	Positivo (+) Negativo (-)		
	Grado de Incidencia			Intensidad
	Valor	Importancia (Grado de manifestación cualitativa)	Caracterización	Extensión
				Plazo de manifestación
				Persistencia
				Reversibilidad
				Sinergia
				Acumulación
				Efecto
				Periodicidad
				Recuperabilidad
		Magnitud	Cantidad	
			Calidad	

Tabla 4. Criterios de Calificación para los Impactos Ambientales.

A continuación, en la Tabla 5 se describen los atributos que conforman la matriz de valoración cualitativa o matriz de importancia:

Parámetro	Descripción
Signo	El signo de impacto alude al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.
Intensidad (I)	Se refiere al grado de incidencia o destrucción sobre el factor ambiental, en el ámbito específico en que se actúa. El rango de valoración está comprendido entre 1 y 12, en el que 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el 1 una afectación mínima. Los valores comprendidos entre estos dos términos reflejarán situaciones intermedias.
Extensión (EX)	Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del Proyecto (porcentaje del área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el efecto tiene un carácter Puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del Proyecto, teniendo las situaciones intermedias, según su matiz, como impacto Parcial (2) y Extenso (4). En caso de que el efecto sea puntal, pero se produzca en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondería.
Momento (MO)	El momento o plazo de manifestación del impacto, tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerando. Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea Nulo o a Corto Plazo se le asignará en ambos casos un valor (4), si es un periodo de tiempo a Medio Plazo (2), y si el efecto es a Largo Plazo , el valor asignado es (1). Si concurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de una o cuatro unidades por encima de las especificadas.

Parámetro	Descripción
Persistencia (PE)	Se refiere al tiempo que, supuestamente permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previa a la acción, por medio naturales o mediante la introducción de medidas correctoras. Si se produce en efecto Fugaz , se asigna como valor (1). Si es Temporal (2) ; y si el efecto es Permanente , el valor asignado será (4). La persistencia es independiente de la reversibilidad. Los efectos fugaces y temporales son siempre reversibles o recuperables. Los efectos permanentes pueden ser reversibles, recuperables o irre recuperables.
Reversibilidad (RV)	Se refiere a la posibilidad de la reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que estas dejan de actuar sobre el medio. Si es a Corto Plazo , se le asigna un valor (1), si es a Medio Plazo (2), y si el efecto es Irreversible le asignamos el valor (4).
Recuperabilidad (RC)	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del Proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras). Si el efecto es totalmente recuperable , se le asigna un valor (1) o (2), según lo sea de manera inmediata o a mediata o a mediano plazo, si lo es parcialmente , el efecto es mitigable, y toma un valor (4) cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos un valor (8). En el caso de ser irre recuperable, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias , el valor adoptado será (4). Se hace notar que también es posible, mediante la aplicación de medidas correctoras, disminuir el tiempo de retorno a las condiciones iniciales previas a la implantación de la actividad por medio naturales, o sea, acelerar la reversibilidad, y lo que es lo mismo disminuir la persistencia.
Sinergia (SI)	Este atributo contempla la interacción de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que la provocan actúan de manera independiente, no simultánea. Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).
Acumulación (AC)	Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo, el valor se incrementa a (4).
Efecto (EF)	Se refiere a la relación causa-efecto, es decir, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. Este término toma el valor de (1) en caso de que el efecto sea secundario y el valor (4) cuando sea directo.
Periodicidad (PR)	La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular , que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y a los discontinuos (1).

Tabla 5. Descripción de Elementos de la Matriz de Importancia.

Asimismo, en la Tabla 6 se muestra el valor de cada uno de los criterios descritos con anterioridad, así como el algoritmo utilizado para calcular cada uno de los impactos ambientales que generará el Proyecto:

Atributos para Valoración de Impactos			
Naturaleza		Acumulación (AC) <i>Incremento progresivo</i>	
Impacto benéfico	+	Simple	1
Impacto perjudicial	-	Acumulativo	4
Extensión (EX) <i>(Área de Influencia)</i>		Reversibilidad (RV)	
Puntual	1	Baja	1
Parcial	2	Media	2
Extenso	4	Alta	4
Total	8	Muy Alta	8
Crítica ¹	4	Total	12
Persistencia (PE) <i>Permanencia del efecto</i>		Reversibilidad (RV)	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
Recuperabilidad (MC) <i>Reconstrucción por medios humanos</i>		Momento (MO) <i>Plazo de Manifestación</i>	
Inmediato	1	Largo plazo	1
Mediano plazo	2	Medio plazo	2
Mitigable	4	Inmediato (o corto plazo)	4
Irrecuperable	8	Crítico ²	1-4
Sinergia (SI) <i>Regularidad de la manifestación</i>		Periodicidad (PR) <i>Regularidad de la manifestación</i>	
Sin sinergismo	1	Irregular/periódico discontinuo	1
Sinérgico	2	Periódico	2
Muy sinérgico	4	Continuo	4
Efecto (EF) <i>Relación causa-efecto</i>		Importancia (I)	
Indirecto (secundario)	1	$I = \pm (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	
Directo	4		

¹Se adicionarán 4 unidades por encima del que le correspondería si la acción se produce en un lugar crítico; ²Se adicionará un valor de 1 a 4 unidades por encima del valor correspondiente si ocurre una circunstancia que hiciera crítico el momento del impacto.

Tabla 6. Algoritmo de Importancia de los Impactos Ambientales.

De esta manera, se puede determinar la importancia del impacto, es decir, del efecto de una acción sobre un factor ambiental. Está representada por un número que se deduce mediante el modelo propuesto en la Tabla 6:

$$I = \pm (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100, y presenta valores intermedios (entre 40 y 60) cuando se da alguna de las siguientes circunstancias:

- **Intensidad Total:** Efecto irrecuperable y afección muy alta de al menos dos de los restantes símbolos.
- **Intensidad Muy Alta o Alta:** Efecto irrecuperable y afección muy alta de alguno de los restantes símbolos.
- **Intensidad Alta:** Afección alta o muy alta de los restantes símbolos.
- **Intensidad Media o Baja:** Afección mínima de los restantes símbolos.

Para la matriz de importancia final se tienen en cuenta los siguientes criterios:

- A.** Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes o compatibles.
- B.** Los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50.
- C.** Serán severos cuando la importancia entre 50 y 75.
- D.** Serán críticos cuando el valor supere a 75.

Cabe mencionar, que en la matriz de importancia final únicamente se presentan los impactos ambientales mayores a 25 puntos, ya que los menores a este valor se consideran compatibles con el Proyecto.

Las matrices derivadas del desarrollo de la metodología descrita anteriormente se presentan en el **Anexo** de este DTU-B.

6.2. Identificación y análisis de los impactos ambientales

Se identificaron componentes del medio ambiente que presumiblemente pueden ser impactados al desarrollar las actividades que conforman el Proyecto. Posterior a esto se integró la Matriz 1: Identificación de Impactos Ambientales con **19 acciones** susceptibles de causar impactos sobre **12 elementos ambientales y socioeconómicos**. De esta matriz se detectaron **113 interacciones**, por lo que se considera que cada una de ellas representa un posible impacto potencial. Posteriormente, se hace un análisis cualitativo y se depura la Matriz 1, generándose la Matriz 2: Cribada de Impactos.

Con los datos cribados, se realiza un análisis cuantitativo con base al algoritmo presentado en la Tabla 4 y con ello se genera la Matriz 3: Valoración del Impacto Ambiental; y finalmente se construye la Matriz 4: Importancia Final, la cual únicamente contiene los valores de impacto que son iguales o sobrepasan el umbral mínimo de importancia (25), ya que las interacciones que presentan impactos con valores inferiores son considerados compatibles o irrelevantes.

A raíz de lo anterior, se obtiene lo siguiente:

- De las **113 interacciones** detectadas, **91** fueron consideradas **Impactos Moderados** y **22** fueron consideradas **Impactos Irrelevantes o Compatibles**.
- De los **91 Impactos Moderados**, un total de **30** impactos fueron **Negativos** y **61** fueron impactos **Positivos**.
- De los **22 Impactos Irrelevantes o Compatibles**, un total de **18** impactos fueron considerados **Negativos** y **4** fueron impactos **Positivos**.

Esto se encuentra representado en la Matriz 3: Valoración del Impacto Ambiental y en la Matriz 4: Importancia Final.

6.3. Conclusiones

De acuerdo con la valoración de impactos por el tipo de actividad desarrollada, en el proceso de CUSTF, se tiene que el mayor porcentaje de afectaciones al ambiente se presenta, lógicamente, durante la etapa de **cambio de uso de suelo**, en las actividades de **desmonte y deshierbe de Vegetación, derribo y desrame de arbolado**, y **despalme de la vegetación**. Es durante estas actividades que, además de impactos adversos sobre la calidad del aire e incremento del nivel de ruido, se produce de manera permanente el proceso de CUSTF, modificando la estructura natural de un terreno con vegetación de tipo forestal, despojando el sitio de dicha vegetación y de la primera capa de suelo.

A la fase de **desmonte y deshierbe de la vegetación, derribo y desrame de arbolado** se le asocian afectaciones por la pérdida de la cubierta vegetal (ya que implica la remoción total de la misma) y del suelo, tales como el incremento en la erosión, la alteración de los patrones de escurrimiento superficial e índices de infiltración, así como la pérdida de diversidad biológica por el impacto del hábitat para Fauna, considerada como una gran alteración indirecta; por lo que en caso de encontrar especies de interés en las actividades de rescate, estas serán reubicadas en áreas que presentan las mismas características del sitio del proyecto.

Aunado a lo anterior, el **rescate y reubicación de Flora y Fauna** funge como una medida de compensación para solventar los impactos negativos hacia estas especies, mediante la aplicación de los programas que se adjuntan al presente documento.

Es importante señalar que el impacto será permanente, de acuerdo con el tipo de proyecto que se pretende establecer, no obstante, dichas afectaciones de carácter negativo serán mitigadas, controladas y/o prevenidas en relación con una serie de medidas que serán aplicadas e implementadas para garantizar el equilibrio ecológico del medio donde se localiza el proyecto. Dichas acciones se encuentran descritas a detalle en el **Capítulo X** del presente documento.

Finalmente, el elemento con el mayor porcentaje de efectos benéficos es el factor socioeconómico, siendo estos de carácter temporal por la generación de empleos; vinculando a ello los beneficios en salud y seguridad social por la contratación realizada.

Además, las actividades consideradas como **medidas de prevención, mitigación y compensación**, así como la **Supervisión Ambiental**; obtuvieron el mayor número de interacciones positivas, dando a entender que con la implementación de dichas actividades se logrará un equilibrio entre la ejecución del Proyecto y el medio ambiente en el que se encuentra. De igual manera, las **obras de conservación de suelo y agua** son una de las actividades con mayores afectaciones de carácter positivo, debido a su función como reguladoras ante el aumento de la erosión e infiltración de aguas.

Asimismo, la **supervisión de las actividades del Programa de Rescate y Reubicación** de Flora Silvestre obtuvo excelentes resultados, definiéndose como una de las acciones que generarán el mayor número de interacciones positivas, sobre todo, respecto al factor biótico.

Por lo tanto, aunque la inserción del proyecto en la zona traiga consigo impactos relevantes, se implementaran medidas de compensación y mitigación adecuadas, las cuales garanticen que no se comprometerá la biodiversidad de la zona, no disminuirá la captación de agua para recarga del acuífero, no se provocará erosión de los suelos, entre otras. De esta manera, el proyecto se inserta en una dinámica de urbanización debidamente planificada y prevista, considerando para ello, las afectaciones a nivel puntual y de la zona de influencia, y las medidas de prevención, compensación y mitigación que podrían adoptarse.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL – MODALIDAD B

PROYECTO: “FRACCIONAMIENTO LOS GIRASOLES”

**PROMOVENTE: GRUPO SONAR DEL
SURESTE S.A. DE C.V.**

**CAPÍTULO 7. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA COMPOSICIÓN
FLORÍSTICA Y FAUNÍSTICA DEL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO
DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES CON RELACIÓN A LOS
TIPOS DE VEGETACIÓN DEL ECOSISTEMA DEL SISTEMA
AMBIENTAL, QUE PERMITA DETERMINAR EL GRADO DE
AFECTACIÓN POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS
FORESTALES**



**ELABORADO POR: ING. JOSÉ RAFAEL RAMOS
MORENO, PRESTADOR DE SERVICIOS
FORESTALES**

FECHA DE ELABORACIÓN: AGOSTO DE 2022

CONTENIDO

7. Análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema del Sistema Ambiental, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.	1
7.1. Análisis comparativo por tipo de vegetación y sus estratos, número de individuos por hectárea y diversidad florística a través de índices	1
7.1.1. Sistema Ambiental	1
7.1.2. Área del Proyecto	17
7.2. Análisis Comparativo por grupo Faunístico y por tipo de vegetación, de la abundancia absoluta y diversidad faunística a través de índices	30
7.2.1. Sistema Ambiental	30
7.2.3. Área del Proyecto	35

Índice de Tablas

Tabla 1. Abundancia Relativa presente en el Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras en el SA.....	1
Tabla 2. Abundancia Relativa presente en el Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras en el SA.....	2
Tabla 3. Densidad y Densidad Relativa – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras en el SA.....	3
Tabla 4. Densidad y Densidad Relativa – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras en el SA.....	3
Tabla 5. Frecuencia y Frecuencia Relativa – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras en el SA.....	4
Tabla 6. Frecuencia y Frecuencia Relativa – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras en el SA.....	5
Tabla 7. Dominancia y Dominancia Relativa – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras en el SA.....	5
Tabla 8. Dominancia y Dominancia Relativa – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras en el SA.....	6
Tabla 9. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras en el SA.....	6
Tabla 10. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras en el SA.....	7
Tabla 11. Diversidad de Shannon-Wiener en Estrato Arbustivo de Vegetación de Duna Costera en el SA.....	8
Tabla 12. Diversidad de Shannon-Wiener en Estrato Herbáceo de Vegetación de Duna Costera en el SA.....	9
Tabla 13. Abundancia Relativa presente en el Estrato Arbóreo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.....	10
Tabla 14. Abundancia Relativa presente en el Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.....	10
Tabla 15. Abundancia Relativa presente en el Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.....	10
Tabla 16. Densidad y Densidad Relativa – Estrato Arbóreo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.....	11
Tabla 17. Densidad y Densidad Relativa – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.....	11
Tabla 18. Densidad y Densidad Relativa – Estrato Arbóreo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.....	12
Tabla 19. Frecuencia y Frecuencia Relativa – Estrato Arbóreo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.....	12
Tabla 20. Frecuencia y Frecuencia Relativa – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.....	12
Tabla 21. Frecuencia y Frecuencia Relativa – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.....	13
Tabla 22. Dominancia y Dominancia Relativa – Estrato Arbóreo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.....	13
Tabla 23. Dominancia y Dominancia Relativa – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.....	14
Tabla 24. Dominancia y Dominancia Relativa – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.....	14

Tabla 25. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo – Estrato Arbóreo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.....	15
Tabla 26. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.....	15
Tabla 27. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.....	16
Tabla 28. Diversidad de Shannon-Wiener en Estrato Arbóreo de Vegetación de Duna Costera (Matorral) en el SA.	16
Tabla 29. Diversidad de Shannon-Wiener en Estrato Arbustivo de Vegetación de Duna Costera (Matorral) en el SA.	17
Tabla 30. Diversidad de Shannon-Wiener en Estrato Herbáceo de Vegetación de Duna Costera (Matorral) en el SA.	17
Tabla 31. Abundancia Relativa presente en el Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras para el Área de CUSTF.	18
Tabla 32. Abundancia Relativa presente en el Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras para el Área de CUSTF.	18
Tabla 33. Densidad y Densidad Relativa – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras para el Área de CUSTF.	19
Tabla 34. Densidad y Densidad Relativa – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras para el Área de CUSTF.	19
Tabla 35. Frecuencia y Frecuencia Relativa – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras para el Área de CUSTF.	19
Tabla 36. Frecuencia y Frecuencia Relativa – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras para el Área de CUSTF.	20
Tabla 37. Dominancia y Dominancia Relativa – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras para el Área de CUSTF.	20
Tabla 38. Dominancia y Dominancia Relativa – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras para el Área de CUSTF.	20
Tabla 39. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras para el Área de CUSTF.	21
Tabla 40. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras para el Área de CUSTF.	21
Tabla 41. Diversidad de Shannon-Wiener en Estrato Arbustivo de Vegetación de Duna Costera en el Área del Proyecto.	21
Tabla 42. Diversidad de Shannon-Wiener en Estrato Herbáceo de Vegetación de Duna Costera en el Área del Proyecto.	22
Tabla 43. Abundancia Relativa presente en el Estrato Arbóreo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.	23
Tabla 44. Abundancia Relativa presente en el Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.	23
Tabla 45. Abundancia Relativa presente en el Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.	24
Tabla 46. Densidad y Densidad Relativa – Estrato Arbóreo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.	24
Tabla 47. Densidad y Densidad Relativa – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.	24
Tabla 48. Densidad y Densidad Relativa – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.	25
Tabla 49. Frecuencia y Frecuencia Relativa – Estrato Arbóreo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.	25

Tabla 50. Frecuencia y Frecuencia Relativa – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.	26
Tabla 51. Frecuencia y Frecuencia Relativa – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.	26
Tabla 52. Dominancia y Dominancia Relativa – Estrato Arbóreo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.	26
Tabla 53. Dominancia y Dominancia Relativa – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.	27
Tabla 54. Dominancia y Dominancia Relativa – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.	27
Tabla 55. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo – Estrato Arbóreo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.	28
Tabla 56. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.	28
Tabla 57. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.	28
Tabla 58. Diversidad de Shannon-Wiener en Estrato Arbóreo de Vegetación de Duna Costera (Matorral) en el Área del Proyecto.	29
Tabla 59. Diversidad de Shannon-Wiener en Estrato Arbustivo de Vegetación de Duna Costera (Matorral) en el Área del Proyecto.	29
Tabla 60. Diversidad de Shannon-Wiener en Estrato Herbáceo de Vegetación de Duna Costera (Matorral) en el Área del Proyecto.	30
Tabla 61. Abundancia Relativa – Reptiles del SA.	32
Tabla 62. Abundancia Relativa – Aves del SA.	33
Tabla 63. Abundancia Relativa – Mamíferos del SA.	33
Tabla 64. Diversidad de Shannon-Wiener de Reptiles en el SA.	33
Tabla 65. Diversidad de Shannon-Wiener de Aves en el SA.	34
Tabla 66. Diversidad de Shannon-Wiener de Mamíferos en el SA.	35
Tabla 67. Abundancia Relativa – Reptiles del Área del Proyecto.	36
Tabla 68. Abundancia Relativa – Aves del Área del Proyecto.	37
Tabla 69. Abundancia Relativa – Mamíferos del Área del Proyecto.	37
Tabla 70. Diversidad de Shannon-Wiener de Reptiles en el Área del Proyecto.	38
Tabla 71. Diversidad de Shannon-Wiener de Aves en el Área del Proyecto.	38
Tabla 72. Diversidad de Shannon-Wiener de Mamíferos en el Área del Proyecto.	39
Tabla 73. Especies de Fauna del SA enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	40
Tabla 74. Especies de Fauna del Área del Proyecto enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. ..	40

Índice de Gráficas

Gráfico 1. Riqueza de Familias de Vegetación de Dunas Costeras en el SA.	1
Gráfico 2. Riqueza de Familias de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.	9
Gráfico 3. Riqueza de Familias de Vegetación de Dunas Costeras del Área de CUSTF.	18
Gráfico 4. Riqueza de Familias de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) del Área de CUSTF. ..	22
Gráfico 5. Especies por Grupo Faunístico en el SA.	31
Gráfico 6. Especies por Familia en el SA.	31
Gráfico 7. Especies por Grupo Faunístico en el Área del Proyecto.	35
Gráfico 8. Especies por Familia en el Área del Proyecto.	36

Grupo SONAR del Sureste S.A. de C.V.
Documento Técnico Unificado (DTU) Modalidad B para el Proyecto:
"Fraccionamiento Los Girasoles"

7. Análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema del Sistema Ambiental, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

7.1. Análisis comparativo por tipo de vegetación y sus estratos, número de individuos por hectárea y diversidad florística a través de índices

7.1.1. Sistema Ambiental

7.1.1.1. Vegetación de Duna Costera

7.1.1.1.1. Riqueza Específica

La Riqueza de Especies presente en el Sistema Ambiental es de **15 especies**, distribuidas en **10 Familias**, destacando la Familia Poaceae con 3 especies. En el Gráfico 1 podemos observar lo anteriormente mencionado:

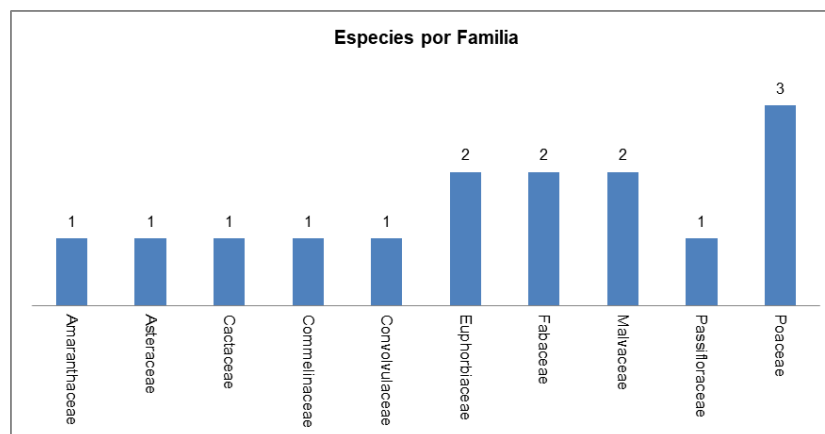


Gráfico 1. Riqueza de Familias de Vegetación de Dunas Costeras en el SA.

7.1.1.1.1.2. Abundancia Relativa

ESTRATO ARBUSTIVO

Solo se detectó la especie Cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) con seis individuos presentando el 100% de los registros.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	6	100.00%
Total			6	100%

Tabla 1. Abundancia Relativa presente en el Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras en el SA.

ESTRATO HERBÁCEO

En el estrato herbáceo se registraron en total 3,628 individuos distribuidos en 14 especies; la especie con mayor abundancia relativa en este estrato es el Pasto Salado (*Distichlis spicata*) con el 75.72%. Mientras que el Maracuyá Silvestre (*Passiflora foetida*) presento la menor abundancia relativa con 0.06%.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	87	2.40%
Asteraceae	<i>Pectis multiflosculosa</i>	Flor Amarilla	17	0.47%
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	28	0.77%
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i>	Bejuco de Mar	42	1.16%
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	25	0.69%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	Golondrina	2	0.06%
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	45	1.24%
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	195	5.37%
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Malva	8	0.22%
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i>	Tapacola	9	0.25%
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Maracuyá Silvestre	2	0.06%
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	114	3.14%
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	2747	75.72%
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	307	8.46%
Total			3,628	100%

Tabla 2. Abundancia Relativa presente en el Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras en el SA.

7.1.1.1.1.3. Índice de Valor de Importancia (IVI) y Valor de Importancia Relativo (VIR)

La metodología empleada para determinar el índice del Valor de Importancia se sustenta en lo descrito por Barajas-Gea (2005), del Centro de Geociencias de la UNAM, quien menciona que para el cálculo de este valor debe contarse con parámetros como densidad, frecuencia y dominancia absolutas y relativas.

➤ Densidad y Densidad Relativa (DENrel)

El valor de la densidad relativa se obtiene a partir de la densidad, la densidad se obtiene de dividir el número de individuos de una especie entre la superficie muestreada

$$Densidad = \frac{No. Individuos}{Área muestreada}$$

Ejemplo: en total se muestrearon 76 sitios de 12.56 m², es decir un total de 954.56 m², este dato se convierte a hectáreas, siendo una superficie de 0.095456 Ha. De la Cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) se detectaron 6 individuos que al dividirlo por la superficie muestreada en hectáreas (0.095456 Ha), tenemos que la densidad de esta especie es de 62.86 Ind/Ha.

Mientras que la Densidad Relativa se obtiene al dividir el valor de la densidad de la especie entre el total de las densidades de todas las especies y se multiplica por 100.

$$Densidad Relativa (DER) = \frac{Densidad de una especie}{Densidad de todas las especies} \times 100$$

Regresando al ejemplo, la Cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) obtuvo una densidad de 62.86 Ind/Ha, mientras que el total de las densidades fue de 62.86 Ind/Ha; dividiendo el valor de la densidad de esta especie, por el valor total de las densidades

de todas las especies, nos da un valor de 1.00, este valor lo multiplicamos por 100 y se obtiene la densidad relativa de la especie, siendo para la Cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) de 100%, dicho valor se expresa en porcentaje.

ESTRATO ARBUSTIVO

Solo se detectó una especie de este estrato, la cual obtuvo el 100% de Densidad Relativa.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	Densidad	Densidad Relativa
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	6	62.86	100.00%
Total			6	62.86	6

Tabla 3. Densidad y Densidad Relativa – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras en el SA.

ESTRATO HERBÁCEO

Del estrato herbáceo la especie que presenta la mayor Densidad Relativa (Den_Rel) es el Pasto Salado (*Distichlis spicata*) con el 75.72% (361,447.37 Ind/Ha). Mientras que el Maracuyá Silvestre (*Passiflora foetida*) obtuvo la menor Densidad Relativa con 0.06% (263.16 Ind/Ha).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	Densidad	Densidad Relativa
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	87	11,447.37	2.40%
Asteraceae	<i>Pectis multiflosculosa</i>	Flor Amarilla	17	2,236.84	0.47%
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	28	3,684.21	0.77%
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i>	Bejuco de Mar	42	5,526.32	1.16%
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	25	3,289.47	0.69%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	Golondrina	2	263.16	0.06%
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	45	5,921.05	1.24%
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	195	25,657.89	5.37%
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Malva	8	1,052.63	0.22%
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i>	Tapacola	9	1,184.21	0.25%
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Maracuyá Silvestre	2	263.16	0.06%
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	114	15,000.00	3.14%
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	2747	361,447.37	75.72%
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	307	40,394.74	8.46%
Total			3,628	477,368.42	100%

Tabla 4. Densidad y Densidad Relativa – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras en el SA.

➤ Frecuencia y Frecuencia Relativa (FRErel)

La Frecuencia se obtiene de dividir el número de sitios en los que se encontró una especie entre el número de sitios totales.

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{No. De sitios en los que aparece una especie}}{\text{No. De sitios totales muestreados}}$$

Por ejemplo, la Cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) se encontró en 2 sitios. La Frecuencia la obtenemos de dividir el número de sitios donde se detectó la Cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) dividimos 1 entre 76 obteniendo de Frecuencia 0.03.

La Frecuencia Relativa (FRE_REL) la obtenemos de dividir la Frecuencia de una especie entre el total de las Frecuencias y multiplicado por 100 y se representa en porcentaje:

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Valores de frecuencia de una especie}}{\text{Valores de frecuencia de todas las especies}} * 100$$

Por ejemplo, la Cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) obtuvo una Frecuencia de 0.03, mientras que la suma de las Frecuencias fue de 0.03; la Frecuencia Relativa (Fre_Rel) de la Cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) se obtuvo de dividir 0.03 / 0.03, dando como resultado 1, este valor se multiplica por 100, para tener el valor en porcentaje, siendo para la Cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) una Frecuencia Relativa (Fre_Rel) de 100%.

ESTRATO ARBUSTIVO

Solo se detectó una especie de este estrato, la cual obtuvo el 100% de Frecuencia Relativa (FRErel).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SD	ST	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	2	76	0.03	100.00%
Total					0.03	100%

Tabla 5. Frecuencia y Frecuencia Relativa – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras en el SA.

ESTRATO HERBÁCEO

Las especies con mayor Frecuencia Relativa (Fre_Rel) son: el Amor Seco (*Gomphrena serrata*) con el 12.81% detectado en 31 sitios, la Flor Lila (*Tephrosia nitens*) con el 22.73% detectado en 55 sitios y el Pasto Salado (*Distichlis spicata*) con el 28.93% detectado en 70 sitios. Mientras que la especie Golondrina (*Euphorbia hyssopifolia*) presento la menor Frecuencia Relativa con el 0.41% detectado en 1 sitio de muestreo.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SL	ST	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	31	76	0.41	12.81%
Asteraceae	<i>Pectis multiflosculosa</i>	Flor Amarilla	2	76	0.03	0.83%
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	10	76	0.13	4.13%
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i>	Bejuco de Mar	18	76	0.24	7.44%
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	11	76	0.14	4.55%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	Golondrina	1	76	0.01	0.41%
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	12	76	0.16	4.96%
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	55	76	0.72	22.73%
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Malva	2	76	0.03	0.83%
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i>	Tapacola	5	76	0.07	2.07%
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Maracuyá Silvestre	2	76	0.03	0.83%
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	11	76	0.14	4.55%
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	70	76	0.92	28.93%
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	12	76	0.16	4.96%
Total					3.18	100.00%

Tabla 6. Frecuencia y Frecuencia Relativa – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras en el SA.

➤ Dominancia y Dominancia Relativa (DOMrel)

La Dominancia se obtiene de dividir la suma del AB (Área Basal) de una especie entre la suma total de las Áreas Basales de todas las especies.

$$\text{Dominancia} = \frac{\text{Área Basal de la especie } m}{\text{Suma de las Áreas Basales de todas las especies registradas en los muestreos}}$$

Por ejemplo, la Cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) obtuvo una suma de AB de 0.0076. La Dominancia la obtenemos de dividir la suma del AB (Área Basal) de la Cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) dividimos 0.0076 entre 0.0076 obteniendo de Dominancia 1.00.

La Dominancia Relativa (DOM_REL) la obtenemos de dividir la Dominancia de una especie entre el total de las Dominancias y multiplicado por 100 y se representa en porcentaje:

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia de una especie}}{\text{Sumatoria de las dominancias por especie}} * 100$$

Por ejemplo, la Cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) obtuvo una Dominancia de 1.00, mientras que la suma de las Dominancias fue de 1.00; la Dominancia Relativa (Dom_Rel) de la Cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) se obtuvo de dividir 1.00 / 1.00, dando como resultado 1.00 este valor se multiplica por 100, para tener el valor en porcentaje, siendo para la Cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) una Dominancia Relativa (Dom_Rel) de 100%.

ESTRATO ARBUSTIVO

Solo se detectó una especie de este estrato, la cual obtuvo el 100% de Dominancia Relativa (Dom_Rel).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	AB	Dominancia	Dominancia Relativa
Bromeliaceae	<i>Tillandsia atroviridipetala</i>	Bromelia	0.0076	1.00	100.00%
Total			0.0076	1.00	100%

Tabla 7. Dominancia y Dominancia Relativa – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras en el SA.

ESTRATO HERBÁCEO

Las especies con mayor Dominancia Relativa (Dom_Rel) son el Pasto Bahía (*Paspalum dilatatum*) con el 19.61%, esta especie presento 0.02076 de AB y el Pasto Salado (*Distichlis spicata*) con el 59.63%, esta especie presento 0.06311 de AB. Mientras que la especie con menor Dominancia Relativa (Dom_Rel) es el Maracuya silvestre (*Passiflora foetida*) con el 0.01% esta especie presento 0.00001 de AB.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	AB	Dominancia	Dominancia Relativa
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	0.00245	0.0232	2.32%

Asteraceae	<i>Pectis multiflosculosa</i>	Flor Amarilla	0.00048	0.0045	0.45%
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	0.00015	0.0014	0.14%
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i>	Bejuco de Mar	0.00644	0.0608	6.08%
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	0.00225	0.0213	2.13%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	Golondrina	0.00003	0.0003	0.03%
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	0.00160	0.0151	1.51%
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	0.00430	0.0406	4.06%
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Malva	0.00001	0.0001	0.01%
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i>	Tapacola	0.00031	0.0030	0.30%
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Maracuyá Silvestre	0.00001	0.0001	0.01%
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	0.00393	0.0372	3.72%
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	0.06311	0.5963	59.63%
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	0.02076	0.1961	19.61%
Total			0.10584	1.00	100%

Tabla 8. Dominancia y Dominancia Relativa – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras en el SA.

➤ Índice de Valor de Importancia (IVI) y Valor de Importancia Relativo (VIR)

El Índice de Valor de Importancia se obtiene de sumar los valores Densidad Relativa (DEN_REL), Frecuencia Relativa (FRE_REL) y Dominancia Relativa (DOM_REL) de una especie.

$$\text{Valor de importancia (IVI)} = \text{Densidad rel} + \text{Dominancia rel} + \text{Frecuencia rel.}$$

Por ejemplo, la Cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) obtuvo de Densidad Relativa (Den_Rel) 100%, de Frecuencia Relativa (Fre_Rel) 100 % y de Dominancia Relativa (Dom_Rel) 100%, que sumados dan 300% de siendo este el valor del Índice de Valor de Importancia (IVI).

El Valor de Importancia Relativo (VIR) se obtiene de dividir el valor del Índice de Valor de Importancia (IVI) entre 3:

$$\text{VIR} = (\text{AB}_R + \text{D}_R + \text{F}_R) / 3$$

Por ejemplo, la Cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) obtuvo de Índice de Valor de Importancia (IVI) 300%, que al dividirlo entre 3, da un valor de 100% siendo este el Valor de Importancia Relativo (VIR).

ESTRATO ARBUSTIVO

Solo se detectó una especie de este estrato, la cual obtuvo el 100% Valor de Importancia Relativa (VIR).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	100.00%	100.00%	100.00%	300.00%	100.00%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 9. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras en el SA.

ESTRATO HERBÁCEO

Las especies con mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) son en tercer lugar la Flor Lila (*Tephrosia nitens*) con el 10.72%, esta especie presento 5.37% de Den_Rel, 22.73% de Fre_Rel y 4.06% de Dom_Rel. En segundo lugar, en cuanto a Valor de

Importancia Relativa (VIR) está el Pasto Bahía (*Paspalum dilatatum*) con el 11.01%, esta especie presento 8.46% de Den_Rel, 4.96% de Fre_Rel y 19.61% de Dom_Rel, el primer lugar fue el Pasto Salado (*Distichlis spicata*) con el 54.76%, esta especie presento 75.72% de Den_Rel, 28.93% de Fre_Rel y 59.63% de Dom_Rel, siendo la especie que domina en el Sistema Ambiental. Mientras que la especie con menor Valor de Importancia Relativa (VIR) es la Golondrina (*Euphorbia hyssopifolia*) con el 0.17% presentando 0.06% de Den_Rel, 0.41% de Fre_Rel y 0.03% de Dom_Rel.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	2.40%	12.81%	2.32%	17.53%	5.84%
Asteraceae	<i>Pectis multiflosculosa</i>	Flor Amarilla	0.47%	0.83%	0.45%	1.75%	0.58%
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	0.77%	4.13%	0.14%	5.04%	1.68%
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i>	Bejuco de Mar	1.16%	7.44%	6.08%	14.68%	4.89%
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	0.69%	4.55%	2.13%	7.36%	2.45%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	Golondrina	0.06%	0.41%	0.03%	0.50%	0.17%
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	1.24%	4.96%	1.51%	7.71%	2.57%
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	5.37%	22.73%	4.06%	32.17%	10.72%
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Malva	0.22%	0.83%	0.01%	1.06%	0.35%
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i>	Tapacola	0.25%	2.07%	0.30%	2.61%	0.87%
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Maracuyá Silvestre	0.06%	0.83%	0.01%	0.89%	0.30%
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	3.14%	4.55%	3.72%	11.40%	3.80%
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	75.72%	28.93%	59.63%	164.27%	54.76%
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	8.46%	4.96%	19.61%	33.03%	11.01%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 10. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras en el SA.

7.1.1.1.1.4. Índice de Diversidad

El índice de Shannon- Wiener (H') 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. Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas. La ventaja de un índice de este tipo es que no es necesario identificar las especies presentes; basta con poder distinguir unas de otras para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total. Su fórmula de cálculo es:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Dónde:

H': Índice de Shannon-Wiener

Pi: Número de individuos de una especie

Σp_i : Sumatoria del número de individuos de todas las especies

Ahora bien, para complementar el índice es preciso determinar la equidad en cada comunidad, parámetro que mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

La expresión para su determinación es:

$$J = \frac{H'}{H_{\max}}$$

Dónde:

J= Equitatividad

H'= Índice obtenido

H'max = ln (S).

ESTRATO ARBUSTIVO.

Solo se detectó una especie de este estrato, por lo que se obtuvo una diversidad nula.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	p_i	$\ln(p_i)$	$p_i \times \ln(p_i)$
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	6	1	0.00	0.00
Total			6	Diversidad		0.00
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
0.00			0.00			

Tabla 11. Diversidad de Shannon-Wiener en Estrato Arbustivo de Vegetación de Duna Costera en el SA.

ESTRATO HERBÁCEO.

El estrato herbáceo presenta una diversidad Baja, ya que con el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, se obtuvo un valor de **1.01**; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja. Mientras que la Equitatividad refleja que hay especies que tienen un número alto de individuos, los cuales se encuentran dominando el estrato y la máxima diversidad que este estrato puede alcanzar es de 2.56.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	p_i	$\ln(p_i)$	$p_i \times \ln(p_i)$
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	87	0.0240	-3.73	-0.09
Asteraceae	<i>Pectis multiflosculosa</i>	Flor Amarilla	17	0.0047	-5.36	-0.03
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	28	0.0077	-4.86	-0.04
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i>	Bejuco de Mar	42	0.0116	-4.46	-0.05
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	25	0.0069	-4.98	-0.03
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	Golondrina	2	0.0006	-7.50	0.00
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	45	0.0124	-4.39	-0.05
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	195	0.0537	-2.92	-0.16
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Malva	8	0.0022	-6.12	-0.01
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i>	Tapacola	9	0.0025	-6.00	-0.01
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Maracuyá Silvestre	2	0.0006	-7.50	0.00
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	114	0.0314	-3.46	-0.11

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	2747	0.7572	-0.28	-0.21
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	307	0.0846	-2.47	-0.21
Total			3,628	DIVERSIDAD		1.01
$H'_{MAX} = LN(S)$			EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}			
2.64			0.38			

Tabla 12. Diversidad de Shannon-Wiener en Estrato Herbáceo de Vegetación de Duna Costera en el SA.

7.1.1.1.2. Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)

7.1.1.1.2.1. Riqueza de Específica

La Riqueza de Especies presente en el Sistema Ambiental es de **27 especies**, distribuidas en **17 Familias**, destacando la Familia Poaceae con seis especies. Lo anterior, se muestra en el Gráfico 2:

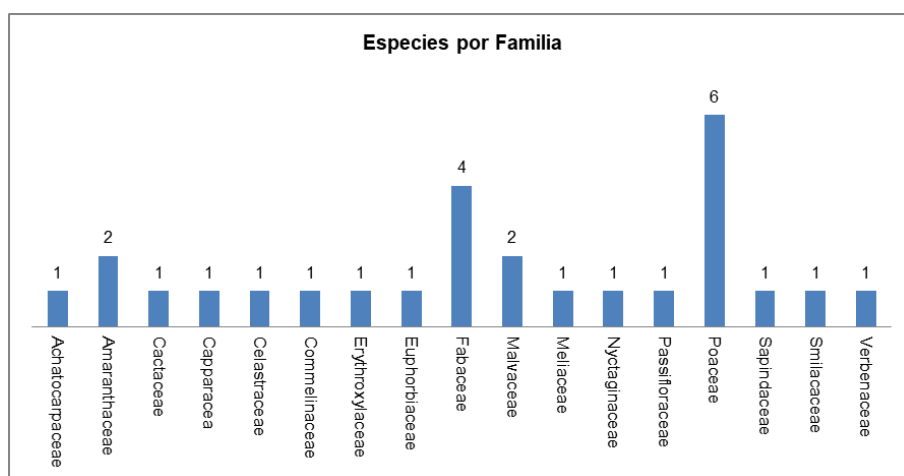


Gráfico 2. Riqueza de Familias de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.

7.1.1.1.2.2. Abundancia Relativa

ESTRATO ARBÓREO

En el estrato arbóreo se registraron en total 124 individuos distribuidos en ocho especies; las especies con mayor abundancia relativa en este estrato son el Horteguillo (*Hippocratea volubilis*) con el 24.19% y el Caulote (*Guazuma ulmifolia*) con el 25.81%. Mientras que el Acahuite (*Trichilia hirta*) presento la menor abundancia relativa con 2.42%.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus gracilis</i>	Negrito	14	11.29%
Capparidaceae	<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	23	18.55%
Celastraceae	<i>Hippocratea volubilis</i>	Horteguillo	30	24.19%
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	7	5.65%
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	7	5.65%
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	8	6.45%
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	32	25.81%
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Acahuite	3	2.42%
Total			124	100%

Tabla 13. Abundancia Relativa presente en el Estrato Arbóreo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.

ESTRATO ARBUSTIVO

Del estrato arbustivo se registraron en total 130 individuos distribuidos en 4 especies; la especie con mayor abundancia relativa en este estrato es la Cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) con el 72.31%. Mientras que el Cinco Negritos (*Lantana camara*) presento la menor abundancia relativa con 0.77%.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	94	72.31%
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	11	8.46%
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Pichiqueta	24	18.46%
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Cinco Negritos	1	0.77%
Total			130	100%

Tabla 14. Abundancia Relativa presente en el Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.

ESTRATO HERBÁCEO

En el estrato herbáceo se registraron en total 296 individuos distribuidos en 15 especies; las especies con mayor abundancia relativa en este estrato son el Pasto Salado (*Distichlis spicata*) con el 22.30% y el Pasto Bahía (*Paspalum dilatatum*) con el 34.12%. Mientras que la Zarzaparrilla (*Smilax mollis*) presento la menor abundancia relativa con 0.34%.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i>	Cadillo	4	1.35%
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	18	6.08%
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	4	1.35%
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	8	2.70%
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	16	5.41%
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	7	2.36%
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Maracuyá Silvestre	15	5.07%
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	21	7.09%
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	66	22.30%
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	15	5.07%
Poaceae	<i>Melinis repens</i>	Pasto Rosado	12	4.05%
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacatón	6	2.03%
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	101	34.12%
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	2	0.68%
Smilacaceae	<i>Smilax mollis</i>	Zarzaparrilla	1	0.34%
Total			296	100%

Tabla 15. Abundancia Relativa presente en el Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.

7.1.1.1.2.3. Índice de Valor de Importancia (IVI) y Valor de Importancia Relativo (VIR)

La metodología empleada para determinar el índice del Valor de Importancia se describió en el apartado referente a la Vegetación de Dunas Costeras. A continuación, solo se presentan los resultados obtenidos en la Vegetación de Dunas Costeras (Matorral):

➤ Densidad y Densidad Relativa (DENrel)

ESTRATO ARBÓREO

Las especies con mayor densidad relativa en este estrato son el Horteguillo (*Hippocratea volubilis*) con el 24.19% (1,194.27 Ind/Ha) y el Caulote (*Guazuma ulmifolia*) con el 25.81% (1,273.89 Ind/Ha). Mientras que el Acahuite (*Trichilia hirta*) presento la menor abundancia relativa con 3.66% (119.43 Ind/Ha).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	Densidad	Densidad Relativa
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus gracilis</i>	Negrito	14	557.32	11.29%
Capparaceae	<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	23	915.61	18.55%
Celastraceae	<i>Hippocratea volubilis</i>	Horteguillo	30	1,194.27	24.19%
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	7	278.66	5.65%
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	7	278.66	5.65%
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	8	318.47	6.45%
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	32	1,273.89	25.81%
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Acahuite	3	119.43	2.42%
Total			124	4,936.31	100%

Tabla 16. Densidad y Densidad Relativa – Estrato Arbóreo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.

ESTRATO ARBUSTIVO

La especie con mayor densidad relativa en este estrato la Cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) con el 72.31% (3,742.04 Ind/Ha). Mientras que el Cinco Negritos (*Lantana camara*) presento la menor densidad relativa con 0.77% (39.81 Ind/Ha).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	Densidad	Densidad Relativa
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	94	3,742.04	72.31%
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	11	437.90	8.46%
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Pichigueta	24	955.41	18.46%
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Cinco Negritos	1	39.81	0.77%
Total			130	5,175.16	100%

Tabla 17. Densidad y Densidad Relativa – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.

ESTRATO HERBÁCEO

Del estrato herbáceo la especie que presenta la mayor densidad relativa son el Pasto Salado (*Distichlis spicata*) con el 22.30% (33,000.00 Ind/Ha) y el Pasto Bahía (*Paspalum dilatatum*) con el 34.12% (50,500.00 Ind/Ha). Mientras que la Zarzaparrilla (*Smilax mollis*) presento la menor densidad relativa con 0.34% (500.00 Ind/Ha).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	Densidad	Densidad Relativa
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i>	Cadillo	4	2,000.00	1.35%
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	18	9,000.00	6.08%
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	4	2,000.00	1.35%
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	8	4,000.00	2.70%
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	16	8,000.00	5.41%
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	7	3,500.00	2.36%
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Maracuyá Silvestre	15	7,500.00	5.07%

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	Densidad	Densidad Relativa
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	21	10,500.00	7.09%
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	66	33,000.00	22.30%
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	15	7,500.00	5.07%
Poaceae	<i>Melinis repens</i>	Pasto Rosado	12	6,000.00	4.05%
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacatón	6	3,000.00	2.03%
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	101	50,500.00	34.12%
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	2	1,000.00	0.68%
Smilacaceae	<i>Smilax mollis</i>	Zarzaparrilla	1	500.00	0.34%
Total			296	11,783.44	100%

Tabla 18. Densidad y Densidad Relativa – Estrato Arbóreo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.

➤ Frecuencia y Frecuencia Relativa (FRErel)

ESTRATO ARBÓREO

Las especies con mayor Frecuencia Relativa (Fre_Rel) son: el Ixcanal (*Acacia collinsii*) y el Caulote (*Guazuma ulmifolia*) con el 17.86% detectado en 5 sitios cada uno y el Horteguillo (*Hippocratea volubilis*) con el 28.57% detectado en 8 sitios. Mientras que el Escobillo (*Erythroxylum havanense*) y el Acahuite (*Trichilia hirta*) presentaron la menor Frecuencia Relativa con el 3.57% detectadas en 1 sitio de muestreo.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SL	ST	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus gracilis</i>	Negrito	3	20	0.15	10.71%
Capparacea	<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	2	20	0.10	7.14%
Celastraceae	<i>Hippocratea volubilis</i>	Horteguillo	8	20	0.40	28.57%
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	1	20	0.05	3.57%
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	5	20	0.25	17.86%
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	3	20	0.15	10.71%
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	5	20	0.25	17.86%
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Acahuite	1	20	0.05	3.57%
Total					1.40	100%

Tabla 19. Frecuencia y Frecuencia Relativa – Estrato Arbóreo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.

ESTRATO ARBUSTIVO

La especie con mayor Frecuencia Relativa (Fre_Rel) es: la Cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) con el 65.00% detectado en 13 sitios. Mientras que el Cinco Negrito (*Lantana camara*) presento la menor Frecuencia Relativa con el 5.00% detectada en 1 sitio de muestreo.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SL	ST	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	13	20	0.65	65.00%
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	2	20	0.10	10.00%
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Pichigueta	4	20	0.20	20.00%
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Cinco Negritos	1	20	0.05	5.00%
Total					1.00	100%

Tabla 20. Frecuencia y Frecuencia Relativa – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.

ESTRATO HERBÁCEO

La especie con mayor Frecuencia Relativa (Fre_Rel) es: el Frijol de Playa (*Canavalia rosea*) con el 18.33% detectado en 11 sitios. Mientras que el Aquiste (*Paullinia fuscescens*) y la Zarparrilla (*Smilax mollis*) presentaron la menor Frecuencia Relativa con el 1.67% detectadas en 1 sitio de muestreo.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SL	ST	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i>	Cadillo	2	20	0.10	3.33%
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	7	20	0.35	11.67%
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	2	20	0.10	3.33%
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	3	20	0.15	5.00%
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	11	20	0.55	18.33%
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	2	20	0.10	3.33%
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Maracuyá Silvestre	9	20	0.45	15.00%
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	2	20	0.10	3.33%
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	6	20	0.30	10.00%
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	2	20	0.10	3.33%
Poaceae	<i>Melinis repens</i>	Pasto Rosado	3	20	0.15	5.00%
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacatón	3	20	0.15	5.00%
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	6	20	0.30	10.00%
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	1	20	0.05	1.67%
Smilacaceae	<i>Smilax mollis</i>	Zarparrilla	1	20	0.05	1.67%
Total					3.00	100.00%

Tabla 21. Frecuencia y Frecuencia Relativa – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.

➤ Dominancia y Dominancia Relativa (DOMrel)

ESTRATO ARBÓREO

La especie con mayor Dominancia Relativa (Dom_Rel) son el Caulote (*Guazuma ulmifolia*) con el 25.27%, esta especie presento 0.1404 de AB y la Manzana de Playa (*Crateva tapia*) con el 51.09%, esta especie presento 0.2839 de AB. Mientras que la especie con menor Dominancia Relativa (Dom_Rel) es el Acahuite (*Trichilia hirta*) con el 0.05% esta especie presento 0.0003 de AB.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	AB	Dominancia	Dominancia Relativa
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus gracilis</i>	Negrito	0.0979	0.1761	17.61%
Capparacea	<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	0.2839	0.5109	51.09%
Celastraceae	<i>Hippocratea volubilis</i>	Horteguillo	0.0166	0.0300	3.00%
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	0.0044	0.0080	0.80%
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	0.0044	0.0079	0.79%
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	0.0077	0.0139	1.39%
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	0.1404	0.2527	25.27%
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Acahuite	0.0003	0.0005	0.05%
Total			0.5556	1.00	100%

Tabla 22. Dominancia y Dominancia Relativa – Estrato Arbóreo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.

ESTRATO ARBUSTIVO

La especie con mayor Dominancia Relativa (Dom_Rel) es la Cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) con el 93.53%, esta especie presento 0.1253 de AB. Mientras que la especie con menor Dominancia Relativa (Dom_Rel) es la Escoba (*Sida acuta*) con el 0.10% esta especie presento 0.0001 de AB.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	AB	Dominancia	Dominancia Relativa
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	0.1238	0.9353	93.53%
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	0.0001	0.0010	0.10%
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Pichigueta	0.0082	0.0619	6.19%
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Cinco Negritos	0.0002	0.0018	0.18%
Total			0.1323	1.00	100%

Tabla 23. Dominancia y Dominancia Relativa – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.

ESTRATO HERBÁCEO

Las especies con mayor Dominancia Relativa (Dom_Rel) son el Pasto Bahía (*Paspalum dilatatum*) con el 36.83%, esta especie presento 0.024944 de AB y el Zacatón (*Panicum maximum*) con el 44.07%, esta especie presento 0.029848 de AB. Mientras que las especies con menor Dominancia Relativa (Dom_Rel) son la Zarzaparrilla (*Smilax mollis*) con el 0.01% esta especie presento 0.000007 de AB y el Cadillo (*Achyranthes aspera*) con el 0.01% esta especie presento 0.000004 de AB.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	AB	Dominancia	Dominancia Relativa
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i>	Cadillo	0.000004	0.0001	0.01%
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	0.000674	0.0100	1.00%
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	0.000018	0.0003	0.03%
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	0.005043	0.0745	7.45%
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	0.000816	0.0120	1.20%
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	0.000039	0.0006	0.06%
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Maracuyá Silvestre	0.000224	0.0033	0.33%
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	0.001724	0.0255	2.55%
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	0.001233	0.0182	1.82%
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	0.000727	0.0107	1.07%
Poaceae	<i>Melinis repens</i>	Pasto Rosado	0.002350	0.0347	3.47%
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacatón	0.029848	0.4407	44.07%
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	0.024944	0.3683	36.83%
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	0.000080	0.0012	0.12%
Smilacaceae	<i>Smilax mollis</i>	Zarzaparrilla	0.000007	0.0001	0.01%
Total			0.06773	1.00	100%

Tabla 24. Dominancia y Dominancia Relativa – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.

➤ Índice de Valor de Importancia (IVI) y Valor de Importancia Relativo (VIR)

ESTRATO ARBÓREO

Las especies con mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) son el Caulote (*Guazuma ulmifolia*) con el 22.98%, esta especie presento 25.81% de Den_Rel, 17.86% de Fre_Rel y 25.27% de Dom_Rel y la Manzana de Playa (*Crateva tapia*) con el 25.59%, esta especie presento 18.55% de Den_Rel, 7.14% de Fre_Rel y 51.09% de Dom_Rel siendo las especies dominantes en cada uno. Mientras que la especie con menor Valor de Importancia Relativa (VIR) es el Acahuite (*Trichilia hirta*) con el 2.01% presentando 2.42% de Den_Rel, 3.57% de Fre_Rel y 0.05% de Dom_Rel.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus gracilis</i>	Negrito	11.29%	10.71%	17.61%	39.62%	13.21%

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Capparaceae	<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	18.55%	7.14%	51.09%	76.78%	25.59%
Celastraceae	<i>Hippocratea volubilis</i>	Horteguillo	24.19%	28.57%	3.00%	55.76%	18.59%
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	5.65%	3.57%	0.80%	10.01%	3.34%
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	5.65%	17.86%	0.79%	24.29%	8.10%
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	6.45%	10.71%	1.39%	18.55%	6.18%
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	25.81%	17.86%	25.27%	68.94%	22.98%
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Acahuite	2.42%	3.57%	0.05%	6.04%	2.01%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 25. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo – Estrato Arbóreo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.

ESTRATO ARBUSTIVO

La especie con mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) es la Cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) con el 76.94%, esta especie presento 72.31% de Den_Rel, 65.00% de Fre_Rel y 93.53% de Dom_Rel. Mientras que la especie con menor Valor de Importancia Relativa (VIR) es el Cinco Negritos (*Lantana camara*) con el 1.98% presentando 0.77% de Den_Rel, 5.00% de Fre_Rel y 0.18% de Dom_Rel.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	72.31%	65.00%	93.53%	230.83%	76.94%
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	8.46%	10.00%	0.10%	18.56%	6.19%
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Pichigueta	18.46%	20.00%	6.19%	44.66%	14.89%
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Cinco Negritos	0.77%	5.00%	0.18%	5.95%	1.98%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 26. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.

ESTRATO HERBÁCEO

Las especies con mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) son en tercer lugar el Pasto Salado (*Distichlis spicata*) con el 11.37%, esta especie presento 22.30% de Den_Rel, 10.00% de Fre_Rel y 1.82% de Dom_Rel. En segundo lugar, en cuanto a Valor de Importancia Relativa (VIR) está el Zacatón (*Panicum maximum*) con el 17.03%, esta especie presento 2.03% de Den_Rel, 5.00% de Fre_Rel y 44.07% de Dom_Rel, el primer lugar fue el Pasto Bahía (*Paspalum dilatatum*) con el 26.98%, esta especie presento 34.12% de Den_Rel, 10.00% de Fre_Rel y 36.83% de Dom_Rel. Mientras que la especie con menor Valor de Importancia Relativa (VIR) es el Zarzaparrilla (*Smilax mollis*) con el 0.67% presentando 0.34% de Den_Rel, 1.67% de Fre_Rel y 0.01% de Dom_Rel.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i>	Cadillo	1.35%	3.33%	0.01%	4.69%	1.56%
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	6.08%	11.67%	1.00%	18.74%	6.25%
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	1.35%	3.33%	0.03%	4.71%	1.57%
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	2.70%	5.00%	7.45%	15.15%	5.05%
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	5.41%	18.33%	1.20%	24.94%	8.31%
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	2.36%	3.33%	0.06%	5.76%	1.92%
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Maracuyá Silvestre	5.07%	15.00%	0.33%	20.40%	6.80%
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	7.09%	3.33%	2.55%	12.97%	4.32%
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	22.30%	10.00%	1.82%	34.12%	11.37%
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	5.07%	3.33%	1.07%	9.47%	3.16%

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Poaceae	<i>Melinis repens</i>	Pasto Rosado	4.05%	5.00%	3.47%	12.52%	4.17%
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacatón	2.03%	5.00%	44.07%	51.09%	17.03%
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	34.12%	10.00%	36.83%	80.95%	26.98%
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	0.68%	1.67%	0.12%	2.46%	0.82%
Smilacaceae	<i>Smilax mollis</i>	Zarzaparrilla	0.34%	1.67%	0.01%	2.02%	0.67%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 27. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.

7.1.1.1.2.4. Índice de Diversidad

ESTRATO ARBÓREO.

El estrato arbóreo presenta una diversidad **Baja**, ya que con el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, se obtuvo un valor de **1.84**; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja. Mientras que la Equitatividad refleja que existe cierta equidad en la distribución del número de individuos entre las especies y la máxima diversidad que este estrato puede alcanzar es de 2.08.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus gracilis</i>	Negrito	14	0.11	-2.18	-0.25
Capparacea	<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	23	0.19	-1.68	-0.31
Celastraceae	<i>Hippocratea volubilis</i>	Horteguillo	30	0.24	-1.42	-0.34
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	7	0.06	-2.87	-0.16
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	7	0.06	-2.87	-0.16
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	8	0.06	-2.74	-0.18
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	32	0.26	-1.35	-0.35
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Acahuite	3	0.02	-3.72	-0.09
Total			124	DIVERSIDAD		1.84
H'_{MAX} = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}			
2.08			0.89			

Tabla 28. Diversidad de Shannon-Wiener en Estrato Arbóreo de Vegetación de Duna Costera (Matorral) en el SA.

ESTRATO ARBUSTIVO.

El estrato arbustivo presenta una diversidad **Baja**, ya que con el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, se obtuvo un valor de **0.79**; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja. Mientras que la Equitatividad refleja que existe ciertas especies con mayor número de individuos dominando el estrato y la máxima diversidad que este estrato puede alcanzar es de 1.39.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	94	0.72	-0.32	-0.23
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	11	0.08	-2.47	-0.21
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Pichigueta	24	0.18	-1.69	-0.31
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Cinco Negritos	1	0.01	-4.87	-0.04
Total			130	DIVERSIDAD		0.79
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
1.39			0.57			

Tabla 29. Diversidad de Shannon-Wiener en Estrato Arbustivo de Vegetación de Duna Costera (Matorral) en el SA.

ESTRATO HERBÁCEO.

El estrato herbáceo presenta una diversidad **Media**, ya que con el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, se obtuvo un valor de **2.08**; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja y en resultados superiores a 3 la diversidad es alta, este estrato obtuvo un índice entre ambos valores. Mientras que la Equitatividad refleja que hay equidad entre el número de individuos y el número de especies, es decir el número de individuos se encuentra bien distribuido y la máxima diversidad que este estrato puede alcanzar es de 2.71.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i>	Cadillo	4	0.0135	-4.30	-0.06
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	18	0.0608	-2.80	-0.17
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	4	0.0135	-4.30	-0.06
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	8	0.0270	-3.61	-0.10
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	16	0.0541	-2.92	-0.16
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	7	0.0236	-3.74	-0.09
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Maracuyá Silvestre	15	0.0507	-2.98	-0.15
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	21	0.0709	-2.65	-0.19
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	66	0.2230	-1.50	-0.33
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	15	0.0507	-2.98	-0.15
Poaceae	<i>Melinis repens</i>	Pasto Rosado	12	0.0405	-3.21	-0.13
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacatón	6	0.0203	-3.90	-0.08
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	101	0.3412	-1.08	-0.37
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	2	0.0068	-5.00	-0.03
Smilacaceae	<i>Smilax mollis</i>	Zarzaparrilla	1	0.0034	-5.69	-0.02
Total			296	DIVERSIDAD		2.08
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
2.71			0.77			

Tabla 30. Diversidad de Shannon-Wiener en Estrato Herbáceo de Vegetación de Duna Costera (Matorral) en el SA.

7.1.2. Área del Proyecto

7.1.2.1. Vegetación de Dunas Costeras

7.1.2.1.1. Riqueza Específica

La Riqueza de Especies presente en el área del Proyecto es de **10 especies**, distribuidas en 7 Familias, destacando las Familias Fabaceae y Poaceae con 2 y 3 especies respectivamente. Lo anterior, se ilustra en el Gráfico 3:

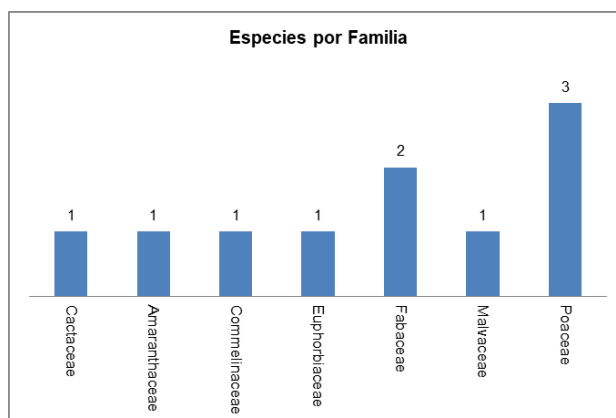


Gráfico 3. Riqueza de Familias de Vegetación de Dunas Costeras del Área de CUSTF.

7.1.2.2.1.2. Abundancia Relativa

ESTRATO ARBUSTIVO

Solo se detectó la especie Cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) con seis individuos presentando el 100% de los registros.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	3	100.00%
Total			3	100%

Tabla 31. Abundancia Relativa presente en el Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras para el Área de CUSTF.

ESTRATO HERBÁCEO

En el estrato herbáceo se registraron en total 1,574 individuos distribuidos en nueve especies; la especie con mayor abundancia relativa en este estrato es el Pasto Salado (*Distichlis spicata*) con el 66.84%. Mientras que el Amor Seco (*Gomphrena serrata*) presento la menor abundancia relativa con 2.41%.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	38	2.41%
Comelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	61	3.88%
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	58	3.68%
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	48	3.05%
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	78	4.96%
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Malva	40	2.54%
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	114	7.24%
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	1,052	66.84%
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	85	5.40%
Total			1,574	100%

Tabla 32. Abundancia Relativa presente en el Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras para el Área de CUSTF.

7.1.2.2.1.3. Índice de Valor de Importancia (IVI) y Valor de Importancia Relativo (VIR)

La metodología empleada para determinar el Índice del Valor de Importancia se describió en el apartado referente al tipo de Vegetación de Dunas Costeras del SA:

➤ Densidad y Densidad Relativa (DENrel)

ESTRATO ARBUSTIVO

Solo se detectó una especie de este estrato, la cual obtuvo el 100% de Densidad Relativa.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	Densidad	Densidad Relativa
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	3	72.38	100.00%
Total			3	72.38	6

Tabla 33. Densidad y Densidad Relativa – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras para el Área de CUSTF.

ESTRATO HERBÁCEO

Del estrato herbáceo la especie que presenta la mayor Densidad Relativa (Den_Rel) es el Pasto Salado (*Distichlis spicata*) con el 66.84% (318,787.88 Ind/Ha). Mientras que el Amor Seco (*Gomphrena serrata*) obtuvo la menor Densidad Relativa con 2.41% (11,515.15 Ind/Ha).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	Densidad	Densidad Relativa
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	38	11,515.15	2.41%
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	61	18,484.85	3.88%
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	58	17,575.76	3.68%
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	48	14,545.45	3.05%
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	78	23,636.36	4.96%
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Malva	40	12,121.21	2.54%
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	114	34,545.45	7.24%
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	1,052	318,787.88	66.84%
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	85	25,757.58	5.40%
Total			1,574	476,969.70	100%

Tabla 34. Densidad y Densidad Relativa – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras para el Área de CUSTF.

➤ Frecuencia y Frecuencia Relativa (FRErel)

ESTRATO ARBUSTIVO

Solo se detectó una especie de este estrato, la cual obtuvo el 100% de Frecuencia Relativa (FRErel).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SD	ST	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	2	33	0.06	100.00%
TOTAL					0.06	100%

Tabla 35. Frecuencia y Frecuencia Relativa – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras para el Área de CUSTF.

ESTRATO HERBÁCEO

Las especies con mayor Frecuencia Relativa (Fre_Rel) son: la Flor Lila (*Tephrosia nitens*) con el 21.70% detectado en 23 sitios y el Pasto Salado (*Distichlis spicata*) con el 26.42% detectado en 28 sitios. Mientras que la especie Hierba del Cáncer

(*Acalypha arvensis*) presento la menor Frecuencia Relativa con el 3.77% detectado en 4 sitios de muestreo.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SL	ST	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	5	33	0.15	4.72%
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	10	33	0.30	9.43%
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	4	33	0.12	3.77%
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	10	33	0.30	9.43%
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	23	33	0.70	21.70%
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Malva	10	33	0.30	9.43%
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	10	33	0.30	9.43%
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	28	33	0.85	26.42%
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	6	33	0.18	5.66%
Total					3.21	100.00%

Tabla 36. Frecuencia y Frecuencia Relativa – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras para el Área de CUSTF.

➤ Dominancia y Dominancia Relativa (DOMrel)

ESTRATO ARBUSTIVO

Solo se detectó una especie de este estrato, la cual obtuvo el 100% de Dominancia Relativa (Dom_Rel).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	AB	Dominancia	Dominancia Relativa
Bromeliaceae	<i>Tillandsia atroviridipetala</i>	Bromelia	0.18	1.00	100.00%
TOTAL			0.18	1.00	100%

Tabla 37. Dominancia y Dominancia Relativa – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras para el Área de CUSTF.

ESTRATO HERBÁCEO

La especie con mayor Dominancia Relativa (Dom_Rel) es el Pasto Salado (*Distichlis spicata*) con el 78.22%, esta especie presento 0.01629 de AB. Mientras que la especie con menor Dominancia Relativa (Dom_Rel) es el Pasto Bahía (*Paspalum dilatatum*) con el 0.61% esta especie presento 0.00013 de AB.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	AB	Dominancia	Dominancia Relativa
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	0.00058	0.03	2.80%
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	0.00017	0.01	0.83%
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	0.00043	0.02	2.08%
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	0.00072	0.03	3.44%
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	0.00142	0.07	6.82%
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Malva	0.00040	0.02	1.93%
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	0.00068	0.03	3.28%
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	0.01629	0.78	78.22%
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	0.00013	0.01	0.61%
Total			0.02082	1.00	100%

Tabla 38. Dominancia y Dominancia Relativa – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras para el Área de CUSTF.

➤ Índice de Valor de Importancia (IVI) y Valor de Importancia Relativo (VIR)

ESTRATO ARBUSTIVO

Solo se detectó una especie de este estrato, la cual obtuvo el 100% Valor de Importancia Relativa (VIR).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	100.00%	100.00%	100.00%	300.00%	100.00%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 39. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras para el Área de CUSTF.

ESTRATO HERBÁCEO

Las especies con mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) son en tercer lugar el Zacate Abrojo de la Costa (*Cenchrus spinifex*) con el 6.65%, esta especie presento 7.24% de Den_Rel, 9.43% de Fre_Rel y 1.93% de Dom_Rel. En segundo lugar, en cuanto a Valor de Importancia Relativa (VIR) está la Flor Lila (*Tephrosia nitens*) con el 11.01%, esta especie presento 4.96% de Den_Rel, 21.70% de Fre_Rel y 6.82% de Dom_Rel, el primer lugar fue el Pasto Salado (*Distichlis spicata*) con el 57.16%, esta especie presento 66.84% de Den_Rel, 26.42% de Fre_Rel y 78.22% de Dom_Rel, siendo la especie que domina este estrato. Mientras que la especie con menor Valor de Importancia Relativa (VIR) es la Hierba del Cáncer (*Acalypha arvensis*) con el 3.18% presentando 3.68% de Den_Rel, 3.77% de Fre_Rel y 2.08% de Dom_Rel.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	2.41%	4.72%	2.80%	9.93%	3.31%
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	3.88%	9.43%	0.83%	14.14%	4.71%
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	3.68%	3.77%	2.08%	9.54%	3.18%
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	3.05%	9.43%	3.44%	15.92%	5.31%
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	4.96%	21.70%	6.82%	33.48%	11.16%
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Malva	2.54%	9.43%	1.93%	13.91%	4.64%
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	7.24%	9.43%	3.28%	19.96%	6.65%
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	66.84%	26.42%	78.22%	171.47%	57.16%
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	5.40%	5.66%	0.61%	11.67%	3.89%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 40. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras para el Área de CUSTF.

7.1.2.2.1.4. Índice de Diversidad

ESTRATO ARBUSTIVO.

Solo se detectó una especie de este estrato, por lo que se obtuvo una diversidad nula.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	3	1	0.00	0.00
Total			3	Diversidad		0.00
H'_{MAX} = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}			
0.00			0.00			

Tabla 41. Diversidad de Shannon-Wiener en Estrato Arbustivo de Vegetación de Duna Costera en el Área del Proyecto.

ESTRATO HERBÁCEO.

El estrato herbáceo presenta una diversidad Baja, ya que con el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, se obtuvo un valor de **1.30**; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja. Mientras que la Equitatividad refleja que hay especies que tienen un número alto de individuos, los cuales se encuentran dominando el estrato y la máxima diversidad que este estrato puede alcanzar es de 2.20.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	38	0.0241	-3.72	-0.09
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	61	0.0388	-3.25	-0.13
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	58	0.0368	-3.30	-0.12
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	48	0.0305	-3.49	-0.11
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	78	0.0496	-3.00	-0.15
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Malva	40	0.0254	-3.67	-0.09
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	114	0.0724	-2.63	-0.19
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	1,052	0.6684	-0.40	-0.27
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	85	0.0540	-2.92	-0.16
Total			1,574	DIVERSIDAD		1.30
H'MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H'MAX			
2.20			0.59			

Tabla 42. Diversidad de Shannon-Wiener en Estrato Herbáceo de Vegetación de Duna Costera en el Área del Proyecto.

7.1.2.2.2. Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)

7.1.2.2.2.1. Riqueza Específica

La Riqueza de Especies presente en el Sistema Ambiental es de **20 especies**, distribuidas en **12 Familias**, destacando la Familia Fabaceae con cuatro especies. Lo anterior, se observa en el Gráfico 4:

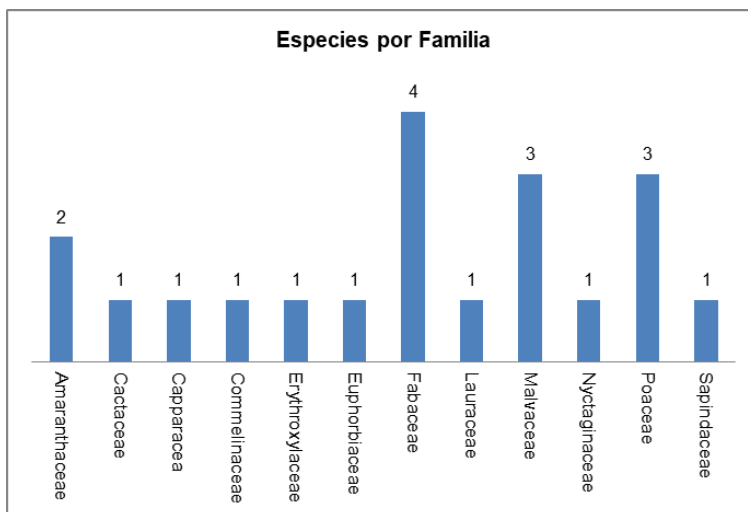


Gráfico 4. Riqueza de Familias de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) del Área de CUSTF.

7.1.2.2.2. Abundancia Relativa

ESTRATO ARBÓREO

En el estrato arbóreo se registraron en total 146 individuos distribuidos en 6 especies; la especie con mayor abundancia relativa en este estrato es el Escobillo (*Erythroxylum havanense*) con el 56.85%. Mientras que el Guamuchil (*Pithecellobium dulce*) presento la menor abundancia relativa con 2.74%.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Capparaceae	<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	26	17.81%
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	83	56.85%
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	11	7.53%
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	4	2.74%
Lauraceae	<i>Nectandra salicifolia</i>	Capulincillo	6	4.11%
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	16	10.96%
Total			146	100%

Tabla 43. Abundancia Relativa presente en el Estrato Arbóreo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.

ESTRATO ARBUSTIVO

Del estrato arbustivo se registraron en total 18 individuos distribuidos en 4 especies; la especie con mayor abundancia relativa en este estrato es la Pichigueta (*Pisonia aculeata*) con el 50.00%. Mientras que la Escoba (*Sida acuta*) y el Tapacola (*Waltheria indica*) presentaron la menor abundancia relativa con 5.56% cada una.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	7	38.89%
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	1	5.56%
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i>	Tapacola	1	5.56%
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Pichigueta	9	50.00%
Total			18	100%

Tabla 44. Abundancia Relativa presente en el Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.

ESTRATO HERBÁCEO

En el estrato herbáceo se registraron en total 45 individuos distribuidos en 10 especies; las especies con mayor abundancia relativa en este estrato son el Cantillo (*Commelina erecta*) con el 22.22% y el Pasto Rosado (*Melinis repens*) con el 26.67%. Mientras que el Cadillo (*Achyranthes aspera*), la Hierba del Cáncer (*Acalypha arvensis*) y el Zacatón (*Panicum maximum*) presentaron la menor abundancia relativa con 2.22% cada una.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i>	Cadillo	1	2.22%
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	4	8.89%
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	10	22.22%
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	1	2.22%
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	6	13.33%
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	3	6.67%
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	3	6.67%
Poaceae	<i>Melinis repens</i>	Pasto Rosado	12	26.67%
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacatón	1	2.22%

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	4	8.89%
Total			45	100%

Tabla 45. Abundancia Relativa presente en el Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.

7.1.2.2.2.3. Índice de Valor de Importancia (IVI) y Valor de Importancia Relativo (VIR)

La metodología empleada para determinar el índice del Valor de Importancia se describió en el apartado referente a la Vegetación de Dunas Costeras del SA. A continuación, solo se presentan los resultados obtenidos para la Vegetación de Dunas Costeras (Matorral):

➤ Densidad y Densidad Relativa (DENrel)

ESTRATO ARBÓREO

La especie con mayor densidad relativa en este estrato es el Escobillo (*Erythroxylum havanense*) con el 56.85% (9,440.40 Ind/Ha). Mientras que el Guamuchil (*Pithecellobium dulce*) presento la menor abundancia relativa con 2.74% (454.96 Ind/Ha).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	Densidad	Densidad Relativa
Capparaceae	<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	26	2,957.23	17.81%
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	83	9,440.40	56.85%
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	11	1,251.14	7.53%
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	4	454.96	2.74%
Lauraceae	<i>Nectandra salicifolia</i>	Capulincillo	6	682.44	4.11%
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	16	1,819.84	10.96%
Total			146	16,606.01	100%

Tabla 46. Densidad y Densidad Relativa – Estrato Arbóreo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.

ESTRATO ARBUSTIVO

La especie con mayor densidad relativa en este estrato la Pichigueta (*Pisonia aculeata*) con el 50.00% (1,023.66 Ind/Ha). Mientras que la Escoba (*Sida acuta*) y el Tapacola (*Waltheria indica*) presentaron la menor abundancia relativa con 5.56% (113.74 Ind/Ha) cada una.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	Densidad	Densidad Relativa
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	7	796.18	38.89%
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	1	113.74	5.56%
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i>	Tapacola	1	113.74	5.56%
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Pichigueta	9	1,023.66	50.00%
Total			18	2,047.32	100%

Tabla 47. Densidad y Densidad Relativa – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.

ESTRATO HERBÁCEO

Del estrato herbáceo la especie que presenta la mayor densidad relativa son el Cantillo (*Commelina erecta*) con el 22.22% (14,285.7100 Ind/Ha) y el Pasto Rosado (*Melinis repens*) con el 26.67% (17,142.86 Ind/Ha). Mientras que el Cadillo

(*Achyranthes aspera*), la Hierba del Cáncer (*Acalypha arvensis*) y el Zacatón (*Panicum maximum*) presentaron la menor densidad relativa con 2.22 % (1,428.57 Ind/Ha).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	Densidad	Densidad Relativa
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i>	Cadillo	1	1,428.57	2.22%
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	4	5,714.29	8.89%
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	10	14,285.71	22.22%
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	1	1,428.57	2.22%
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	6	8,571.43	13.33%
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	3	4,285.71	6.67%
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	3	4,285.71	6.67%
Poaceae	<i>Melinis repens</i>	Pasto Rosado	12	17,142.86	26.67%
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacatón	1	1,428.57	2.22%
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	4	5,714.29	8.89%
Total			45	5,118.29	100%

Tabla 48. Densidad y Densidad Relativa – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.

➤ Frecuencia y Frecuencia Relativa (FRErel)

ESTRATO ARBÓREO

La especie con mayor Frecuencia Relativa (Fre_Rel) son: el Escobillo (*Erythroxylum havanense*) con el 25.00% detectado en 4 sitios y el Ixcanal (*Acacia collinsii*) con el 30.00% detectado en 6 sitios. Mientras que el Guamuchil (*Pithecellobium dulce*) y el Capulincillo (*Nectandra salicifolia*) presentaron la menor Frecuencia Relativa con el 6.25% detectadas en 1 sitio de muestreo.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SL	ST	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Capparacea	<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	2	7	0.29	12.50%
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	4	7	0.57	25.00%
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	6	7	0.86	37.50%
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	1	7	0.14	6.25%
Lauraceae	<i>Nectandra salicifolia</i>	Capulincillo	1	7	0.14	6.25%
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	2	7	0.29	12.50%
Total					2.29	100%

Tabla 49. Frecuencia y Frecuencia Relativa – Estrato Arbóreo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.

ESTRATO ARBUSTIVO

La especie con mayor Frecuencia Relativa (Fre_Rel) es: la Cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) con el 40.00% detectado en 2 sitios. Mientras que la Escoba (*Sida acuta*), el Tapacola (*Waltheria indica*) y la Pichigueta (*Pisonia aculeata*) presentaron la menor Frecuencia Relativa con el 20.00% detectadas en 1 sitio de muestreo cada una.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SL	ST	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	2	7	0.29	40.00%
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	1	7	0.14	20.00%
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i>	Tapacola	1	7	0.14	20.00%
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Pichigueta	1	7	0.14	20.00%
Total					0.71	100%

Tabla 50. Frecuencia y Frecuencia Relativa – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.

ESTRATO HERBÁCEO

Las especies con mayor Frecuencia Relativa (Fre_Rel) son: el Cantillo (*Commelina erecta*) y el Frijol de Playa (*Canavalia rosea*) con el 22.22% detectado en 4 sitios cada una. Mientras que 6 especies presentaron la menor Frecuencia Relativa con el 5.56% detectadas en 1 sitio de muestreo, estas especies son: el Cadillo (*Achyranthes aspera*), la Hierba del Cáncer (*Acalypha arvensis*), la Flor Lila (*Tephrosia nitens*), el Carricillo (*Lasiacis divaricata*), el Zacatón (*Panicum maximum*) y el Aquiste (*Paullinia fuscescens*).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SL	ST	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i>	Cadillo	1	7	0.14	5.56%
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	2	7	0.29	11.11%
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	4	7	0.57	22.22%
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	1	7	0.14	5.56%
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	4	7	0.57	22.22%
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	1	7	0.14	5.56%
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	1	7	0.14	5.56%
Poaceae	<i>Melinis repens</i>	Pasto Rosado	2	7	0.29	11.11%
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacatón	1	7	0.14	5.56%
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	1	7	0.14	5.56%
Total					2.57	100.00%

Tabla 51. Frecuencia y Frecuencia Relativa – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.

➤ Dominancia y Dominancia Relativa (DOMrel)

ESTRATO ARBÓREO

La especie con mayor Dominancia Relativa (Dom_Rel) es la Manzana de Playa (*Crateva tapia*) con el 55.06%, esta especie presento 0.1019 de AB. Mientras que la especie con menor Dominancia Relativa (Dom_Rel) es el Capulincillo (*Nectandra salicifolia*) con el 1.07% esta especie presento 0.0020 de AB.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	AB	Dominancia	Dominancia Relativa
Capparaceae	<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	0.1019	0.55	55.06%
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	0.0352	0.19	19.02%
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	0.0106	0.06	5.74%
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	0.0063	0.03	3.40%
Lauraceae	<i>Nectandra salicifolia</i>	Capulincillo	0.0020	0.01	1.07%
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	0.0291	0.16	15.71%
Total			0.1850	1.00	100%

Tabla 52. Dominancia y Dominancia Relativa – Estrato Arbóreo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.

ESTRATO ARBUSTIVO

La especie con mayor Dominancia Relativa (Dom_Rel) es la Pichigueta (*Pisonia aculeata*) con el 57.92%, esta especie presento 0.00760 de AB. Mientras que la especie con menor Dominancia Relativa (Dom_Rel) es la Escoba (*Sida acuta*) con el 0.08% esta especie presento 0.00001 de AB.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	AB	Dominancia	Dominancia Relativa
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	0.00518	0.39	39.47%
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	0.00001	0.00	0.07%
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i>	Tapacola	0.00033	0.03	2.54%
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Pichigueta	0.00760	0.58	57.92%
Total			0.0131	1.00	100%

Tabla 53. Dominancia y Dominancia Relativa – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.

ESTRATO HERBÁCEO

La especie con mayor Dominancia Relativa (Dom_Rel) es el Zacatón (*Panicum maximum*) con el 89.34%, esta especie presento 0.002403 de AB. Mientras que la especie con menor Dominancia Relativa (Dom_Rel) es el Cadillo (*Achyranthes aspera*) con el 0.03% esta especie presento 0.000001 de AB.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	AB	Dominancia	Dominancia Relativa
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i>	Cadillo	0.000001	0.0003	0.03%
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	0.000056	0.0210	2.10%
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	0.000047	0.0176	1.76%
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	0.000004	0.0014	0.14%
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	0.000118	0.0438	4.38%
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	0.000004	0.0015	0.15%
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	0.000004	0.0015	0.15%
Poaceae	<i>Melinis repens</i>	Pasto Rosado	0.000038	0.0141	1.41%
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacatón	0.002403	0.8934	89.34%
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	0.000015	0.0055	0.55%
Total			0.00269	1.00	100%

Tabla 54. Dominancia y Dominancia Relativa – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.

➤ Índice de Valor de Importancia (IVI) y Valor de Importancia Relativo (VIR)

ESTRATO ARBÓREO

Las especies con mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) son el Ixcanal (*Acacia collinsii*) con el 16.92%, esta especie presento 7.53% de Den_Rel, 37.50% de Fre_Rel y 5.74% de Dom_Rel, en segundo lugar la Manzana de Playa (*Crateva tapia*) con el 28.46%, esta especie presento 17.81% de Den_Rel, 12.50% de Fre_Rel y 55.06% de Dom_Rel y en primer lugar el Escobillo (*Erythroxylum havanense*) con el 33.62%, esta especie presento 56.85% de Den_Rel, 25.00% de Fre_Rel y 19.02% de Dom_Rel. Mientras que la especie con menor Valor de Importancia Relativa (VIR) es el Capulincillo (*Nectandra salicifolia*) con el 3.81% presentando 4.11% de Den_Rel, 6.25% de Fre_Rel y 1.07% de Dom_Rel.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Capparacea	<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	17.81%	12.50%	55.06%	85.37%	28.46%
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	56.85%	25.00%	19.02%	100.87%	33.62%
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	7.53%	37.50%	5.74%	50.77%	16.92%
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	2.74%	6.25%	3.40%	12.39%	4.13%
Lauraceae	<i>Nectandra salicifolia</i>	Capulincillo	4.11%	6.25%	1.07%	11.43%	3.81%
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	10.96%	12.50%	15.71%	39.17%	13.06%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 55. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo – Estrato Arbóreo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.

ESTRATO ARBUSTIVO

La especie con mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) es la Cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) con el 39.45%, esta especie presento 38.89% de Den_Rel, 40.00% de Fre_Rel y 39.47% de Dom_Rel y en primer lugar la Pichigueta (*Pisonia aculeata*) con el 42.64%, esta especie presento 50.00% de Den_Rel, 20.00% de Fre_Rel y 57.92% de Dom_Rel. Mientras que la especie con menor Valor de Importancia Relativa (VIR) es la Escoba (*Sida acuta*) con el 8.54% presentando 5.56% de Den_Rel, 29.00% de Fre_Rel y 0.07% de Dom_Rel.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	38.89%	40.00%	39.47%	118.36%	39.45%
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	5.56%	20.00%	0.07%	25.62%	8.54%
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i>	Tapacola	5.56%	20.00%	2.54%	28.10%	9.37%
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Pichigueta	50.00%	20.00%	57.92%	127.92%	42.64%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 56. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.

ESTRATO HERBÁCEO

Las especies con mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) son en tercer lugar el Frijol de Playa (*Canavalia rosea*) con el 13.31%, esta especie presento 13.33% de Den_Rel, 22.22% de Fre_Rel y 4.38% de Dom_Rel. En segundo lugar, en cuanto a Valor de Importancia Relativa (VIR) está el Cantillo (*Commelina erecta*) con el 15.40%, esta especie presento 22.22% de Den_Rel, 22.22% de Fre_Rel y 1.76% de Dom_Rel, el primer lugar fue el Zacatón (*Panicum maximum*) con el 32.37%, esta especie presento 2.22% de Den_Rel, 5.56% de Fre_Rel y 89.34% de Dom_Rel. Mientras que la especie con menor Valor de Importancia Relativa (VIR) es el Cadillo (*Achyranthes aspera*) con el 2.60% presentando 2.22% de Den_Rel, 5.56% de Fre_Rel y 0.03% de Dom_Rel.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i>	Cadillo	2.22%	5.56%	0.03%	7.81%	2.60%
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	8.89%	11.11%	2.10%	22.10%	7.37%
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	22.22%	22.22%	1.76%	46.20%	15.40%
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	2.22%	5.56%	0.14%	7.92%	2.64%
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	13.33%	22.22%	4.38%	39.94%	13.31%
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	6.67%	5.56%	0.15%	12.37%	4.12%
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	6.67%	5.56%	0.15%	12.37%	4.12%
Poaceae	<i>Melinis repens</i>	Pasto Rosado	26.67%	11.11%	1.41%	39.19%	13.06%
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacatón	2.22%	5.56%	89.34%	97.12%	32.37%
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	8.89%	5.56%	0.55%	14.99%	5.00%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 57. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.

7.1.2.2.2.4. Índice de Diversidad

ESTRATO ARBÓREO.

El estrato arbóreo presenta una diversidad **Baja**, ya que con el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, se obtuvo un valor de **1.30**; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja. Mientras que la Equitatividad refleja que existe cierta equidad en la distribución del número de individuos entre las especies y la máxima diversidad que este estrato puede alcanzar es de 1.79.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Capparacea	<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	26	0.18	-1.73	-0.31
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	83	0.57	-0.56	-0.32
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	11	0.08	-2.59	-0.19
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	4	0.03	-3.60	-0.10
Lauraceae	<i>Nectandra salicifolia</i>	Capulincillo	6	0.04	-3.19	-0.13
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	16	0.11	-2.21	-0.24
Total			146	DIVERSIDAD	1.30	
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
1.79			0.72			

Tabla 58. Diversidad de Shannon-Wiener en Estrato Arbóreo de Vegetación de Duna Costera (Matorral) en el Área del Proyecto.

ESTRATO ARBUSTIVO.

El estrato arbustivo presenta una diversidad **Baja**, ya que con el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, se obtuvo un valor de **1.04**; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja. Mientras que la Equitatividad refleja que existen ciertas especies con mayor número de individuos dominando el estrato y la máxima diversidad que este estrato puede alcanzar es de 1.39.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	7	0.39	-0.94	-0.37
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	1	0.06	-2.89	-0.16
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i>	Tapacola	1	0.06	-2.89	-0.16
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Pichigueta	9	0.50	-0.69	-0.35
Total			18	DIVERSIDAD	1.04	
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
1.39			0.75			

Tabla 59. Diversidad de Shannon-Wiener en Estrato Arbustivo de Vegetación de Duna Costera (Matorral) en el Área del Proyecto.

ESTRATO HERBÁCEO.

El estrato herbáceo presenta una diversidad **Media**, ya que con el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, se obtuvo un valor de **2.00**; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja y en resultados superiores a 3 la diversidad es alta, este estrato obtuvo un índice entre ambos valores. Mientras que la Equitatividad refleja que hay equidad entre el número de

individuos y el número de especies, es decir el número de individuos se encuentra bien distribuido y la máxima diversidad que este estrato puede alcanzar es de 2.30.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i>	Cadillo	1	0.0222	-3.81	-0.08
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	4	0.0889	-2.42	-0.22
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	10	0.2222	-1.50	-0.33
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	1	0.0222	-3.81	-0.08
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	6	0.1333	-2.01	-0.27
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	3	0.0667	-2.71	-0.18
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	3	0.0667	-2.71	-0.18
Poaceae	<i>Melinis repens</i>	Pasto Rosado	12	0.2667	-1.32	-0.35
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacatón	1	0.0222	-3.81	-0.08
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	4	0.0889	-2.42	-0.22
Total			45	DIVERSIDAD		2.00
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
2.30			0.87			

Tabla 60. Diversidad de Shannon-Wiener en Estrato Herbáceo de Vegetación de Duna Costera (Matorral) en el Área del Proyecto.

7.2. Análisis Comparativo por grupo Faunístico y por tipo de vegetación, de la abundancia absoluta y diversidad faunística a través de índices

Dada la dificultad de limitar su distribución a una superficie determinada, por su comportamiento natural, se considera a toda la fauna encontrada durante el muestreo como propia de vegetación de selva baja caducifolia, por lo que se presenta el análisis por sistema (SA y Área del Proyecto), así como por grupo faunístico, por medio de la abundancia absoluta e índices de diversidad.

7.2.1. Sistema Ambiental

7.1.2.1. Riqueza de Especies

Para la riqueza de especies, se calcularon la diversidad total y para cada sitio bajo dos concepciones distintas: 1) definida como el número de especies y 2) considerando la abundancia de individuos de cada especie (Magurran, 1988; Cody, 1993; Schluter y Ricklefs, 1993). Estas medidas de riqueza proporcionan una expresión comprensible e instantánea de la diversidad (Magurran, 1988).

En el Sistema Ambiental se registró un total de **56 especies**, donde **ocho son Reptiles, 43 a Aves y cinco a Mamíferos** (Gáfico 5).

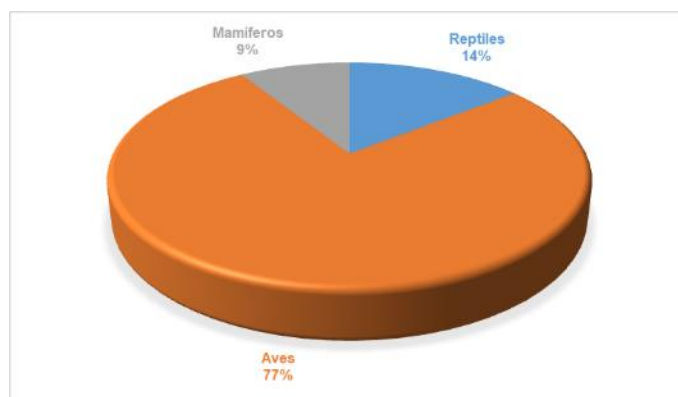


Gráfico 5. Especies por Grupo Faunístico en el SA.

Se registraron un total de 37 familias, donde destacan la Familia Tyrannidae con seis especies.

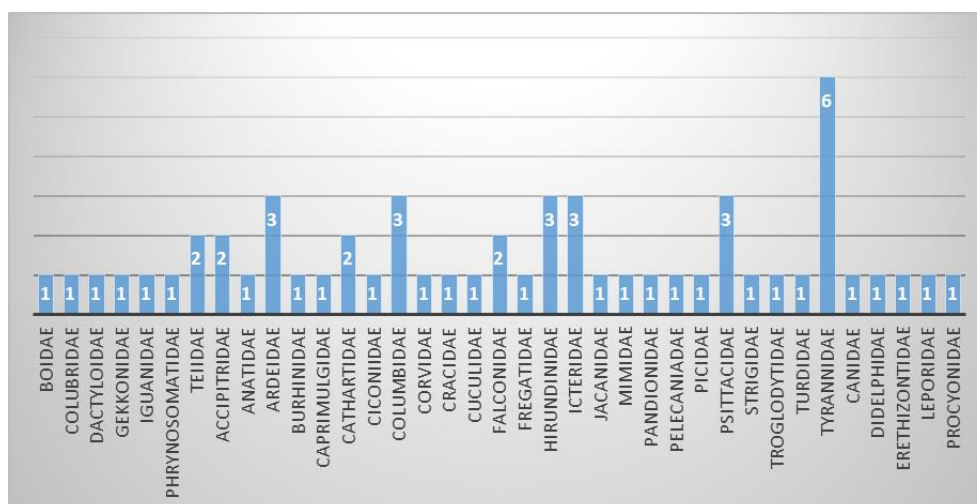


Gráfico 6. Especies por Familia en el SA.

7.2.1.1.1. Abundancia y Abundancia Relativa

REPTILES

Las especies con el valor más alto de Abundancia Relativa de los Reptiles son la Lagartija verde azul (*Aspidoscelis deppii*) con el 21.74% (10 Individuos) y Lagartija Escamosa Variable (*Sceloporus variabilis*) con el 36.96% (17 Individuos); mientras que las especies Mazacuata (*Boa imperator*) y Culebra Guarda Camino Rayada (*Conophis vittatus*) presentaron la menor abundancia Relativa con el 2.17% (1 Individuo).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Boidae	<i>Boa imperator</i>	Mazacuata	1	2.17%
Colubridae	<i>Conophis vittatus</i>	Culebra guarda camino rayada	1	2.17%
Dactyloidae	<i>Anolis unilobatus</i>	Abaniquillo	2	4.35%
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Cuija	4	8.70%
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana espinosa rayada	5	10.87%

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija escamosa variable	17	36.96%
Teiidae	<i>Aspidozelis deppii</i>	Lagartija verde azul	10	21.74%
Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija arcoiris	6	13.04%
Total			46	100%

Tabla 61. Abundancia Relativa – Reptiles del SA.

AVES

Las especies con el valor más alto de Abundancia Relativa de las Aves son el Perico frente naranja (*Eupsittula canicularis*) con el 4.80% (22 Individuos), la Tortorlita cola larga (*Columbina inca*), el Loro nuca amarilla (*Amazona auropalliata*) y el Mirlo café (*Turdus grayi*) con el 5.46% (25 Individuos) cada una y el Pelicano café (*Pelecanus occidentalis*) con el 10.48% (48 Individuos); mientras que 6 especies presentaron la menor abundancia Relativa con el 0.44% (2 Individuos) cada una, estas especies son la Garza morena (*Ardea herodias*), el Alcaravan americano (*Burhinus bistriatus*), el Chotacabras Pauraque (*Nyctidromus albicollis*), el Cenzontle Tropical (*Mimus gilvus*), el Aguila pescadora (*Pandion haliaetus*) y el Luisito común (*Myiozetetes similis*) presentaron la menor abundancia Relativa con el 0.36% (1 Individuo) cada una.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	3	0.66%
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	4	0.87%
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijiji alas blancas	4	0.87%
Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	2	0.44%
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	12	2.62%
Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre	5	1.09%
Burhinidae	<i>Burhinus bistriatus</i>	Alcaravan americano	2	0.44%
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras Pauraque	2	0.44%
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	9	1.97%
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	16	3.49%
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	11	2.40%
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita cola larga	25	5.46%
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	7	1.53%
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	11	2.40%
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca cara blanca	17	3.71%
Cracidae	<i>Ortalis leucogastra</i>	Chachalaca vientre blanco	7	1.53%
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	16	3.49%
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	4	0.87%
Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcon huaco	4	0.87%
Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Tijereta	12	2.62%
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	15	3.28%
Hirundinidae	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina manglera	9	1.97%
Hirundinidae	<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina verdemar	16	3.49%
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	3	0.66%
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Calandria dorso negro mayor	20	4.37%
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	8	1.75%
Jacaniidae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana norteña	4	0.87%
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	2	0.44%
Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Aguila pescadora	2	0.44%
Pelecaniidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano Café	48	10.48%
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	8	1.75%
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	20	4.37%
Psittacidae	<i>Amazona auropalliata</i>	Loro nuca amarilla	25	5.46%

Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	22	4.80%
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajefío	6	1.31%
Troglodytidae	<i>Thryophilus pleurostictus</i>	Salta pared barrado	12	2.62%
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo café	25	5.46%
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	17	3.71%
Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	6	1.31%
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	2	0.44%
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bien te veo	3	0.66%
Tyrannidae	<i>Tyrannus forficatus</i>	Tirano tijereta rosado	9	1.97%
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano piriri	3	0.66%
Total			458	100%

Tabla 62. Abundancia Relativa – Aves del SA.

MAMÍFEROS

La especie con el valor más alto de Abundancia Relativa de los Mamíferos fue el Mapache (*Procyon lotor*) y la Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) con el 31.25% (5 Individuos) cada una; mientras que la especie Puercoespín Tropical (*Coendou mexicanus*) presentó la menor abundancia Relativa con el 6.25% (1 Individuo).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	5	31.25%
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache negro	2	12.50%
Erethizontidae	<i>Coendou mexicanus</i>	Puercoespín tropical	1	6.25%
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo castellano	3	18.75%
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	5	31.25%
TOTAL			16	100%

Tabla 63. Abundancia Relativa – Mamíferos del SA.

7.2.1.1.2. Índice de Diversidad

REPTILES.

Los Reptiles presentan una baja diversidad, debido a las pocas especies registradas, su Equitatividad es igual a 0.83, lo que infiere de la dominancia de una especie, la diversidad obtenida fue de **1.72** la bibliografía cita, que en resultados menores a 2, se infiere que la diversidad del sitio es baja, los reptiles se encuentran cercanos a este valor.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Boidae	<i>Boa imperator</i>	Mazacuata	1	0.02	-3.83	-0.08
Colubridae	<i>Conophis vittatus</i>	Culebra guarda camino rayada	1	0.02	-3.83	-0.08
Dactyloidae	<i>Anolis unilobatus</i>	Abaniquillo	2	0.04	-3.14	-0.14
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Cuija	4	0.09	-2.44	-0.21
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana espinosa rayada	5	0.11	-2.22	-0.24
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija escamosa variable	17	0.37	-1.00	-0.37
Teiidae	<i>Aspidoscelis deppii</i>	Lagartija verdi azul	10	0.22	-1.53	-0.33
Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija arcoiris	6	0.13	-2.04	-0.27
TOTAL			46	Diversidad	1.72	
H'MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H'MAX			
2.08			0.83			

Tabla 64. Diversidad de Shannon-Wiener de Reptiles en el SA.

AVES.

Las Aves presentan una diversidad Alta, su Equitatividad es igual a 0.92, la diversidad obtenida fue de **3.45**, la bibliografía cita, que en resultados superiores a 3 se considera alta.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguiluilla gris	3	0.0066	-5.03	-0.03
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguiluilla caminera	4	0.0087	-4.74	-0.04
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijiji alas blancas	4	0.0087	-4.74	-0.04
Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	2	0.0044	-5.43	-0.02
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	12	0.0262	-3.64	-0.10
Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre	5	0.0109	-4.52	-0.05
Burhinidae	<i>Burhinus bistriatus</i>	Alcaravan americano	2	0.0044	-5.43	-0.02
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albigollis</i>	Chotacabras Pauraque	2	0.0044	-5.43	-0.02
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	9	0.0197	-3.93	-0.08
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	16	0.0349	-3.35	-0.12
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	11	0.0240	-3.73	-0.09
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita cola larga	25	0.0546	-2.91	-0.16
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	7	0.0153	-4.18	-0.06
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	11	0.0240	-3.73	-0.09
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca cara blanca	17	0.0371	-3.29	-0.12
Cracidae	<i>Ortalis leucogastra</i>	Chachalaca vientre blanco	7	0.0153	-4.18	-0.06
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	16	0.0349	-3.35	-0.12
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	4	0.0087	-4.74	-0.04
Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcon huaco	4	0.0087	-4.74	-0.04
Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Tijereta	12	0.0262	-3.64	-0.10
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	15	0.0328	-3.42	-0.11
Hirundinidae	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina manglera	9	0.0197	-3.93	-0.08
Hirundinidae	<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina verdemar	16	0.0349	-3.35	-0.12
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	3	0.0066	-5.03	-0.03
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Calandria dorso negro mayor	20	0.0437	-3.13	-0.14
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	8	0.0175	-4.05	-0.07
Jacaniidae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana nortea	4	0.0087	-4.74	-0.04
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	2	0.0044	-5.43	-0.02
Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Aguila pescadora	2	0.0044	-5.43	-0.02
Pelecaniadae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano Café	48	0.1048	-2.26	-0.24
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	8	0.0175	-4.05	-0.07
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	20	0.0437	-3.13	-0.14
Psittacidae	<i>Amazona auropalliata</i>	Loro nuca amarilla	25	0.0546	-2.91	-0.16
Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	22	0.0480	-3.04	-0.15
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajeño	6	0.0131	-4.34	-0.06
Troglodytidae	<i>Thryophilus pleurostictus</i>	Salta pared barrado	12	0.0262	-3.64	-0.10
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo café	25	0.0546	-2.91	-0.16
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	17	0.0371	-3.29	-0.12
Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	6	0.0131	-4.34	-0.06
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	2	0.0044	-5.43	-0.02
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bien te veo	3	0.0066	-5.03	-0.03
Tyrannidae	<i>Tyrannus forficatus</i>	Tirano tijereta rosado	9	0.0197	-3.93	-0.08
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano piriri	3	0.0066	-5.03	-0.03
TOTAL			458	Diversidad		3.45
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
3.76			0.92			

Tabla 65. Diversidad de Shannon-Wiener de Aves en el SA.

MAMÍFEROS.

Los Mamíferos presentan una baja diversidad, debido a las pocas especies registradas, su Equitatividad es igual a 0.92, la diversidad obtenida fue de **1.47** la bibliografía cita, que en resultados menores a 2, se infiere que la diversidad del sitio es baja.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	5	0.31	-1.16	-0.36
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache negro	2	0.13	-2.08	-0.26
Erethizontidae	<i>Coendou mexicanus</i>	Puercoespín tropical	1	0.06	-2.77	-0.17
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo castellano	3	0.19	-1.67	-0.31
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	5	0.31	-1.16	-0.36
TOTAL			16	Diversidad		1.47
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
1.61			0.92			

Tabla 66. Diversidad de Shannon-Wiener de Mamíferos en el SA.

7.2.3. Área del Proyecto

7.2.3.1. Riqueza de Especies

Para la riqueza de especies, se calcularon la diversidad total y para cada sitio bajo dos concepciones distintas: 1) definida como el número de especies y 2) considerando la abundancia de individuos de cada especie (Magurrán, 1988; Cody, 1993; Schluter y Ricklefs, 1993). Estas medidas de riqueza proporcionan una expresión comprensible e instantánea de la diversidad (Magurrán, 1988).

En el Área de Proyecto, se realizó el registro total de **37 especies**, donde **dos son Reptiles, 32 Aves y tres Mamíferos**, como se observa en el Gráfico 7:

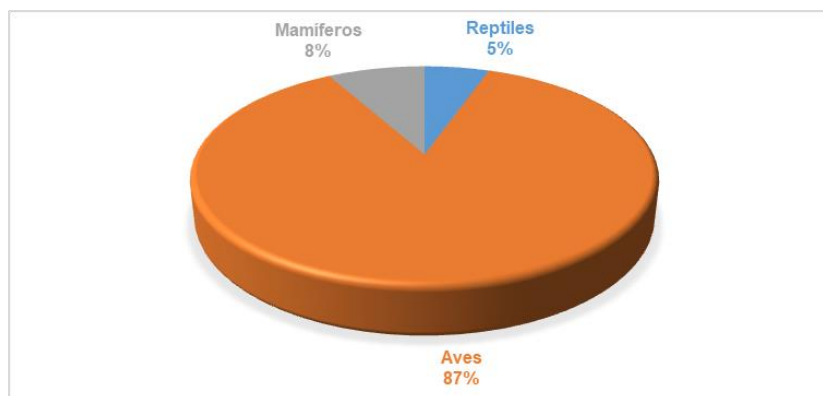


Gráfico 7. Especies por Grupo Faunístico en el Área del Proyecto.

Se registraron un total de **24 familias**, donde destaca la Familia Tyrannidae con 4 especies; como se ve en el Gráfico 8:

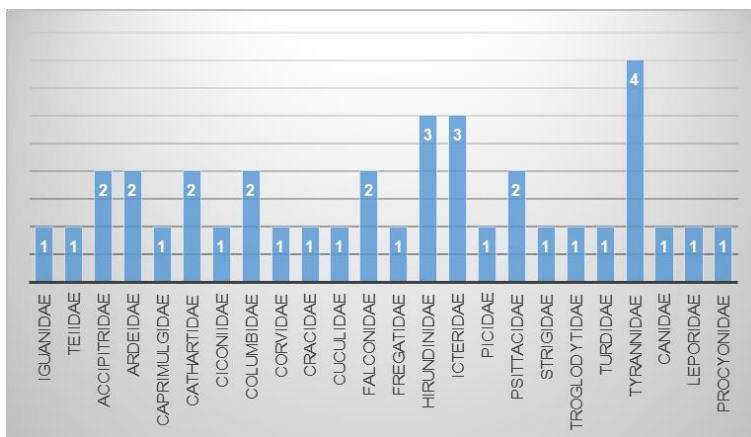


Gráfico 8. Especies por Familia en el Área del Proyecto.

7.2.3.2. Abundancia y Abundancia Relativa

REPTILES

De reptiles se detectaron dos especies, la que presenta el valor más alto de Abundancia Relativa es y la Lagartija verdi azul (*Aspidoscelis deppii*) con el 71.43% (5 Individuos) y la especie con la menor Abundancia relativa es la Iguana espinosa rayada (*Ctenosaura similis*) con el 28.57% (2 individuos).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana espinosa rayada	2	28.57%
Teiidae	<i>Aspidoscelis deppii</i>	Lagartija verdi azul	5	71.43%
Total			7	100%

Tabla 67. Abundancia Relativa – Reptiles del Área del Proyecto.

AVES

Las especies con el valor más alto de Abundancia Relativa de las Aves son la Cigüeña americana (*Mycteria americana*), la Fragata Tijereta (*Fregata magnificens*) y la Calandria dorso negro mayor (*Icterus gularis*) con el 5.66% (6 individuos), la Urraca cara blanca (*Calocitta formosa*) con el 6.60% (7 Individuos) y la Golondrina tijereta (*Hirundo rustica*) y la Golondrina verdemar (*Tachycineta thalassina*) con el 7.55% (8 Individuos) cada una; mientras que las especies Aguililla gris (*Buteo plagiatus*), Aguila caminera (*Rupornis magnirostris*), el Chotacabras Pauraque (*Nyctidromus albicollis*), la Tortolita cola larga (*Columbina inca*), la Paloma arroyera (*Leptotila verreauxi*), el Tordo cantor (*Dives dives*), el Luisito común (*Myiozetetes similis*), el Luis bien te veo (*Pitangus sulphuratus*) y el Tirano piriri (*Tyrannus melancholicus*) presentaron la menor abundancia Relativa con el 0.94% (1 Individuo) cada una.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	1	0.94%
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	1	0.94%
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	3	2.83%
Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre	2	1.89%
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras Pauraque	1	0.94%
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	3	2.83%

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	4	3.77%
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	6	5.66%
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita cola larga	1	0.94%
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	1	0.94%
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca cara blanca	7	6.60%
Cracidae	<i>Ortalis leucogastra</i>	Chachalaca vientre blanco	3	2.83%
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	3	2.83%
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	2	1.89%
Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcon huaco	3	2.83%
Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Tijereta	6	5.66%
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	8	7.55%
Hirundinidae	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina manglera	5	4.72%
Hirundinidae	<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina verdemar	8	7.55%
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	1	0.94%
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Calandria dorso negro mayor	6	5.66%
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	4	3.77%
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	2	1.89%
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	3	2.83%
Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	4	3.77%
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño	3	2.83%
Troglodytidae	<i>Thryophilus pleurostictus</i>	Salta pared barrado	4	3.77%
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo café	5	4.72%
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	3	2.83%
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	1	0.94%
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bien te veo	1	0.94%
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano piriri	1	0.94%
TOTAL			106	100%

Tabla 68. Abundancia Relativa – Aves del Área del Proyecto.

MAMÍFEROS

La especie con el valor más alto de Abundancia Relativa de los Mamíferos fue el Mapache (*Procyon lotor*) con el 50.00% (2 Individuos); mientras que las especies Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y el Conejo castellano (*Sylvilagus floridanus*) presentaron la menor abundancia Relativa con el 25.00% (1 Individuo) cada una.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	1	25.00%
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo castellano	1	25.00%
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	2	50.00%
Total			4	100%

Tabla 69. Abundancia Relativa – Mamíferos del Área del Proyecto.

7.2.3.3. Índice de Diversidad

Reptiles.

Los Reptiles presentan una baja diversidad, debido a las pocas especies registradas, su Equitatividad es igual a 0.86, lo que infiere de la dominancia de una especie, la diversidad obtenida fue de **0.60** la bibliografía cita, que en resultados menores a 2, se infiere que la diversidad del sitio es baja, los reptiles se encuentran bajo a este valor.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana espinosa rayada	2	0.29	-1.25	-0.36

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Teiidae	<i>Aspidoscelis deppii</i>	Lagartija verdi azul	5	0.71	-0.34	-0.24
TOTAL			7	Diversidad		0.60
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
0.69			0.86			

Tabla 70. Diversidad de Shannon-Wiener de Reptiles en el Área del Proyecto.

Aves.

Las Aves presentan una diversidad Alta, su Equitatividad es igual a 0.94, la diversidad obtenida fue de **3.27**, la bibliografía cita, que en resultados superiores a 3 se considera alta.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	1	0.0094	-4.66	-0.04
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	1	0.0094	-4.66	-0.04
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	3	0.0283	-3.56	-0.10
Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre	2	0.0189	-3.97	-0.07
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras Pauraque	1	0.0094	-4.66	-0.04
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	3	0.0283	-3.56	-0.10
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	4	0.0377	-3.28	-0.12
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	6	0.0566	-2.87	-0.16
Columbidae	<i>Columba inca</i>	Tortolita cola larga	1	0.0094	-4.66	-0.04
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	1	0.0094	-4.66	-0.04
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca cara blanca	7	0.0660	-2.72	-0.18
Cracidae	<i>Ortalis leucogastra</i>	Chachalaca vientre blanco	3	0.0283	-3.56	-0.10
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	3	0.0283	-3.56	-0.10
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	2	0.0189	-3.97	-0.07
Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcon huaco	3	0.0283	-3.56	-0.10
Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Tijereta	6	0.0566	-2.87	-0.16
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	8	0.0755	-2.58	-0.20
Hirundinidae	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina manglera	5	0.0472	-3.05	-0.14
Hirundinidae	<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina verdemar	8	0.0755	-2.58	-0.20
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	1	0.0094	-4.66	-0.04
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Calandria dorso negro mayor	6	0.0566	-2.87	-0.16
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	4	0.0377	-3.28	-0.12
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	2	0.0189	-3.97	-0.07
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	3	0.0283	-3.56	-0.10
Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	4	0.0377	-3.28	-0.12
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño	3	0.0283	-3.56	-0.10
Troglodytidae	<i>Thryophilus pleurostictus</i>	Salta pared barrado	4	0.0377	-3.28	-0.12
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo café	5	0.0472	-3.05	-0.14
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	3	0.0283	-3.56	-0.10
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	1	0.0094	-4.66	-0.04
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bien te veo	1	0.0094	-4.66	-0.04
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano piriri	1	0.0094	-4.66	-0.04
TOTAL			106	Diversidad		3.27
H' _{MAX} = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' _{MAX}			
3.47			0.94			

Tabla 71. Diversidad de Shannon-Wiener de Aves en el Área del Proyecto.

MAMÍFEROS.

Los Mamíferos presentan una baja diversidad, debido a las pocas especies registradas, su Equitatividad es igual a 0.95, la diversidad obtenida fue de **1.04** la

bibliografía cita, que en resultados menores a 2, se infiere que la diversidad del sitio es baja.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	1	0.25	-1.39	-0.35
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo castellano	1	0.25	-1.39	-0.35
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	2	0.50	-0.69	-0.35
TOTAL			4	Diversidad		1.04
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
1.10			0.95			

Tabla 72. Diversidad de Shannon-Wiener de Mamíferos en el Área del Proyecto.

7.2.3.4. Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III

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** y su **Anexo Normativo III** tienen por objeto identificar las especies o poblaciones de Flora y Fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma y su respectivo Anexo:

Categorías de Riesgo

- **Probablemente Extinta en el medio silvestre (E):** Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del Territorio Nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del Territorio Mexicano.
- **En Peligro de Extinción (P):** Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.
- **Amenazadas (A):** Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.
- **Sujetas a Protección Especial (Pr):** Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su

viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

7.2.3.4.1. Sistema Ambiental

De las especies de Flora detectadas al interior del SA, ninguna se encuentra incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III.

Mientras que, de las especies de Fauna Silvestre localizadas en el SA, se detectaron **7 especies** que se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III, como se enlista en la Tabla 58:

Clase	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Aves	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	A
	<i>Amazona auropalliata</i>	Loro nuca amarilla	P
	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	Pr
	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Pr
	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre	Pr
Mamíferos	<i>Coendou mexicanus</i>	Puercoespín tropical	A
Reptiles	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana espinosa rayada	A

Tabla 73. Especies de Fauna del SA enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

7.2.3.4.2.. Área del Proyecto

De las especies de Flora detectadas al interior del área del Proyecto, ninguna se encuentra incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III.

Mientras que, de las especies de Fauna Silvestre localizadas dentro de la poligonal del sitio del Proyecto, se detectaron 7 especies que se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III (Tabla 59):

Clase	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Aves	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	A
	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	Pr
	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Pr
	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre	Pr
Reptiles	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana espinosa rayada	A

Tabla 74. Especies de Fauna del Área del Proyecto enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL – MODALIDAD B

PROYECTO: “FRACCIONAMIENTO LOS GIRASOLES”

**PROMOVENTE: GRUPO SONAR DEL
SURESTE S.A. DE C.V.**

**CAPÍTULO 8. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TASAS DE
EROSIÓN DE LOS SUELOS, ASÍ COMO LA CALIDAD,
CAPTACIÓN E INFILTRACIÓN DEL AGUA, EN EL ÁREA
SOLICITADA RESPECTO A LA QUE SE TENDRÍA DESPUES DE
LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN FORESTAL**



**ELABORADO POR: ING. JOSÉ RAFAEL RAMOS
MORENO, PRESTADOR DE SERVICIOS
FORESTALES**

FECHA DE ELABORACIÓN: AGOSTO DE 2022

Contenido

8. Análisis Comparativo De Las Tasas De Erosión De Los Suelos, Así Como La Calidad, Captación E Infiltración Del Agua, En El Área Solicitada Respecto A Las Que Se Tendrían Después De La Remoción De La Vegetación Forestal.....	1
8.1. Estado De Conservación Del Suelo.....	1
8.1.1. Sistema Ambiental.....	2
8.1.2. Área Del Proyecto	15
8.2. Estado De La Infiltración.....	21
8.2.1. Sistema Ambiental.....	22
8.2.2. Área Del Proyecto	28
8.3. Programa De Conservación De Suelo Y Agua	34
8.3.1. Objetivos.....	35
8.3.2. Características Del Área De Estudio.....	35
8.3.3. Degradación Del Suelo.....	40
8.3.4. Déficit De Aguas	41
8.3.5. Obras De Conservación.....	42
8.3.6. Ubicación De Las Obras De Conservación	44
8.3.7. Datos Del Promovente	46
8.3.8. Datos De La Persona Que Elabora El Programa	46

Índice de Tablas

Tabla 1. Ecuaciones Regionalizadas Para La República Mexicana (Becerra, 1997).	3
Tabla 2. Factor K, Según El Tipo De Suelo De La Clasificación Desarrollada Por La Wrb.	5
Tabla 3. Descripción De Los Tipos De Suelo.	6
Tabla 4. Extensiones Utilizadas En Arcgis 10.1.....	9
Tabla 5. Ecuaciones Empleadas En La Elaboración Del Factor Ls.....	10
Tabla 6. Valores Del Factor De Protección De La Vegetación (C).	12
Tabla 7. Superficie Ocupada Por Clase De Degradación Laminar Hídrica En El Sa.....	14
Tabla 8. Valores Del Factor De Protección De La Vegetación (C).	16
Tabla 9. Superficie Ocupada Por Clase De Degradación Laminar Hídrica En El Área De Custf.	17
Tabla 10. Memoria De Cálculo De La Erosión Laminar Hídrica Actual En El Área De Custf.	18
Tabla 11. Superficie Ocupada Por Clase De Degradación Laminar Hídrica En El Área De Custf.	18
Tabla 12. Valores Para El Cálculo De La Erosión Hídrica Posterior Al Custf.	19
Tabla 13. Superficie Ocupada Por Clase De Degradación Laminar Hídrica En El Área De Custf.	20
Tabla 14. Memoria De Cálculo De La Erosión Laminar Hídrica En El Área Del Proyecto (Posterior Al Custf).....	21
Tabla 15. Valores De K En Función Del Tipo De Suelo.	24
Tabla 16. Valor K Para Los Usos De Suelo Y Vegetación Del Sa.	25
Tabla 17. Valores Del Coeficiente De Escurrimiento Por Tipo De Uso De Suelo.	26
Tabla 18. Memoria De Cálculo Del Volumen De Escurrimiento Para El Sa.	27
Tabla 19. Valores De K En Función Del Tipo De Suelo.	30
Tabla 20. Valores Del Coeficiente De Escurrimiento Para El Área De Custf.	30
Tabla 21. Memoria De Cálculo Del Volumen De Escurrimiento Para El Área De Custf.	31
Tabla 22. Valores Del Coeficiente De Escurrimiento En El Área Del Proyecto Tras El Custf.	32
Tabla 23. Memoria De Cálculo Del Volumen De Escurrimiento Del Área Del Proyecto (Posterior Al Custf).....	33
Tabla 24. Coordenadas Utm Del Área Del Proyecto.	35
Tabla 25. Coordenadas Utm Del Área Sujeta A Custf.....	38
Tabla 26. Usos De Suelo Y Vegetación Del Área De Custf.	39
Tabla 27. Resumen Por Tipo De Erosión Laminar.....	40
Tabla 28. Resumen De Obras De Conservación Del Suelo.....	41
Tabla 29. Resumen Del Volumen De Infiltración.	41
Tabla 30. Resumen De Obras De Conservación De Agua.	42
Tabla 31. Coordenadas Utm Del Área Para Obras De Conservación.....	44
Tabla 32. Cantidad De Obras De Conservación De Suelos.	45
Tabla 33. Disminución Del Aumento En La Erosión Total Por El Custf.	45
Tabla 34. Cantidad De Obras De Conservación De Aguas.	45
Tabla 35. Disminución Del Déficit En La Infiltración Total Por El Custf.	45

Índice de Figuras

Figura 1. Regionalización Nacional Del Factor R (Becerra, 1997).	4
Figura 2. Modelo Digital De Elevación Del Recuadro Alrededor Del SA.....	7
Figura 3. Curvas De Nivel A 50 M Del Recuadro Alrededor Del SA.	8

Figura 4. Tin Del Recuadro Alrededor Del SA.	8
Figura 5. Modelo Digital De Elevación Del SA.	9
Figura 6. Archivos Ráster Creados Para El SA.	10
Figura 7. Ráster Creados A Partir De Las Ecuaciones Empleadas En La Elaboración Del Factor Ls.	11
Figura 8. Factor LS Del SA.	11
Figura 9. Erosión Hídrica Actual (Ton/Ha/Año) En El SA.	14
Figura 10. Clases De Degradación Laminar Hídrica Actuales En El Área Del CUSTF.	19
Figura 11. Clases De Degradación Laminar Hídrica En El Área Del Proyecto (Posteriores Al CUSTF).	21
Figura 12. Microlocalización Del Área Del Proyecto.	35
Figura 13. Localización Del Área Del Proyecto.	38
Figura 14. Localización Del Área De CUSTF.	39
Figura 15. Usos De Suelo Y Vegetación Del Área De CUSTF.	40
Figura 16. Ejemplos De Acomodo De Material Vegetal Muerto.	43
Figura 17. Ubicación Del Área De Conservación De Suelos Y Agua.	44

8. Análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la vegetación forestal

Con el objeto de resolver lo relativo a las hipótesis normativas que establece el **Artículo 93, Párrafo Primero**, de la **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)**, el cual se refiere a la solicitud presentada para la autorización del **Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)**, el presente estudio se adaptó a lo siguiente:

"Artículo 93. La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. "

De acuerdo con lo anterior, se concluye que para la autorización del CUSTF, se debe demostrar el cumplimiento de las hipótesis siguientes:

1. Que no se comprometerá la biodiversidad,
2. **Que no se provocará la erosión de los suelos,**
3. Que no se afectará la capacidad de almacenamiento de carbono, y
4. **Que no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación**

Para el caso del Proyecto, se pretende realizar el CUSTF en una superficie de **16,884.3561 m²**, que se encuentran cubiertos por **Vegetación de Dunas Costeras y Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)**. En conformidad con lo anterior, se expone el análisis de las hipótesis referidas a la erosión de suelos y la disminución en la captación del agua, con base en lo siguiente:

8.1. Estado de conservación del suelo

El estado de conservación del suelo en el área donde se pretende establecer el **Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)**, como se describe en el punto siguiente, es alta, ya que la erosión que presenta es muy ligera, por lo que no se considera propensa a la degradación y pérdida de su capacidad productiva natural.

Sin embargo, debido a la amplia distribución de los pastizales y áreas de cultivos, se considera vulnerable ante el actuar antrópico.

La eliminación total o parcial de la cubierta vegetal (ya sea con el propósito de explotar los recursos naturales o de abrir nuevas tierras para uso agrícola o pastoril)

es una práctica fundamental en la acción colonizadora del hombre, que no solo afecta a la vegetación, pues deja al descubierto el suelo que es más susceptible al impacto de la lluvia y el viento; también se aumenta la velocidad de flujo del agua en el suelo y pierde la capacidad de infiltrar el agua; todo esto lleva a una disminución de los servicios que el ambiente brinda.

Actualmente la recuperación de la vegetación original y las condiciones del medio provocado por las actividades antrópicas, ya no se da tan frecuentemente. Lo que ha sido talado o alterado permanece así indefinidamente por diversas razones, dando tal vez lugar al desplazamiento definitivo de la flora y la fauna original que poblaba el lugar. Esto va a depender del grado de deterioro que sufra el suelo y de la cercanía de zonas de comunidades naturales que puedan aportar elementos florísticos y faunísticos colonizadores al área talada cuando ésta deje de ser utilizada por el hombre.

La desaparición de la vegetación arbórea es la que resulta más fácil de apreciar y evaluar como forma de deterioro de las comunidades naturales, ya que el paisaje cambia radicalmente sobre extensas áreas. La fragmentación del hábitat y el consecuente aislamiento de poblaciones es el impacto más significativo, ya que el efecto "barrera" y el efecto de borde afectan la disponibilidad de alimento y el potencial reproductivo de las especies.

El conflicto entre la fauna y los seres humanos presenta una tendencia a incrementarse a medida que ambos grupos compitan por los mismos recursos, cada vez más escasos (Kaeslin, *et al.*, 2013).

El efecto de la presencia humana en las poblaciones de fauna es crítico para emprender medidas de manejo adecuadas para su conservación. Los seres humanos pueden afectar la fauna en la medida en que ésta, para evitar el contacto con el hombre, gasta energía potencialmente utilizable en actividades reproductivas o de forrajeo (Primm, 1996).

8.1.1. Sistema Ambiental

8.1.1.1. Erosión Hídrica

Se estimó la Erosión del Suelo utilizando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), el cual es 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 pérdida de suelo es de 10 t/ha; mayores pérdidas significan degradación.

La fórmula y la metodología empleada se extrajo del Curso-Taller realizado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGARPA), "*Desarrollo de Capacidades*

Orientadas a Estimar la Erosión del Suelo impartido por el Dr. Mario Martínez Ménez en 2005.

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo es la siguiente:

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

Dónde:

E = Tasa de Erosión Anual del Suelo (Ton/Ha/año).

R = Erosividad de la Lluvia (Mj/Ha mm/hr).

K = Erodabilidad del Suelo (Ton/h/MJ.mm).

LS = Factor Topográfico Longitud-Pendiente.

C = Factor de Vegetación y Cultivo.

1) Erosividad (Factor R)

El factor R representa, para un área específica, la energía potencial de la lluvia y su escurrimiento asociado; es el factor de tipo climático que indica el potencial erosivo de las precipitaciones. Normalmente este factor es determinado con los datos de lluvia, es decir, se obtiene la intensidad máxima de lluvia en treinta minutos consecutivos (I30) y se determina la energía cinética asociada (EC). El producto de ambas es la erosividad de la lluvia. Debido a la carencia de información relativa a la intensidad en periodos de tiempo tan cortos, se optó por la metodología descrita a continuación:

A partir de la Precipitación Media Anual (PMA), se aplicó a la ecuación de erosividad asociada a la región 12 (Tabla 1, Figura 1) determinada por Cortés (Becerra, 1997).

Región	Ecuación	R ²
I	$R = 1.2078 P + 0.002276 P^2$	0.92
II	$R = 3.4555 P + 0.006470 P^2$	0.93
III	$R = 3.6752 P + 0.001720 P^2$	0.94
IV	$R = 2.8559 P + 0.002983 P^2$	0.92
V	$R = 3.4880 P + 0.00088 P^2$	0.94
VI	$R = 6.6847 P + 0.001680 P^2$	0.90
VII	$R = -0.0334 P + 0.0066616 P^2$	0.98
VIII	$R = 1.9967 P + 0.003270 P^2$	0.98
IX	$R = 7.0458 P + 0.002096 P^2$	0.97
X	$R = 6.8938 P + 0.00442 P^2$	0.95
XI	$R = 3.7745 P + 0.004540 P^2$	0.98
XII	$R = 2.4619 P + 0.006067 P^2$	0.96
XIII	$R = 10.7427 P + 0.00108 P^2$	0.97
XIV	$R = 1.5005 P + 0.002640 P^2$	0.95

Tabla 1. Ecuaciones Regionalizadas para la República Mexicana (Becerra, 1997).

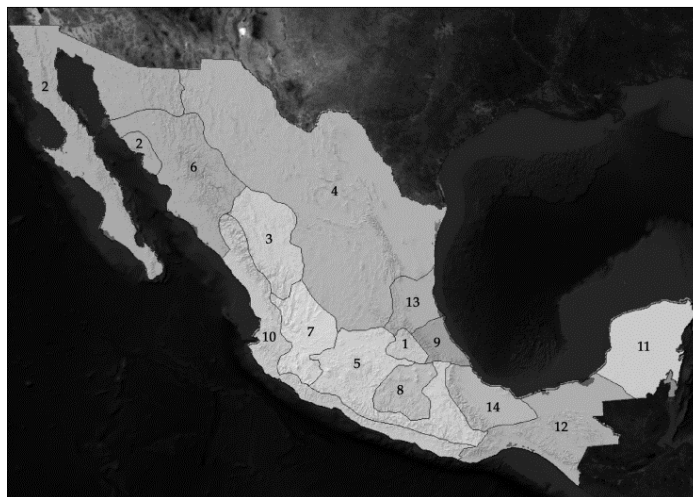


Figura 1. Regionalización Nacional del Factor R (Becerra, 1997).

2) Erodabilidad (Factor K)

El factor K indica el grado de susceptibilidad o resistencia de un horizonte específico del suelo a la erosión. La erodabilidad del suelo es una propiedad compleja y se concibe como la facilidad con la cual es desprendido por:

- El salpicado de las gotas durante un evento de lluvia.
- El flujo superficial.
- Por la acción de ambos fenómenos.

Sin embargo, desde un punto de vista más cuantitativo, la erodabilidad del suelo puede entenderse como el cambio en la pérdida de suelo por unidad de fuerza o energía externa aplicada (Montes, 2002). La erodabilidad representa un valor promedio integral anual de la pérdida de suelo en respuesta a procesos de erosión e hidrológicos, entre los que destaca lo siguiente: el desprendimiento y transporte por el impacto de las gotas de lluvia y el escurrimiento superficial; la deposición localizada debida a la topografía natural e inducida por las operaciones de labranza, y la infiltración del agua en el perfil del suelo.

Tradicionalmente, la metodología usada para la determinación de dicho factor es el nomograma de Wischmeier y Smith, el cual toma en cuenta ciertas propiedades del suelo, como contenido de materia orgánica, contenido de arenas, contenido de limos, estructura y permeabilidad, entre otras.

Para la determinación de este factor fue empleada la información edafológica más reciente del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI): Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1: 250,000, Serie II (Continuo Nacional), que contiene información actualizada durante el periodo 2002-2006 (INEGI, 2007).

Se empleó la clasificación de suelos del WRB (*World Reference Base for Soil Resources*), reporte número 84 (FAO, 2006), publicado por la Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo (SICS), del Centro Internacional de Referencia e Información de Suelos (ISRIC por sus siglas en inglés) y de la FAO, en Roma, Italia, en el año 1999, adaptado por el INEGI, para las condiciones ambientales de México.

Las características que se obtuvieron de esta información son los tipos de suelo y textura. De acuerdo con la clasificación del tipo de suelo y de su textura superficial (gruesa, media o fina), se le asigna el factor K, el cual está representado en la Tabla 2:

Orden	Textura		
	G	M	F
AC	0.026	0.04	0.013
AL	0.026	0.04	0.013
AN	0.026	0.04	0.013
AR	0.013	0.02	0.007
CH	0.013	0.02	0.007
CL	0.053	0.079	0.026
CM	0.026	0.04	0.013
DU	0.053	0.079	0.026
FL	0.026	0.04	0.013
FR	0.013	0.02	0.007
GL	0.026	0.04	0.013
GY	0.053	0.079	0.026
HS	0.053	0.02	0.007
KS	0.026	0.04	0.013
LP	0.013	0.02	0.007
LV	0.026	0.04	0.013
LX	0.013	0.02	0.007
NT	0.013	0.02	0.007
PH	0.013	0.02	0.007
PL	0.053	0.079	0.026
PT	0.026	0.04	0.013
RG	0.026	0.04	0.013
SC	0.026	0.04	0.013
SN	0.053	0.079	0.026
UM	0.026	0.04	0.013
VR	0.053	0.079	0.026

Tabla 2. Factor K, según el tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB.

Clasificación WRB					
Nombre	Símbolo	Nombre	Símbolo	Nombre	Símbolo
Acrisol	AC	Durisol	DU	Nitísol	NT
Albeluvisol	AB	Ferralsol	FR	Phaeozem	PH
Alisol	AL	Fluvisol	FL	Planosol	PL
Andosol	AN	Gleysol	GL	Plinthosol	PT
Anthrosol	AT	Gypsisol	GY	Podzol	PZ

Clasificación WRB					
Nombre	Símbolo	Nombre	Símbolo	Nombre	Símbolo
Arenosol	AR	Histosol	HS	Regosol	RG
Caldsol	CL	Kastanozem	KS	Solonchak	SC
Cambisol	CM	Leptosol	LP	Solonetz	SN
Chemozem	CH	Lixisol	LX	Umbrisol	UM
Cryosol	CR	Luvisol	LV	Vertisol	VR

Tabla 3. Descripción de los Tipos de Suelo.

En el SA se presentan los tipos de Suelo con clave WRB AR (Arenosol), GL (Gleysol) y SC (Solonchak), con textura 1 y 2; es decir, son suelos de textura Gruesa y Media, por lo que el valor asignado para el Factor K es igual a AR (Arenosol) de 0.013, GL (Gleysol) de 0.079 y SC (Solonchak) de 0.026 para los de Textura Gruesa y de 0.04 para el SC (Solonchak) de Textura Media.

3) Longitud y Grado de Pendiente (Factor LS)

La metodología del cálculo del factor longitud y grado de pendiente (LS) es la siguiente (Josué Díaz, 2014):

✓ Longitud de la Pendiente (L)

La longitud de pendiente es definida como la distancia horizontal desde el origen de un flujo superficial al punto donde comienza la deposición o donde la escorrentía fluye a un canal definido. Su cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13} \right)^m$$

Donde:

λ = Longitud de la Pendiente (m).

m = Exponente de la longitud de la pendiente, calculado mediante la siguiente expresión:

$$m = \frac{F}{(1 + F)}$$

(F) se obtiene con la siguiente ecuación:

$$F = \frac{\sin \beta / 0.0896}{3 (\sin \beta)^{0.8} + 0.56}$$

β = Ángulo de la Pendiente.

Por su parte, la longitud de la pendiente se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\lambda = \frac{DX}{\cos \beta}$$

Donde:

DX = Distancia entre pixeles.

✓ *Inclinación de la Pendiente (S)*

El ángulo (β) se toma como el ángulo medio a todos los subgrids en la dirección de mayor pendiente:

$$S_{(i,f)} = \begin{cases} 10,8 \sin \beta_{(i,j)} + 0,03 & \tan \beta_{(i,j)} < 0,09 \\ 16,8 \sin \beta_{(i,j)} - 0,5 & \tan \beta_{(i,j)} \geq 0,09 \end{cases}$$

Donde:

S = Factor de Inclinación de la Pendiente.

β = Ángulo de la Pendiente.

Para obtener el valor de (LS) se empleó el SIG ArcGIS 10.6, utilizando Extensiones de la Herramienta ArcToolbox. El proceso fue el siguiente:

- I. Al archivo shapefile de la poligonal del SA donde se localiza el Proyecto, se le creó un cuadro alrededor, con el fin de limitar el efecto de los bordes y que la pendiente sea influenciada, arrojando datos incorrectos, como, por ejemplo, marcar estas áreas como de pendientes superiores a 45°
- II. A continuación, de la página del INEGI se descargó el Modelo Digital de Elevación (MDE) del Estado de Chiapas, en formato Ráster. Posteriormente se delimitó dicho archivo al del recuadro, esto con uso de la extensión *Extracción de Spatial Analyst* (Figura 2).

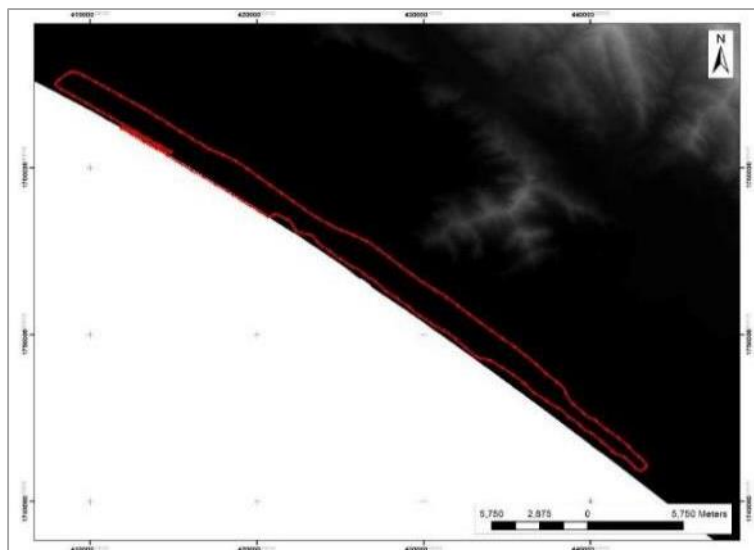


Figura 2. Modelo Digital de Elevación del recuadro alrededor del SA.

- III. Posteriormente, a partir de dicho archivo, se obtuvieron las curvas de nivel en formato shapefile.

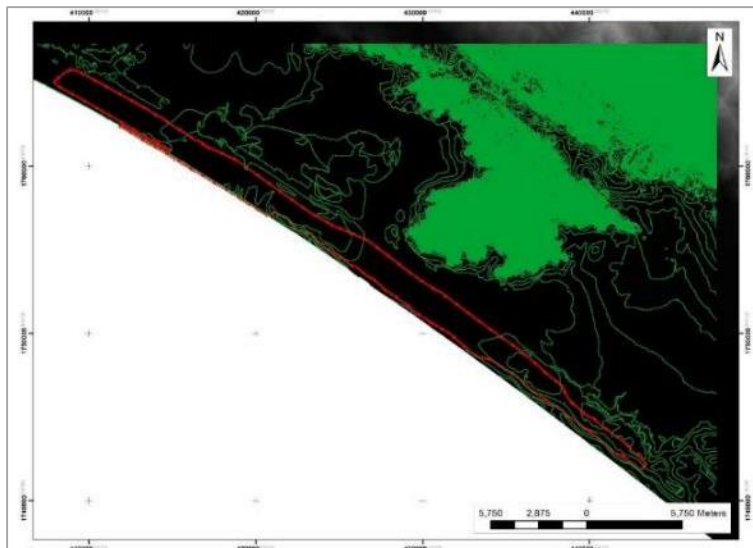


Figura 3. Curvas de Nivel a 50 m del recuadro alrededor del SA.

IV. Con las curvas de nivel se creó un archivo en formato TIN con la extensión *Crear TIN* de 3D Analyst, en el cual se muestran las elevaciones existentes en el área (Figura 4):

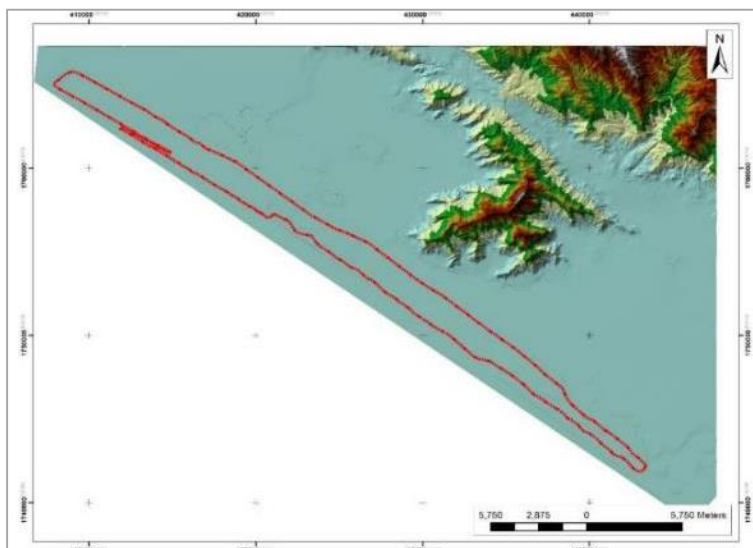


Figura 4. TIN del recuadro alrededor del SA.

V. Para obtener el MDE del SA se utilizó la extensión *Conversión de TIN a Ráster* de la carpeta 3D Analyst (Figura 5):

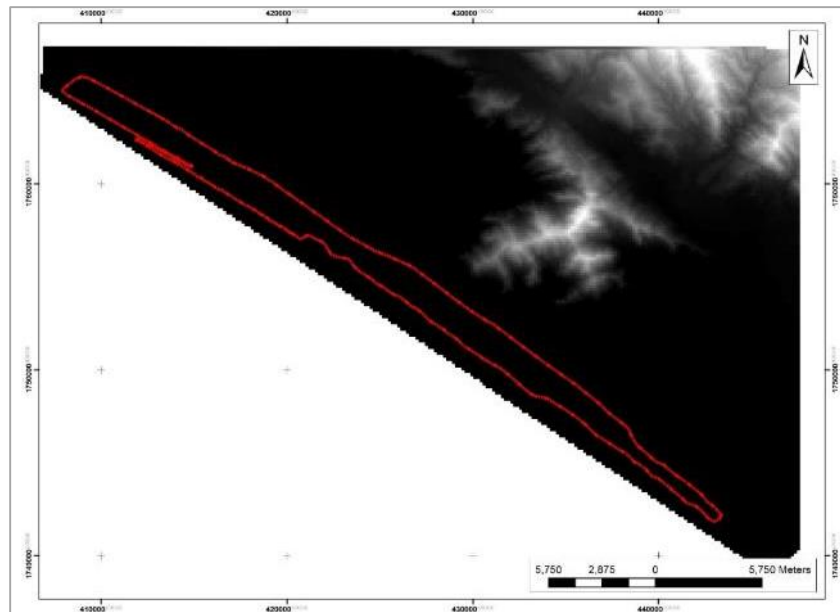
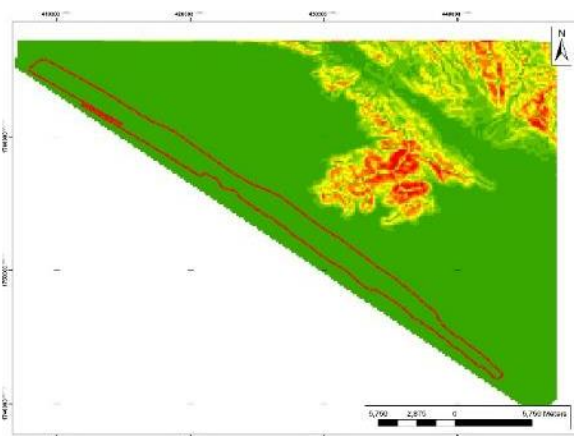


Figura 5. Modelo Digital de Elevación del SA.

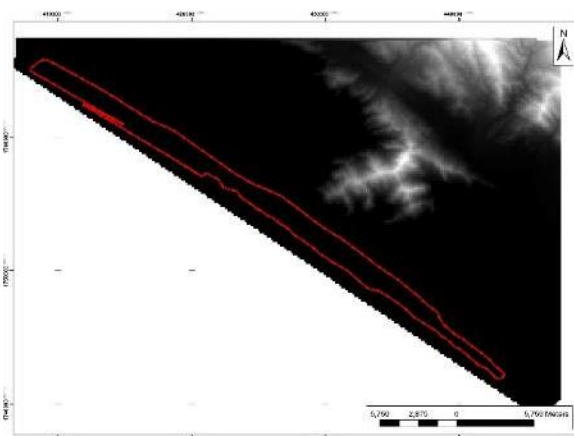
VI. Posteriormente y con ayuda de la herramienta Spatial Analyst se crearon los archivos Ráster, utilizando las extensiones de la Tabla 4:

Extensión	Archivo
Superficie	Pendiente (SLOPE)
Hidrología	Relleno (FILL)
	Dirección de Flujo (FLOW DIR)
	Acumulación (FLOW ACC)

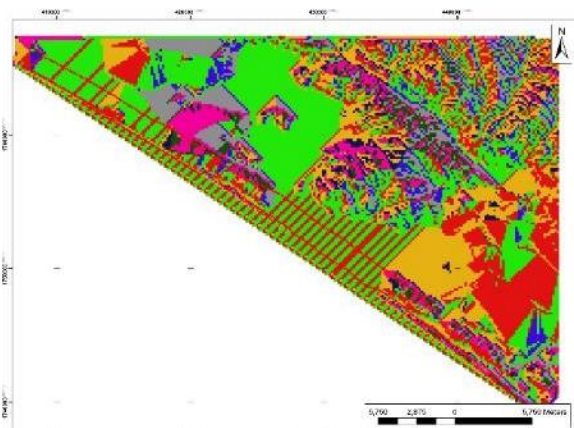
Tabla 4. Extensiones utilizadas en ArcGIS 10.1.



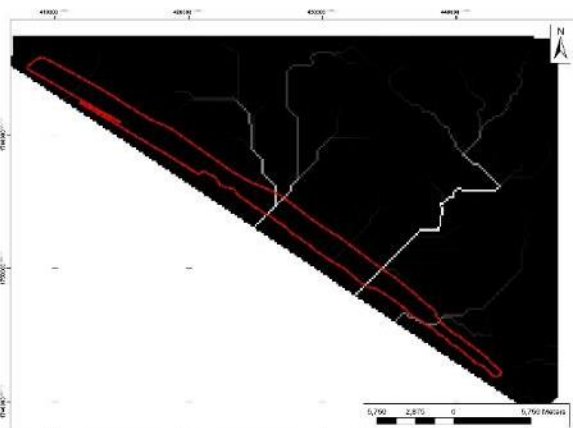
Pendiente (SLOPE)



Relleno (FILL)



Dirección de Flujo (FLOW DIR)



Acumulación de Flujo (FLOW ACC)

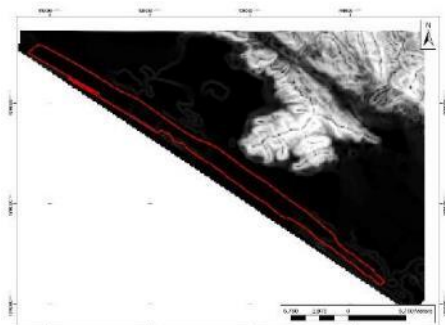
Figura 6. Archivos Ráster creados para el SA.

VII. A continuación, con la calculadora Ráster de la extensión Álgebra de Mapas de Spatial Analyst, se realizaron las operaciones de la Tabla 5:

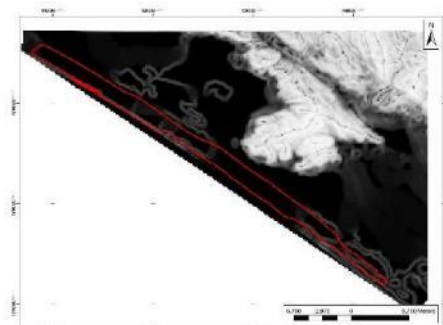
Ecuación	Archivo	Descripción
$((\sin(\text{"\%slope\%"} * 0.01745) / 0.0896) / (3 * \text{Power}(\sin(\text{"\%slope\%"} * 0.01745), 0.8) + 0.56))$	Factor F	Parámetro para obtener el Factor M
$\text{"\%factor\_F\%"} / (1 + \text{"\%factor\_F\%"})$	Factor M	Exponente de la Longitud de la Pendiente
$(\text{Power}(\text{"\%acumulation\%"} + 625, (\text{"\%factor\_M\%"} + 1)) - \text{Power}(\text{"\%acumulation\%"}, (\text{"\%factor\_M\%"} + 1))) / (\text{Power}(25, (\text{"\%factor\_M\%"} + 2)) * \text{Power}(22.13, \text{"\%factor\_M\%"}))$	Factor L	Longitud de la Pendiente
$\text{Con}((\tan(\text{"\%slope\%"} * 0.01745) < 0.09), (10.8 * \sin(\text{"\%slope\%"} * 0.01745) + 0.03), (16.8 * \sin(\text{"\%slope\%"} * 0.01745) - 0.5))$	Factor S	Inclinación de la Pendiente
$\text{"\%factor\_L\%"} * \text{"\%factor\_S\%"}$	Factor LS	Longitud y Grado de la Pendiente

Tabla 5. Ecuaciones empleadas en la elaboración del Factor LS.

VIII. Tras obtener el Factor_LS en formato Ráster, se reclasifica en tres rangos (0.02999, 1.4247 y 3.4471) y se convierte a formato Shapefile.



FACTOR_F



FACTOR_M

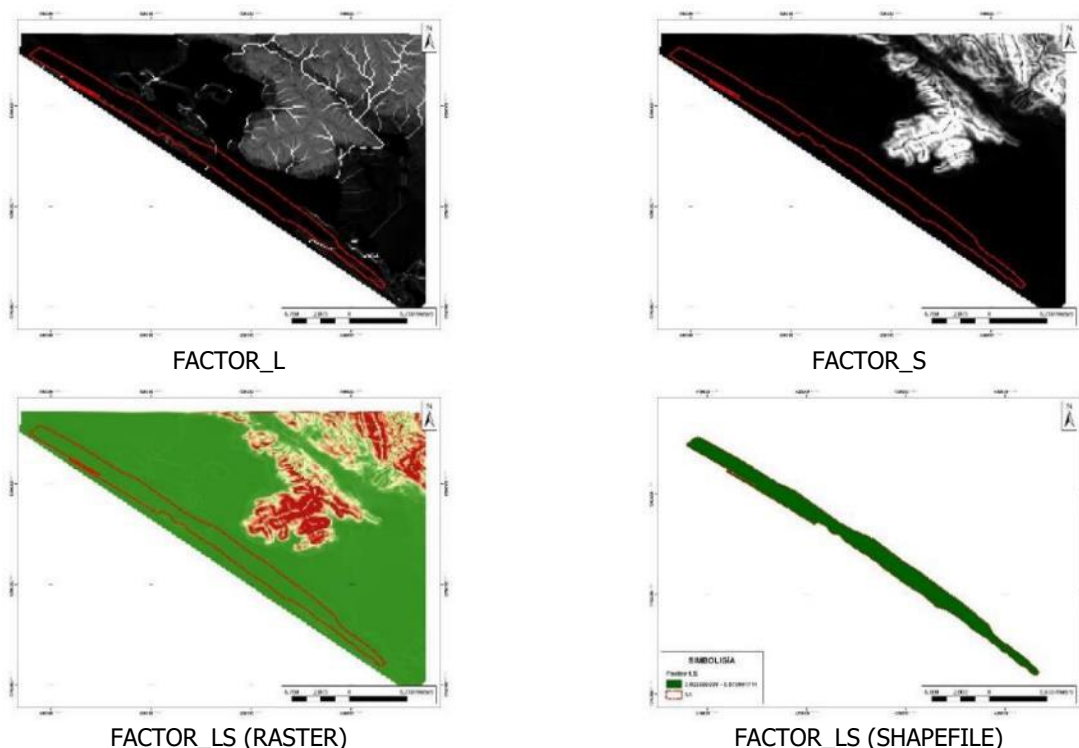


Figura 7. Ráster creados a partir de las Ecuaciones empleadas en la elaboración del Factor LS.

Como se observa en la Figura 7, el SA recae sobre una zona donde el Factor_LS va de 0.0299 a 0.5706; por lo tanto, se tomará el valor medio, siendo de 0.27.

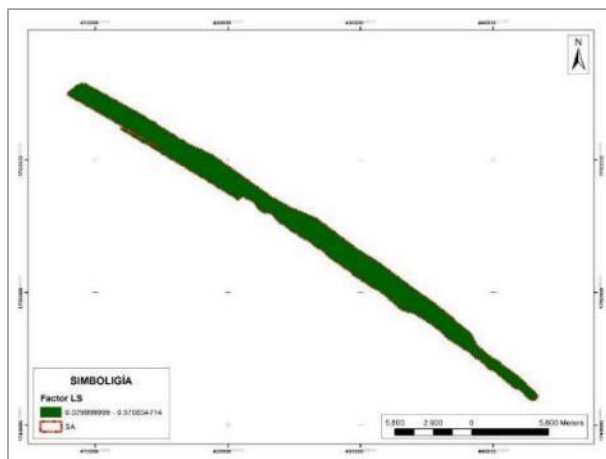


Figura 8. Factor LS del SA.

4) Factor de Protección de la Vegetación (Factor C)

El factor de protección (C) se asigna con el objeto de reflejar el efecto de la vegetación y las prácticas de manejo en las tasas de erosión. Se trata del factor

usado con más frecuencia para comparar el efecto relativo de diferentes opciones de manejo en un plan de conservación.

Dicho factor indica cómo el plan de conservación afectará la tasa promedio anual de erosión, y cómo la pérdida potencial de suelo se distribuirá en el tiempo durante las actividades de construcción, rotación de cultivos u otros esquemas de manejo, así como los cambios en el uso de suelo.

A continuación, se presenta la relación del valor C para cada tipo de vegetación y/o uso de suelo:

Vegetación y/o Uso de Suelo	C	Vegetación y/o Uso de Suelo	C
Bosque de Ayarín	0.01	Pastizal Gipsófilo	0.25
Bosque de Cedro	0.01	Pastizal Halófilo	0.25
Bosque de Encino	0.10	Pastizal Inducido	0.02
Bosque de Encino-Pino	0.01	Pastizal Natural	0.07
Bosque de Galería	0.10	Popal	0.85
Bosque de Oyamel	0.01	Pradera de Alta Montaña	0.05
Bosque de Pino	0.01	Sabana	0.54
Bosque de Pino-Encino	0.01	Sabanoide	0.54
Bosque de Tásate	0.01	Selva Alta Perennifolia	0.45
Bosque Mesófilo de Montaña	0.01	Selva Alta Subperennifolia	0.45
Chaparral	0.65	Selva Baja Caducifolia	0.50
Manglar	0.10	Selva Baja Espinosa Caducifolia	0.50
Matorral Crasicaule	0.65	Selva Baja Espinosa Subperennifolia	0.50
Matorral de Coníferas	0.20	Selva Mediana Caducifolia	0.45
Matorral Desértico Micrófilo	0.25	Selva Mediana Perennifolia	0.45
Matorral Desértico Rosetófilo	0.25	Selva Mediana Subcaducifolia	0.45
Matorral Espinoso Tamaulipeco	0.45	Tillar	0.10
Matorral Rosetófilo Costero	0.25	Vegetación de Desiertos Arenosos	0.85
Matorral Sarcocaul	0.25	Vegetación de Dunas Costeras	0.85
Matorral Sarco-Crasicaule	0.25	Vegetación de Galería	0.85
Matorral Sarco-Crasicaule de Neblina	0.25	Vegetación Halófila	0.85
Matorral Submontano	0.35	Zona Urbana	0.005
Matorral Subtropical	0.12	Cuerpos de Agua	1.0
Mezquital	0.65	Agricultura en Riego	0.55
Palmar Inducido	0.75	Agricultura de Temporal	0.75
Palmar Natural	0.75	Agricultura de Humedad	0.25

Tabla 6. Valores del Factor de Protección de la Vegetación (C).

El SA presenta distintos Usos de Suelo y Vegetación, por lo que se utilizó un valor de C diferente: para la agricultura de temporal se asignó el valor de 0.75; para los cuerpos de agua un valor de 1.0; para las áreas desprovistas de vegetación, sin vegetación aparente y zonas urbanas se le asignó un valor de 0.005; para las áreas de manglar un valor de 0.10; para el pastizal cultivado un valor de 0.02.

ESTIMACIÓN DEL PROCESO EROSIVO ACTUAL

✓ Factor R

El Proyecto recae en la Región 12, la fórmula para el cálculo del Factor R es el siguiente:

$$\text{Factor R} = 2.4619 \cdot P + 0.006067 \cdot P^2$$

P corresponde a la precipitación media anual. Se utilizó el valor de 2,121.60 mm de precipitación media anual de la Estación Meteorológica 7228 "Tres Picos":

$$R = (2.4619 \times 1,121.60) + (0.006067) \times (1,121.60)^2$$

$$R = 5,223.17 + 0.006067 \times (4,501,186.56)$$

$$R = 5,223.17 + 27,308.70 = 32,531.87.$$

$$\text{Factor R} = 32,531.87 \text{ Mj/Ha mm/hr.}$$

✓ Factor K

En el SA se presentan los tipos de Suelo con clave WRB AR (Arenosol), GL (Gleysol) y SC (Solonchak), con textura 1 y 2; es decir, son suelos de textura Gruesa y Media, por lo que el valor asignado para el Factor K es igual a AR (Arenosol) de 0.013, GL (Gleysol) de 0.079 y SC (Solonchak) de 0.026 para los de Textura Gruesa y de 0.04 para el SC (Solonchak) de Textura Media.

$$\text{Factor K} = 0.013, 0.079, 0.026 \text{ y } 0.04.$$

✓ Factor LS

El valor del factor LS es 0.27.

✓ Factor C

Los valores del factor C a utilizar son 0.75, 1.0, 0.005, 0.10 y 0.02.

EROSIÓN HÍDRICA POTENCIAL

Una vez obtenido cada valor, se procedió a realizar el cálculo de la Erosión Hídrica Potencial, para lo que utilizamos la ecuación siguiente:

$$\text{EH\_POT} = R \times K \times LS \times C$$

Se realizó la verificación respecto al cálculo de la Erosión Hídrica Potencial con la aplicación del Programa ArcGIS 10.6, haciendo uso de la herramienta Calculadora Ráster, obteniendo que, para el SA, la erosión hídrica potencial (EH_POT) asciende a un total 331.8446 Ton/Ha/Año.

En la Tabla 7 se detallan las superficies de terreno ocupadas por clase de degradación en el SA:

Clase de Degradación	Valor de la Erosión Hídrica	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Ligera	Menor de 12 Ton/Año	4,621.7444	77.30%
Moderada	De 12 a 50 Ton/Año	721.9525	12.07%
Alta	De 50 a 200 Ton/Año	132.6242	2.22%
Muy Alta	Mayor de 200 Ton/Año	0.0000	0.00%

Clase de Degradación	Valor de la Erosión Hídrica	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Sin Información	-----	502.7635	8.41%
Total		5,979.0845	100%

Tabla 7. Superficie ocupada por Clase de Degradación Laminar Hídrica en el SA.

Como se observa en la Tabla 7, el 77.30% del SA presenta una tasa erosiva menor a 12 Ton/Ha/Año; el 8.41% corresponde a superficies cubiertas por Cuerpo de Agua.

EROSIÓN ACTUAL REAL

Si se desea conocer la Erosión Hídrica Actual del área, se debe multiplicar el valor de la EH_POT por la superficie de cada polígono, el resultado refleja la Erosión Hídrica Actual presente, lo anterior es conocido también como Erosión Hídrica Real Actual (EH_REAL), pues se puede inferir que es lo que se erosiona en el área al año. Esto se realizó en la superficie del Sistema Ambiental; obteniendo la corrección de que el total de Erosión Hídrica Real Actual es de **41,216.3100 Ton/Año**.

En la Figura 9, se muestra la distribución de la tasa erosiva a lo largo de la superficie del SA:

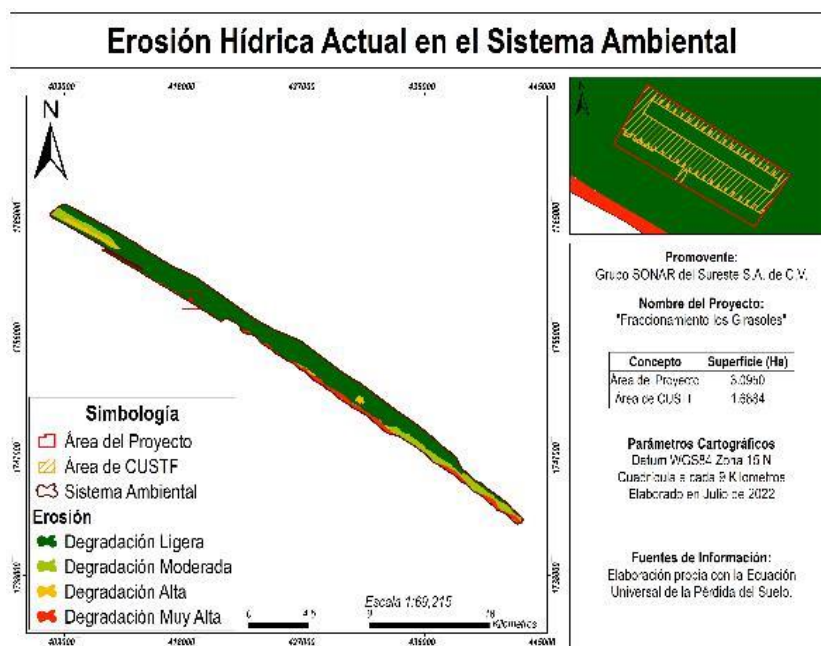


Figura 9. Erosión Hídrica Actual (Ton/Ha/Año) en el SA.

En los **Anexos** se presenta la base de datos en Excel del Cálculo de la Tasa Erosiva del SA.

7.1.1.2. Erosión Eólica

Para determinar si una zona o región es propensa a la degradación eólica, se aplica la siguiente metodología:

1. Con base en el PECRE, es posible estimar el parámetro IAVIE. Si el valor de este es mayor a 20, el área se considera como zona de influencia para el estudio de la erosión eólica. El valor de IAVIE se determina con base en la expresión siguiente:

$$IAVIE = 160.5282 - 0.7660(PECRE)$$

El PECRE se calcula de la siguiente manera:

$$PECRE = (0.2408 \times P) - (0.0000372 \times P^2) - 33.1019$$

Donde:

P = Precipitación Media Anual del SA (mm).

Sustituyendo valores tenemos:

$$PECRE = (0.2408 \times 2,120.60) - (0.0000372 \times (2,120.60)^2) - 33.1019 = 310.3352$$

$$PECRE = 310.3352$$

$$IAVIE = 160.5282 - 0.7660 \times (310.33) = -77.1886$$

$$IAVIE = -77.1886$$

Por lo que los suelos presentes en el SA **no** son propensos a la degradación eólica.

8.1.2. Área del Proyecto

8.1.2.1. Erosión Hídrica

La Ecuación por utilizar es la siguiente:

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

Donde:

A = Tasa de Erosión Anual (Ton/Ha/año).

R = Erosividad de la Lluvia (MJ mm/ha).

K = Erodabilidad del Suelo (Ton/ha/MJ.mm).

LS = Factor Topográfico Longitud – Pendiente.

C = Factor de Vegetación y Cultivo.

El cálculo para la obtención de los datos del Factor R, Factor K y Factor LS se explicaron con anterioridad, en el apartado 7.1.1.1. *Erosión Hídrica*. Para el caso del Factor C, es el siguiente:

- ✓ **Factor de Protección de la Vegetación (Factor C)**

El factor de protección (C) se asigna con el objeto de reflejar el efecto de la vegetación y las prácticas de manejo en las tasas de erosión. Se trata del factor usado con más frecuencia para comparar el efecto relativo de diferentes opciones de manejo en un plan de conservación. Dicho factor indica cómo el plan de conservación afectará la tasa promedio anual de erosión, y cómo la pérdida potencial de suelo se distribuirá en el tiempo durante las actividades de construcción, rotación de cultivos u otros esquemas de manejo, así como los cambios en el uso de suelo.

A continuación, en la Tabla 8 se presenta la relación del valor C para cada tipo de vegetación y/o uso de suelo:

Vegetación y/o Uso de Suelo	C	Vegetación y/o Uso de Suelo	C
Bosque de Ayarín	0.01	Pastizal Gipsófilo	0.25
Bosque de Cedro	0.01	Pastizal Halófilo	0.25
Bosque de Encino	0.10	Pastizal Inducido	0.02
Bosque de Encino-Pino	0.01	Pastizal Natural	0.07
Bosque de Galería	0.10	Popal	0.85
Bosque de Oyamel	0.01	Pradera de Alta Montaña	0.05
Bosque de Pino	0.01	Sabana	0.54
Bosque de Pino-Encino	0.01	Sabanoide	0.54
Bosque de Tásate	0.01	Selva Alta Perennifolia	0.45
Bosque Mesófilo de Montaña	0.01	Selva Alta Subperennifolia	0.45
Chaparral	0.65	Selva Baja Caducifolia	0.50
Manglar	0.10	Selva Baja Espinosa Caducifolia	0.50
Matorral Crasicaule	0.65	Selva Baja Espinosa Subperennifolia	0.50
Matorral de Coníferas	0.20	Selva Mediana Caducifolia	0.45
Matorral Desértico Micrófilo	0.25	Selva Mediana Perennifolia	0.45
Matorral Desértico Rosetófilo	0.25	Selva Mediana Subcaducifolia	0.45
Matorral Espinoso Tamaulipeco	0.45	Tillar	0.10
Matorral Rosetófilo Costero	0.25	Vegetación de Desiertos Arenosos	0.85
Matorral Sarcocaul	0.25	Vegetación de Dunas Costeras	0.85
Matorral Sarco-Crasicaule	0.25	Vegetación de Galería	0.85
Matorral Sarco-Crasicaule de Neblina	0.25	Vegetación Halófila	0.85
Matorral Submontano	0.35	Zona Urbana	0.005
Matorral Subtropical	0.12	Cuerpos de Agua	1.0
Mezquital	0.65	Agricultura en Riego	0.55
Palmar Inducido	0.75	Agricultura de Temporal	0.75
Palmar Natural	0.75	Agricultura de Humedad	0.25

Tabla 8. Valores del Factor de Protección de la Vegetación (C).

El área del Proyecto presenta dos tipos de uso de suelo: **Vegetación de Dunas Costeras** y **Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)**, por lo que se utilizó un valor de C diferente.

Para la Vegetación de Dunas Costeras se asignó un valor de 0.85; mientras que para la Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) se asignó el valor de 0.65 referente al

Matorral Crasicaule (Miranda y Hernández, 1963). De acuerdo con Rzedowski (1979) que este tipo de matorral es una equivalencia al Matorral Xerófilo.

ESTIMACIÓN DEL PROCESO EROSIVO ACTUAL

✓ Factor R

Se tiene un valor del Factor R = 32,531.87 Mj/Ha mm/hr.

✓ Factor K

El área del Proyecto presenta el tipo de Suelo con clave WRB AR (Arenosol) con textura 1; es decir, son suelos de textura Gruesa, por lo que el valor asignado para el Factor K es igual a AR (Arenosol) de 0.013.

Factor K = 0.013.

✓ Factor LS

El valor del factor LS es 0.27.

✓ Factor C

El valor del factor C a utilizar es de 0.65 para Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) y 0.85 para Vegetación de Dunas Costeras.

7.1.2.1.1. Condiciones previas al Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales

✓ Erosión Actual Potencial:

Una vez obtenido cada valor, se procedió a realizar el cálculo de la Erosión Hídrica Potencial, para lo que utilizamos la ecuación siguiente:

$$EH\_POT = R \times K \times LS \times C$$

Se realizó la verificación respecto al cálculo de la Erosión Hídrica Potencial con la aplicación del Programa ArcGIS 10.6, haciendo uso de la herramienta Calculadora Ráster, obteniendo que el Área de CUSTF la EH_POT asciende a un total de **1,398.7893 Ton/Ha/Año**.

En la Tabla 9 se detallan las superficies de terreno ocupadas por clase de degradación en el CUSTF.

Clase de Degradación	Valor de la Erosión Hídrica	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Ligera	Menor de 12 Ton/Año	0.2227	13.19
Moderada	De 12 a 50 Ton/Año	0.0000	0.00
Alta	De 50 a 200 Ton/Año	1.4657	86.81
Muy Alta	Mayor de 200 Ton/Año	0.0000	0.00
Sin información	-----	0.0000	0.00
Total		1.6884	100%

Tabla 9. Superficie ocupada por Clase de Degradación Laminar Hídrica en el Área de CUSTF.

Como se observa en la Tabla 9, el 86.81% del área del Proyecto presenta una **Erosión Alta**, mientras que el 13.19% presenta **Erosión Ligera**.

✓ Erosión Hídrica Real Actual:

Si se desea conocer la Erosión Hídrica Actual del área, se debe multiplicar el valor de la EH_POT por la superficie de cada Polígono, el resultado refleja la Erosión Hídrica Actual presente, lo anterior es conocido también como Erosión Hídrica Real Actual (EH_REAL), pues se puede inferir que es lo que se erosiona en el área al año. Esto se realizó en la superficie de CUSTF, obteniendo la corrección de que el total de Erosión Hídrica Real Actual es de **159.3911 Ton/Año** (Tabla 10).

Suelo	Textura	USV	Factor R	Factor Ls	Factor K	Factor C	Erosión Hídrica Potencial	Superficie (Ha)	Erosión Hídrica Real	Degradación
AR	1	VU	32531.87	0.27	0.013	0.85	97.0588	0.0016	0.1553	Ligera
AR	1	VU	32531.87	0.27	0.013	0.85	97.0588	0.0014	0.1359	Ligera
AR	1	VU	32531.87	0.27	0.013	0.85	97.0588	0.0007	0.0679	Ligera
AR	1	VU	32531.87	0.27	0.013	0.85	97.0588	0.0003	0.0291	Ligera
AR	1	VU	32531.87	0.27	0.013	0.85	97.0588	1.4657	142.2591	Alta
AR	1	VU	32531.87	0.27	0.013	0.85	97.0588	0.0224	2.1741	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	74.2215	0.0071	0.5270	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	74.2215	0.0296	2.1970	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	74.2215	0.0325	2.4122	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	74.2215	0.0081	0.6012	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	74.2215	0.0003	0.0223	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	74.2215	0.0605	4.4904	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	74.2215	0.0552	4.0970	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	74.2215	0.0014	0.1039	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	74.2215	0.0006	0.0445	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	74.2215	0.0004	0.0297	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	74.2215	0.0006	0.0445	Ligera
Total							1398.7893	1.6884	159.3911	

Tabla 10. Memoria de Cálculo de la Erosión Laminar Hídrica Actual en el Área de CUSTF.

USV=Uso de Suelo y Vegetación: VU= Vegetación de Dunas Costeras; VDM= Vegetación de Dunas Costeras (Matorral).

En la Figura 10 se observa la distribución de la erosión laminar hídrica actual a lo largo del área del CUSTF:

Clase de Degradación	Valor de la Erosión Hídrica	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Ligera	Menor de 12 Ton/Año	0.2227	13.19
Moderada	De 12 a 50 Ton/Año	0.0000	0.00
Alta	De 50 a 200 Ton/Año	1.4657	86.81
Muy Alta	Mayor de 200 Ton/Año	0.0000	0.00
Sin información	-----	0.0000	0.00
Total		1.6884	100%

Tabla 11. Superficie ocupada por Clase de Degradación Laminar Hídrica en el Área de CUSTF.

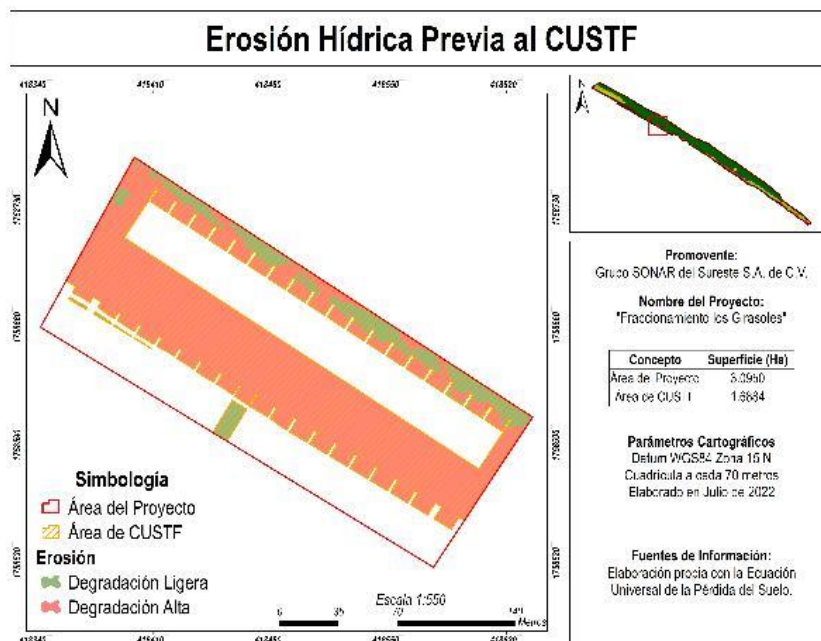


Figura 10. Clases de Degradación Laminar Hídrica actuales en el Área del CUSTF.

7.1.2.1.2. Condiciones posteriores al Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales

✓ Degradación una vez efectuado el CUSTF:

Para el cálculo de la erosión tras la ejecución del CUSTF, la Ecuación es la siguiente:

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

Donde:

A = Tasa de Erosión Anual (Ton/Ha/año).

R = Erosividad de la Lluvia (MJ mm/ha.h).

K = Erodabilidad del Suelo (Ton/ha/MJ.mm).

LS = Factor Topográfico Longitud – Pendiente.

Como se observa en la Tabla 11, se elimina de la ecuación el valor del Factor C, dado que se infiere que este ya no existe, por lo que los valores para el cálculo de la tasa erosiva son:

Factor	Valor
R	32,531.87 Mj/Ha mm/hr
K	0.013
LS	0.27

Tabla 12. Valores para el Cálculo de la Erosión Hídrica posterior al CUSTF.

Erosión Hídrica Potencial

Una vez obtenido cada valor, se procedió a realizar el cálculo de la Erosión Hídrica Potencial, para lo que utilizamos la ecuación siguiente:

$$EH\_POT = R \times K \times LS$$

El cálculo de la Erosión Hídrica Potencial se realizó con uso del Programa ArcGIS 10.6, haciendo uso de la herramienta Calculadora Ráster, obteniendo que para el área de CUSTF la EH_POT asciende a un total de **1,941.1773 Ton/Ha/Año**.

Erosión Hídrica Real (EH_REAL) con CUSTF

Si deseamos conocer la Erosión Hídrica Actual del área, se debe multiplicar el valor de la EH_POT por la superficie de CUSTF, para así obtener la Erosión Hídrica Real (EH_REAL). Esto se realizó en la superficie de CUSTF (1.5681 Ha); obteniendo que el total de EH_REAL actual es de **192.7932 Ton/Año**.

Clase de Degradación	Valor de la Erosión Hídrica	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Ligera	Menor de 12 Ton/Año	0.2227	13.19
Moderada	De 12 a 50 Ton/Año	0.0000	0.00
Alta	De 50 a 200 Ton/Año	1.4657	86.81
Muy Alta	Mayor de 200 Ton/Año	0.00	0.00
Sin información	-----	0.00	0.00
Total		1.6884	100%

Tabla 13. Superficie ocupada por Clase de Degradación Laminar Hídrica en el Área de CUSTF.

Como se observa en la Tabla 12, el 86.81% del área de CUSTF presenta una **Erosión Alta**, mientras que el 13.19% restante corresponde a **Erosión Ligera**.

Suelo	Textura	USV	Factor R	Factor Ls	Factor K	Factor C	Erosión Hídrica Potencial	Superficie (Ha)	Erosión Hídrica Real	Degradación
AR	1	VU	32531.87	0.27	0.013	0.85	114.1869	0.0016	0.1827	Ligera
AR	1	VU	32531.87	0.27	0.013	0.85	114.1869	0.0014	0.1599	Ligera
AR	1	VU	32531.87	0.27	0.013	0.85	114.1869	0.0007	0.0799	Ligera
AR	1	VU	32531.87	0.27	0.013	0.85	114.1869	0.0003	0.0343	Ligera
AR	1	VU	32531.87	0.27	0.013	0.85	114.1869	1.4657	167.3637	Alta
AR	1	VU	32531.87	0.27	0.013	0.85	114.1869	0.0224	2.5578	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	114.1869	0.0071	0.8107	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	114.1869	0.0296	3.3799	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	114.1869	0.0325	3.7111	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	114.1869	0.0081	0.9249	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	114.1869	0.0003	0.0343	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	114.1869	0.0605	6.9083	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	114.1869	0.0552	6.3031	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	114.1869	0.0014	0.1599	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	114.1869	0.0006	0.0685	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	114.1869	0.0004	0.0457	Ligera
AR	1	VDM	32531.87	0.27	0.013	0.65	114.1869	0.0006	0.0685	Ligera
Total							1,941.1773	1.6884	192.7932	

Tabla 14. Memoria de Cálculo de la Erosión Laminar Hídrica en el Área del Proyecto (posterior al CUSTF).

En la Figura 11 se muestra la distribución de la erosión laminar hídrica, posterior a las actividades de CUSTF:

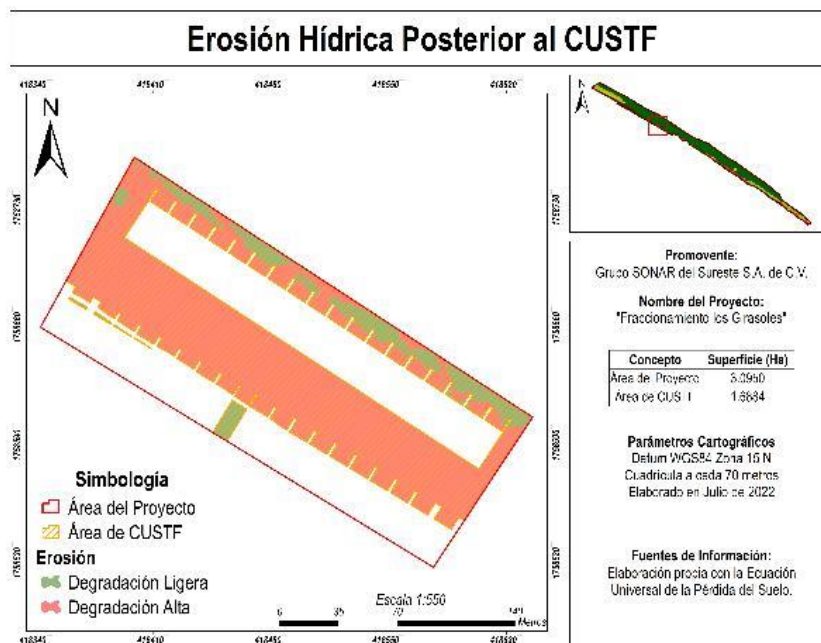


Figura 11. Clases de Degradación Laminar Hídrica en el Área del Proyecto (posteriores al CUSTF).

Con lo anterior, se establece un aumento en la Tasa Erosiva actual, es decir, de **159.3911 Ton/Año** a **192.7932 Ton/Año**, notándose un incremento de **33.4020 Ton/Año**; por lo que deberán de implementarse las medidas necesarias para su mitigación y/o compensación.

8.2. Estado de la infiltración

La infiltración se define como el proceso por el cual el agua penetra en el suelo, a través de la superficie de la Tierra, y queda retenida por ella o alcanza un nivel acuífero incrementando el volumen acumulado anteriormente. Superada por la capacidad de campo del suelo, el agua desciende por la acción conjunta de las fuerzas capilares y de la gravedad. Esta parte del proceso recibe distintas denominaciones: percolación, infiltración eficaz, infiltración profunda, etc.

La representación del proceso de infiltración queda ejemplificada en el modelo siguiente:

$$INFILTRACIÓN = CAP - ETP - Ve$$

Donde:

CAP = Captación de Agua.

ETP = Evapotranspiración.

Ve = Volumen de Esguerrimiento.

8.2.1. Sistema Ambiental

En seguida, se exponen los cálculos realizados para cada uno de los factores:

✓ Captación de Agua

La Captación de Agua se obtiene a partir de multiplicar el valor de la precipitación anual convertida a metros, por el área de captación convertida a metros cuadrados.

$$CAP = P * A$$

Donde:

CAP = Captación de Agua.

P= Precipitación.

A= Área de Captación.

Cercano al SA existe la Estación Climatológica 7228 "Tres Picos", en la que en el periodo comprendido entre 1981 a 2010 obtuvo un valor para la precipitación media anual de 2,120.60 mm; este valor se convierte a metros (2.1216 m) y se multiplica por la superficie del SA (5,979.0845 Ha) realizando la conversión a metros cuadrados (59,790,845.2539 m²).

$$\text{Captación} = 59,790,845.2539 \text{ m}^2 \times 2.1216 \text{ m} = 126,852,257.25 \text{ m}^3$$

$$\text{Captación} = 126,852,257.25 \text{ m}^3$$

En total, en la superficie del SA se capta anualmente **126,852,257.25 m³** de agua de lluvia.

✓ Cálculo de la Evapotranspiración

Se refiere a la cantidad de agua que retorna a la atmósfera, tanto por la transpiración de la vegetación como por la evaporación del suelo, reportada en metros. Esta se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$ETP = 16 \times \left(10 \frac{T}{I}\right)^a$$

Donde:

T = Temperatura Media Mensual (°C).

ETP = Evapotranspiración.

a = Función del Índice de Calor Anual.

Ve = Índice de Calor Anual.

El *índice de calor anual (I)* se calcula mediante:

$$I = \left(T/5\right)^{1.514}$$

Donde:

T = Temperatura Media Mensual (°C).

La *función (a)* se calcula mediante:

$$a = (0.000000675 \times I^3) - (0.0000771 \times I^2) + (0.01792 \times I) + 0.49239$$

Para la obtención del valor de I, se tiene que:

$$I = \left(\frac{28.0}{5}\right)^{1.514} = 13.5694$$

Obtención del exponencial a.

$$a = 0.000000675 \times (13.57)^3 - 0.0000771 \times (13.57)^2 + 0.01792 \times (13.57) + 0.49239$$
$$a = 0.7230$$

Obtención del Valor de ETP

$$ETR = 16 \times \left(10 \frac{28.00}{13.5694}\right)^{0.7230}$$

$$\mathbf{ETR = 270.0810 \text{ mm}}$$

De este modo se obtuvo el valor de la evapotranspiración que es de 270.0810 mm. Este valor se convierte a metros (0.2700810 m), los cuales al multiplicarlo por el área del SA en metros cuadrados (59,790,845.2339 m²) nos da un valor de **16,148,371.4439 m³**.

✓ Cálculo del Volumen de Ecurrimiento

El potencial de infiltración de agua de un área arbolada depende de un gran número de factores tales como: la cantidad y distribución de la precipitación, el tipo de suelo, las características del mantillo, el tipo de vegetación y la geomorfología del área, entre otros (Torres y Guevara, 2002).

En México existen pocos trabajos sobre estimaciones de captura de agua en zonas arboladas. Dentro de los trabajos pioneros en esta área se encuentra el de Martínez y Fernández (1983) y todo el conjunto de modelos de escurrimiento a partir del modelo lluvia-escurrimiento desarrollado por el CENAPRED.

La estimación de volúmenes de infiltración de agua en áreas forestales que a continuación se presenta se desarrolló siguiendo el modelo de escurrimiento general a través de la estimación de coeficientes de escurrimiento (Torres y Guevara, 2002).

El modelo asume que el coeficiente de escurrimiento (Ce) se puede estimar como sigue:

$$Ce = \frac{K(P-250)}{2000} \quad \text{Cuando } K \text{ es igual o menor a } 0.15 \quad \text{Ec. 1}$$

$$Ce = \frac{K(P-250)}{2000} + \frac{(K-0.15)}{1.5} \quad \text{Cuando } K \text{ es mayor que } 0.15 \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

Ce = Coeficiente de Esguerrimiento para diferentes superficies.

P = Precipitación Media Anual (m).

K = Factor que depende de la cobertura arbolado y del tipo de suelo.

El factor (K) está en función de la cobertura de los diferentes estratos vegetativos y el tipo de suelo. Los valores que puede tomar con base a las variables señaladas se encuentran tabulados en la Tabla 14:

Uso de Suelo	Tipo de Suelo		
	A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.30
Cultivos			
En Hileras	0.24	0.27	0.30
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.30
Granos pequeños	0.24	0.27	0.30
Pastizal			
<i>% del suelo cubierto o pastoreo</i>			
Más del 75% - Poco	0.14	0.20	0.28
Del 50 al 75% - Regular	0.2	0.24	0.30
Menos del 50% - Excesivo	0.24	0.28	0.30
Bosque			
Cubierto más del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.30
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.30	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.30

Tabla 15. Valores de K en Función del Tipo de Suelo.

FUENTE: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 1999.

A: Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos).

B: Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón).

C: Suelos casi impermeables (arenas o loes delgados sobre capa impermeable, arcillas).

Los suelos presentes en la superficie del SA corresponden al tipo A y B, con cobertura mayor al 75%, por lo que se toman diversos valores de K; como se detalla en la Tabla 15:

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K
Área desprovista de vegetación	0	0.00
Cuerpo de Agua	0	0.00

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K
Cuerpo de Agua	0	0.00
Manglar	0	0.00
Manglar	0	0.00
Pastizal Cultivado	0	0.00
Sin Vegetación Aparente	0	0.00
Urbano Construido	0	0.00
Vegetación Secundaria Arbórea de Manglar	0	0.00
Vegetación Secundaria Arbórea de Manglar	0	0.00
Agricultura de Temporal Permanente	1	0.24
Área Desprovista de Vegetación	1	0.26
Cuerpo de Agua	1	0.26
Cuerpo de Agua	1	0.26
Cuerpo de Agua	1	0.26
Manglar	1	0.07
Manglar	1	0.07
Pastizal Cultivado	1	0.14
Sin Vegetación Aparente	1	0.26
Urbano Construido	1	0.26
Urbano Construido	1	0.26
Urbano Construido	1	0.26
Urbano Construido	1	0.26
Vegetación Secundaria Arbórea de Manglar	1	0.07
Vegetación Secundaria Arbórea de Manglar	1	0.07
Vegetación Secundaria Arbórea de Manglar	1	0.07
Cuerpo de Agua	2	0.26
Cuerpo de Agua	2	0.07
Manglar	2	0.16
Manglar	2	0.16
Pastizal Cultivado	2	0.20
Pastizal Cultivado	2	0.20
Vegetación Secundaria Arbórea de Manglar	2	0.16

Tabla 16. Valor K para los Usos de Suelo y Vegetación del SA.

Los datos vacíos en la Tabla 15 se refirieron a las zonas que el tipo de textura menciona como cuerpos de agua y no les asigna un valor. Sustituyendo en la Ecuación 2, se tiene que los valores del coeficiente de escurrimiento quedan de la siguiente forma (Tabla 16):

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K	Ce
Área desprovista de Vegetación	0	0.00	0.0000
Cuerpo de Agua	0	0.00	0.0000
Cuerpo de Agua	0	0.00	0.0000
Manglar	0	0.00	0.0000
Manglar	0	0.00	0.0000
Pastizal Cultivado	0	0.00	0.0000
Sin Vegetación Aparente	0	0.00	0.0000
Urbano Construido	0	0.00	0.0000

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K	Ce
Vegetación Secundaria Arbórea de Manglar	0	0.00	0.0000
Vegetación Secundaria Arbórea de Manglar	0	0.00	0.0000
Agricultura de Temporal Permanente	1	0.24	0.2846
Área Desprovista de Vegetación	1	0.26	0.3166
Cuerpo de Agua	1	0.26	0.3166
Cuerpo de Agua	1	0.26	0.3166
Cuerpo de Agua	1	0.26	0.3166
Manglar	1	0.07	0.0655
Manglar	1	0.07	0.0122
Pastizal Cultivado	1	0.14	0.1243
Sin Vegetación Aparente	1	0.26	0.3166
Urbano Construido	1	0.26	0.3166
Urbano Construido	1	0.26	0.3166
Urbano Construido	1	0.26	0.3166
Urbano Construido	1	0.26	0.2433
Vegetación Secundaria Arbórea de Manglar	1	0.07	0.0655
Vegetación Secundaria Arbórea de Manglar	1	0.07	0.0655
Vegetación Secundaria Arbórea de Manglar	1	0.07	0.0122
Cuerpo de Agua	2	0.26	0.3166
Cuerpo de Agua	2	0.07	0.0655
Manglar	2	0.16	0.1497
Manglar	2	0.16	0.1564
Pastizal Cultivado	2	0.20	0.2205
Pastizal Cultivado	2	0.20	0.2205
Vegetación Secundaria Arbórea de Manglar	2	0.16	0.1564

Tabla 17. Valores del Coeficiente de Esguerrimiento por Tipo de Uso de Suelo.

Una vez estimado el Coeficiente de Esguerrimiento (Ce) es posible calcular el Esguerrimiento Anual (Ve), que está dado por la expresión siguiente:

$$Ve = Pa \times At \times Ce$$

Donde:

Ve = Esguerrimiento Anual (m³).

Pa = Precipitación Media Anual (m).

At = Área Total (m²)

Ce = Coeficiente de Esguerrimiento (adimensional).

Con base al cálculo anterior, se obtuvo que en el área del SA se esguerran anualmente **16,309,664.2430 m³** de agua, como se describe en la Tabla 17:

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K	Superficie Ha	m ²	Ce	Ve (m ³)
Área desprovista de Vegetación	0	0.00	0.0005	4.8956	0.0000	0.00
Cuerpo de Agua	0	0.00	0.0002	1.5359	0.0000	0.00
Cuerpo de Agua	0	0.00	431.1709	4,311,708.6241	0.0000	0.00

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K	Ha	Superficie m ²	Ce	Ve (m ³)
Manglar	0	0.00	0.1315	1,314.7181	0.0000	0.00
Manglar	0	0.00	0.0224	223.8665	0.0000	0.00
Pastizal Cultivado	0	0.00	11.0760	110,760.3453	0.0000	0.00
Sin Vegetación Aparente	0	0.00	0.0012	11.9341	0.0000	0.00
Urbano Construido	0	0.00	0.0032	31.7815	0.0000	0.00
Vegetación Secundaria Arbórea de Manglar	0	0.00	12.7354	127,353.9163	0.0000	0.00
Vegetación Secundaria Arbórea de Manglar	0	0.00	32.6224	326,224.2948	0.0000	0.00
Agricultura de Temporal Permanente	1	0.24	27.3260	273,260.1172	0.2846	164,991.83
Área Desprovista de Vegetación	1	0.26	9.6900	96,900.3613	0.3166	65,096.33
Cuerpo de Agua	1	0.26	0.0002	1.5883	0.3166	1.07
Cuerpo de Agua	1	0.26	7.2862	72,861.9443	0.3166	48,947.65
Cuerpo de Agua	1	0.26	0.0026	26.2700	0.3166	17.65
Manglar	1	0.07	50.6978	506,978.4483	0.0655	70,458.61
Manglar	1	0.07	0.9925	9,925.4787	0.0122	256.33
Pastizal Cultivado	1	0.14	4224.7037	42,247,037.3212	0.1243	11,145,235.66
Sin Vegetación Aparente	1	0.26	15.4626	154,625.7125	0.3166	103,875.43
Urbano Construido	1	0.26	59.4556	594,556.1608	0.3166	399,414.66
Urbano Construido	1	0.26	49.8104	498,103.5376	0.3166	334,619.11
Urbano Construido	1	0.26	3.7527	37,526.8109	0.3166	25,210.00
Urbano Construido	1	0.26	63.5346	635,345.9239	0.2433	327,967.00
Vegetación Secundaria Arbórea de Manglar	1	0.07	16.1298	161,298.1158	0.0655	22,416.81
Vegetación Secundaria Arbórea de Manglar	1	0.07	9.8480	98,479.5122	0.0655	13,686.44
Vegetación Secundaria Arbórea de Manglar	1	0.07	15.2493	152,493.1025	0.0122	3,938.22
Cuerpo de Agua	2	0.26	0.0003	2.7844	0.3166	1.87
Cuerpo de Agua	2	0.07	7.7106	77,106.1622	0.0655	10,716.02
Manglar	2	0.16	2.7658	27,657.6180	0.1497	8,785.80
Manglar	2	0.16	462.3896	4,623,896.2095	0.1564	1,534,240.78
Pastizal Cultivado	2	0.20	230.8194	2,308,193.7589	0.2205	1,079,769.94
Pastizal Cultivado	2	0.20	128.3951	1,283,950.7928	0.2205	600,630.46
Vegetación Secundaria Arbórea de Manglar	2	0.16	105.2982	1,052,981.5903	0.1564	349,386.58
TOTAL			5,979.0845	59,790,845.2339		16,309,664.24

Tabla 18. Memoria de Cálculo del Volumen de Escurrimiento para el SA.

7.2.1.1. Cálculo del Volumen de Infiltración

De los resultados obtenidos se desprende que la superficie del SA recibe en promedio anualmente 126,852,257.25 m³ (100%) de agua por medio de la precipitación, de la cual 16,309,664.24 m³ (12.86%) se pierden en los escurrimientos superficiales; 16,148,371.44 m³ (12.73%) regresan a la atmósfera por evapotranspiración y 94,394,221.56 m³ (74.41%) se infiltran contribuyendo a la recarga de acuíferos.

Con estos datos se hace la sustitución en la Ecuación para el cálculo del volumen de infiltración

$$\text{Infiltración} = 126,852,257.2482 - 16,309,664.2430 - 16,148,371.4439 = \mathbf{94,394,221.5613 \text{ m}^3}$$

Derivado de lo anterior se establece que en el SA se infiltran anualmente **94,394,221.5613 m³** de agua.

8.2.2. Área del Proyecto

En seguida, se exponen los cálculos realizados para cada uno de los factores en los periodos de estudio establecidos:

8.2.2.1. Estado Actual

✓ Captación de Agua

Haciendo uso de la fórmula de captación de agua:

$$CAP = P * A$$

De manera similar al SA, se utilizan los datos de la Estación Climatológica 7228 "Tres Picos", en la que en el periodo comprendido entre 1981 a 2010 obtuvo un valor para la precipitación media anual de 2,120.60 mm; este valor se convierte a metros (2.1216 m) y se multiplica por la superficie del CUSTF (1.6884 Ha) realizando la conversión a metros cuadrados (16,884.36 m²).

$$\text{Captación} = 16,884.36 \text{ m}^2 \times 2.1216 \text{ m} = 35,821.85 \text{ m}^3.$$

$$\text{Captación} = 35,821.85 \text{ m}^3$$

En total, en la superficie de CUSTF se capta anualmente **35,821.85 m³** de agua de lluvia.

✓ Cálculo de la Evapotranspiración

Esta se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$ETP = 16 \times \left(10 \frac{T}{I}\right)^a$$

Donde:

T = Temperatura Media Mensual (°C).

ETP = Evapotranspiración.

a = Función del Índice de Calor Anual.

Ve = Índice de Calor Anual.

El *índice de calor anual (I)* se calcula mediante:

$$I = \left(T/5\right)^{1.514}$$

Donde:

T = Temperatura Media Mensual (°C).

La *función (a)* se calcula mediante:

$$a = (0.000000675 \times I^3) - (0.0000771 \times I^2) + (0.01792 \times I) + 0.49239$$

Para la obtención del valor de I, se tiene que:

$$I = \left(\frac{28.0}{5} \right)^{1.514} = 13.57$$

Obtención del exponencial (a):

$$a = 0.000000675 \times (13.57)^3 - 0.0000771 \times (13.57)^2 + 0.01792 \times (13.57) + 0.49239$$

$$a = 0.72$$

Obtención del Valor de ETP

$$ETR = 16 \times \left(10 \frac{28.00}{13.57} \right)^{0.72}$$

ETR = 270.07 mm

De este modo se obtuvo el valor de la evapotranspiración que es de 270.07 mm. Este valor se convierte a metros (0.2700 m), los cuales al multiplicarlo por el área de CUSTF en metros cuadrados (16,884.36 m²) nos da un valor de **4,559.97 m³**.

✓ Cálculo del Volumen de Esguerrimiento

El modelo asume que el coeficiente de esguerrimiento (Ce) se puede estimar como sigue:

$$Ce = \frac{K(P-250)}{2000} \quad \text{Cuando } K \text{ es igual o menor a } 0.15 \quad \text{Ec. 1}$$

$$Ce = \frac{K(P-250)}{2000} + \frac{(K-0.15)}{1.5} \quad \text{Cuando } K \text{ es mayor que } 0.15 \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

Ce = Coeficiente de Esguerrimiento para diferentes superficies.

P = Precipitación Media Anual (m).

K = Factor que depende de la cobertura arbolado y del tipo de suelo.

El factor (K) está en función de la cobertura de los diferentes estratos vegetativos y el tipo de suelo. Los valores que puede tomar se encuentran tabulados en la Tabla 18:

Uso de Suelo	Tipo de Suelo		
	A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.30
Cultivos			
En Hilera	0.24	0.27	0.30
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.30
Granos pequeños	0.24	0.27	0.30
Pastizal			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Más del 75% - Poco	0.14	0.20	0.28
Del 50 al 75% - Regular	0.2	0.24	0.30

Uso de Suelo	Tipo de Suelo		
	A	B	C
Menos del 50% - Excesivo	0.24	0.28	0.30
Bosque			
Cubierto más del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.30
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.30	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.30

Tabla 19. Valores de K en Función del Tipo de Suelo.

FUENTE: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 1999.

A: Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos).

B: Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón).

C: Suelos casi impermeables (arenas o loes delgados sobre capa impermeable, arcillas).

El tipo de Suelo presente en el área de CUSTF es de tipo A, con cobertura mayor al 75%, por lo que el valor de K es igual a 0.07. Sustituyendo en la Ecuación 1, se tiene que los valores del coeficiente de escurrimiento quedan de la siguiente forma:

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K	Ce
Vegetación de Duna Costera	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0655
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0655

Tabla 20. Valores del Coeficiente de Escurrimiento para el Área de CUSTF.

Una vez estimado el Coeficiente de Escurrimiento (Ce) es posible calcular el Escurrimiento Anual (Ve), que está dado por la expresión siguiente:

$$Ve = Pa \times At \times Ce$$

Donde:

Ve = Escurrimiento Anual (m³).

Pa = Precipitación Media Anual (m).

A_t = Área Total (m^2)

C_e = Coeficiente de Escurrimiento (adimensional).

Las expresiones anteriores dentro de sus parámetros consideran la existencia de algún tipo de comunidad vegetal, por lo que la determinación del Coeficiente de escurrimiento (C_e) y Volumen de Escurrimiento Anual (V_e) se hizo para la superficie propuesta a CUSTF del área del Proyecto, actualmente provistas de vegetación.

Con base al cálculo anterior, se obtuvo que en el área del Proyecto se escurren anualmente **2,346.55 m^3** de agua; como se ve en la Tabla 20:

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K	Superficie (Ha)	Ce	Ve (m³)
Vegetación de Duna Costera	1	0.07	0.0016	15.5427	2.16
Vegetación de Duna Costera	1	0.07	0.0014	14.3535	1.99
Vegetación de Duna Costera	1	0.07	0.0007	6.5643	0.91
Vegetación de Duna Costera	1	0.07	0.0003	3.0799	0.43
Vegetación de Duna Costera	1	0.07	1.4657	14656.7423	2,036.96
Vegetación de Duna Costera	1	0.07	0.0224	224.3365	31.18
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0071	71.1074	9.88
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0296	295.7572	41.10
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0325	324.8813	45.15
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0081	80.6809	11.21
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0003	3.1858	0.44
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0605	605.0968	84.09
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0552	552.4207	76.77
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0014	13.7876	1.92
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0006	6.3797	0.89
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0004	4.1414	0.58
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.07	0.0006	6.2976	0.88
Total			1.6884	16,884.3556	2,346.55

Tabla 21. Memoria de Cálculo del Volumen de Escurrimiento para el Área de CUSTF.

7.2.2.1.1. Cálculo del Volumen de Infiltración

De los resultados obtenidos se desprende que el área propuesta a CUSTF recibe en promedio anualmente 35,821.85 m^3 (100%) de agua por medio de la precipitación, de la cual 2,346.55 m^3 (6.55%) se pierden en los escurrimientos superficiales; 4,559.97 m^3 (12.73%) regresan a la atmósfera por evapotranspiración y 28,915.34 m^3 (80.72%) se infiltran contribuyendo a la recarga de acuíferos.

Con estos datos se hace la sustitución en la Ecuación para el cálculo del volumen de infiltración

$$\text{Infiltración} = 35,821.85 - 2,346.55 - 4,559.97 = \mathbf{28,915.34 \text{ } m^3}$$

Derivado de lo anterior se establece que en el área del Proyecto de CUSTF se infiltran anualmente **28,915.34 m^3** de agua, actualmente.

7.2.2.2. Estado con Cambio de Uso de Suelo

Para calcular la Infiltración que se presentará en la Superficie que se propone a CUSTF, una vez realizado el Cambio de Uso del Suelo, se empleó el mismo cálculo que se realizó anteriormente para las condiciones actuales, el único valor a modificar es el **K** en el cálculo del Coeficiente de Ecurrimiento y en el del Volumen de Ecurrimiento, modificando el valor de 0.07 para las condiciones actuales donde la cobertura forestal es mayor a 75%, por el de Uso de Suelo Barbecho, áreas incultas y desnudas de tipo suelo C (0.26) derivado de las futuras condiciones donde el Cambio de Uso del Suelo ya se ha efectuado. El análisis queda de la siguiente manera:

Sustituyendo en la Ecuación 2, se tiene que los valores del coeficiente de escurrimiento quedan de la siguiente forma:

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K	Ce
Vegetación de Duna Costera	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.2433
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.2433

Tabla 22. Valores del Coeficiente de Ecurrimiento en el Área del Proyecto tras el CUSTF.

Una vez estimado el Coeficiente de Ecurrimiento (Ce) es posible calcular el Ecurrimiento Anual (Ve), que está dado por la expresión siguiente:

$$Ve = Pa \times At \times Ce$$

Donde:

Ve = Ecurrimiento Anual (m³).

Pa = Precipitación Media Anual (m).

At = Área Total (m²)

Ce = Coeficiente de Ecurrimiento (adimensional).

Con base al cálculo anterior, se obtuvo que, en el área del Proyecto, una vez realizado el CUSTF, se escurrirán anualmente **8,715.74 m³** de agua; como se ve en la Tabla 22:

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K	Superficie		Ce	Ve
			(Ha)	(m²)		(m³)
Vegetación de Duna Costera	1	0.26	0.0016	15.5427	0.2433	8.02
Vegetación de Duna Costera	1	0.26	0.0014	14.3535	0.2433	7.41
Vegetación de Duna Costera	1	0.26	0.0007	6.5643	0.2433	3.39
Vegetación de Duna Costera	1	0.26	0.0003	3.0799	0.2433	1.59
Vegetación de Duna Costera	1	0.26	1.4657	14656.7423	0.2433	7,565.84
Vegetación de Duna Costera	1	0.26	0.0224	224.3365	0.2433	115.80
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.0071	71.1074	0.2433	36.71
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.0296	295.7572	0.2433	152.67
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.0325	324.8813	0.2433	167.70
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.0081	80.6809	0.2433	41.65
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.0003	3.1858	0.2433	1.64
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.0605	605.0968	0.2433	312.35
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.0552	552.4207	0.2433	285.16
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.0014	13.7876	0.2433	7.12
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.0006	6.3797	0.2433	3.29
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.0004	4.1414	0.2433	2.14
Vegetación de Duna Costera (Matorral)	1	0.26	0.0006	6.2976	0.2433	3.25
Total			1.6884	16,884.3556		8,715.74

Tabla 23. Memoria de Cálculo del Volumen de Escorrimento del Área del Proyecto (posterior al CUSTF).

7.2.2.2.1. Cálculo del Volumen de Infiltración

De los resultados obtenidos se desprende que el área propuesta a CUSTF, una vez ejecutado el cambio de uso del suelo, recibirá en promedio anualmente 35,821.85 m³ (100%) de agua por medio de la precipitación, de la cual 4,559.97 m³ (12.73%) regresarán a la atmósfera por evapotranspiración; mientras que el Volumen de Escorrimento ascenderá a 8,715.74 m³ (24.33%); y la Infiltración descenderá a 22,546.14 m³ (62.94%); lo cual indica un **déficit de 6,369.1964 m³** de agua que dejarán de infiltrarse, por lo que se deberán de implementar las medidas necesarias para su mitigación y/o compensación.

Con estos datos se hace la sustitución en la Ecuación para el cálculo del volumen de infiltración:

$$\text{Infiltración} = 35,821.85 - 4,559.87 - 8,715.74 = \mathbf{22,546.14 \text{ m}^3}$$

Derivado de lo anterior se establece que en el área del Proyecto se infiltrarían anualmente **22,546.14 m³** de agua, tras la ejecución de las actividades de CUSTF.

8.3. Programa de conservación de suelo y agua

Derivado del crecimiento demográfico, no sólo en nuestro país, sino a nivel global, grandes extensiones de terrenos forestales se han visto modificadas para atender las necesidades de servicios que la sociedad demanda. Estas modificaciones se traducen no sólo en pérdidas de la diversidad, sino en aspectos más complejos como modificación de ciclos biológicos.

En muchos de los casos, la degradación ha sido tal que impide incluso, cualquier posibilidad de recuperación de la vegetación a su estado original por medios naturales. Es una situación que obliga intervenir para facilitar la estabilización de las condiciones actuales del ambiente y promover su mejoramiento a través de diversas prácticas y actividades entre las que sobresalen la forestación y las prácticas de conservación de suelos.

Los **Programas de Conservación de Suelo y Agua**, se han convertido en estrategias claves que los gobiernos, entidades educativas y diversos sectores de la sociedad, han adoptado para mitigar los impactos ambientales que se generan durante el desarrollo de proyectos, o bien, para recuperar áreas degradadas y potencializarlas para el progreso de comunidades rurales. En este entendido, a estos programas se les han asignado tipologías, según su orientación; por lo que pueden ser:

- **De Protección y Restauración**

El presente documento corresponde a un Programa de Conservación de Suelo y Agua como medida de mitigación para el **"Documento Técnico Unificado (DTU) del Trámite de Cambio de Uso de Suelo Forestal, Modalidad "B" para el Proyecto "Fraccionamiento Los Girasoles", ubicado en la Localidad de Playa del Sol, Municipio de Tonalá, Chiapas"**, dando cumplimiento al segundo y tercer precepto que se mencionan en el Artículo 93, Párrafo Primero de la **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)**, que establecen que *"la erosión de 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"*.

Para garantizar el éxito de un Programa de Conservación de Suelo y Agua, es preciso realizar estudios de campo, que permitan conocer las condiciones del sitio susceptibles a ejecutar obras de conservación de suelos y que estas sean eficientes.

En este sentido, el presente documento propone las obras de conservación de suelo y agua que se implementarán como medida de mitigación para los impactos ambientales ocasionados por la erosión laminar (hídrica y eólica) y el déficit de agua que se generarán a raíz del CUSTF.

8.3.1. Objetivos

- ✓ Proponer obras de conservación de suelo y agua como medidas de mitigación para los impactos generados por el CUSTF.
- ✓ Identificar las obras de conservación de suelo y agua a proponer, dada la naturaleza del Proyecto y las características del medio a afectar.

8.3.2. Características del Área de Estudio

El área del Proyecto se localiza en el Predio Rústico (propiedad de la Promovente), ubicado en la localidad de Playa del Sol, Municipio de Tonalá, en el Estado de Chiapas; a un costado del Centro Estatal de Acuacultura. El acceso al predio es por medio del Camino a 4.3 Km de la localidad Cabeza de Toro. En la Figura 12 se presenta la microlocalización del sitio del Proyecto:

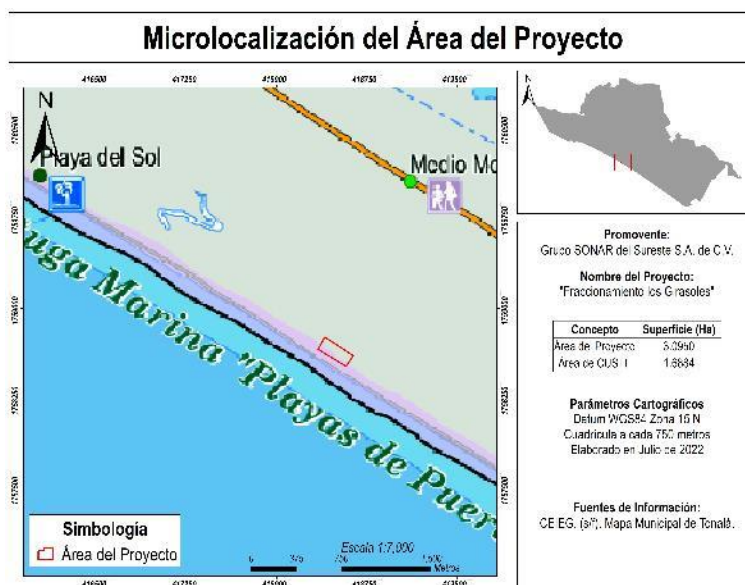


Figura 12. Microlocalización del Área del Proyecto.

En las Tablas 23 y 24 se presentan las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 15 Norte) que delimitan el área del Proyecto y la superficie sujeta a CUSTF, respectivamente:

Vértices	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	418398.797	1758759.775
2	418342.933	1758658.638
3	418576.706	1758515.738
4	418635.646	1758605.065

Tabla 24. Coordenadas UTM del Área del Proyecto.

Grupo SONAR del Sureste S.A. de C.V.
Documento Técnico Unificado (DTU) Modalidad B para el
Proyecto: "Fraccionamiento Los Girasoles"



Vértice	Coordenadas UTM		Polígono	Vértice	Coordenadas UTM		Polígono
	X	Y			X	Y	
1	418360.2967	1758676.4430	Uno	110	418479.6282	1758604.3972	Cinco
2	418370.7386	1758670.5250	Uno	111	418483.5177	1758610.8578	Cinco
3	418369.9888	1758669.2248	Uno	112	418481.9516	1758611.8007	Cinco
4	418359.7066	1758675.4196	Uno	113	418478.0454	1758605.3123	Cinco
5	418375.4211	1758667.8171	Dos	114	418467.7034	1758611.5011	Cinco
6	418380.7803	1758664.1643	Dos	115	418471.6686	1758617.9876	Cinco
7	418385.3156	1758660.9864	Dos	116	418470.8511	1758618.4795	Cinco
8	418384.8779	1758660.2594	Dos	117	418466.8242	1758611.8773	Cinco
9	418374.5973	1758666.4487	Dos	118	418392.8075	1758711.8781	Cinco
10	418387.1124	1758660.0932	Tres	119	418396.7390	1758709.3101	Cinco
11	418391.4074	1758656.8820	Tres	120	418408.9919	1758701.3064	Cinco
12	418397.1162	1758653.4441	Tres	121	418421.1851	1758693.3418	Cinco
13	418396.8721	1758653.0385	Tres	122	418433.0898	1758685.5656	Cinco
14	418386.5914	1758659.2278	Tres	123	418445.2521	1758677.6212	Cinco
15	418398.7471	1758652.2753	Cuatro	124	418456.4710	1758670.2930	Cinco
16	418404.3431	1758649.0508	Cuatro	125	418467.6096	1758663.0173	Cinco
17	418408.8662	1758645.8176	Cuatro	126	418479.3418	1758655.3538	Cinco
18	418408.8662	1758645.8176	Cuatro	127	418491.8000	1758647.2161	Cinco
19	418398.5855	1758652.0069	Cuatro	128	418502.8484	1758639.9992	Cinco
20	418466.8242	1758611.8773	Cinco	129	418515.8745	1758631.4905	Cinco
21	418465.2441	1758613.1501	Cinco	130	418527.0127	1758624.2151	Cinco
22	418458.4057	1758617.5915	Cinco	131	418538.7043	1758616.5781	Cinco
23	418462.0835	1758623.7005	Cinco	132	418550.0104	1758609.1930	Cinco
24	418461.1733	1758624.2477	Cinco	133	418562.0225	1758601.3466	Cinco
25	418457.5048	1758618.1541	Cinco	134	418574.7460	1758593.0356	Cinco
26	418452.7490	1758621.6417	Cinco	135	418585.3201	1758586.1286	Cinco
27	418447.5618	1758624.9063	Cinco	136	418591.9230	1758581.8622	Cinco
28	418450.8921	1758630.4381	Cinco	137	418603.7733	1758574.1231	Cinco
29	418449.2324	1758631.4367	Cinco	138	418622.8983	1758603.3945	Cinco
30	418445.8453	1758625.8107	Cinco	139	418622.1155	1758603.9058	Cinco
31	418435.6725	1758632.1792	Cinco	140	418617.4663	1758596.7900	Cinco
32	418438.9518	1758637.6261	Cinco	141	418607.4162	1758603.3547	Cinco
33	418437.2383	1758638.6577	Cinco	142	418612.0646	1758610.4711	Cinco
34	418436.2074	1758636.9453	Cinco	143	418610.3402	1758611.5974	Cinco
35	418434.1321	1758633.4981	Cinco	144	418605.6918	1758604.4811	Cinco
36	418431.0389	1758635.7981	Cinco	145	418595.6444	1758611.0441	Cinco
37	418424.0218	1758639.9705	Cinco	146	418600.2928	1758618.1604	Cinco
38	418425.5362	1758642.4859	Cinco	147	418598.6188	1758619.2539	Cinco
39	418426.9578	1758644.8473	Cinco	148	418593.9704	1758612.1375	Cinco
40	418425.2443	1758645.8787	Cinco	149	418583.9238	1758618.7000	Cinco
41	418422.5178	1758641.3499	Cinco	150	418588.5722	1758625.8163	Cinco
42	418417.1996	1758644.6755	Cinco	151	418586.8978	1758626.9101	Cinco
43	418412.1415	1758647.3804	Cinco	152	418582.2494	1758619.7937	Cinco
44	418414.9637	1758652.0682	Cinco	153	418572.2028	1758626.3562	Cinco
45	418413.2503	1758653.0998	Cinco	154	418576.8512	1758633.4725	Cinco
46	418410.4224	1758648.4025	Cinco	155	418575.1767	1758634.5663	Cinco

Grupo SONAR del Sureste S.A. de C.V.
Documento Técnico Unificado (DTU) Modalidad B para el
Proyecto: "Fraccionamiento Los Girasoles"



Vértice	Coordenadas UTM		Polígono	Vértice	Coordenadas UTM		Polígono
	X	Y			X	Y	
47	418405.8016	1758651.3970	Cinco	156	418570.5283	1758627.4499	Cinco
48	418400.1691	1758654.6373	Cinco	157	418560.4817	1758634.0124	Cinco
49	418402.9696	1758659.2891	Cinco	158	418565.1301	1758641.1287	Cinco
50	418401.2562	1758660.3206	Cinco	159	418563.4557	1758642.2225	Cinco
51	418398.6439	1758655.9815	Cinco	160	418558.8073	1758635.1061	Cinco
52	418393.4920	1758659.4343	Cinco	161	418548.7607	1758641.6686	Cinco
53	418388.6493	1758662.6461	Cinco	162	418553.4091	1758648.7849	Cinco
54	418390.9755	1758666.5100	Cinco	163	418551.7347	1758649.8787	Cinco
55	418389.2620	1758667.5415	Cinco	164	418547.0863	1758642.7623	Cinco
56	418387.0095	1758663.8000	Cinco	165	418537.0397	1758649.3248	Cinco
57	418383.0630	1758665.8764	Cinco	166	418541.6881	1758656.4411	Cinco
58	418377.1626	1758670.7098	Cinco	167	418540.0136	1758657.5349	Cinco
59	418377.8191	1758671.8002	Cinco	168	418535.3652	1758650.4185	Cinco
60	418378.9814	1758673.7308	Cinco	169	418525.3186	1758656.9810	Cinco
61	418374.2352	1758676.5884	Cinco	170	418529.9670	1758664.0973	Cinco
62	418372.2742	1758673.1878	Cinco	171	418528.2926	1758665.1911	Cinco
63	418367.1470	1758676.5575	Cinco	172	418523.6442	1758658.0747	Cinco
64	418361.8090	1758679.0662	Cinco	173	418513.5976	1758664.6372	Cinco
65	418363.9504	1758682.7806	Cinco	174	418518.2460	1758671.7535	Cinco
66	418360.1681	1758685.0579	Cinco	175	418516.5716	1758672.8473	Cinco
67	418358.1404	1758686.1696	Cinco	176	418511.9232	1758665.7309	Cinco
68	418398.7970	1758759.7750	Cinco	177	418501.8766	1758672.2934	Cinco
69	418635.6460	1758605.0650	Cinco	178	418506.5250	1758679.4097	Cinco
70	418595.1318	1758543.6633	Cinco	179	418504.8505	1758680.5034	Cinco
71	418594.9172	1758543.7916	Cinco	180	418500.2021	1758673.3871	Cinco
72	418591.9598	1758545.5720	Cinco	181	418490.1555	1758679.9496	Cinco
73	418587.4282	1758538.3856	Cinco	182	418494.8039	1758687.0659	Cinco
74	418577.1447	1758544.5712	Cinco	183	418493.1295	1758688.1596	Cinco
75	418581.6785	1758551.7617	Cinco	184	418488.4811	1758681.0433	Cinco
76	418577.7573	1758554.1224	Cinco	185	418478.4345	1758687.6058	Cinco
77	418573.3732	1758546.8403	Cinco	186	418483.0829	1758694.7221	Cinco
78	418563.0925	1758553.0296	Cinco	187	418481.4085	1758695.8158	Cinco
79	418567.4766	1758560.3117	Cinco	188	418476.7601	1758688.6995	Cinco
80	418565.7631	1758561.3433	Cinco	189	418466.7135	1758695.2620	Cinco
81	418561.3790	1758554.0611	Cinco	190	418471.3619	1758702.3783	Cinco
82	418551.0983	1758560.2505	Cinco	191	418469.6878	1758703.4718	Cinco
83	418555.4824	1758567.5326	Cinco	192	418465.0394	1758696.3554	Cinco
84	418553.7690	1758568.5642	Cinco	193	418454.9920	1758702.9184	Cinco
85	418549.3849	1758561.2820	Cinco	194	418459.6404	1758710.0348	Cinco
86	418539.1042	1758567.4713	Cinco	195	418457.9668	1758711.1280	Cinco
87	418543.4883	1758574.7535	Cinco	196	418453.3184	1758704.0116	Cinco
88	418541.7749	1758575.7850	Cinco	197	418443.2710	1758710.5746	Cinco
89	418537.3908	1758568.5029	Cinco	198	418447.9194	1758717.6910	Cinco
90	418527.1101	1758574.6922	Cinco	199	418446.2458	1758718.7842	Cinco
91	418531.4942	1758581.9744	Cinco	200	418441.5974	1758711.6678	Cinco
92	418529.7808	1758583.0059	Cinco	201	418431.5500	1758718.2308	Cinco

Vértice	Coordenadas UTM		Polígono	Vértice	Coordenadas UTM		Polígono
	X	Y			X	Y	
93	418525.3967	1758575.7238	Cinco	202	418436.1984	1758725.3471	Cinco
94	418515.1160	1758581.9131	Cinco	203	418434.5244	1758726.4399	Cinco
95	418519.5001	1758589.1952	Cinco	204	418429.8760	1758719.3235	Cinco
96	418517.7866	1758590.2268	Cinco	205	418419.8241	1758725.8791	Cinco
97	418513.4025	1758582.9446	Cinco	206	418424.4726	1758732.9953	Cinco
98	418503.1218	1758589.1339	Cinco	207	418422.8653	1758734.0430	Cinco
99	418507.5059	1758596.4161	Cinco	208	418418.2169	1758726.9267	Cinco
100	418505.7925	1758597.4476	Cinco	209	418408.1627	1758733.4775	Cinco
101	418501.4084	1758590.1655	Cinco	210	418412.8111	1758740.5938	Cinco
102	418491.1277	1758596.3548	Cinco	211	418411.9369	1758741.1637	Cinco
103	418495.5118	1758603.6370	Cinco	212	418456.9440	1758615.1635	Seis
104	418493.7984	1758604.6685	Cinco	213	418461.7830	1758612.1579	Seis
105	418489.4143	1758597.3864	Cinco	214	418465.5014	1758609.7085	Seis
106	418483.5927	1758600.8912	Cinco	215	418454.0830	1758590.9876	Seis
107	418482.7213	1758602.1985	Cinco	216	418453.9526	1758590.7743	Seis
108	418481.7052	1758602.9290	Cinco	217	418445.4061	1758595.9986	Seis
109	418480.6377	1758603.6966	Cinco				

Tabla 25. Coordenadas UTM del Área Sujeta a CUSTF.

En la Figura 13 se presenta la localización del área del Proyecto, y en la Figura 3 la que estará sujeta a CUSTF.

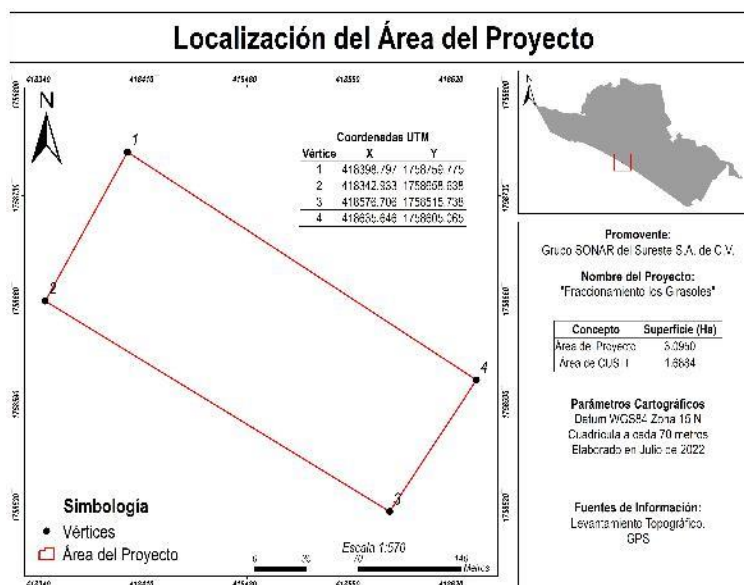


Figura 13. Localización del Área del Proyecto

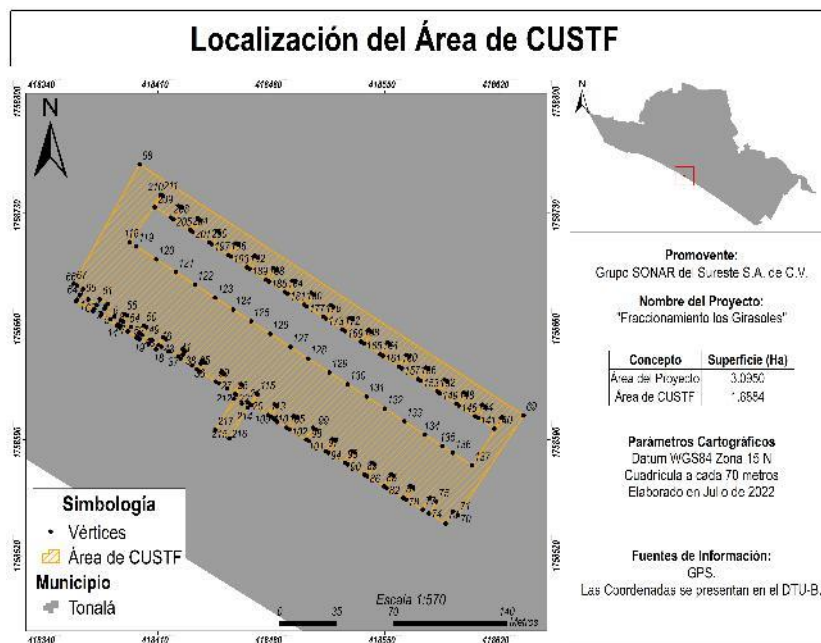


Figura 14. Localización del Área de CUSTF.

Como se ha mencionado en los Capítulos presentados en el DTU-B, el área sujeta a CUSTF tendrá una superficie de **16,884.3561 m²**, sobre vegetación de tipo **Pastizal Cultivado**, de acuerdo con los datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación de la Serie VII del INEGI (2021).

Sin embargo, derivado de los trabajos en campo para la identificación de la Flora Silvestre del sitio, se identificaron los usos de suelo de **Vegetación de Dunas Costeras** y **Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)**, ocupando la superficie total del CUSTF como se ve en la Tabla 3:

Uso de Suelo y Vegetación	Superficie (m ²)	Porcentaje que ocupa respecto al CUSTF
Vegetación de Dunas Costeras	14,921.2374	88.37
Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)	1,963.1187	11.63
Total	16,884.3561	100%

Tabla 26. Usos de Suelo y Vegetación del Área de CUSTF.

En la Figura 15 se puede observar con mayor detalle lo expuesto anteriormente:

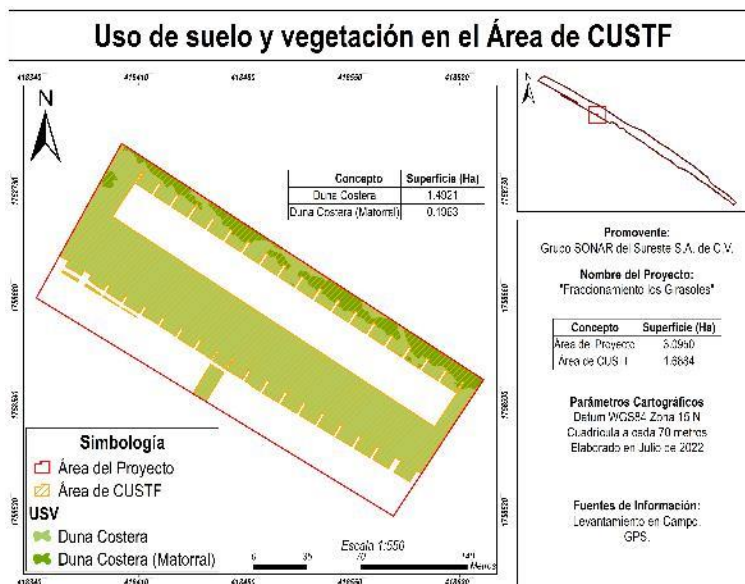


Figura 15. Usos de Suelo y Vegetación del Área de CUSTF.

8.3.3. Degradación del Suelo

Con la finalidad de dar cumplimiento a la hipótesis del Artículo 93, Párrafo Primero de la LGDFS, en la obligación de demostrar que **no se provocará la erosión de los suelos**, se presenta el siguiente análisis en la Tabla 26:

Tipo de Erosión Laminar	Actual	Posterior al CUSTF	Diferencia	Unidad
Hídrica	159.3911	192.7932	33.4020	Ton/Año
Eólica	N/A	N/A	N/A	
TOTAL	159.3911	192.7932	33.4020	

Tabla 27. Resumen por Tipo de Erosión Laminar.

En conformidad con lo anterior, se emiten las siguientes conclusiones:

- ✓ La Erosión Laminar Actual (Hídrica y Eólica) Actual en el sitio de CUSTF es de **159.3911 Ton/Año**, que se clasifica como una **Erosión Alta**, es decir, de 50 a 200 Ton/Año.
- ✓ Después de haber realizado el CUSTF, dicha erosión ascendería a **192.7932 Ton/Año**.
- ✓ Por consiguiente, se obtendría una diferencia de **33.4020 Ton/Año**, misma cantidad que será mitigada y/o compensada con la implementación de las obras de conservación de suelo que se propondrán.

De acuerdo con lo expuesto, en la Tabla 27 se presentan la cantidad de obras requeridas para compensar los efectos de la erosión laminar hídrica que se generará en el área que estará sujeta a CUSTF:

Obras de Conservación	Retención (Ton/Obra)	No. Obras	Retención Total (Ton/Año)
Acomodo de Material Vegetal Muerto	10.6	4	42.40
TOTAL		4	42.40
Erosión Laminar Hídrica y Eólica (Ton/Año)			Diferencia
33.4020			8.9980

Tabla 28. Resumen de Obras de Conservación del Suelo.

Considerando lo establecido anteriormente, para compensar los efectos ocasionados por la erosión laminar hídrica, se necesitará un total de **4 Obras de Conservación de Suelos**.

A través de estas prácticas se podrán minimizar los efectos de la erosión ocasionada por el CUST en el sitio del Proyecto. A su vez, se obtendrán otros beneficios, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:

- ✓ Retención de azolves y de suelo.
- ✓ Favorecimiento de las condiciones para el establecimiento de cobertura vegetal que estabilice el lecho del suelo y estabilización de lechos de cárcavas.
- ✓ Disminución de la velocidad de escorrentía y, por lo tanto, incremento en la capacidad de captación de agua.
- ✓ Permiten el flujo normal de los escurrimientos superficiales.
- ✓ Incremento en la calidad del agua y reducción de la erosión.

De esta manera, con base en el análisis expresado se acredita la hipótesis normativa establecida por el Artículo 93, Párrafo Primero de la LGDFS, en cuanto a que con el desarrollo del Proyecto en cuestión, **no se provocará la erosión de los suelos**.

8.3.4. Déficit de Aguas

Para el cumplimiento de la hipótesis del Artículo 93, Párrafo Primero de la LGDFS, en la obligación de demostrar que **no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación**, se presentan los resultados de la Tabla 28:

Concepto	Actual	Posterior al CUSTF	Diferencia	Unidad
Infiltración	28,915.3363	22,546.1400	6,369.1964	m³/Año
TOTAL	28,915.3363	22,546.1400	6,369.1964	

Tabla 29. Resumen del Volumen de Infiltración.

Con base en lo exhibido con anterioridad, se presentan las siguientes conclusiones:

- ✓ El volumen de infiltración actual en el sitio de CUSTF es de **28,915.3363 m³/Año**.

- ✓ Después de haber realizado el CUSTF, dicho nivel descendería a **22,546.1400 m³/Año**.
- ✓ Por lo tanto, se obtendría un déficit de agua de **6,369.1964 m³/Año**, que deberá mitigarse y/o compensarse con las obras de conservación de agua que se plantearán.

En la Tabla 29 se presenta el resumen de la cantidad de obras de conservación de agua que serán necesarias para compensar el déficit mencionado anteriormente:

Tipo de Obra de Conservación	Retención (m ³ /Obra)	No. de Obras	Retención Total (m ³ /Año)
Acomodo de Material Vegetal Muerto	543	12	6,516.00
TOTAL		12	6,516.00
Déficit en la Infiltración			Diferencia
6,369.1964			146.8036

Tabla 30. Resumen de Obras de Conservación de Agua.

De acuerdo con lo presentado, se requerirá un total de **12 Obras de Conservación de Agua**, que retendrán un total de **6,369.1964 m³/Año**.

Por sus características, estas obras ayudan a la filtración del agua que pasa por ellas, sin embargo, considerando que la captación será de agua de lluvia, la probabilidad de que esta se encuentre contaminada es mínima.

Por consiguiente, con base en el análisis expresado, se acredita la hipótesis normativa establecida por el Artículo 93, Párrafo Primero de la LGDFS, en cuanto a que, con el desarrollo del Proyecto de CUSTF en cuestión, **no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.**

8.3.5. Obras de Conservación

A continuación, se presenta una descripción de las obras de conservación de suelo y agua que se implementarán en este Programa, así como la metodología para su construcción:

8.3.5.1. Acomodo de Material Vegetal Muerto (AMVM)

Consiste en la formación de cordones o fajinas siguiendo las curvas a nivel con el material vegetal muerto existente en el terreno, resultante de la remoción de la vegetación, aprovechamientos forestales, podas, preclareos, aclareos o material incendiado.

Dicho material se coloca de forma perpendicular a la pendiente del terreno para propiciar la disminución de la velocidad y cantidad de escurrimiento superficial, a la vez que interceptan los sedimentos provenientes de aguas arriba como parte del proceso erosivo y favorece la regeneración natural. Es importante resaltar que el correcto acomodo del material muerto evita la propagación acelerada de incendios forestales.

En la Figura 16 se ilustran algunos ejemplos de este tipo de formaciones:



Figura 16. Ejemplos de Acomodo de Material Vegetal Muerto.

De acuerdo con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) (2007), el acomodo de estos materiales proporciona protección del suelo, evita la erosión hídrica, disminuye el escurrimiento superficial e incrementa el contenido de humedad en el suelo, lo que favorece la regeneración natural del estrato herbáceo.

Para su construcción se deberán seguir las siguientes instrucciones:

- 1.** Determinar el espaciamiento entre cordones de material acomodado, en función de la pendiente, el escurrimiento, la erosión o la cantidad de material disponible en el terreno.
- 2.** Acarrear el material a la línea donde se construirá el acordonamiento. Si el material tiene secciones muy largas, se debe trozar para evitar que las ramas dificulten la compactación y amarre del cordón, logrando uniformidad en la obra.
- 3.** Previo a la formación de los cordones se colocan las estacas, las cuales evitarán la deformación del cordón. El estacado puede hacerse sólo de un lado o cubrir ambos lados, es decir, colocarse tanto aguas abajo como aguas arriba del mismo.
- 4.** Una vez definido el largo de las obras, se distribuyen y acomoda el material a lo largo del cordón.

Es importante que el acomodo se realice colocando en primer lugar el material con mayor diámetro y, posteriormente, el de menor diámetro; de esta manera el cordón tendrá más estabilidad y acumulará más sedimentos y azolve.

8.3.6. Ubicación de las Obras de Conservación

La implementación de las obras de conservación de suelo y agua se realizará en una superficie total de **1.1043 Ha** (distribuida en tres polígonos) que se ubica dentro del predio rústico (propiedad de la Promovente), en zonas donde no se llevarán a cabo las actividades del CUSTF.

En la Tabla 30 se enlistan las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 15 Norte) que delimitan el área en donde se construirán las obras de conservación:

Vértice	Polígono	Coordenadas UTM		Superficie (Ha)
		X	Y	
1	Uno	418407.1286	1758730.6353	0.5730
2		418616.4712	1758595.5564	
3		418603.5088	1758575.6808	
4		418394.5983	1758712.2720	
5	Dos	418455.5756	1758591.1276	0.3036
6		418466.8096	1758609.0589	
7		418588.2510	1758535.3353	
8		418576.4498	1758517.1880	
9	Tres	418344.9902	1758659.2342	0.2277
10		418354.4959	1758676.3013	
11		418455.0625	1758613.7038	
12		418445.1787	1758597.4198	
TOTAL				1.1043

Tabla 31. Coordenadas UTM del Área para Obras de Conservación.

En la Figura 17 se ilustra la ubicación del área que será destinada para la implementación de las obras de conservación de suelos y aguas, correspondiente a **1.1043 Ha**:

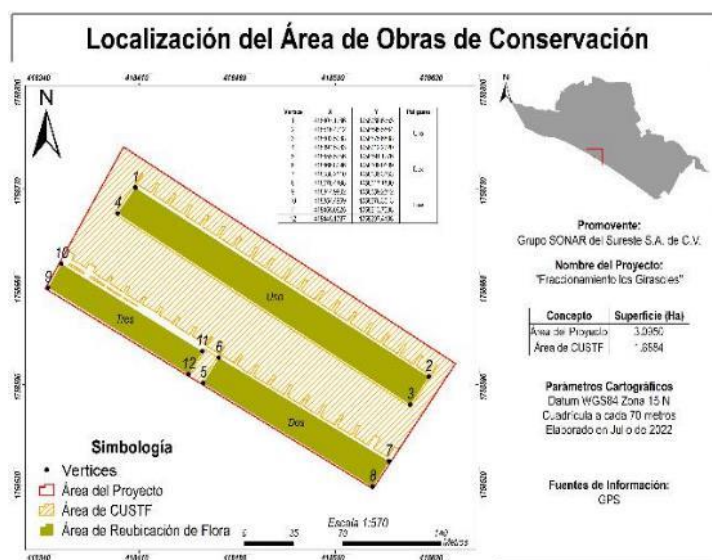


Figura 17. Ubicación del Área de Conservación de Suelos y Agua.

8.3.6.1. Cantidad de Obras

Para la retención de azolves y suelo que permita la compensación del aumento en la tasa erosiva (**33.4020 Ton/Año**), se implementarán:

- ✓ **Acomodo de Material Vegetal Muerto:** Cada obra retendrá en promedio **10.6 Ton/Año** de suelo. Se establecerán **4 obras** de 50 metros lineales cada una (Tabla 31):

Cantidad de Obras	Retención por Obra (Ton/Año)	Retención Total (Ton/Año)
4 de 50 ml.	10.6	42.40

Tabla 32. Cantidad de Obras de Conservación de Suelos.

En total, se requerirán 4 obras de conservación, lo cual arroja un volumen de retención total de **42.40 Ton/Año**, lo que supera con **8.9980 Ton/Año** a la cantidad que se proyecta aumentará la erosión después de ejecutar el CUSTF. En la Tabla 32 se presenta un resumen de lo anterior:

Superficie (Ha)	Aumento en la Erosión (Ton/Año)			Cantidad de Obras	Retención por Obras (Ton/Año)	Diferencia (Ton/Año)
	Hídrica	Eólica	Total			
1.6884	33.4020	0	33.4020	4	42.40	8.9980

Tabla 33. Disminución del Aumento en la Erosión Total por el CUSTF.

De igual forma, entre las obras de conservación, se encuentran aquellas que servirán para compensar el déficit por la infiltración de aguas, considerando las siguientes:

- ✓ **Acomodo de Material Vegetal Muerto:** Cada obra retendrá en promedio **543 m³/Año** de agua. Se implementarán **12 obras** de 50 metros lineales cada una (Tabla 33):

Cantidad de Obras	Retención por Obra (m³/Año)	Retención Total (m³/Año)
12 de 50 ml.	543.00	6,516.00

Tabla 34. Cantidad de Obras de Conservación de Aguas.

Con la colocación de las obras anteriores, se determinó una captación total promedio de **6,516.00 m³/Año** de agua, lo cual supera por **146.8036 m³/año** al déficit de aguas calculado que corresponde a **6,369.1964 m³/Año**. Lo anterior, se resume en la Tabla 34:

Superficie (Ha)	Déficit Hídrico (m³/Año)	Cantidad de Obras	Retención por Obras (m³/Año)	Diferencia (m³/Año)
1.6884	6,369.1964	12	6,516	146.8036

Tabla 35. Disminución del Déficit en la Infiltración Total por el CUSTF.

8.3.7. Datos del Promovente

Nombre: Grupo SONAR del Sureste S.A. de C.V.

RFC: GSS0902231F9

Representante Legal: Ing. Julio César Ramos Marroquín

RFC: RAMJ760516240

Calle 2ª Sur #708, Colonia Centro

C.P. 30540, Municipio de Arriaga, Chiapas.

8.3.8. Datos de la Persona que elabora el Programa

Nombre o Razón Social: Ing. José Rafael Ramos Moreno

RFC: RAMR690316M68.

Registro Forestal Nacional (RFN): Libro Chiapas, tipo UI volumen 2, número 4 de fecha 06 de noviembre del 2000, otorgado por la Delegación Federal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en Oficio SRN/2192/2000.

Dirección: Privada Mitla No. 298, Colonia Calichal

C.P. 29026, Municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Teléfono: (961) 65 5 47 89

Correo Electrónico: forestalmx@hotmail.com

Elaboró:

Ing. José Rafael Ramos Moreno

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL – MODALIDAD B

PROYECTO: “FRACCIONAMIENTO LOS GIRASOLES”

**PROMOVENTE: GRUPO SONAR DEL
SURESTE S.A. DE C.V.**

**CAPÍTULO 9. ANÁLISIS QUE DEMUESTRE QUE LA
BIODIVERSIDAD DE LOS ECOSISTEMAS QUE SE
VERÁN AFECTADOS POR EL CAMBIO DE USO DE
SUELO SE MANTENGA**



**ELABORADO POR: ING. JOSÉ RAFAEL RAMOS
MORENO, PRESTADOR DE SERVICIOS
FORESTALES**

FECHA DE ELABORACIÓN: AGOSTO DE 2022

CONTENIDO

9. Análisis que demuestre que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio de Uso de Suelo se mantenga 1

9.1. Vegetación Terrestre 1

9.1.1. Sistema Ambiental 1

9.1.2. Área del Proyecto 5

9.2. Fauna Silvestre 8

9.2.1. Sistema Ambiental 8

9.2.2. Área del Proyecto 11

9.3. Especies enlistadas en la nom-059-semarnat-2010 y su anexo Normativo III 13

9.3.1. Sistema Ambiental 14

9.3.2. Área del Proyecto 14

9.4. Análisis Comparativo de la Biodiversidad 15

9.4.1. Análisis de la Biodiversidad 15

9.4.2. Análisis General 23

Índice de Tablas

Tabla 1. Diversidad De Shannon-Wiener – Estrato Arbustivo De Vegetación De Dunas Costeras En El Sa.....	3
Tabla 2. Diversidad De Shannon-Wiener – Estrato Herbáceo De Vegetación De Dunas Costeras En El Sa.....	3
Tabla 3. Diversidad De Shannon-Wiener – Estrato Arbóreo De Vegetación De Dunas Costeras (Matorral) En El Sa.....	4
Tabla 4. Diversidad De Shannon-Wiener – Estrato Arbustivo De Vegetación De Dunas Costeras (Matorral) En El Sa.....	4
Tabla 5. Diversidad De Shannon-Wiener – Estrato Herbáceo De Vegetación De Dunas Costeras (Matorral) En El Sa.....	5
Tabla 6. Diversidad De Shannon-Wiener – Estrato Arbustivo De Vegetación De Dunas Costeras Para El Área De Custf.	5
Tabla 7. Diversidad De Shannon-Wiener – Estrato Herbáceo De Vegetación De Dunas Costeras Para El Área De Custf.	6
Tabla 8. Diversidad De Shannon-Wiener – Estrato Arbóreo De Vegetación De Dunas Costeras (Matorral) Para El Área De Custf.	7
Tabla 9. Diversidad De Shannon-Wiener – Estrato Arbustivo De Vegetación De Dunas Costeras (Matorral) Para El Área De Custf.	7
Tabla 10. Diversidad De Shannon-Wiener – Estrato Herbáceo De Vegetación De Dunas Costeras (Matorral) Para El Área De Custf.	8
Tabla 11. Diversidad De Shannon-Wiener – Reptiles Del Sa.....	9
Tabla 12. Diversidad De Shannon-Wiener – Aves Del Sa.	10
Tabla 13. Diversidad De Shannon-Wiener – Mamíferos Del Sa.	10
Tabla 14. Diversidad De Shannon-Wiener – Reptiles Del Área Del Proyecto.	12
Tabla 15. Diversidad De Shannon-Wiener – Aves Del Área Del Proyecto.....	13
Tabla 16. Diversidad De Shannon-Wiener – Mamíferos Del Área Del Proyecto.	13
Tabla 17. Especies De Fauna Del Sa Enlistadas En La Nom-059-Semarnat-2010.	14
Tabla 18. Especies De Fauna Del Área Del Proyecto Enlistadas En La Nom-059-Semarnat-2010. ..	15
Tabla 19. Comparativa De Diversidad Para La Vegetación De Dunas Costeras Del Sa Y Del Área De Custf.	16
Tabla 20. Comparativa – Estrato Arbustivo Para Vegetación De Dunas Costeras.	17
Tabla 21. Comparativa – Estrato Herbáceo Para Vegetación De Dunas Costeras.	17
Tabla 22. Comparativa De Diversidad Para La Vegetación De Dunas Costeras (Matorral) Del Sa Y Del Área De Custf.	18
Tabla 23. Comparativa – Estrato Arbóreo Para Vegetación De Dunas Costeras (Matorral).....	18
Tabla 24. Comparativa – Estrato Arbustivo Para Vegetación De Dunas Costeras (Matorral).	19
Tabla 25. Comparativa – Estrato Herbáceo Para Vegetación De Dunas Costeras (Matorral).	19
Tabla 26. Comparativa – Reptiles Para El Sa Y El Área De Custf.....	20
Tabla 27. Comparativa – Aves Para El Sa Y El Área De Custf.	21
Tabla 28. Comparativa – Mamíferos Para El Sa Y El Área De Custf.	22
Tabla 29. Comparativa De Diversidad Para La Fauna Silvestre Del Sa Y Del Área De Custf.	22

9. Análisis que demuestre que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio de Uso de Suelo se mantenga

Con el objeto de resolver lo relativo a las hipótesis normativas que establece el **Artículo 93, Párrafo Primero**, de la **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)**, el cual se refiere a la solicitud presentada para la autorización del **Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)**, el presente estudio se avocó a lo siguiente:

*"**Artículo 93.** La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. "*

De lo arriba citado, se desprende que para la autorización del CUSTF, se debe demostrar el cumplimiento de las hipótesis siguientes:

1. **Que no se comprometerá la biodiversidad,**
2. Que no se provocará la erosión de los suelos,
3. Que no se afectará la capacidad de almacenamiento de carbono, y
4. Que no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación

Para el caso del Proyecto, se requiere efectuar el CUSTF en una superficie de **15,680.6962 m²**, que se encuentran cubiertos por **Vegetación de Dunas Costeras** y **Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)**. Considerando lo anterior, se presenta el análisis de la hipótesis referida a la conservación de la biodiversidad, con base en lo siguiente:

9.1. Vegetación Terrestre

9.1.1. Sistema Ambiental

9.1.1.1. Análisis de Diversidad de la Vegetación

Para conocer la Riqueza florística del Sistema Ambiental, se procedió a establecer sitios de muestreo en la superficie de esta. Los sitios de muestreo se eligieron mediante el Sistema de Información Geográfica (SIG), abarcando el tipo de vegetación presente en el área de Proyecto; y por último se verificaron los sitios de muestreo seleccionados, dependiendo de los caminos de accesos y la topografía del sitio. Cabe aclarar que los sitios de muestreo fueron realizados alrededor del área del Proyecto, donde aún prevalece vegetación forestal similar al del Proyecto.

✓ Índice de Shannon-Wiener (H)

El índice de Shannon- Wiener (H') 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.

Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice.

Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas. La ventaja de un índice de este tipo es que no es necesario identificar las especies presentes; basta con poder distinguir unas de otras para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total. Su fórmula de cálculo es:

$$H' = - \sum p_i \ln P_i$$

Donde:

H': Índice de Shannon-Wiener

Pi: Número de individuos de una especie

$\sum p_i$: Sumatoria del número de individuos de todas las especies

Ahora bien, para complementar el índice es preciso determinar la equidad en cada comunidad, parámetro que mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

La expresión para su determinación es: $J = \frac{H'}{H_{\max}}$

Donde:

J= Equitatividad

H'= Índice obtenido

H'max = ln (S).

9.1.1.1.1. Vegetación de Dunas Costeras

ESTRATO ARBUSTIVO

Solo se detectó una especie de este estrato, por lo que se obtuvo una diversidad nula.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN (pi)	piXLN(pi)
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	6	1	0.00	0.00
Total			6	Diversidad		0.00
H'_{MAX} = LN(S)			Equitatividad = H' / H'_{MAX}			
0.00			0.00			

Tabla 1. Diversidad de Shannon-Wiener – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras en el SA.

ESTRATO HERBÁCEO

El estrato herbáceo presenta una diversidad Baja, ya que con el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, se obtuvo un valor de 1.01; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja. Mientras que la Equitatividad refleja que hay especies que tienen un número alto de individuos, los cuales se encuentran dominando el estrato y la máxima diversidad que este estrato puede alcanzar es de 2.64.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN (pi)	piXLN(pi)
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	87	0.0240	-3.73	-0.09
Asteraceae	<i>Pectis multiflosculosa</i>	Flor Amarilla	17	0.0047	-5.36	-0.03
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	28	0.0077	-4.86	-0.04
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i>	Bejuco de Mar	42	0.0116	-4.46	-0.05
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	25	0.0069	-4.98	-0.03
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	Golondrina	2	0.0006	-7.50	0.00
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	45	0.0124	-4.39	-0.05
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	195	0.0537	-2.92	-0.16
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Malva	8	0.0022	-6.12	-0.01
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i>	Tapacola	9	0.0025	-6.00	-0.01
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Maracuyá Silvestre	2	0.0006	-7.50	0.00
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	114	0.0314	-3.46	-0.11
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	2747	0.7572	-0.28	-0.21
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	307	0.0846	-2.47	-0.21
Total			3,628	Diversidad		1.01
H'_{MAX} = LN(S)			Equitatividad = H' / H'_{MAX}			
2.64			0.38			

Tabla 2. Diversidad de Shannon-Wiener – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras en el SA.

9.1.1.1.2. Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)

9.1.1.1.2.1. Análisis de Diversidad de la Vegetación

✓ Índice de Shannon-Wiener (H)

La metodología utilizada para calcular el índice de diversidad fue la que se empleó para los cálculos de la Vegetación de Dunas Costeras del Sistema Ambiental. A continuación, se exponen los resultados para la Vegetación de Dunas Costeras (Matorral):

ESTRATO ARBÓREO

El estrato arbóreo presenta una diversidad Baja, ya que con el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, se obtuvo un valor de 1.84; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja. Mientras que la Equitatividad refleja que existe cierta equidad en la distribución del número de individuos entre las especies y la máxima diversidad que este estrato puede alcanzar es de 2.08.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN (pi)	piXLN(pi)
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus gracilis</i>	Negrito	14	0.11	-2.18	-0.25
Capparaceae	<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	23	0.19	-1.68	-0.31
Celastraceae	<i>Hippocratea volubilis</i>	Horteguillo	30	0.24	-1.42	-0.34
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	7	0.06	-2.87	-0.16
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	7	0.06	-2.87	-0.16
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	8	0.06	-2.74	-0.18
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	32	0.26	-1.35	-0.35
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Acahuite	3	0.02	-3.72	-0.09
Total			124	Diversidad		1.84
H' _{MAX} = LN(S)			Equitatividad = H' / H' _{MAX}			
2.08			0.89			

Tabla 3. Diversidad de Shannon-Wiener – Estrato Arbóreo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.

ESTRATO ARBUSTIVO

El estrato arbustivo presenta una diversidad Baja, ya que con el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, se obtuvo un valor de 0.79; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja. Mientras que la Equitatividad refleja que existe ciertas especies con mayor número de individuos dominando el estrato y la máxima diversidad que este estrato puede alcanzar es de 1.39.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN (pi)	piXLN(pi)
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	94	0.72	-0.32	-0.23
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	11	0.08	-2.47	-0.21
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Pichigueta	24	0.18	-1.69	-0.31
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Cinco Negritos	1	0.01	-4.87	-0.04
Total			130	Diversidad		0.79
H'MAX = LN(S)			Equitatividad = H' / H'MAX			
1.39			0.57			

Tabla 4. Diversidad de Shannon-Wiener – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.

ESTRATO HERBÁCEO

El estrato herbáceo presenta una diversidad Media, ya que con el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, se obtuvo un valor de 2.08; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja y en resultados superiores a 3 la diversidad es alta, este estrato obtuvo un índice entre ambos valores. Mientras

que la Equitatividad refleja que hay equidad entre el número de individuos y el número de especies, es decir el número de individuos se encuentra bien distribuido y la máxima diversidad que este estrato puede alcanzar es de 2.71.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN (pi)	piXLN(pi)
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i>	Cadillo	4	0.0135	-4.30	-0.06
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	18	0.0608	-2.80	-0.17
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	4	0.0135	-4.30	-0.06
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	8	0.0270	-3.61	-0.10
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	16	0.0541	-2.92	-0.16
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	7	0.0236	-3.74	-0.09
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Maracuyá Silvestre	15	0.0507	-2.98	-0.15
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	21	0.0709	-2.65	-0.19
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	66	0.2230	-1.50	-0.33
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	15	0.0507	-2.98	-0.15
Poaceae	<i>Melinis repens</i>	Pasto Rosado	12	0.0405	-3.21	-0.13
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacatón	6	0.0203	-3.90	-0.08
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	101	0.3412	-1.08	-0.37
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	2	0.0068	-5.00	-0.03
Smilacaceae	<i>Smilax mollis</i>	Zarzaparrilla	1	0.0034	-5.69	-0.02
Total			296	Diversidad		2.08
H' MAX = LN(S)			Equitatividad = H' / H' MAX			
2.71			0.77			

Tabla 5. Diversidad de Shannon-Wiener – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) en el SA.

9.1.2. Área del Proyecto

9.1.2.1. Vegetación de Dunas Costeras

9.1.2.1.1. Análisis de Diversidad de la Vegetación

✓ Índice de Shannon-Wiener (H)

La metodología utilizada para calcular el índice de diversidad fue la que se empleó para los cálculos del Sistema Ambiental. A continuación, se exponen los resultados para la Vegetación de Dunas Costeras del área de CUSTF:

ESTRATO ARBUSTIVO

Solo se detectó una especie de este estrato, por lo que se obtuvo una diversidad nula.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN (pi)	piXLN(pi)
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	3	1	0.00	0.00
Total			3	Diversidad		0.00
H' MAX = LN(S)			Equitatividad = H' / H' MAX			
0.00			0.00			

Tabla 6. Diversidad de Shannon-Wiener – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras para el Área de CUSTF.

ESTRATO HERBÁCEO

El estrato herbáceo presenta una diversidad Baja, ya que con el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, se obtuvo un valor de 1.30; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja. Mientras que la Equitatividad refleja que hay especies que tienen un número alto de individuos, los cuales se encuentran dominando el estrato y la máxima diversidad que este estrato puede alcanzar es de 2.20.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN (pi)	piXLN(pi)
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	38	0.0241	-3.72	-0.09
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	61	0.0388	-3.25	-0.13
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	58	0.0368	-3.30	-0.12
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	48	0.0305	-3.49	-0.11
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	78	0.0496	-3.00	-0.15
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Malva	40	0.0254	-3.67	-0.09
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	114	0.0724	-2.63	-0.19
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	1,052	0.6684	-0.40	-0.27
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	85	0.0540	-2.92	-0.16
Total			1,574	Diversidad		1.30
H'_{MAX} = LN(S)			Equitatividad = H' / H'_{MAX}			
2.20			0.59			

Tabla 7. Diversidad de Shannon-Wiener – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras para el Área de CUSTF.

8.1.2.2. Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)

8.1.2.2.1. Análisis de Diversidad de la Vegetación

✓ Índice de Shannon-Wiener (H)

La metodología utilizada para calcular el índice de diversidad fue la que se empleó para los cálculos del Sistema Ambiental. A continuación, se exponen los resultados para la Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) del área de CUSTF:

ESTRATO ARBÓREO

El estrato arbóreo presenta una diversidad Baja, ya que con el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, se obtuvo un valor de 1.30; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja. Mientras que la Equitatividad refleja que existe cierta equidad en la distribución del número de individuos entre las especies y la máxima diversidad que este estrato puede alcanzar es de 1.79.

Familia	Nombre Científico	Nombre común	(i)	pi	LN (pi)	piXLN(pi)
Capparacea	<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	26	0.18	-1.73	-0.31
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	83	0.57	-0.56	-0.32
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	11	0.08	-2.59	-0.19
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	4	0.03	-3.60	-0.10

Familia	Nombre Científico	Nombre común	(i)	pi	LN (pi)	piXLN(pi)
Lauraceae	<i>Nectandra salicifolia</i>	Capulincillo	6	0.04	-3.19	-0.13
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	16	0.11	-2.21	-0.24
Total			146	Diversidad		1.30
H' MAX = LN(S)			Equitatividad = H' / H' MAX			
1.79			0.72			

Tabla 8. Diversidad de Shannon-Wiener – Estrato Arbóreo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.

ESTRATO ARBUSTIVO

El estrato arbustivo presenta una diversidad Baja, ya que con el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, se obtuvo un valor de 1.04; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja. Mientras que la Equitatividad refleja que existen ciertas especies con mayor número de individuos dominando el estrato y la máxima diversidad que este estrato puede alcanzar es de 1.39.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN (pi)	piXLN(pi)
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	7	0.39	-0.94	-0.37
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	1	0.06	-2.89	-0.16
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i>	Tapacola	1	0.06	-2.89	-0.16
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Pichigueta	9	0.50	-0.69	-0.35
Total			18	Diversidad		1.04
H' MAX = LN(S)			Equitatividad = H' / H' MAX			
1.39			0.75			

Tabla 9. Diversidad de Shannon-Wiener – Estrato Arbustivo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.

ESTRATO HERBÁCEO

El estrato herbáceo presenta una diversidad Media, ya que con el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, se obtuvo un valor de 2.00; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja y en resultados superiores a 3 la diversidad es alta, este estrato obtuvo un índice entre ambos valores. Mientras que la Equitatividad refleja que hay equidad entre el número de individuos y el número de especies, es decir el número de individuos se encuentra bien distribuido y la máxima diversidad que este estrato puede alcanzar es de 2.30.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN (pi)	piXLN(pi)
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i>	Cadillo	1	0.0222	-3.81	-0.08
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	4	0.0889	-2.42	-0.22
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	10	0.2222	-1.50	-0.33
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	1	0.0222	-3.81	-0.08
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	6	0.1333	-2.01	-0.27
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	3	0.0667	-2.71	-0.18
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	3	0.0667	-2.71	-0.18
Poaceae	<i>Melinis repens</i>	Pasto Rosado	12	0.2667	-1.32	-0.35

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN (pi)	piXLN(pi)
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacatón	1	0.0222	-3.81	-0.08
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	4	0.0889	-2.42	-0.22
Total			45	Diversidad		2.00
H' MAX = LN(S)			Equitatividad = H' / H' MAX			
2.30			0.87			

Tabla 10. Diversidad de Shannon-Wiener – Estrato Herbáceo de Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) para el Área de CUSTF.

9.2. Fauna Silvestre

9.2.1. Sistema Ambiental

9.2.1.1. Diversidad de la Fauna presente en el Sistema Ambiental

✓ Índice de Shannon-Wiener

El índice de Shannon se basa en la teoría de la información y por tanto en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema. El índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia) (Magurrán, 2001).

Es una de las medidas de diversidad relacionadas con la teoría de información. Estas medidas parten del supuesto de que una comunidad (ensamblaje de organismos presentes en un hábitat) es análoga a un sistema en la cual existe un número finito de individuos, los cuales pueden ocupar un número, también finito de categorías (especies, análogo de estados) (Magurrán, 2001).

La estadística para describir esta situación: un sistema con un número finito de individuos y de categorías (especies); sin restricciones en cuanto al número de especies ni de individuos por categoría (especie), está dada por la fórmula; equivale a la incertidumbre acerca de la identidad de un elemento tomado al azar de una colección de **N** elementos distribuidos en "**s**" categorías, sin importar el número de elementos por categoría ni el número de categorías. Dicha incertidumbre aumenta con el número de categorías (riqueza) y disminuye cuando la mayoría de los elementos pertenecen a una categoría (Moreno, 2001).

La fórmula de Shannon-Weaver ($H' = - \sum p_i \times \ln(p_i)$), es la forma en la cual normalmente se presenta la diversidad de especies basada en la teoría de información; de esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

Este índice se representa normalmente como H'' y se expresa con un número positivo, se considera que valores superiores a tres reflejan una alta diversidad, mientras que valores entre 1 y 2, se consideran como de media diversidad y valores menores a 1 son sitios con baja diversidad.

REPTILES

Los Reptiles presentan una baja diversidad, debido a las pocas especies registradas, su Equitatividad es igual a 0.83, lo que infiere de la dominancia de una especie, la diversidad obtenida fue de 1.72 la bibliografía cita, que en resultados menores a 2, se infiere que la diversidad del sitio es baja, los reptiles se encuentran cercanos a este valor.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	pi	LN (pi)	piXLN(pi)
Boidae	<i>Boa imperator</i>	Mazacuata	1	0.02	-3.83	-0.08
Colubridae	<i>Conophis vittatus</i>	Culebra guarda camino rayada	1	0.02	-3.83	-0.08
Dactyloidae	<i>Anolis unilobatus</i>	Abaniquillo	2	0.04	-3.14	-0.14
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Cuija	4	0.09	-2.44	-0.21
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana espinosa rayada	5	0.11	-2.22	-0.24
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija escamosa variable	17	0.37	-1.00	-0.37
Teiidae	<i>Aspidozelis deppii</i>	Lagartija verde azul	10	0.22	-1.53	-0.33
Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija arcoiris	6	0.13	-2.04	-0.27
Total			46	Diversidad		1.72
H' MAX = LN(S)			Equitatividad = H' / H' MAX			
2.08			0.83			

Tabla 11. Diversidad de Shannon-Wiener – Reptiles del SA.

AVES

Las Aves presentan una diversidad Alta, su Equitatividad es igual a 0.92, la diversidad obtenida fue de 3.45, la bibliografía cita, que en resultados superiores a 3 se considera alta.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	pi	LN (pi)	piXLN(pi)
Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	3	0.0066	-5.03	-0.03
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	4	0.0087	-4.74	-0.04
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijiji alas blancas	4	0.0087	-4.74	-0.04
Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	2	0.0044	-5.43	-0.02
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	12	0.0262	-3.64	-0.10
Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre	5	0.0109	-4.52	-0.05
Burhinidae	<i>Burhinus bistriatus</i>	Alcaraván americano	2	0.0044	-5.43	-0.02
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albigollis</i>	Chotacabras Pauraque	2	0.0044	-5.43	-0.02
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	9	0.0197	-3.93	-0.08
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	16	0.0349	-3.35	-0.12
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	11	0.0240	-3.73	-0.09
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita cola larga	25	0.0546	-2.91	-0.16
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	7	0.0153	-4.18	-0.06
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	11	0.0240	-3.73	-0.09
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca cara blanca	17	0.0371	-3.29	-0.12
Cracidae	<i>Ortalis leucogastra</i>	Chachalaca vientre blanco	7	0.0153	-4.18	-0.06
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	16	0.0349	-3.35	-0.12
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	4	0.0087	-4.74	-0.04
Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón huaco	4	0.0087	-4.74	-0.04
Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Tijereta	12	0.0262	-3.64	-0.10

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	pi	LN (pi)	piXLN(pi)
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	15	0.0328	-3.42	-0.11
Hirundinidae	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina manglera	9	0.0197	-3.93	-0.08
Hirundinidae	<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina verdemar	16	0.0349	-3.35	-0.12
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	3	0.0066	-5.03	-0.03
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Calandria dorso negro mayor	20	0.0437	-3.13	-0.14
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	8	0.0175	-4.05	-0.07
Jacanidae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana nortea	4	0.0087	-4.74	-0.04
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	2	0.0044	-5.43	-0.02
Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora	2	0.0044	-5.43	-0.02
Pelecaniadae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano Café	48	0.1048	-2.26	-0.24
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	8	0.0175	-4.05	-0.07
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	20	0.0437	-3.13	-0.14
Psittacidae	<i>Amazona auropalliata</i>	Loro nuca amarilla	25	0.0546	-2.91	-0.16
Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	22	0.0480	-3.04	-0.15
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajeño	6	0.0131	-4.34	-0.06
Troglodytidae	<i>Thryophilus pleurostictus</i>	Salta pared barrado	12	0.0262	-3.64	-0.10
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo café	25	0.0546	-2.91	-0.16
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	17	0.0371	-3.29	-0.12
Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	6	0.0131	-4.34	-0.06
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	2	0.0044	-5.43	-0.02
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bien te veo	3	0.0066	-5.03	-0.03
Tyrannidae	<i>Tyrannus forficatus</i>	Tirano tijereta rosado	9	0.0197	-3.93	-0.08
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí	3	0.0066	-5.03	-0.03
Total			458	Diversidad		3.45
H' MAX = LN(S)			Equitatividad = H' / H' MAX			
3.76			0.92			

Tabla 12. Diversidad de Shannon-Wiener – Aves del SA.

MAMÍFEROS

Los Mamíferos presentan una baja diversidad, debido a las pocas especies registradas, su Equitatividad es igual a 0.92, la diversidad obtenida fue de 1.47 la bibliografía cita, que en resultados menores a 2, se infiere que la diversidad del sitio es baja.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	pi	LN (pi)	piXLN(pi)
Canidae	Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	5	0.31	-1.16	-0.36
Didelphidae	Didelphis marsupialis	Tlacuache negro	2	0.13	-2.08	-0.26
Erethizontidae	Coendou mexicanus	Puercoespín tropical	1	0.06	-2.77	-0.17
Leporidae	Sylvilagus floridanus	Conejo castellano	3	0.19	-1.67	-0.31
Procyonidae	Procyon lotor	Mapache	5	0.31	-1.16	-0.36
Total			16	Diversidad		1.47
H' MAX = LN(S)			Equitatividad = H' / H' MAX			
1.61			0.92			

Tabla 13. Diversidad de Shannon-Wiener – Mamíferos del SA.

9.2.2. Área del Proyecto

9.2.2.1. Diversidad de la Fauna presente en el Área del Proyecto

✓ Índice de Shannon-Wiener

El Índice de Shannon se basa en la teoría de la información y por tanto en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema. El índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia) (Magurrán, 2001).

Es una de las medidas de diversidad relacionadas con la teoría de información. Estas medidas parten del supuesto de que una comunidad (ensamblaje de organismos presentes en un hábitat) es análoga a un sistema en la cual existe un número finito de individuos, los cuales pueden ocupar un número, también finito de categorías (especies, análogo de estados) (Magurrán, 2001).

La estadística para describir esta situación: un sistema con un número finito de individuos y de categorías (especies); sin restricciones en cuanto al número de especies ni de individuos por categoría (especie), está dada por la fórmula; equivale a la incertidumbre acerca de la identidad de un elemento tomado al azar de una colección de **N** elementos distribuidos en "**s**" categorías, sin importar el número de elementos por categoría ni el número de categorías. Dicha incertidumbre aumenta con el número de categorías (riqueza) y disminuye cuando la mayoría de los elementos pertenecen a una categoría (Moreno, 2001).

La fórmula de Shannon-Weaver ($H' = - \sum p_i \times \ln(p_i)$), es la forma en la cual normalmente se presenta la diversidad de especies basada en la teoría de información; de esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, se considera que valores superiores a tres reflejan una alta diversidad, mientras que valores entre 1 y 2, se consideran como de media diversidad y valores menores a 1 son sitios con baja diversidad.

REPTILES

Los Reptiles presentan una baja diversidad, debido a las pocas especies registradas, su Equitatividad es igual a 0.86, lo que infiere de la dominancia de una especie, la diversidad obtenida fue de 0.60 la bibliografía cita, que en resultados menores a 2, se infiere que la diversidad del sitio es baja, los reptiles se encuentran bajo a este valor.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	pi	LN (pi)	piXLN(pi)
Iguanidae	Ctenosaura similis	Iguana espinosa rayada	2	0.29	-1.25	-0.36
Teiidae	Aspidoscelis deppii	Lagartija verdi azul	5	0.71	-0.34	-0.24
Total			7	Diversidad		0.60
H' MAX = LN(S)			Equitatividad = H' / H' MAX			
0.69			0.86			

Tabla 14. Diversidad de Shannon-Wiener – Reptiles del Área del Proyecto.

AVES

Las Aves presentan una diversidad **Alta**, su Equitatividad es igual a 0.91, la diversidad obtenida fue de **3.37**, la bibliografía cita, que en resultados superiores a 3 se considera alta.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	pi	LN (pi)	piXLN(pi)
Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	1	0.0094	-4.66	-0.04
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	1	0.0094	-4.66	-0.04
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	3	0.0283	-3.56	-0.10
Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre	2	0.0189	-3.97	-0.07
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albigollis</i>	Chotacabras Pauraque	1	0.0094	-4.66	-0.04
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	3	0.0283	-3.56	-0.10
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	4	0.0377	-3.28	-0.12
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	6	0.0566	-2.87	-0.16
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita cola larga	1	0.0094	-4.66	-0.04
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	1	0.0094	-4.66	-0.04
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca cara blanca	7	0.0660	-2.72	-0.18
Cracidae	<i>Ortalis leucogastra</i>	Chachalaca vientre blanco	3	0.0283	-3.56	-0.10
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	3	0.0283	-3.56	-0.10
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	2	0.0189	-3.97	-0.07
Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcon huaco	3	0.0283	-3.56	-0.10
Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Tijereta	6	0.0566	-2.87	-0.16
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	8	0.0755	-2.58	-0.20
Hirundinidae	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina manglera	5	0.0472	-3.05	-0.14
Hirundinidae	<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina verdemar	8	0.0755	-2.58	-0.20
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	1	0.0094	-4.66	-0.04
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Calandria dorso negro mayor	6	0.0566	-2.87	-0.16
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	4	0.0377	-3.28	-0.12
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	2	0.0189	-3.97	-0.07
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	3	0.0283	-3.56	-0.10
Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	4	0.0377	-3.28	-0.12
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajeño	3	0.0283	-3.56	-0.10
Troglodytidae	<i>Thryophilus pleurostictus</i>	Salta pared barrado	4	0.0377	-3.28	-0.12
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo café	5	0.0472	-3.05	-0.14
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	3	0.0283	-3.56	-0.10

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	pi	LN (pi)	piXLN(pi)
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	1	0.0094	-4.66	-0.04
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bien te veo	1	0.0094	-4.66	-0.04
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano piriri	1	0.0094	-4.66	-0.04
Total			106	Diversidad		3.27
H' MAX = LN(S)			Equitatividad = H' / H' MAX			
3.47			0.94			

Tabla 15. Diversidad de Shannon-Wiener – Aves del Área del Proyecto.

MAMÍFEROS

Los Mamíferos presentan una baja diversidad, debido a las pocas especies registradas, su Equitatividad es igual a 0.95, la diversidad obtenida fue de 1.04 la bibliografía cita, que en resultados menores a 2, se infiere que la diversidad del sitio es baja.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	pi	LN (pi)	piXLN(pi)
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	1	0.25	-1.39	-0.35
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo castellano	1	0.25	-1.39	-0.35
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	2	0.50	-0.69	-0.35
Total			4	Diversidad		1.04
H' MAX = LN(S)			Equitatividad = H' / H' MAX			
1.10			0.95			

Tabla 16. Diversidad de Shannon-Wiener – Mamíferos del Área del Proyecto.

9.3. ESPECIES ENLISTADAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ANEXO NORMATIVO III

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** y su **Anexo Normativo III** tienen por objeto identificar las especies o poblaciones de Flora y Fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma y su respectivo Anexo:

Categorías de Riesgo

- **Probablemente Extinta en el medio silvestre (E):** Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del Territorio Nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del Territorio Mexicano.

- **En Peligro de Extinción (P):** Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.
- **Amenazadas (A):** Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.
- **Sujetas a Protección Especial (Pr):** Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

9.3.1. Sistema Ambiental

De las especies de Flora detectadas al interior del SA, ninguna se encuentra incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III.

Mientras que, de las especies de Fauna Silvestre localizadas en el SA, se detectaron **7 especies** que se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III, como se enlista en la Tabla 17:

Clase	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Categoría
Aves	Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Pr
Aves	Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre	Pr
Aves	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	A
Aves	Psittacidae	<i>Amazona auropalliata</i>	Loro nuca amarilla	P
Aves	Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	Pr
Mamíferos	Erethizontidae	<i>Coendou mexicanus</i>	Puercoespín tropical	A
Reptiles	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana espinosa rayada	A

Tabla 17. Especies de Fauna del SA enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

9.3.2. Área del Proyecto

De las especies de Flora detectadas al interior del área del Proyecto, ninguna se encuentra incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III.

Mientras que, de las especies de Fauna Silvestre localizadas dentro de la poligonal del sitio del Proyecto, se detectaron 5 especies que se encuentran incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III.

Clase	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Categoría
Aves	Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre	Pr
Aves	Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Pr
Aves	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	A

Clase	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Categoría
Aves	Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	Pr
Reptiles	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana espinosa rayada	A

Tabla 18. Especies de Fauna del Área del Proyecto enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

9.4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA BIODIVERSIDAD

Con el objeto de resolver lo relativo a las hipótesis normativas que establece el **Artículo 93, Párrafo Primero**, de la LGDFS el cual se refiere a la solicitud presentada para la autorización del CUSTF, el presente estudio se avocó a lo siguiente:

"Artículo 93. La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. "

De lo arriba citado, se desprende que para la autorización del CUSTF, se debe demostrar el cumplimiento de las hipótesis siguientes:

- 1. Que no se comprometerá la biodiversidad,**
- Que no se provocará la erosión de los suelos,
- Que no se afectará la capacidad de almacenamiento de carbono, y
- Que no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación

En tal virtud a lo anterior, se presente el análisis de la hipótesis referida a la biodiversidad, en los términos que a continuación se indican:

9.4.1. Análisis de la Biodiversidad

Lo que corresponde a la primera de las hipótesis arriba referidas, para argumentar que la ejecución del Proyecto atiende al precepto de excepción señalado en el artículo 93 de la LGDFS que establece **no comprometer la biodiversidad**, se realiza un análisis de comparación de los valores de: abundancia relativa, valor de importancia relativa e índice de diversidad de especies de Shannon-Wiener, para dos factores principales: Flora y la Fauna. Por lo cual, del estudio técnico justificativo, se desprende información contenida en diversos apartados del mismo, consistente en lo siguiente:

Indicadores de diversidad

Los argumentos que permiten demostrar, que la biodiversidad del sitio no se compromete con el desarrollo de la obra, se sustentan en un análisis de similitud entre los datos del medio biótico en el sitio del proyecto y del Sistema Ambiental (SA) o unidad de análisis. El análisis se desarrolla en base a los resultados de la evaluación presentados con precisión en los Capítulos IV y V de este documento.

9.4.1.1. Flora Silvestre

9.4.1.1.1. Vegetación de Dunas Costeras

Se reportan **15 especies** en el SA de las cuales 14 son Herbáceas y 1 especie es Arbusto. Mientras que dentro del área del Proyecto se detectaron **10 especies**, de las cuales 9 son Herbáceas y 1 es de Arbustos; como se aprecia en la Tabla 19:

Unidad de Estudio	Concepto	Herbáceo	Arbustivo	Total
Sistema Ambiental	Familia	10 Familias		
	Especies	14	1	15
	Individuos	3,628	6	3,634
	Diversidad	1.01	0	
	Diversidad Máxima	2.64	0	
	Equitatividad	0.38	0	
Superficie de CUSTF	Familia	7 Familias		
	Especies	9	1	10
	Individuos	1,574	3	1,577
	Diversidad	1.3	0	
	Diversidad Máxima	2.2	0	
	Equitatividad	0.59	0	

Tabla 19. Comparativa de Diversidad para la Vegetación de Dunas Costeras del SA y del Área de CUSTF.

Dentro de las medidas de mitigación propuestas, se ejecutará un programa de rescate de flora silvestre que considerando la densidad (Ind/Ha) y los siguientes Criterios para la selección de las especies a rescatar.

1. Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que se ubican dentro del área de Área de Proyecto.
2. Las especies presentes en ambas zonas (SA y Área de Proyecto) pero son más abundantes en el Área de Proyecto.
3. Las especies localizas en Área de Proyecto, pero no en el SA.

De lo anterior, se desarrolló un análisis comparativo, con los valores de Abundancia, Individuos por Hectárea, Valor de Importancia relativo y Diversidad obteniendo lo siguiente:

ESTRATO ARBUSTIVO

Este estrato solo fue factible distinguir una especie, tanto en el SA como en el área de CUSTF se presenta en la misma cantidad, por lo que se obtuvieron valores similares.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos		Densidad		VIR		Diversidad	
			SA	CUS	SA	CUS	SA	CUS	SA	CUS
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	6	6	62.86	72.38	100%	100%	0	0
Total			6	6	62.86	72.38	100%	100%	0	0

Tabla 20. Comparativa – Estrato Arbustivo para Vegetación de Dunas Costeras.

ESTRATO HERBÁCEO

Comparando los datos, en ambos casos la diversidad es **Baja**, mientras que en el SA se determinó un valor de 1.01 y cinco especies más que en el área del Proyecto, este último obtuvo 1.30 de Índice de Diversidad. Las especies herbáceas de la superficie sujeta a CUSTF se encuentran bien representadas en el SA.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos		Densidad		VIR		Diversidad	
			SA	CUS	SA	CUS	SA	CUS	SA	CUS
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	87	38	11,447.37	11,515.15	5.84%	3.31%	-0.090	-0.090
Asteraceae	<i>Pectis multiflosculosa</i>	Flor Amarilla	17		2,236.84		0.58%		-0.030	
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	28	61	3,684.21	18,484.85	1.68%	4.71%	-0.040	-0.126
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i>	Bejuco de Mar	42		5,526.32		4.89%		-0.050	
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	25	58	3,289.47	17,575.76	2.45%	3.18%	-0.030	-0.122
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	Golondrina	2		263.16		0.17%		-0.004	
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	45	48	5,921.05	14,545.45	2.57%	5.31%	-0.050	-0.106
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	195	78	25,657.89	23,636.36	10.72%	11.16%	-0.160	-0.149
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Malva	8	40	1,052.63	12,121.21	0.35%	4.64%	-0.010	-0.093
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i>	Tapacola	9		1,184.21		0.87%		-0.010	
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Maracuyá Silvestre	2		263.16		0.30%		-0.004	
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	114	114	15,000.00	34,545.45	3.80%	6.65%	-0.110	-0.19
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	2,747	1,052	361,447.37	318,787.88	54.76%	57.16%	-0.210	-0.269
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	307	85	40,394.74	25,757.58	11.01%	3.89%	-0.210	-0.158
Total			3,628	1,574	477,368.42	476,969.69	100%	100%	1.01	1.30

Tabla 21. Comparativa – Estrato Herbáceo para Vegetación de Dunas Costeras.

9.4.1.1.2. Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)

Se reportan **27 especies** en el SA de las cuales 15 son Herbáceas, 4 especies son Arbustos y 8 especies son Arbóreas. Mientras que, dentro del área del Proyecto se detectaron **20 especies**, de las cuales 6 son Herbáceas, 4 especies son Arbustos y 10 especies son Arbóreas.

Unidad de Estudio	Concepto	Herbáceo	Arbustivo	Arbóreo	Total
Sistema Ambiental	Familia	17 Familias			
	Especies	15	4	8	27
	Individuos	296	130	124	550
	Diversidad	2.08	0.79	1.84	
	Diversidad Máxima	2.71	1.39	2.08	

Unidad de Estudio	Concepto	Herbáceo	Arbustivo	Arbóreo	Total
	Equitatividad	0.77	0.57	0.89	
Superficie de CUSTF	Familia	12 Familias			
	Especies	6	4	10	20
	Individuos	45	18	146	209
	Diversidad	2.00	1.04	1.30	
	Diversidad Máxima	2.3	1.39	1.79	
	Equitatividad	0.87	0.75	0.72	

Tabla 22. Comparativa de Diversidad para la Vegetación de Dunas Costeras (Matorral) del SA y del Área de CUSTF.

Dentro de las medidas de mitigación propuestas, se ejecutará un programa de rescate de flora silvestre que considerando la densidad (Ind/Ha) y los siguientes Criterios para la selección de las especies a rescatar.

1. Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que se ubican dentro del área de Área de Proyecto.
2. Las especies presentes en ambas zonas (SA y Área de Proyecto) pero son más abundantes en el Área de Proyecto.
3. Las especies localizas en Área de Proyecto, pero no en el SA.

De lo anterior, se desarrolló un análisis comparativo, con los valores de Abundancia, Individuos por Hectárea, Valor de Importancia relativo y Diversidad obteniendo lo siguiente:

ESTRATO ARBÓREO

Comparando los datos, en ambos casos la diversidad es **Baja**, mientras que en el SA se detectaron tres especies más que en el área del Proyecto, siendo ligeramente más diverso en el SA ya que obtuvo 1.84 de Índice de Diversidad contra el 1.30 que se obtuvo en CUSTF. Solo la especie Capulincillo (*Nectandra salicifolia*) no fue detectada en los muestreos realizados en el Sistema Ambiental, el resto de especies se encuentran bien representados en el SA.

3. Las especies localizas en Área de Proyecto, pero no en el SA: Capulincillo (*Nectandra salicifolia*).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos		Densidad		VIR		Diversidad	
			SA	CUS	SA	CUS	SA	CUS	SA	CUS
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus gracilis</i>	Negrito	14		557.32		13.21%		-0.25	
Capparacea	<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	23	26	915.61	2,957.23	25.59%	28.46%	-0.31	-0.31
Celastraceae	<i>Hippocratea volubilis</i>	Horteguillo	30		1,194.27		18.59%		-0.34	
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	7	83	278.66	9,440.40	3.34%	33.62%	-0.16	-0.32
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	7	11	278.66	1,251.14	8.10%	16.92%	-0.16	-0.19
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	8	4	318.47	454.96	6.18%	4.13%	-0.18	-0.10
Lauraceae	<i>Nectandra salicifolia</i>	Capulincillo		6		682.44		3.81%		-0.13
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	32	16	1,273.89	1,819.84	22.98%	13.06%	-0.35	-0.24
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Acahuite	3		119.43		2.01%		-0.09	
Total			124	146	4,936.31	16,606.01	100%	100%	1.84	1.30

Tabla 23. Comparativa – Estrato Arbóreo para Vegetación de Dunas Costeras (Matorral).

ESTRATO ARBUSTIVO

Comparando los datos, ambos sistemas presentaron 4 especies, con la diferencia de que, en cada caso, una especie no se detectó en alguna de las dos áreas, el SA presenta un mayor número de individuos lo que provoca que la diversidad sea menor que en el CUSTF. El SA presenta una diversidad de 0.79, mientras que el Área de CUSTF fue de 1.04; en ambos casos, la diversidad es BAJA. Las especies propensas a rescate de este estrato son:

- Las especies localizadas en Área de Proyecto, pero no en el SA: Tapacola (*Waltheria indica*).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos		Densidad		VIR		Diversidad	
			SA	CUS	SA	CUS	SA	CUS	SA	CUS
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	94	7	3,742.04	796.18	76.94%	39.45%	-0.23	-0.37
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	11	1	437.90	113.74	6.19%	8.54%	-0.21	-0.16
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i>	Tapacola		1		113.74		9.37%		-0.16
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Pichigueta	24	9	955.41	1,023.66	14.89%	42.64%	-0.31	-0.35
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Cinco Negritos	1		39.81		1.98%		-0.04	
Total			130	18	5,175.16	2,047.32	100%	100%	0.79	1.04

Tabla 24. Comparativa – Estrato Arbustivo para Vegetación de Dunas Costeras (Matorral).

ESTRATO HERBÁCEO

Comparando los datos, en el SA se detectó a cinco especies más que en el área del Proyecto. La diversidad presente es similar en las dos superficies, mientras que el Índice de Diversidad fue de 2.08 en el SA, en el área del Proyecto fue de 2.00, lo que hace decrecer el Índice; en ambos casos la diversidad es **Media**. Todas las especies detectadas en el área del Proyecto se encuentran bien representadas en el SA.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos		Densidad		VIR		Diversidad	
			SA	CUS	SA	CUS	SA	CUS	SA	CUS
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i>	Cadillo	4	1	2,000.00	1,428.57	1.56%	2.60%	-0.06	-0.08
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Amor Seco	18	4	9,000.00	5,714.29	6.25%	7.37%	-0.17	-0.22
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	4	10	2,000.00	14,285.71	1.57%	15.40%	-0.06	-0.33
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	8	1	4,000.00	1,428.57	5.05%	2.64%	-0.10	-0.08
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	16	6	8,000.00	8,571.43	8.31%	13.31%	-0.16	-0.27
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i>	Flor Lila	7	3	3,500.00	4,285.71	1.92%	4.12%	-0.09	-0.18
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Maracuyá Silvestre	15		7,500.00		6.80%		-0.15	
Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	21		10,500.00		4.32%		-0.19	
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto Salado	66		33,000.00		11.37%		-0.33	
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	15	3	7,500.00	4,285.71	3.16%	4.12%	-0.15	-0.18
Poaceae	<i>Melinis repens</i>	Pasto Rosado	12	12	6,000.00	17,142.86	4.17%	13.06%	-0.13	-0.35
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacatón	6	1	3,000.00	1,428.57	17.03%	32.37%	-0.08	-0.08
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto Bahía	101		50,500.00		26.98%		-0.37	
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	2	4	1,000.00	5,714.29	0.82%	5.00%	-0.03	-0.22
Smilacaceae	<i>Smilax mollis</i>	Zarzaparrilla	1		500.00		0.67%		-0.02	
Total			296	45	148,000.00	64,285.71	100%	100%	2.08	2.00

Tabla 25. Comparativa – Estrato Herbáceo para Vegetación de Dunas Costeras (Matorral).

Como se ha establecido a lo largo de este documento, se ejecutará el **Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre** para las especies propensas a ser rescatadas, garantizando su presencia dentro del SA, por lo tanto, **no se**

compromete a la Flora nativa de la región y se cumple con la hipótesis del Artículo 93, Párrafo Primero de la LGDFS.

9.4.1.2. Fauna Silvestre

Analizando la lista de las especies detectadas en el área de CUSTF y comparándola con la lista de las especies detectadas en el SA, se obtiene lo siguiente:

REPTILES

En el SA se detectaron 8 especies de reptiles por 2 del área del Proyecto, la diversidad presente es mayor en el SA obteniendo 1.72 del Índice de Shannon-Wiener por 0.60 que se obtuvo en el área de CUSTF; a pesar de ello, en ambos sitios es baja. Las dos especies detectadas en el área de CUS fueron detectadas en el Sistema Ambiental.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia SA	CUSTF	Diversidad SA	CUSTF
Boidae	<i>Boa imperator</i>	Mazacuata	1		-0.08	
Colubridae	<i>Conophis vittatus</i>	Culebra guarda camino rayada	1		-0.08	
Dactyloidae	<i>Anolis unilobatus</i>	Abaniquillo	2		-0.14	
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Cuija	4		-0.21	
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana espinosa rayada	5	2	-0.24	-0.36
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija escamosa variable	17		-0.37	
Teiidae	<i>Aspiloscelis deppii</i>	Lagartija verdi azul	10	5	-0.33	-0.24
Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija arcoiris	6		-0.27	
TOTAL			46	7	1.72	0.60

Tabla 26. Comparativa – Reptiles para el SA y el Área de CUSTF.

AVES

Las Aves son el grupo mejor representado tanto en el SA como en el área del Proyecto con un total de 43 especies para el SA y 32 especies para el sitio de CUSTF. La diversidad presente es ligeramente mayor en el SA, obteniendo 3.45 del Índice de Shannon-Wiener por 3.27 que se obtuvo en el área de CUSTF, en ambos sitios presentan una alta diversidad. Las especies detectadas en el área de CUSTF fueron detectadas en el SA.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia SA	CUSTF	Diversidad SA	CUSTF
Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	3	1	-0.03	-0.04
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	4	1	-0.04	-0.04
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijiji alas blancas	4		-0.04	
Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	2		-0.02	
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	12	3	-0.10	-0.10
Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre	5	2	-0.05	-0.07
Burhinidae	<i>Burhinus bistriatus</i>	Alcaravan americano	2		-0.02	
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras Pauraque	2	1	-0.02	-0.04
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	9	3	-0.08	-0.10
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	16	4	-0.12	-0.12

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia SA	CUSTF	Diversidad SA	CUSTF
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	11	6	-0.09	-0.16
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita cola larga	25	1	-0.16	-0.04
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	7	1	-0.06	-0.04
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	11		-0.09	
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca cara blanca	17	7	-0.12	-0.18
Cracidae	<i>Ortalis leucogastra</i>	Chachalaca vientre blanco	7	3	-0.06	-0.10
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	16	3	-0.12	-0.10
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	4	2	-0.04	-0.07
Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcon huaco	4	3	-0.04	-0.10
Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Tijereta	12	6	-0.10	-0.16
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	15	8	-0.11	-0.20
Hirundinidae	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina manglera	9	5	-0.08	-0.14
Hirundinidae	<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina verdemar	16	8	-0.12	-0.20
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	3	1	-0.03	-0.04
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Calandria dorso negro mayor	20	6	-0.14	-0.16
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	8	4	-0.07	-0.12
Jacaniidae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana norteña	4		-0.04	
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	2		-0.02	
Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Aguila pescadora	2		-0.02	
Pelecaniidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano Café	48		-0.24	
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	8	2	-0.07	-0.07
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	20	3	-0.14	-0.10
Psittacidae	<i>Amazona auropalliata</i>	Loro nuca amarilla	25		-0.16	
Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	22	4	-0.15	-0.12
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño	6	3	-0.06	-0.10
Troglodytidae	<i>Thryophilus pleurostictus</i>	Salta pared barrado	12	4	-0.10	-0.12
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo café	25	5	-0.16	-0.14
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	17	3	-0.12	-0.10
Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	6		-0.06	
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	2	1	-0.02	-0.04
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bien te veo	3	1	-0.03	-0.04
Tyrannidae	<i>Tyrannus forficatus</i>	Tirano tijereta rosado	9		-0.08	
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano piriri	3	1	-0.03	-0.04
TOTAL			458	106	3.45	3.27

Tabla 27. Comparativa – Aves para el SA y el Área de CUSTF.

MAMÍFEROS

En el SA se detectaron 5 especies mientras que en el CUSTF se identificaron 3 especies, la diversidad presente es ligeramente mayor en el SA, obteniendo 1.46 del Índice de Shannon-Wiener por 1.04 que se obtuvo en el área de CUSTF, a pesar de ello en ambos sitios es baja. Las tres especies detectadas en el área de CUSTF fueron detectadas en el SA.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia		Diversidad	
			SA	CUSTF	SA	CUSTF
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	5	1	-0.36	-0.35
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache negro	2		-0.26	
Erethizontidae	<i>Coendou mexicanus</i>	Puercoespin tropical	1		-0.17	
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo castellano	3	1	-0.31	-0.35
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	5	2	-0.36	-0.35
TOTAL			16	4	1.46	1.04

Tabla 28. Comparativa – Mamíferos para el SA y el Área de CUSTF.

En la Tabla 29 se exhibe un resumen respecto a la diversidad de la Fauna Silvestre:

Unidad de Estudio	Concepto	Reptiles	Aves	Mamíferos	Total
Sistema Ambiental	Familia	7	25	5	37
	Especies	8	43	5	56
	Individuos	46	458	16	520
	Diversidad	1.72	3.45	1.47	
	Diversidad Máxima	2.08	3.76	1.61	
	Equitatividad	0.83	0.92	0.92	
Área del Proyecto	Familia	2	19	3	24
	Especies	2	32	3	37
	Individuos	7	106	4	117
	Diversidad	0.60	3.27	1.04	
	Diversidad Máxima	0.69	3.47	1.1	
	Equitatividad	0.86	0.94	0.95	

Tabla 29. Comparativa de Diversidad para la Fauna Silvestre del SA y del Área de CUSTF.

La Fauna del SA presenta mayor diversidad y riqueza específica que el área de CUSTF, con lo cual queda demostrado que **no se pone en riesgo a la Fauna** del ecosistema en cuestión. Asimismo, se desarrollarán medidas para evitar dañar a los ejemplares que pudieran ingresar a las áreas de trabajo, las cuales serán rescatadas y reubicadas en zonas adecuadas para su supervivencia.

Si bien se espera que las actividades de CUSTF impliquen una modificación al hábitat de distintos grupos faunísticos en la superficie establecida, en ningún momento se prevé que el desarrollo del Proyecto implique la pérdida de diversidad (riqueza y abundancia) de vertebrados, o el declive de sus poblaciones toda vez que los **16,884.3561 m²** solicitados para CUSTF representan únicamente el **0.0263%** de la superficie total del SA, y ninguna de las especies registradas durante los inventarios de campo se distribuye exclusivamente en el área susceptible a CUSTF; por el contrario, éstas se distribuyen a lo largo de todo el SA.

Además de las especies en Norma, las especies reportadas dentro del área de CUSTF, que cumplan con los criterios para ser rescatadas, serán tomadas en cuenta por el **Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre**, con el fin de conservar y preservar la Fauna nativa, por lo que se favorecerá al ecosistema general del SA y se mantendrán las especies afectadas.

Por lo anterior, con base en los razonamientos arriba expresados, se considera que se acredita la primera de las hipótesis normativas establecidas por el Artículo 93, Párrafo Primero de la LGDFS, en cuanto a que con estos ha quedado técnicamente demostrado que con el desarrollo del Proyecto **no se compromete a la Fauna Silvestre.**

9.4.2. Análisis General

Derivado de lo anterior se puede resumir que, con el Proyecto propuesto, que afectará una superficie de **1.6884 Ha** cubiertas por *Vegetación de Dunas Costeras* y *Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)*, **no se comprometerán especies de Flora y Fauna Silvestre**, ya que se efectuará un *Programa de Rescate y Reubicación*.

Bajo este contexto, la biodiversidad asociada al tipo de vegetación presente en el sitio del Proyecto no se verá comprometida con el desarrollo de este, y tanto las especies de Fauna como las de Flora presentes en el lugar, se encuentran correctamente representadas dentro de la región y, por otro lado, se realizarán las siguientes acciones:

- El Proyecto contempla la implementación de actividades de manejo y rescate de Flora y Fauna previo a las actividades de desmonte y despalme.
- Ejecutar los **Programas de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna.**
- Quedará prohibida la quema de material vegetal residual.
- Respecto al derribo de los árboles se realizará previa delimitación de las áreas a desmontar para evitar posibles riesgos de afectación de vegetación adyacente.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL – MODALIDAD B

PROYECTO: “FRACCIONAMIENTO LOS GIRASOLES”

**PROMOVENTE: GRUPO SONAR DEL
SURESTE S.A. DE C.V.**

CAPÍTULO 10. MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES



**ELABORADO POR: ING. JOSÉ RAFAEL RAMOS
MORENO, PRESTADOR DE SERVICIOS
FORESTALES**

FECHA DE ELABORACIÓN: AGOSTO DE 2022

CONTENIDO

10. Medidas de prevención, mitigación y compensación de los Impactos Ambientales	1
10.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación	1
10.1.1. Medidas de Prevención	2
10.1.2. Medidas de Mitigación	4
10.1.3. Medidas de Compensación.....	8
10.1.4. Recomendaciones para la construcción y ocupación	12
10.1.5. Programa de Vigilancia Ambiental	14

Índice de Tablas

Tabla 1. Identificación De Los Impactos Ambientales Potenciales Relevantes.	2
Tabla 3. Medidas De Mitigación Del Proyecto.	5
Tabla 4. Cantidad De Obras De Conservación De Suelos.	10
Tabla 5. Disminución Del Aumento En La Erosión Total Por El CUSTF.	10
Tabla 6. Cantidad De Obras De Conservación De Aguas.	10
Tabla 7. Disminución Del Déficit En La Infiltración Total Por El CUSTF.	11

Índice de Figuras

Figura 1. Ejemplo De Señalamientos Y/O Letreros Alusivos.	4
Figura 2. Ejemplo De Actividades Del Rescate De Flora Silvestre.	6
Figura 3. Ejemplo De Actividades De Rescate Y Reubicación De Fauna Silvestre.	7
Figura 4. Ejemplos De Acomodo De Material Vegetal Muerto.	9

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Medidas De Prevención Del Proyecto.	3

10. Medidas de prevención, mitigación y compensación de los Impactos Ambientales

10.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación

El establecimiento y aplicación de estas medidas se establecen con el objetivo de prevenir, corregir, mitigar y/o compensar los posibles efectos de carácter adversos que podrían ser causados sobre los elementos del medio biótico, abiótico y socioeconómico. Con el fin de lograr la conservación del entorno ambiental antes, durante y posterior a la realización del **Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestal (CUSTF)**. Los tipos de medidas que integran el presente proyecto serán los siguientes:

➤ Medidas Preventivas

También son conocidas como medidas protectoras, y su función es evitar, dentro de lo posible, o minimizar los daños e impactos negativos generados por las actividades de una obra o actividades. Esto debe ser antes de que se lleguen a producir dichos impactos sobre el entorno natural.

➤ Medidas de Mitigación

Se consideran a todas aquellas políticas, estrategias, obras o acciones que tienen por objetivo minimizar los impactos adversos que pueden presentarse durante las etapas de ejecución de un proyecto y mejorar la calidad ambiental aprovechando el potencial existente.

➤ Medidas de Compensación

Es el conjunto de acciones que buscan de alguna forma la bonificación de los daños provocados por los impactos ambientales negativos que no pudieron ser atenuados o prevenidos.

En la Tabla 1 se muestran de manera general los impactos que potencialmente podrían ocasionarse con la ejecución del Proyecto, así como los componentes biológicos, físicos y socioeconómicos que se verían afectados:

Componentes	Impactos Potenciales	Naturaleza	Indicadores
Aire	Emisiones a la atmósfera	Negativo	Niveles CO ₂ , CO, NO _x , partículas suspendidas
	Generación de gases de efecto invernadero	Negativo	GEI
	Incremento en los niveles de ruido	Negativo	Decibeles
Geomorfología	Modificación del relieve	Negativo	Porcentaje de pendiente
	Modificación e inestabilidad de taludes	Negativo	Altura, pendiente
Suelo	Incremento del proceso de erosión	Negativo	Toneladas/Hectárea
	Contaminación de suelos	Negativo	Hectáreas
Agua Superficial y Subterránea	Modificación en la calidad del agua	Negativo	Índices de Calidad del Agua
	Alteración drenaje superficial	Negativo	m ³ /Hectárea

Componentes	Impactos Potenciales	Naturaleza	Indicadores
	Modificación del proceso de transporte y sedimentación	Negativo	m ³
Flora	Pérdida de individuos de especies incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Negativo	Riqueza y Abundancia
Fauna	Muerte accidental y/o cacería de individuos de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Negativo	Número de Especies potenciales
	Perdida y perturbación de hábitat	Negativo	Superficie/Tipo de Hábitat
Paisaje	Modificación del paisaje	Negativo	Fragilidad Visual
Economía	Generación de empleos directos e indirectos	Positivo	Cantidad de Empleos
	Incremento en la demanda de bienes y servicios	Positivo	Cantidad de Bienes y Servicios
	Ingresos a la economía local	Positivo	Índice de Rentabilidad
	Perturbación de la vida cotidiana	Negativo	Número de Localidades
	Incremento en el flujo vehicular	Negativo	Número de Espacios

Tabla 1. Identificación de los Impactos Ambientales Potenciales Relevantes.

En el presente **Documento Técnico Unificado Modalidad B (DTU-B)** se aportan las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos que se generarán a la Flora y Fauna silvestres, suelo y agua, para el desahogo de cada una de las hipótesis normativas de excepción que establece el Artículo 93 de la **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)**, en lo que se refiere a que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión del suelo, ni la disminución en la capacidad de almacenamiento de carbono, ni el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y el Artículo 12, Fracción VI del **Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA)**, referente a establecer medidas de prevención, mitigación y/o compensación para minimizar o atenuar los impactos negativos a generar.

Adicionalmente como medida de compensación ambiental se presenta la propuesta de obras de conservación para los factores ambientales suelo y agua, así como las actividades y/o acciones que se realizarían durante el rescate y reubicación de la Flora y Fauna silvestres.

10.1.1. Medidas de Prevención

En la Tabla 2 se mencionan las actividades que se realizarán como medidas de prevención contra los impactos que se generarán por la ejecución del Proyecto, así como su descripción:

Delimitación

- Delimitación del predio y del área del proyecto.
- Con la finalidad de no afectar áreas aledañas durante las actividades de desmonte y despalme. Será indispensable el apoyo tanto de especialistas como de personal que conozca la zona, para evitar daños severos a los factores ambientales por medio de la caza, captura y/o comercialización de especies

Ahuyentamiento

- Acciones de ahuyentamiento de fauna.
- Se formará un grupo de trabajadores, quienes serán los primeros en avanzar durante un recorrido diario sobre el área del Proyecto, con el objetivo de generar ruidos por medio de instrumentos metálicos (latas, varillas, etc.) con el fin de dar tiempo a que la Fauna presente abandone el lugar. Estos recorridos deben realizarse durante las primeras horas del día o al atardecer, para ahuyentar principalmente aves, reptiles y mamíferos pequeños.
- Se evitará que el personal de campo acompañante lleve perros consigo, que pudieran lastimar, estresar y/o matar a la Fauna del sitio. De igual forma, se prohibirá que los trabajadores efectúen acciones de cacería, captura y comercialización de especies

Programas de rescate y reubicación

- Para la conservación de la flora y la fauna.
- Se implementarán durante la etapa de Preparación del Sitio, para la identificación de especies florísticas y faunísticas de importancia y que necesitarán de las actividades de rescate, para su posterior reubicación en una zona previamente delimitada

Pláticas de capacitación

- Cursos para la capacitación del personal y concientización ambiental.
- Deberán realizarse previo al CUSTF, manejando un enfoque preventivo, dirigido a todo el personal que labore en el Proyecto que acompañará al personal técnico, abarcando temas de importancia ambiental (manejo de residuos, protección de especies, Seguridad e Higiene, etc.)

Gráfico 1. Medidas de Prevención del Proyecto.

Adicional a las medidas citadas en la Tabla 2, se colocarán letreros alusivos que recalquen la importancia de cumplir con las actividades señaladas anteriormente, a lo largo de la superficie de CUSTF. Algunos rubros de temática ambiental que se plasmarán serán: *No tirar basura, prohibido cazar, prohibido utilizar materiales inflamables, prohibido extraer Flora y Fauna silvestre*, entre otras.

De igual manera, se elaborarán letreros vinculados a la separación correcta de los residuos sólidos que se generen. Cabe mencionar que, durante las pláticas de concientización, se les explicará a los trabajadores la manera en que deberán realizar la separación de dichos desechos.

A su vez, se hará hincapié en el uso constante y correcto del **Equipo Protección Personal (EPP)** como parte de la Seguridad e Higiene en el centro de trabajo; aunado a lo anterior, se contempla la colocación de elementos de importancia como extintores, botiquín de primeros auxilios, señaléticas (de acuerdo con los lineamientos de la Normatividad vigente), entre otros.

10.1.2. Medidas de Mitigación

10.1.2.1. Generales

A continuación, se describen las medidas de mitigación generales, es decir, las que se deberán tomar en cuenta a lo largo de todas las etapas del Proyecto:

- Los **Residuos Sólidos Urbanos (RSU)** generados por las actividades del Proyecto, deberán ser colocados en contenedores rotulados con las leyendas correspondientes. Después, se recogerán diariamente al finalizar la jornada laboral y se dispondrán en un almacén temporal. Finalmente, serán llevados al punto de recolección, donde el servicio recolector municipal se encargará de transportarlos al sitio de disposición final.
- En caso de ser necesario, los **Residuos Peligrosos (RP)** que se pudiesen generarse (botes de aceites, lubricantes, estopas, etc.), serán depositados en recipientes, rotulados y dispuestos en un almacén temporal. Posteriormente, serán recolectados por una Empresa autorizada en el rubro que se encargará de su manejo y disposición final.
- Se establecerán periodos de mantenimiento para el equipo y/o maquinaria que no se encuentre funcionando correctamente.
- Para garantizar la seguridad del personal, se les proporcionará el equipo e indumentaria adecuada para la realización de sus actividades.
- Del mismo modo, se implementará el uso de bitácoras de actividades como evidencia de registro y control de las condiciones que se susciten durante las actividades del CUSTF.
- Se ubicarán señalamientos restrictivos de las actividades no permitidas dentro del sitio del Proyecto, así como de las medidas de seguridad en el área de trabajo (uso de equipo, riesgo, peligro, etc.). En la Figura 1, se presentan algunos ejemplos de dichos logotipos.



Figura 1. Ejemplo de Señalamientos y/o Letreros Alusivos.

Al encontrarse en un sitio cercano a la zona de anidación de la Tortuga Marina, se considerarán las siguientes acciones:

- En caso de avistamiento de alguna especie, se procurará la protección de su integridad y seguridad; dando aviso de su aparición a la Autoridad competente. Se tendrá especial cuidado durante sus temporadas de anidación.
- Si se llegase a detectar el daño o captura de cualquier ejemplar de Tortuga Marina por parte de algún individuo o grupo de personas; se notificará de manera inmediata a la Autoridad pertinente.
- El área playera cercana al sitio del Proyecto se mantendrá libre de residuos.
- De igual manera, se promoverá el cuidado y protección de la Tortuga Marina, ante los turistas que visiten el lugar, por medio de letreros alusivos y de difusión directa por medio de las pláticas de concientización hacia los trabajadores del Proyecto.

10.1.2.2. Factores Ambientales Físicos

En la Tabla 3 se presentan las medidas que se tomarán para mitigar los impactos ambientales ocasionados a los factores aire, suelo y agua:

Factor	Descripción
Aire	Se asegurará que los vehículos y equipos estén en buenas condiciones de operación y mantenimiento, lo que evitará la contaminación tanto del aire (por emisión de gases y partículas) como del suelo y agua (por fuga de aceites, combustibles o cualquier otro hidrocarburo).
	Se realizará regularmente el riego de caminos y áreas de terracería en donde se lleven a cabo las actividades del Proyecto, esto con la finalidad de reducir la emisión de polvos y partículas a la atmósfera.
Suelo	Reducir a un mínimo los movimientos de tierras y la operación de la maquinaria.
	Para evitar la erosión, se conservará una cubierta vegetal en las superficies donde sea factible. Además, se deberán recolectar, almacenar y triturar los productos del desmonte y despalle para su uso futuro en obras de conservación.
Agua	Se respetará siempre que sea posible el patrón de drenaje natural.
	Las desviaciones de caudales superficiales deben evitarse en lo posible, encauzándose las aguas de escorrentía a cursos fluviales ya existentes.
	Quedará prohibido arrojar cualquier tipo de residuos a arroyos, cuerpos de agua (naturales y artificiales) y/o barrancas que pudieran encontrarse en el sitio del Proyecto o en sus inmediaciones.
	El agua requerida para el Proyecto será adquirida mediante pipas y se almacenará temporalmente en recipientes y/o tanques. Se recolectará el agua de las lluvias que pudieran presentarse durante la ejecución del Proyecto.

Tabla 2. Medidas de Mitigación del Proyecto.

10.1.2.3. Factores Ambientales Bióticos

10.1.2.3.1. Flora Silvestre

Para prevenir los impactos ambientales que pudieran afectar la integridad de las especies vegetales, se proponen las siguientes acciones:

- El personal que labore en el sitio del Proyecto tendrá prohibido recolectar y/o capturar individuos de Flora silvestre del área, para fines comerciales.
- El desmonte, deshierbe y despalme de la vegetación se realizará estrictamente dentro del área delimitada para el Proyecto.
- Los restos vegetales y del suelo generados durante las actividades de desmonte, se almacenarán temporalmente para ser triturados y ser mezclados, para posteriormente ser utilizados en actividades de conservación.
- El desmonte se llevará a cabo por medios manuales (hachas y machetes) y en los casos en que sea muy necesario, con medios mecánicos (motosierra) o maquinaria pesada. Cabe resaltar que no se utilizarán sustancias químicas y/o fuego para tal fin.
- Se debe asegurar tan sólo el desmonte al ras del suelo en aquellas áreas de afectación en donde se contemple la nivelación del camino.
- El derribo del arbolado deberá respetar las áreas no autorizadas, además de efectuarse en forma direccional para evitar la afectación de la vegetación circundante. Se establecerán los márgenes de seguridad de operación conforme a lo establecido en la normatividad vigente.
- Previo a las actividades de desmonte y despalme, se deberá llevar a cabo la ejecución de actividades de rescate y reubicación de individuos de Flora, enfocado a especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, como se muestra en la Figura 2:



Figura 2. Ejemplo de Actividades del Rescate de Flora Silvestre.

- El material vegetal que se genere (troncos, ramas, etc.) será utilizado para la construcción de las obras de conservación de suelo y agua que se implementarán como medida de compensación de los impactos ambientales generados por la erosión y el déficit de agua.
- Asimismo, se implementará el **Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre**.

10.1.2.3.2. Fauna Silvestre

Para prevenir los impactos ambientales que pudieran afectar la integridad de las especies de Fauna silvestre, se enlistan las siguientes acciones preventivas:

- Se deberá implementar y ejecutar (previo a la actividad de desmonte y despalme), el ahuyentamiento de individuos de Fauna Silvestre que pudieran encontrarse en el sitio del Proyecto y su área de influencia. Para efectuarlo, se utilizarán distintos utensilios (materiales metálicos, botellas con piedras, etc.), generando ruido durante un recorrido sobre la totalidad de la superficie del Proyecto. Esto deberá realizarse diariamente, antes de comenzar con cualquier actividad referente al Proyecto.
- Asimismo, se llevarán a cabo actividades de rescate y reubicación de individuos con desplazamientos lentos como es el caso de los anfibios, reptiles y algunos pequeños mamíferos. En la Figura 3, se presentan ejemplos de actividades de rescate y reubicación de Fauna Silvestre:



Figura 3. Ejemplo de Actividades de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre.

- En el caso de localizarse algún nido de ave, este se reubicará con ramas cortadas y amarradas a una distancia considerable, en un árbol con la misma cobertura del hospedero y a la misma altura. Este tipo de actividades deberá de realizarlas personal que tenga la suficiente experiencia en la captura, manejo y liberación de Fauna en ambientes adecuados.

- No se permitirá la cacería, captura y/o comercialización de especies de Fauna silvestre que se puedan encontrar en el sitio del Proyecto o en sus inmediaciones.
- Se evitará en todos los casos, el consumo de animales silvestres propios de la región y que pudieran ser ofrecidos por los pobladores cercanos al sitio del Proyecto.
- El desmonte o derribo de arbolado se deberá realizar de manera paulatina, permitiendo con ello el desplazamiento de las especies faunísticas hacia otras zonas. En caso de ser necesario, se procederá a realizar el rescate y reubicación de las especies encontradas.
- De igual manera, se implementará el **Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre**.

10.1.3. Medidas de Compensación

Estas medidas se proponen para cumplir con los lineamientos establecidos en el Artículo 93 Párrafo Primero de la LGDFS, que cita lo siguiente:

"La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal."

Para ello, es necesario establecer e implementar obras de conservación de suelo y agua, como lo establece el *Manual de Conservación de Suelos* de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2012).

De igual forma, en el **Capítulo VII**, se expone el **Programa de Conservación de Suelo y Agua** que se implementará como medida de compensación a los efectos ocasionados por la erosión del suelo y el déficit en la infiltración.

10.1.3.1. Obras de Conservación de Suelo y Agua

A continuación, se presenta una descripción de las obras de conservación de suelo y agua que se implementarán en este Programa, así como la metodología para su construcción:

10.1.3.1.1. Acomodo de Material Vegetal Muerto (AMVM)

Consiste en la formación de cordones o fajinas siguiendo las curvas a nivel con el material vegetal muerto existente en el terreno, resultante de la remoción de la

vegetación, aprovechamientos forestales, podas, preclareos, aclareos o material incendiado.

Dicho material se coloca de forma perpendicular a la pendiente del terreno para propiciar la disminución de la velocidad y cantidad de escurrimiento superficial, a la vez que interceptan los sedimentos provenientes de aguas arriba como parte del proceso erosivo y favorece la regeneración natural. Es importante resaltar que el correcto acomodo del material muerto evita la propagación acelerada de incendios forestales. En la Figura 4 se ilustran algunos ejemplos de este tipo de formaciones:



Figura 4. Ejemplos de Acomodo de Material Vegetal Muerto.

De acuerdo con la CONAFOR (2007), el acomodo de estos materiales proporciona protección del suelo, evita la erosión hídrica, disminuye el escurrimiento superficial e incrementa el contenido de humedad en el suelo, lo que favorece la regeneración natural del estrato herbáceo.

Para su construcción se deberán seguir las siguientes instrucciones:

- 1.** Determinar el espaciamiento entre cordones de material acomodado, en función de la pendiente, el escurrimiento, la erosión o la cantidad de material disponible en el terreno.
- 2.** Acarrear el material a la línea donde se construirá el acordonamiento. Si el material tiene secciones muy largas, se debe trozar para evitar que las ramas dificulten la compactación y amarre del cordón, logrando uniformidad en la obra.
- 3.** Previo a la formación de los cordones se colocan las estacas, las cuales evitarán la deformación del cordón. El estacado puede hacerse sólo de un lado o cubrir ambos lados, es decir, colocarse tanto aguas abajo como aguas arriba del mismo.

4. Una vez definido el largo de las obras, se distribuyen y acomoda el material a lo largo del cordón.

Es importante que el acomodo se realice colocando en primer lugar el material con mayor diámetro y, posteriormente, el de menor diámetro; de esta manera el cordón tendrá más estabilidad y acumulará más sedimentos y azolve.

10.1.3.1.2. Cantidad de Obras

Para la retención de azolves y suelo que permita la compensación del aumento en la tasa erosiva (**33.4020 Ton/Año**), se implementarán:

- **Acomodo de Material Vegetal Muerto:** Cada obra retendrá en promedio **10.6 Ton/Año** de suelo. Se establecerán **4 obras** de 50 metros lineales cada una (Tabla 4):

Cantidad de Obras	Retención por Obra (Ton/Año)	Retención Total (Ton/Año)
4 de 50 ml.	10.6	42.40

Tabla 3. Cantidad de Obras de Conservación de Suelos.

En total, se requerirán 4 obras de conservación, lo cual arroja un volumen de retención total de **42.40 Ton/Año**, lo que supera con **9.7284 Ton/Año** a la cantidad que se proyecta aumentará la erosión después de ejecutar el CUSTF. En la Tabla 5 se presenta un resumen de lo anterior:

Superficie (Ha)	Aumento en la Erosión (Ton/Año)			Cantidad de Obras	Retención por Obras (Ton/Año)	Diferencia (Ton/Año)
	Hídrica	Eólica	Total			
1.6884	33.4020	0	33.4020	4	42.40	8.9980

Tabla 4. Disminución del Aumento en la Erosión Total por el CUSTF.

De igual forma, entre las obras de conservación, se encuentran aquellas que servirán para compensar el déficit por la infiltración de aguas, considerando las siguientes:

- **Acomodo de Material Vegetal Muerto:** Cada obra retendrá en promedio **543 m³/Año** de agua. Se implementarán **12 obras** de 50 metros lineales cada una (Tabla 6):

Cantidad de Obras	Retención por Obra (m³/Año)	Retención Total (m³/Año)
12 de 50 ml.	543.00	6,516.00

Tabla 5. Cantidad de Obras de Conservación de Aguas.

Con la colocación de las obras anteriores, se determinó una captación total promedio de **6,516.00 m³/Año** de agua, lo cual supera por **146.8036 m³/año** al déficit de aguas calculado que corresponde a **6.369.1964 m³/Año**. Lo anterior, se resume en la Tabla 7:

Superficie (Ha)	Déficit Hídrico (m ³ /Año)	Cantidad de Obras	Retención por Obras (m ³ /Año)	Diferencia (m ³ /Año)
1.6884	6,369.1964	12	6,516	146.8036

Tabla 6. Disminución del Déficit en la Infiltración Total por el CUSTF.

Derivado de lo anterior, se construirá un total de **16 obras de conservación** para compensar los efectos adversos generados por el aumento en la tasa erosiva y el déficit de infiltración de aguas, a causa de la remoción de la vegetación forestal.

Con el análisis queda establecido que con la implementación de estas obras como medidas de compensación y mitigación, el presente Proyecto *"No contrapone lo establecido en el Artículo 93 Párrafo Primero de la LGDFS, en el que se menciona que para que un Proyecto en el que se requiera la Autorización del Cambio de Uso del Suelo, la obra no deberá incrementar la tasa erosiva así como no provocar el déficit en la infiltración"* ya que se estará haciendo lo contrario, se estaría disminuyendo la tasa erosiva y se incrementaría la infiltración.

10.1.3.2. Restauración de Dunas Costeras

La restauración de dunas puede tener diversos objetivos, pero el más común es la recuperación de la dinámica costera y del sistema playa-dunas costeras. Las medidas de restauración dependen del nivel y del tipo de degradación y van desde la estabilización, la reconstrucción, el restablecimiento de la cubierta vegetal y la alimentación de arena al sistema playa-dunas costeras, hasta la construcción de las denominadas estructuras de protección (NSW Department of Land and Water Conservation, 2001; Martínez *et al.*, 2013).

Para el presente Proyecto, se pretende realizar la restauración de las dunas costeras como una medida de compensación, derivado de la pérdida de la cubierta vegetal. Para ello, se hará uso de **Captadores de Arena**, que son estructuras normalmente empalizadas, que funcionan como obstáculos para que la arena que es transportada por el viento, choque contra estas estructuras, se deposite y se acumule.

Pueden ser de diversos materiales, aunque los más comunes son ramas secas, tablas o redes de plástico. Se prefieren los primeros dos materiales porque son biodegradables y al descomponerse aumentan el contenido de materia orgánica en el sustrato, lo que facilita el establecimiento posterior de la vegetación. La orientación de los captadores debe ser perpendicular a los vientos dominantes para obtener una mayor eficiencia en la acumulación de arena. La altura de los captadores, medida desde la base después de la instalación, es normalmente de 2 metros.

Además, tienen otras ventajas como la formación de dunas más heterogéneas que las que se construyen con maquinaria, lo cual también favorece el establecimiento de diversas especies de plantas. Cuando los captadores quedan totalmente enterrados por la arena acumulada y en caso de que se necesite seguir aumentando

el tamaño de la duna, se coloca una nueva línea de captadores sobre el depósito formado. Posteriormente, cuando la duna ha alcanzado la altura buscada, se consolida y estabiliza por medio de vegetación.

Posteriormente, se llevará a cabo el restablecimiento de cubierta vegetal con las especies que serán rescatadas mediante el **Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna**, especialmente, considerando a las especies que son comunes en los ecosistemas de dunas costeras.

10.1.4. Recomendaciones para la construcción y ocupación

Respecto a las medidas que deben considerar el promovente durante la urbanización y los ocupantes de los lotes durante la edificación de las viviendas y su estadía en el área del proyecto, se tiene lo siguiente:

- Las edificaciones deberán cumplir con las disposiciones legales y normativas vigentes.
- Se deberá integrar un Reglamento Interno del Fraccionamiento, el cual se entregará a los ocupantes, quienes deberán acatar lo establecido en dicho documento.
- Las obras deberán realizarse exclusivamente en el lote adquirido, buscando la integración de las obras al paisaje local.
- Se deberá procurar reutilizar el material de excavación en obra.
- Se propondrá la alternativa de techos verdes a los ocupantes, que aporta a la disminución de la temperatura interna de las edificaciones, amortiguación de ruidos y aporte de áreas verdes.
- Se deben evitar el uso de materiales que produzcan reflexión lumínica alta como láminas y espejos.
- Promover el uso de energías renovables dentro del proyecto. Se puede hacer uso de luminarias y calentadores alimentados por energía solar.
- Evitar iluminación externa que pueda causar alteraciones al medio natural entre los horarios de 11:00 pm a 5:00 am.
- Promover la captación, almacenamiento y aprovechamiento de agua de lluvia para abastecer los requerimientos de agua en las áreas comunes, haciendo uso de ella en el riego de áreas verdes.
- El riego de áreas verdes debe realizarse con sistemas ahorradores, en horarios que prevengan la evapotranspiración.
- Las áreas verdes deberán permitir la continuidad de la vegetación nativa, para la preservación de corredores y permitir el desplazamiento de fauna.
- Se deberán colocar contenedores en los alrededores del área del proyecto para el apropiado desecho de residuos, en al menos 2 categorías (orgánico e

inorgánico), ofertando información clara en los rótulos que incite a los ocupantes a realizar la clasificación apropiada de la basura.

- Debe quedar prohibido arrojar cualquier tipo de residuos (líquidos o sólidos) así como de cualquier sustancia que pueda ser contaminante, en sitios que no hayan sido establecidos para dichas acciones. Asimismo, debe quedar prohibido la quema de residuos.
- Promover el uso de materiales y productos que provengan de recursos renovables y aprovechamiento sustentable, y que no sean tóxicos.
- Promover el uso de pintura a base de agua.
- Mantener actividades de divulgación, sobre la importancia de las especies nativas de la región, así como de la conservación del medio natural y sustentabilidad.
- Promover el uso de electrodomésticos economizadores, así como equipo eléctrico y de plomería ahorradores.
- El ruido exterior debe mantenerse bajo los 70 dBA de las 10:00 am a 10:00 pm, y menor a 60 dBA de 10:00 pm a 10:00 am.
- Optar por opciones de ventilación natural (ventanas) y mecánica sobre el uso de aire acondicionado, así como de iluminación natural.
- A pesar de no incidir en el Área Natural Protegida "Playa de Puerto Arista" y la naturaleza de predio como propiedad privada, así como la separación de ambos polígonos por una franja de 19.45 metros, se deberán desarrollar diversas medidas preventivas para la protección de la tortuga marina y sus sitios de anidación, reconociendo la importancia de estas especies para el entorno.
- En caso de encontrarse con individuos de tortuga marina o cualquier otra especie protegida, se debe notificar de manera inmediata al campamento tortuguero o a la autoridad competente, para que realice lo pertinente.
- Ejecutar recorridos periódicos en la playa para el monitoreo del sitio. Se evitará el uso de luz blanquecina durante los recorridos nocturnos, que puede alterar el patrón de anidación de las tortugas. Se deben usar focos de bajo voltaje o fuentes de luz amarilla o roja.
- Implementar captadores de arena para la recuperación de dunas costeras.
- Realizar la limpieza continua en la playa, así como la colocación de contenedores con tapa.
- Evitar la circulación de vehículos automotores dentro de las áreas perimetrales del proyecto.

- Eliminar fuentes de iluminación artificial que causen impacto en las playas prioritarias, sustituyéndolas por un sistema que no provoque perturbación a las tortugas marinas.
- En caso de que los ocupantes cuenten con mascotas, deberán mantenerse dentro de las inmediaciones de fraccionamiento.
- Establecer un cierre temporal de actividades recreativas en la playa y sus alrededores, durante la existencia de actividades de anidación de algunos individuos de tortuga.
- Colocar carteles ambientales informativos que orienten la aplicación de medidas preventivas y el mejor manejo de los ecosistemas y recursos.
- Se prohíbe la introducción de especies exóticas y la remoción de vegetación nativa.
- Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movable que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.
- No tocar, acosar, molestar o dañar a las tortugas marinas.
- En caso de avistamiento de tortugas, se prohíben las fotografías con flash. El público debe mantenerse como mínimo a 10 metros de distancia de la especie y en silencio, y ser dirigido a abandonar la playa. Solo personal capacitado y autorizado podrá acercarse a las tortugas.

10.1.5. Programa de Vigilancia Ambiental

Derivado de la aplicación de medidas de prevención y mitigación, y con el fin de tener un control sobre el cumplimiento de estas, así como su efectividad, es necesario implementar un **Programa de Vigilancia Ambiental**, el cual consiste en indicar la programación de las medidas, lineamientos y políticas a seguir para: prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos adversos que el Proyecto pueda provocar en cada fase de su desarrollo.

Así, se tendrá una constante vigilancia en el área durante el desarrollo de las actividades del Proyecto, con el propósito de evitar las malas prácticas dentro del área, la cacería o captura de las especies silvestres, extracción indebida de la Flora, el mal manejo de los residuos, etc. Dentro del programa se establecerán las acciones que pueden realizarse durante el Proyecto, las horas en las que su ejecución es aceptable y las medidas a tomar en caso de accidentes.

La eficiencia del **Programa de Supervisión Ambiental** se apoyará en los reportes y/o bitácoras elaborados por el personal y el consultor ambiental encargado de la supervisión ambiental en donde se registrarán de manera minuciosa los aspectos, incidencias o accidentes y las acciones de respuesta.

Para coleccionar la información necesaria, se realizarán visitas al área del Proyecto para corroborar el estado del sitio en periodos trimestrales, para luego continuar con el análisis de las bitácoras y de los programas en cumplimiento de las condicionantes establecidas por la Secretaría, el manejo de accidentes que puedan presentarse y la solución de estos.

10.1.5.1. Seguimiento y Control

Para el seguimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación, así como del **Programa de Vigilancia Ambiental** durante el tiempo de vida del Proyecto, es necesaria la implementarán acciones de monitoreo.

Se entregarán reportes de cumplimiento de las medidas ya mencionadas ante la Secretaría, en donde se detallarán las acciones tomadas en dirección a la protección y mejora del medio ambiente. Mencionados reportes serán entregados bajo los lineamientos y especificaciones que dicte la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) Delegación Chiapas en su momento, en el periodo que le sea conveniente.

Es importante mencionar que las medidas de prevención y mitigación propuestas estarán sujetas a ser analizadas, para su modificación o para la adición de otras medidas acorde al Proyecto por parte del evaluador.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL – MODALIDAD B

PROYECTO: “FRACCIONAMIENTO LOS GIRASOLES”

**PROMOVENTE: GRUPO SONAR DEL
SURESTE S.A. DE C.V.**

**CAPÍTULO 11. PROPUESTAS DE PROGRAMA DE RESCATE Y
REUBICACIÓN DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA QUE
PUDIERAN RESULTAR AFECTADAS Y SU ADAPTACIÓN AL
NUEVO HÁBITAT, EN CASO DE AUTORIZARSE EL CAMBIO
DE USO DE SUELO**



**ELABORADO POR: ING. JOSÉ RAFAEL RAMOS
MORENO, PRESTADOR DE SERVICIOS
FORESTALES**

FECHA DE ELABORACIÓN: AGOSTO DE 2022

Contenido

11. Propuestas de Programa de Rescate y Reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de Uso de Suelo	1
11.1. Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre	1
11.1.1. Objetivos.....	1
11.1.2. Meta	2
11.1.3. Metodología	2
11.1.4. Lugares de Acopio y Reproducción de Especies	6
11.1.5. Selección y Cantidad de Especies por Rescatar y Reubicar.....	7
11.1.6. Localización del Sitio de Reubicación.....	8
11.1.7. Acciones de Mantenimiento por realizar para garantizar al menos un 85% de Supervivencia	9
11.1.8. Programa de Actividades.....	10
11.1.9. Evaluación de Indicadores de Rescate y Reubicación	10
11.1.10. Informe de Avances y Resultados	11
11.1.11. Datos de la Persona que elabora el Programa	11
11.2. Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre	12
11.2.1. Introducción	12
11.2.2. Objetivo General	13
11.2.3. Alcances	13
11.2.4. Identificación y Ubicación Actual de las Especies	14
11.2.5. Actividades de Rescate y Reubicación.....	17
11.2.6. Técnicas Propuestas para Rescate.....	20
11.2.7. Área de Reubicación de Fauna	23
11.2.8. Programa General de Evaluación.....	24
11.2.9. Datos de la Persona que elabora el Programa	25

Índice de Tablas

Tabla 1. Coordenadas en UTM del Vivero Rústico.	7
Tabla 2. Número de Individuos por Especie a ser Rescatados y Reubicados.	8
Tabla 3. Coordenadas UTM del Área para Reubicación de Flora Silvestre.	8
Tabla 4. Acciones para Garantizar la Supervivencia de las Especies.	9
Tabla 5. Cronograma de Actividades del Programa de Rescate y Reubicación de Flora.	10
Tabla 6. Indicadores de Éxito del Programa de Rescate y Reubicación.	11
Tabla 7. Fauna del Sistema Ambiental en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	17
Tabla 8. Fauna del Área de CUSTF en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	17
Tabla 9. Identificación de Riesgos hacia la Fauna Silvestre.	18
Tabla 10. Descripción del Equipo de Contención Física.	22
Tabla 11. Ejemplo de Formato para Registro de Fauna.	23
Tabla 12. Ejemplo de Formato de Medidas Morfométricas para Roedores y Murciélagos.	23
Tabla 13. Ejemplo de Formato de Medidas Morfométricas para Anfibios.	23
Tabla 14. Coordenadas UTM del Área de Reubicación de Fauna.	24
Tabla 15. Cronograma de Actividades del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna.	24

Índice de Figuras

Figura 1. Uso de Suelo y Vegetación del Área del Proyecto.	3
Figura 2. Uso de Suelo y Vegetación del Área de CUSTF.	4
Figura 3. Ejemplo de Vivero Rústico.	7
Figura 4. Ubicación del Área de Reubicación de Flora Silvestre.	9
Figura 5. Ubicación del Área de Reubicación de Fauna.	23

11. Propuestas de Programa de Rescate y Reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de Uso de Suelo

Los **Programas de Rescate y Reubicación** son parte de las actividades que deben implementarse para la protección y conservación de la Flora y Fauna Silvestre, dirigidos a mitigar los impactos ambientales que se presentan durante la realización de una obra (Ávila, 2004); especialmente cuando existe pérdida de hábitats terrestres. El desarrollo del Programa implica no sólo el rescate de los organismos, sino también su reubicación, por ello, es necesario identificar el área donde se trasladarán, procurando que las condiciones biofísicas de estas sean similares a las de su hábitat original.

Entre las actividades a establecer se encuentran pláticas de concienciación dirigidas al personal que labore en el proceso constructivo mediante el uso de materiales impresos para difundir el cuidado de la Flora, así como una vigilancia en todos los frentes de trabajo, que compone un material fundamental para el éxito de este programa y el cuidado del componente en cuestión.

Este programa se presenta como medida de mitigación por el cambio de uso del suelo en terrenos forestales del **Documento Técnico Unificado (DTU) del Trámite de Cambio de Uso del Suelo Forestal, Modalidad B** para el Proyecto denominado "**Fraccionamiento Los Girasoles**", ubicado en la Localidad de Playa del Sol, en el Municipio de Tonalá, Chiapas; dando cumplimiento al supuesto normativo que dicta que **no se comprometerá la biodiversidad**, establecido en el Artículo 93, Párrafo Primero de la **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)**.

11.1. Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre

11.1.1. Objetivos

11.1.1.1. General

Ejecutar actividades de rescate y reubicación de Flora Silvestre por medio del salvamento y movilización de especies con forma de vida arbustiva, epífitas y herbáceas; con especial atención a las incluidas en la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010**, con el fin de preservar la vida silvestre, mitigar los impactos al medio y cumplir con la normativa aplicable.

11.1.1.2. Específicos

- Ejecutar actividades de rescate y reubicación de Flora Silvestre, haciendo uso de las herramientas apropiadas durante el rescate, a fin de evitar daños de consideración sobre individuos y organismos.
- Emplear las técnicas descritas en el presente programa, acorde a las formas biológicas correspondiente.

- Registrar los sitios de reubicación de especies, con sus respectivas coordenadas, a fin de implementar el monitoreo y vigilancia de sobrevivencia.

11.1.2. Meta

Obtener un éxito de supervivencia del **85%** del total de los individuos reubicados a lo largo de la ejecución del presente Programa.

11.1.3. Metodología

Las actividades de rescate y reubicación de Flora se ejecutarán en las especies registradas con estatus de protección de acuerdo a 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*" y su **Anexo Normativo III**, así como aquellas consideradas de alto valor ecológico, determinado por el **Índice de Valor de Importancia**, para el área de **Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)**.

Los estudios de campo para el Proyecto en cuestión **no** reflejaron la presencia de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Aun así, el predio cuenta con diversas especies de Flora, por lo que se realizará el rescate y reubicación siguiendo los siguientes criterios:

1. Especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010** y su **Anexo Normativo III**.
2. Las especies presentes en ambas zonas (CUSTF y SA), pero que son más abundantes en el área de CUSTF.
3. Las especies no detectadas en el área del Sistema Ambiental (SA).

Para el caso del Proyecto, ninguno de los criterios resultaba aplicable al momento de definirlos con los resultados del análisis de biodiversidad; por lo tanto, la implementación de este Programa **no** es aplicable. Sin embargo, se llevará a cabo como una medida de mitigación para los impactos ambientales que se puedan generar al elemento biótico.

Aunado a lo interior, las especies propensas al rescate fueron aquellas que al comparar ambas superficies de estudio (SA y área de CUSTF), existía una relación de aproximadamente 1:1 entre la abundancia de los individuos.

11.1.3.1. Actividades Previas

Como primera etapa del **Programa de Rescate y Reubicación de Flora**, se lleva a cabo la identificación y señalización de individuos a rescatar, que se encuentren dentro de las áreas de intervención directa, mediante la colocación de señuelos. En esta fase también se registrará el número de individuos, a fin de determinar el

espacio que se requerirá para la reubicación. Para el caso de las epífitas, la señalización se efectuará en los árboles hospederos.

Una vez conociendo la cantidad de individuos a reubicar, se identifican los sitios cuyas características abióticas y bióticas se asemejen a aquellos de la zona de extracción. Es importante considerar la densidad del sitio y competencia con otras especies locales, con el fin de asegurar la sobrevivencia de los individuos rescatados.

En la Figura 1 se aprecia la vegetación presente en el área sujeta a CUSTF, la cual corresponde a **Pastizal Cultivado (PC)**, según la Carta Temática de Uso de Suelo y Vegetación, Serie VII del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI) (2021):

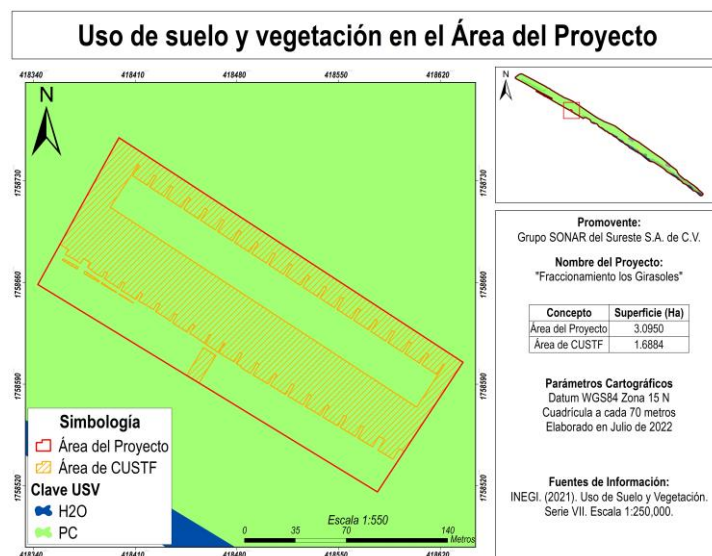


Figura 1. Uso de Suelo y Vegetación del Área del Proyecto.

Sin embargo, derivado de los muestreos en campo, se determinó que el área del Proyecto presenta el uso de suelo de **Vegetación de Dunas Costeras** en su totalidad, por lo cual se solicita el CUSTF. Respecto a lo anterior, el uso de suelo se clasificó en dos tipos: Vegetación de Dunas Costeras (Estrato Herbáceo) y Vegetación de Dunas Costeras (Matorral), esta subclasificación se definió por los estratos que se presentan comúnmente en este tipo de ecosistema.

De esta manera, la cobertura vegetal que será derribada corresponde totalmente a la **Vegetación de Dunas Costeras**, sin embargo, se tomará en cuenta el estrato que se define por especies de Matorral; por lo que para fines del entendimiento de la información presentada a lo largo del documento, se le denominará **Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)** haciendo alusión al estrato mencionado anteriormente, mientras que al del estrato herbáceo únicamente se le conocerá como **Vegetación de Dunas Costeras** (Figura 2):

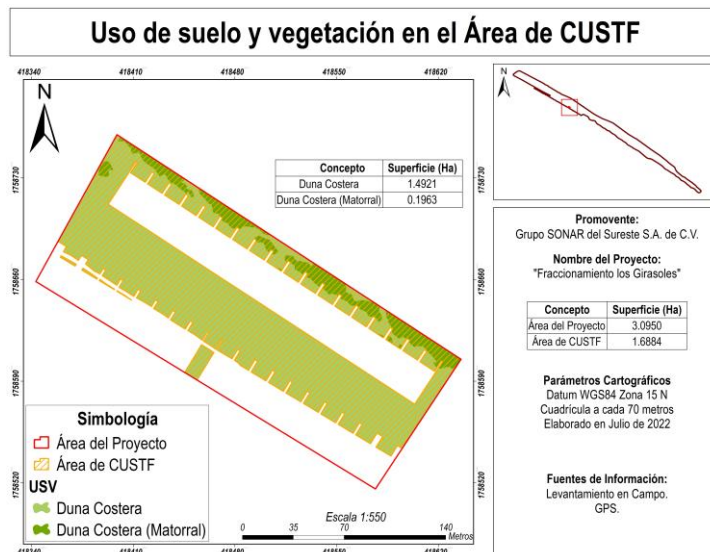


Figura 2. Uso de Suelo y Vegetación del Área de CUSTF.

El objeto de presentar las Figuras anteriores es demostrar que adyacente a las áreas que se intervendrán durante el CUSTF, existen zonas que cuentan con el mismo uso de suelo que las superficies por afectar, y que tienen el potencial de compartir las características necesarias para la reubicación de las especies rescatadas.

Dentro de las actividades preliminares, está la impartición de pláticas de concientización al personal que participará en el proceso constructivo. Durante esta actividad se hará uso de carteles y materiales didácticos donde se aprecien claramente las especies de mayor vulnerabilidad, como es el caso de las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y las de importancia ecológica, así como del valor de la conservación de la biodiversidad. Las recomendaciones estarán enfocadas a evitar el daño físico a las especies que se encuentren señaladas. Asimismo, en partes estratégicas del Proyecto, se colocarán letreros sobre la prohibición de corta y extracción de Flora, así como las recomendaciones de proteger a este componente ambiental.

Considerando la naturaleza de las obras, las actividades de rescate de la Flora son inminentes, por lo que en los siguientes puntos se indica el procedimiento a seguir.

11.1.3.2. Actividades de Rescate

11.1.3.2.1. Especies Arbóreas

El rescate de árboles, en especial aquellos de gran porte o demasiado viejos, tiene implicaciones logísticas extremadamente complicadas debido a su gran tamaño, e implica el uso de maquinaria pesada, como grúas, excavadoras, poleas de acero, etc. Además, es necesario contar con grandes espacios que permitan la maniobra de la maquinaria, motivo por el cual resulta inviable.

Por lo tanto, las actividades de rescate de este proyecto se centrarán en la colecta de germoplasma o bien, el rescate de árboles de diámetro menor a 5 cm. La colecta de semillas se realizará directamente de los ejemplares que se verán intervenidos; el germoplasma colectado será evaluado para determinar su viabilidad. Por su facilidad y efectividad, se recomienda el método de inmersión, el cual consiste en la colocación de las semillas en un recipiente con agua. La viabilidad de estas estará determinada por la cantidad de semillas que se sumerjan, descartando aquellas que floten. El germoplasma viable se situará en contenedores de polietileno; para el llenado de los envases se ocupará el suelo aledaño a las especies a intervenir.

Durante el proceso de germinación se aplicarán riegos y se mantendrá actividades de vigilancia constante. La germinación de las plántulas se hará en un vivero rústico, el cual será montado sobre piso firme, con techo malla sombra.

11.1.3.2.1.1. Rescate de Plántulas

Para las especies de forma biológica arbórea, también se considera el rescate de renuevos o especies en etapa latizal, la cual consiste en la extracción de los individuos buscando obtener la totalidad del sistema radicular, sin ocasionarle daño alguno. De igual manera, se buscará que el sistema de raíces obtenido venga cubierto con suelo orgánico.

Los individuos adquiridos se colocarán en contenedores y serán trasladados a sitios elegidos previamente, en donde se les dará seguimiento hasta lograr que los especímenes estén en condiciones de ser reubicados a su medio natural. Del mismo modo, las plántulas obtenidas se mantendrán en monitoreo hasta determinar que cuentan con la capacidad necesaria para reintroducirlas a su medio natural, para ello, como se citó en la fase previa al rescate, se considerará el registro y evaluación de bioindicadores, a fin de garantizar el éxito de la reubicación.

11.1.3.2.2. Epífitas

Las acciones de rescate en las especies con esta forma biológica se efectuarán en la mayoría de los individuos que se ubiquen en los sitios de intervención directa. La finalidad es ejecutar la acción en individuos, no tanto en especies, por lo que no se consideran trabajos de propagación.

11.1.3.2.3. Bromelias

Las especies de bromelias generalmente presentan estructuras vegetativas carnosas y coriáceas que les permiten sobrevivir frente a un proceso de extracción. Aun así, para asegurar su sobrevivencia, se debe tener cuidado de no dañar las raíces, por lo tanto, se recomienda que las plantas sean removidas con un trozo de corteza del árbol huésped. A continuación, pueden ser envueltos en periódicos húmedos y apilarse para facilitar su transporte, cuidando que las estructuras reproductivas, si las tiene, no sean maltratadas.

En el momento de la extracción es importante tomar nota de ciertos datos de campo, como la especie del árbol huésped, altura aproximada a la cual se encontraba y fecha de colecta, para una reubicación adecuada.

La reubicación deberá ser inmediata a la extracción, y tendrán que ubicarse sobre las mismas especies de árboles de donde fueron extraídas y aproximadamente a la misma altura, tratando de simular las situaciones de origen lo mejor posible, usando de preferencia cordones de tela o rafia para sujetarlas.

11.1.3.2.4. Orquídeas

Al contrario de las bromelias, las orquídeas son plantas más exigentes en cuanto a los requerimientos para su propagación, crecimiento y sobrevivencia, además de ser menos exitosas en cuanto a número de individuos.

No obstante, se puede seguir el mismo método para su extracción y reubicación, aunque debe tenerse especial cuidado de no estropear, mutilar o provocar cualquier otro tipo de daño a la planta que pueda entorpecer su adaptación al sitio de reubicación. Las plantas deberán ser colocadas en bolsas de manta y ser transportadas con extrema precaución.

Para ambos casos, el rescate podrá efectuarse de dos maneras:

- **Huésped en pie:** En esta condición podrá hacerse uso de garrochas o bien treparse a los árboles con apoyo de arneses, y hacer la extracción de los organismos.
- De ubicarse los organismos a rescatar en partes muy altas del huésped y la escalada comprometa la seguridad del personal responsable del rescate, se esperará al derribo y en esta condición se hará el rescate.

Las herramientas por ocupar en la extracción de individuos de ambos grupos serán machetes, navajas, cuchillos o cualquier otra herramienta que permita efectuarla sin comprometer su integridad.

11.1.4. Lugares de Acopio y Reproducción de Especies

Para el caso específico de recolección de semilla como germoplasma, se tendrá que instalar un vivero rústico para el polígono propuesto como área de reubicación. Los viveros por erigir serán similares a los que se muestran en la Figura 3:



Figura 3. Ejemplo de Vivero Rústico.

Se procurará que el vivero temporal se coloque lo más cercano posible al área sujeta a CUSTF, para que se encuentre vigilado constantemente y que se cuente con vías de acceso a este.

En la Tabla 1 se enlistan las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 15 Norte) que ubican el sitio en donde se construirá el vivero:

Vivero	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	418407.89	1758720.00

Tabla 1. Coordenadas en UTM del Vivero Rústico.

11.1.5. Selección y Cantidad de Especies por Rescatar y Reubicar

De acuerdo con la abundancia relativa y el valor de importancia de los estudios de los indicadores de biodiversidad, así como los estudios de Densidad (Ind/Ha) de la Flora Silvestre identificada a nivel de SA y a nivel de superficie solicitada para CUSTF, en total se identificaron **7 especies** propensas a ser rescatadas en los **16,884.3561 m²** de CUSTF (Tabla 2):

Nombre Científico	Nombre Común	No. de Individuos
Estrato Arbóreo		
<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	26
<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	83
<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	11
<i>Nectandra salicifolia</i>	Capulincillo	6
Subtotal		126
Estrato Arbustivo		
<i>Waltheria indica</i>	Tapacola	1
Subtotal		1
Estrato Herbáceo		
<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	71
<i>Acalypha arvensis</i>	Hierba del Cáncer	58

Nombre Científico	Nombre Común	No. de Individuos
<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de Playa	48
<i>Sida rhombifolia</i>	Malva	40
<i>Cenchrus spinifex</i>	Zacate Abrojo de la Costa	114
<i>Melinis repens</i>	Pasto Rosado	12
<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	4
Subtotal		347
Total		474

Tabla 2. Número de Individuos por Especie a ser Rescatados y Reubicados.

Por lo tanto, como mínimo, deberán de ser rescatados y reubicados un total de **474 individuos** de las especies en los estratos identificados.

La reubicación de las especies de Flora debe de tener un estándar en el distanciamiento, tomando como referencia la recuperación de áreas desprovistas de vegetación (reforestación) con densidades de 625 plantas por hectárea (4 m x 4 m), se necesitará al menos 0.2192 Ha para realizar la reubicación de especies, sin embargo, se propone **1.1043 Ha**.

11.1.6. Localización del Sitio de Reubicación

El área de reubicación de Flora Silvestre será en una superficie total de **1.1043 Ha** (distribuida en tres polígonos) que se ubica dentro del predio rústico (propiedad de la Promovente). En la Tabla 3 se enlistan las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 15 Norte) que delimitan el sitio en donde se replantarán las especies rescatadas:

Vértice	Polígono	Coordenadas UTM		Superficie (Ha)
		X	Y	
1	Uno	418407.1286	1758730.6353	0.5730
2		418616.4712	1758595.5564	
3		418603.5088	1758575.6808	
4		418394.5983	1758712.2720	
5	Dos	418455.5756	1758591.1276	0.3036
6		418466.8096	1758609.0589	
7		418588.2510	1758535.3353	
8		418576.4498	1758517.1880	
9	Tres	418344.9902	1758659.2342	0.2277
10		418354.4959	1758676.3013	
11		418455.0625	1758613.7038	
12		418445.1787	1758597.4198	
TOTAL				1.1043

Tabla 3. Coordenadas UTM del Área para Reubicación de Flora Silvestre.

En la Figura 4 se ilustra la ubicación de la superficie que será destinada para la reubicación de las especies vegetales que sean rescatadas, correspondiente a **1.1043 Ha**:

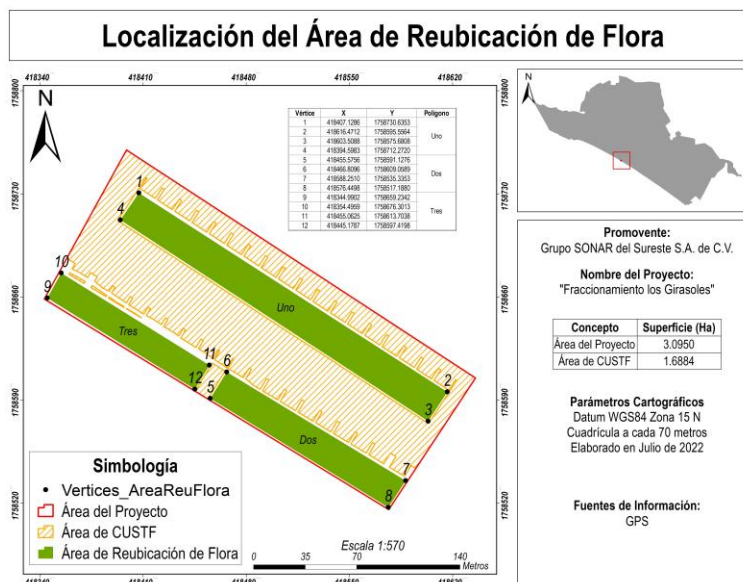


Figura 4. Ubicación del Área de Reubicación de Flora Silvestre.

Cabe mencionar que, el área de reubicación no será afectada o intervenida por las actividades del Proyecto descrito en el **Documento Técnico Unificado (DTU) del Trámite de Cambio de Uso del Suelo Forestal, Modalidad-B** para el Proyecto denominado **"Fraccionamiento Los Girasoles"**, ubicado en la Localidad de Playa del Sol, Municipio de Tonalá, Chiapas.

11.1.7. Acciones de Mantenimiento por realizar para garantizar al menos un 85% de Supervivencia

Con la finalidad de asegurar el mayor éxito de los trabajos de rescate y reubicación de los ejemplares de las especies forestales, deberá implementarse las siguientes medidas:

Acciones	Descripción
Manejo Sanitario	Realizar monitoreo periódico de los individuos trasplantados, con la finalidad de detectar posibles enfermedades ocasionadas por hongos u otros patógenos, aplicando de ser necesario medidas correctivas.
Adaptación del Trasplante	Observar las condiciones de los individuos, sanidad, turgencia, coloración, etc., para detectar posibles necesidades hídricas con el fin de aplicarles riego.
Detección y Control de Plagas	Si se identifican posibles patógenos (hongos, insectos), se deberán utilizar plaguicidas o fungicidas para evitar daños a los individuos.
Aplicación de Riegos	De ser necesario, a través de pipas de 3,000 L, suministrar agua a los individuos rescatados, si se considera necesario, ya que la zona donde se está ejecutando el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la lluvia se presenta en la mayor parte del año.

Tabla 4. Acciones para Garantizar la Supervivencia de las Especies.

11.1.8. Programa de Actividades

A continuación, se presenta el cronograma de actividades a realizar para el rescate de Flora dentro de las áreas sujetas a CUSTF, que involucra las acciones de rescate, reubicación, mantenimiento, monitoreo y seguimiento. El programa se realizará de forma gradual, ya que el Proyecto se encuentra planeado de la misma manera; realizando la reubicación en los meses de lluvia, como se expone en la Tabla 5:

Actividad	Meses					
	1	2	3	4	5	6
Ubicación de las plantas susceptibles de rescate	X					
Rescate de los Organismos (Plántulas)	X	X				
Vivero Rústico		X				
Rescate de los Organismos (Germoplasma)		X	X			
Riego				X	X	X
Fertilización					X	
Control Fitosanitario				X		X
Seguimiento y Evaluación del Trasplante (Plántulas)*						X
Seguimiento y Evaluación del Trasplante (Germoplasma)*						X

Tabla 5. Cronograma de Actividades del Programa de Rescate y Reubicación de Flora.

**Dichas actividades se realizarán hasta un periodo de 5 años, para garantizar el éxito del Programa y en conformidad con lo reglamentado.*

11.1.9. Evaluación de Indicadores de Rescate y Reubicación

La evaluación y seguimiento del programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal permitirá determinar el grado de éxito del Programa, manteniendo simultáneamente un control en las actividades que se proponen como parte de la metodología que permita alcanzar los objetivos planteados. Con el fin de obtener indicadores de evaluación, se tomarán en cuenta los siguientes parámetros:

Sobrevivencia

Bajo las acciones de mantenimiento para asegurar la supervivencia de los ejemplares rescatados y reubicados, se podrá estimar cuantitativamente el éxito del rescate y reubicación.

Estado Sanitario

Se estimará la porción de las plantas sanas respecto a las plantas vivas en la plantación.

Vigor de los Individuos

Consistirá en describir la porción de los organismos vigorosos del total de los individuos vivos. Generalmente, el vigor se clasifica de la siguiente manera:

- **Bueno:** Cuando la planta presenta un follaje denso, color verde intenso y tiene buena cobertura de copa.

- **Regular:** Cuando la planta muestra un follaje menos denso, color verde seco a amarillento y follaje medio.
- **Malo:** Cuando el follaje es amarillento, ralo y de hojas débiles.

Para determinar el éxito del programa podrá hacerse uso de los siguientes indicadores (Tabla 6), los mismos se desarrollarán en la fase que corresponda:

Expresión	Descripción	Conclusión
$ER_R = \frac{IR}{\sum IR_R}$	Donde: ER_R : Efectividad del programa de rescate y reubicación IR: Individuos rescatados $\sum IR$: Individuos totales que demandan actividades de rescate y reubicación	100- ≥ 80 % Efectivo 70- < 80 % Aceptable < 70 % Fallido
$ER = \frac{I_R}{\sum IR}$	Donde: ER : Efectividad del rescate IR: Individuos reubicados $\sum IR$: Individuos totales rescatados	100- ≥ 80 % Efectivo 70- < 80 % Aceptable < 70 % Fallido
$E_R = \frac{I_V^{-1}}{\sum I_R}$	Donde: E_R : Efectividad de la reubicación IV-1: Individuos vivos a un año $\sum IR$: Individuos totales reubicados	100- ≥ 80 % Efectivo 70- < 80 % Aceptable < 70 % Fallido

Tabla 6. Indicadores de Éxito del Programa de Rescate y Reubicación.

La evaluación consistirá en la cuantificación del porcentaje de sobrevivencia de los ejemplares reubicados, realizando dicha evaluación a los 30 días de haber efectuado la reubicación, donde se espera como mínimo un **85%** de sobrevivencia.

11.1.10. Informe de Avances y Resultados

A partir de la información obtenida en las diferentes etapas del **Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre**, se elaborarán y emitirán informes en los términos que dicte en su momento el resolutivo correspondiente al DTU-B para el Proyecto denominado "*Fraccionamiento Los Girasoles*", ubicado en la Localidad de Playa del Sol, Municipio de Tonalá, Chiapas; que deberá ser expedido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) Delegación Chiapas.

11.1.11. Datos de la Persona que elabora el Programa

Nombre o Razón Social: Ing. José Rafael Ramos Moreno

RFC: RAMR690316M68.

Registro Forestal Nacional (RFN): Libro Chiapas, tipo UI volumen 2, número 4 de fecha 06 de noviembre del 2000, otorgado por la Delegación Federal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en Oficio SRN/2192/2000.

Dirección: Privada Mitla No. 298, Colonia Calichal
C.P. 29026, Municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Teléfono: (961) 65 5 47 89

Correo Electrónico: forestalmx@hotmail.com

Elaboró:

Ing. José Rafael Ramos Moreno

11.2. Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre

11.2.1. Introducción

El término *biodiversidad o diversidad biológica* se refiere a la variedad de formas de vida, que pueden manifestarse como genes, individuos, poblaciones, especies y comunidades hasta ecosistemas y paisajes, incluyendo los procesos que se desarrollan entre estos niveles (Jiménez, *et al.*, 2014).

La distribución de la diversidad biológica en la Tierra no es homogénea, ya que a pesar de que en el mundo existen más de 170 países, se considera que sólo 17 de ellos albergan entre el 60 y el 70% de la biodiversidad total del planeta; a estos países se les conoce como **Megadiversos**. Con alrededor de 200 mil especies diferentes, y siendo hogar del 10 al 12 por ciento de la biodiversidad mundial, México es considerado como uno de estos países.

México ocupa el tercer lugar entre los países con mayor diversidad biológica, por resguardar faunas y floras correspondientes a dos regiones biogeográficas (Neártica y Neotropical) y por ser un país tropical con una complejidad de paisajes con montañas que confieren diversidad de ambientes, de suelos y de climas; así como resguardar un elevado número de endemismos. Asimismo, es el cuarto país con mayor biodiversidad de vertebrados terrestres: con 535 especies de mamíferos (30% endémicas); 1,050 especies de aves (9-25% endémicas); 1,100 especies de reptiles y anfibios conjuntamente (50% y 64% endémicas, respectivamente) y 2,695 especies de peces (10% endémicas).

La Fauna de México es también una de las más ricas del mundo. Como contexto se tiene que la diversidad de vertebrados terrestres de Canadá, los Estados Unidos y sus territorios (incluyendo islas en otros continentes), suman un total de 2,187 especies; sin embargo, en México existen 3,032 especies de vertebrados en una superficie comparativamente mucho más pequeña.

Por su parte, el Estado de Chiapas cuenta con una extensión que equivale al 3.8 % del país, con más de 300 km de litoral, una plataforma continental de 67,000 km², un vasto sistema hidrológico y una gran riqueza de Flora y Fauna silvestres.

La diversidad faunística es particularmente elevada, ya que se han reportado 1,298 especies de vertebrados terrestres y de aguas continentales en el Estado. Aproximadamente el 30 % de los anfibios, el 28 % de los reptiles, el 65% de las aves y el 55% de los mamíferos conocidos para México se encuentran en Chiapas. A su vez, es el segundo Estado mexicano más diverso en mamíferos terrestres, con 210 especies (42.3% del total nacional); de las cuales 9 son endémicas.

Adicionalmente, más del 66% de las especies de aves registradas en el país viven en este territorio. De igual forma, la Fauna de Chiapas incluye a más de 200 especies migratorias: aves, murciélagos, peces y tortugas marinas.

Con el actual y constante crecimiento de los centros de población y de espacios para el establecimiento de actividades productivas, los ecosistemas sufren cambios continuos, lo que refuerza la gran importancia de mitigar cualquier efecto sobre el equilibrio de estos. Es por lo que, en la actualidad, cualquier evento que realice el ser humano y que involucre algún impacto sobre los hábitats naturales requiere de la implementación de este tipo de programas.

Derivado de lo anterior, en el presente Programa se presentan las medidas efectivas para rescatar y reubicar la Fauna silvestre, sobre todo de aquellas especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010** y/o en su **Anexo Normativo III**. Estas medidas estarán dirigidas a la Fauna que se encuentra en el área de incidencia directa del Proyecto, considerándose el área donde se realizarán las actividades de CUSTF.

11.2.2. Objetivo General

Implementar las medidas efectivas para la captura de especies de Fauna silvestre con el fin de proteger, reubicar y resguardarlas para su conservación, evitando los impactos que su pérdida causarían al medio ambiente.

11.2.3. Alcances

- Identificar las especies de Fauna susceptible a protección y conservación, raras o endémicas que se encuentren dentro del área del Proyecto.
- Establecer acciones para la protección de la Fauna silvestre del sitio.
- Establecer criterios técnicos para realizar el rescate de las especies de la Fauna amenazada por las obras y actividades del Proyecto, que así lo requieran.
- Indicar las acciones realizadas para la protección de la Fauna del sitio y los resultados de su aplicación.

11.2.4. Identificación y Ubicación Actual de las Especies

El rescate de Fauna Silvestre durante la ejecución de una obra o actividad es una medida preventiva para la reducción de posibles impactos a la biodiversidad. En el siguiente apartado se describe la metodología que se siguió para realizar el levantamiento de Fauna:

11.2.4.1. Metodología para Muestreo de Fauna

Para el registro de Fauna se realizaron 12 recorridos dentro y fuera del área de estudio (transectos lineales) para los grupos de aves, anfibios, reptiles y mamíferos. Asimismo, se colocaron Trampas Sherman para la captura de individuos pequeños, redes para aves y murciélagos, estaciones olfativas y cámaras trampa; como se detalla en seguida:

11.2.4.1.1. Transectos Lineales

Esta técnica consiste en realizar recorridos a una velocidad constante a través de los diferentes tipos de vegetación dentro del área de estudio (Ralph *et al.*, 1996). Los recorridos deben ser terrestres diurnos, con una longitud variable registrando las especies observadas a lo largo del transecto y a 10 m a cada lado de este; en horarios de 8:00 a 13:00 hrs (Heyer *et al.*, 2001).

➤ Aves

La velocidad promedio de los recorridos fue de 1 Km/hr, los cuales se iniciaron a partir del amanecer y finalizaron alrededor de las 12 hrs, ya que es el periodo del día en el que las aves silvestres presentan su mayor actividad, por lo que su detección es más probable. Las especies se identificaron de forma visual con el uso de binoculares (10x40), así como de forma auditiva a través de las vocalizaciones distintivas de cada especie (Ralph *et al.*, 1996).

Además, se usaron guías especializadas de identificación de aves: *Guide to the Birds of México and Northern Central América* (Howell y Webb, 1995), *Aves de México* (Peterson y Chalif, 1989) y *The Sibley Guide to Birds* (Sibley, 2000). El nombre científico de las especies se estableció con base en la lista anotada del *Check-list American Ornithologists' Union* (1998) y suplementos. La estacionalidad de las especies se determinó de acuerdo con Howell y Webb (1995).

➤ Anfibios y Reptiles

Para su búsqueda se utiliza un gancho herpetológico y una lámpara en los sitios potenciales o microhábitat donde se encuentran (arroyos, aguajes, riachuelos, hojarasca, troncos caídos, bajo piedras y corteza de árboles, pozos, zanjas y cuerpos de agua artificiales). El registro se efectuó por medio de observación directa e indirecta (registro visual, auditivo, rastros y mudas).

La identificación se realizó con ayuda de las siguientes guías: Campbell (1998), Duellman (2001), Lee (2000) y Köhler (2008, 2011); mientras que el arreglo taxonómico fue con base en la bibliografía elaborada por la Comisión para el Uso y Conservación de la Biodiversidad (CONABIO) (2013).

➤ **Mamíferos**

Para este grupo se empleó la técnica citada por Buckland *et al.* (1993), donde el transecto es de longitud variable y un ancho de 10 x 10 (modificado por Miller B. W. y Miller M. C., 1999), en un horario de 6:00 a 11:00 hrs. En el recorrido se realizaron observaciones directas (conteos de los animales observados en un determinado recorrido) e indirectas (basado en la interpretación de los rastros que los animales dejan en su medio ambiente, tales como: huellas, excretas, restos óseos, entre otros).

La determinación taxonómica se realizó con el apoyo de guías de campo especializadas (Aranda, 2000 y Reid, 1997) y la clasificación taxonómica de las especies se basó en lo propuesto por Ramírez-Pulido *et al.*, (2014).

En caso de no identificar a simple vista la especie, se procedió a la impresión de huellas mediante una mezcla de yeso odontológico, que fue envuelta en papel periódico para su transporte.

11.2.4.1.2. Trampas Sherman

Se colocaron 2 trampas tipo Sherman durante los 6 días de estudio, que fueron colocadas sobre troncos, contrafuertes, rocas y sobre ramas. La distancia de una trampa a otra fue de 100 metros aproximadamente. El cebo que se utilizó fue una mezcla de avena, nutela y esencia de vainilla. Las trampas fueron activadas durante la tarde y revisadas en la mañana siguiente. Para la identificación de las especies se utilizó la guía de Fiona Reid, Ceballos y Oliva (2005). Después de su identificación las especies fueron liberadas en el mismo sitio de captura.

11.2.4.1.3. Redeo de Aves

Se colocó una red de niebla de 12 metros de largo por 2 metros de ancho, con permanencia de 6 tardes; estas se abrieron por la mañana en el periodo de 06:00 a 08:00 hrs., y por las tardes de 16:00 a 18:30 hrs., donde se realizaron revisiones intermedias cada 30 minutos. La red fue colocada entre la vegetación. Cada una de las aves capturadas fue identificada mediante la utilización de guías de campo: Howell y Webb (1995) y Peterson y Chalif (1989); las especies capturadas fueron liberadas en el mismo sitio de captura.

6.2.4.1.4. Redeo de Murciélagos

Se utilizó la misma red de niebla, pero su permanencia fue de 6 noches; a partir de las 18:30 hrs y permanecían en función un total de cuatro hrs. Se realizaron

revisiones intermedias cada 40 minutos. La red fue colocada entre la vegetación y cerca de cuerpos de agua, a 50 cm del suelo.

Cada uno de los murciélagos capturados fue identificado mediante las claves de campo de Medellín *et al.*, (1997) y Reid (1997), se les tomaron las medidas somáticas correspondientes para su identificación y fueron liberados en el mismo sitio de captura.

6.2.4.1.5. Estaciones Olfativas

Se colocaron 12 estaciones a una distancia de 50 metros entre cada una, esto dependiendo de la longitud del área de estudio. Como primer paso, se realizó la limpieza de un área de aproximadamente 1 metro de diámetro, después se tamizo o coló la arena con la que se cubrió y regó el perímetro. Posteriormente, se colocó el cebo que consistió en trozos de sardina. Estas fueron colocadas por la tarde noche y revisadas en la mañana siguiente.

6.2.4.1.6. Foto Trampeo

Esta técnica consistió en colocar dos cámaras trampa para la captura fotográfica de los mamíferos medianos y grandes con hábitos nocturnos que son difíciles de ver durante los recorridos diurnos. Las cámaras se dejaron instaladas durante un total de 6 días.

6.2.4.2. Análisis de Especies Identificadas

De acuerdo con los resultados de los muestreos de Fauna realizados, se reporta lo siguiente:

- Para el Sistema Ambiental (SA) se identificaron un total de **56 especies**, distribuidas en **37 Familias**. Del conjunto de especies, se observaron 8 de reptiles, 43 de aves y 5 de mamíferos.
- Para la superficie sujeta a CUSTF se encontraron **37 especies**, pertenecientes a **24 Familias**; y del total de especies se identificaron 2 de reptiles, 32 de aves y 3 de mamíferos.

Con respecto a la existencia de individuos dentro de los listados de la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2019** y/o su **Anexo Normativo III**, dentro del área correspondiente a la CHF se observaron las especies mencionadas en la Tabla 7:

Clase	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Aves	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	A
	Psittacidae	<i>Amazona auropalliata</i>	Loro nuca amarilla	P
	Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	Pr
	Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Pr

Clase	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010
	Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre	Pr
Mamíferos	Erethizontidae	<i>Coendou mexicanus</i>	Puercoespin tropical	A
Reptiles	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana espinosa rayada	A

Tabla 7. Fauna del Sistema Ambiental en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Asimismo, para el área sujeta a CUSTF se identificaron las que se mencionan en la Tabla 8:

Clase	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Aves	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	A
	Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	Pr
	Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Pr
	Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre	Pr
Reptiles	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana espinosa rayada	A

Tabla 8. Fauna del Área de CUSTF en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Es por lo expuesto en las Tablas 7 y 8, que es importante implementar el presente Programa para asegurar la conservación de la Fauna Silvestre y prevenir cualquier tipo de afectación a esta.

11.2.5. Actividades de Rescate y Reubicación

Fase 1: Identificación de Fauna vulnerable e identificación de riesgos

Una vez identificadas las especies localizadas en el sitio, se especifican algunas acciones que estarán encaminadas a la prevención de posibles afectaciones a la Fauna por la acción humana:

➤ Determinación de Riesgo

Al determinar las especies de Fauna que se pueden localizar en el área de CUSTF, es necesario conocer el riesgo que puedan sufrir. Para ello, se clasifican las etapas del Proyecto en: **Antes, Durante y Después.**

A continuación, en la Tabla 9 se describen los grupos faunísticos susceptibles a algún daño de acuerdo con la actividad a realizar, el posible riesgo al que estarían sujetos y el tipo de riesgo en que se clasifica:

Etapas	Actividad	Fauna Susceptible	Posible Riesgo	Tipo de Riesgo
Antes	Desmante y despalme	Reptiles Anfibios Aves	Pueden encontrarse al momento de realizar el desmante.	Indirecto
			Daños a individuos que no se hayan desplazado fuera del área de trabajo.	Directo
Durante	Labores diarias con y sin maquinaria	Anfibios Reptiles Aves Mamíferos	Se puede encontrar Fauna dentro del sitio de trabajo o en la maquinaria, como refugio.	Directo
			Pueden quedar atrapados individuos durante las horas de trabajo.	Directo

Etapas	Actividad	Fauna Susceptible	Posible Riesgo	Tipo de Riesgo
Después	Actividades de mantenimiento	Reptiles Anfibios Aves	Afectación a individuos que no se hayan desplazado fuera del área de trabajo.	Directo

Tabla 9. Identificación de Riesgos hacia la Fauna Silvestre.

Los riesgos descritos son los probables a presentarse durante las diferentes etapas del Proyecto, por lo que es necesario que en todo el proceso constructivo se siga realizando este análisis con el fin de identificar nuevos riesgos con base en las técnicas y herramientas que sean usadas en el desarrollo del Proyecto.

Fase II. Medidas aplicables en las diferentes etapas del Proyecto

1. Antes

➤ Concientización Ambiental

Una medida básica para evitar el daño a la Fauna es el trabajo de educación ambiental con los empleados que trabajarán en las obras y actividades del Proyecto. Ya que uno de los factores que influye en el éxito de un Programa de Rescate es el nivel de disminución de las amenazas a la Fauna, se deberá concienciar a los trabajadores, siendo esto un factor clave que disminuye el riesgo de perder Fauna que está siendo desplazada o que se encuentra vulnerable. La concientización debe ser paulatina, previo a las actividades de construcción de las obras y debe llevar un seguimiento por parte de los supervisores ambientales.

➤ Ahuyentamiento

Antes de iniciarse las actividades, se procederá a realizar la revisión y hacer el máximo posible de ruidos con materiales metálicos o bocinas, que permiten espantar a la Fauna que se encuentre forrajeando o descansando en el área en que se llevarán a cabo los trabajos.

➤ Captura y Reubicación

Esta representa la medida principal para salvaguardar la integridad de las especies de Fauna que residen en el área del Proyecto. Consiste en la búsqueda, identificación, captura, desplazo y reubicación de los especímenes de Fauna hacia zonas seguras que compartan las características del ecosistema del cual fueron movilizadas.

Para esta actividad se necesita seguir ciertas medidas precautorias, así como la participación de especialistas en la materia para evitar cualquier tipo de daño a las especies.

2. Durante

➤ Carteles Informativos

Es necesario realizar carteles de difusión sobre la protección de la Fauna Silvestre. Estos carteles, indicarán que está prohibida la caza, la captura de las especies para uso de alimentación, venta o como mascotas; así como prohibir las quemas y el tirar residuos en el suelo.

➤ **Ahuyentamiento Diario**

A lo largo de la duración de las obras y actividades de CUSTF, antes de iniciar las jornadas laborales, se realizarán caminatas en los alrededores del área del Proyecto; produciendo el máximo ruido posible con el fin de alertar a las especies, causando su desplazamiento a otras zonas fuera del predio.

3. Después

➤ **Actividades de Vigilancia**

Una vez iniciadas las actividades del Proyecto, se continuarán los recorridos y tendrán mayor énfasis en los momentos en que se realice el desmonte, ya que se considera que es la actividad en la que la Fauna sufre el mayor impacto. De igual forma, se realizarán al reanudar las actividades, después de pasar más de 72 hrs de inactividad.

Este tipo de revisión se debe a que existen especies como culebras, serpientes y anuros, que recolonizan áreas rápidamente al no existir movimiento, y si estos encuentran espacios ideales para refugiarse, se les encontrará escondidos en esos sitios.

Las revisiones consistirán en caminatas rápidas, buscando en las cavidades o encharcamientos en donde puedan ocultarse las especies antes mencionadas. En caso de localizar ejemplares, se capturarán y reubicarán de inmediato en uno de los sitios determinados; estas actividades se realizarán con mucho cuidado y con la previa capacitación, ya que algunos animales pueden ser venenosos.

Durante la época de secas y el inicio de las lluvias, es importante realizar recorridos en búsqueda de nuevos nidos activos, ya que son temporadas donde algunas aves se encuentran en el proceso de búsqueda de pareja y apareamientos. Lo anterior con el fin de proteger al máximo a estos, ya que las aves pueden comenzar a anidar en algunos de los árboles o arbustos que se encuentren dentro del área donde se llevará a cabo el Proyecto.

Al realizar la supervisión ambiental, se impartirán pláticas de educación ambiental para concientizar a los trabajadores, y en las cuales se exhortará a dar aviso al encargado ambiental en caso de encontrarse Fauna en el sitio, para que se realice lo conveniente.

Con el inicio de las actividades del Proyecto, principalmente el desmonte y despalme, la Fauna presente tiende refugiarse en sitios aledaños. Para los organismos que lo

requieran, se aplicarán las técnicas de captura y reubicación en los lugares determinados.

11.2.6. Técnicas Propuestas para Rescate

11.2.6.1. Captura

Cuando se lleven a cabo acciones de rescate de Fauna se tomarán las medidas adecuadas de acuerdo con la especie encontrada, así como la situación bajo la cual se registró al individuo. Al efectuar un rescate se tomarán los datos del sitio donde se localizó a la especie, así como las características del lugar donde se efectúe su reubicación. A continuación, se describen las técnicas de captura para cada especie:

11.2.6.1.1. Captura Directa

Este método se realiza con la búsqueda intensiva de los ejemplares, y posteriormente son capturados con la técnica adecuada a las características de cada grupo faunístico o especie:

➤ Anfibios

Generalmente los anfibios siempre se encuentran muy cerca o dentro de los cuerpos de agua o corrientes superficiales; se les puede localizar bajo la hojarasca, huecos o piedras, ya que son sitios que permanecen húmedos y con una temperatura más baja a la media normal.

Los anfibios pueden tomarse con la mano completa sobre el individuo, procurando no ejercer demasiada presión, sujetándolo firmemente para colocarlo en los costales de manta húmedos. Se debe tener la precaución de no tener ninguna sustancia tóxica en la mano, para evitar causarles un daño permanente o la muerte.

Cuando se localicen dentro de cuerpos de agua, deben ser capturados por medio de redes de golpe, con las cuales se sacarán y depositarán en los costales de manta húmedos.

En caso de que los individuos permanezcan en resguardo más de 2 hrs, estos deberán colocarse en botes o recipientes con tapa perforada (huecos no mayores a 0.5 cm), para permitir la entrada de aire. Estos contenedores deben tener un sustrato que permita guardar la humedad (hojas, pastos, sustratos artificiales), además de que serán colocados a la sombra.

➤ Iguánidos

En el caso de iguanas, estas pueden ser atrapadas por medio de redes de aro o por captura directa con guantes. Una vez capturadas, deben ser sujetadas por la cabeza y cola. Se debe tener cuidado con la cabeza por las mordidas que pueden dar, al igual que con la cola ya que la usan como látigo.

La cabeza debe ser sujeta firmemente, más no se deben tapar las vías respiratorias; en el caso de la cola, no se debe jalar del último tercio ya que puede perderla. La sujeción puede ser hecha de forma directa o por medio de un sujetador de vara larga, o en su caso con redes de aro.

Para el traslado, se puede realizar por medio de costales, cajas de madera o plástico que cuenten con tapa y un buen sistema de aireación. Lo recomendable para individuos grandes es el traslado en las cajas plásticas o de madera. Si es necesario mantenerlos algunas horas bajo resguardo, estos deben permanecer en zonas de sombra y siendo humedecidos constantemente.

➤ **Culébridos**

Para este grupo, deben ser capturados de acuerdo con su tamaño por distintos métodos. En el caso de los pequeños, generalmente es posible atraparlos manualmente. Se detiene la cabeza y posteriormente el cuerpo.

Los de talla mediana y grande pueden capturarse con gancho herpetológico, inmovilizando inicialmente la cabeza y sujetándola luego con la mano y el resto del cuerpo con la otra mano. Con estos reptiles hay que tener mucho cuidado porque algunos pueden tener veneno que puede ser nocivo para la salud.

Una vez capturado, el individuo debe ser colocado en un contenedor ideal para su comportamiento. Para especies agresivas, se recomiendan los recipientes de acrílico con sustrato húmedo. Otra forma de transportarlas es en costales de manta. Se debe tener especial cuidado de mantenerlos en una zona con sombra y con una humedad continua, para evitar una deshidratación. Por ningún motivo, deben dejarse dentro de agua, para evitar una disminución excesiva de su temperatura.

➤ **Lagartijas**

En el caso de lagartijas, estas pueden ser capturadas directamente con la mano o un guante de tela. También se pueden usar pequeñas cañas de pescar y un pequeño lazo, sin que estas sufran ningún daño. Estas pueden ser depositadas en bolsas o costales pequeños de manta para su movilización o en cajas transportadoras de acrílico.

Deben ser colocados bajo la sombra y de ser posible, realizar su traslocación inmediatamente al sitio de liberación, ya que se cuenta con la ventaja que estas especies tienen un hábitat de hogar pequeño, por lo que asegura que los individuos rescatados no pueden regresar inmediatamente al sitio donde fueron encontrados.

➤ **Mamíferos Medianos**

Los mamíferos medianos y pequeños tales como los mapaches pueden contenerse utilizando un sujetador o domador. El uso de un bozal como el que se utiliza en perros maximiza nuestra seguridad en el manejo.

Hay que tomar en cuenta que cada individuo tiene un carácter particular, aunque se trate de animales de la misma especie; por lo tanto, siempre hay que ser muy cauto y precavido, a fin de estar preparado para lo inesperado y así reaccionar rápidamente.

➤ **Aves**

Inicialmente puede arrojarse una toalla o trapo sobre el animal, aunque algunos prefieren contenerlos utilizando guantes. En cualquier caso, es importante controlar la cabeza del ave sosteniéndola desde atrás, a nivel de la base del cuello. Es recomendable sujetar las patas con la otra mano para evitar que el ave nos pueda hacer daño con las garras.

Para el traslado de los ejemplares, se deben colocar en jaulas de transporte con barrotes metálicos delgados, que son diseñadas especialmente para loros. Se pueden movilizar en jaulas de transporte tipo "kenell". Las capturas y su liberación deben ser realizadas en las primeras horas del amanecer o en el atardecer.

En caso de tener que mantenerlas bajo resguardo temporal de no más de un día, las jaulas deben colocarse en un área con sombra, para evitar las altas temperaturas; así como proporcionarles agua fresca y fruta de la temporada. Una vez capturado, el individuo será llevado al área determinada para su reubicación con la finalidad de evitar daños al organismo.

En la Tabla 10 se mencionan los equipos de contención que pueden utilizarse para la captura y transporte de la Fauna Silvestre.

Equipo	Utilidad en la Fauna	Observación
Guantes	Pequeños mamíferos Aves Reptiles	De carnaza y muy gruesos
Red de Golpe	Mamíferos pequeños Aves Reptiles	De malla ligera y un tubo con largo mayor a un metro.
Redes	Aves Mamíferos medianos	Tipo atarraya
Domador o Amarrador	Mamíferos pequeños Mamíferos medianos Reptiles	Debe tener un tubo largo mayor de 2 m y un cable o lazo mayor a 5 m.
Jaula de Transporte Aéreo	Todas las especies	Deben ser de acuerdo con el tamaño del ejemplar, preferentemente transparentes.

Tabla 10. Descripción del Equipo de Contención Física.

6.2.6.1.1.1. Medidas Morfométricas de Individuos Rescatados

Para el caso de los anfibios, aves, mamíferos y reptiles, se realizará el registro a través de un formato que contenga datos como los mostrados en la Tabla 11:

No. de Reg.	Fecha	Clase	Orden	Suborden	Familia	Especie	Estatus NOM-059, CITES y/o IUCN

Tabla 11. Ejemplo de Formato para Registro de Fauna.

Para el caso de mamíferos de pequeña talla (roedores y murciélagos), así como de anfibios, se utilizarán los formatos de las Tablas 12 y 13. Lo anterior, debido a que se les tomarán algunas medidas morfométricas adicionales para ayudar en su identificación.

Fecha	Especie	Sexo	LT	CV	PT	O	WT	LC

Lt: Longitud total; CV: Columna vertebral; Pt: Pata trasera; O: Oreja; Wt: Peso; Lc: Longitud de cola.

Tabla 12. Ejemplo de Formato de Medidas Morfométricas para Roedores y Murciélagos.

Fecha	Especie	Ancho de Cabeza	Longitud de Cabeza	Longitud de Cuerpo	Ancho de Cuerpo

Tabla 13. Ejemplo de Formato de Medidas Morfométricas para Anfibios.

11.2.7. Área de Reubicación de Fauna

Posterior al recate de los organismos, se procederá a transportar a los especímenes al área de relocalización o reubicación, previamente seleccionada. El área predeterminada para la reubicación de especies se presenta en la Figura 5 y sus respectivas coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 15 Norte) en la Tabla 14:

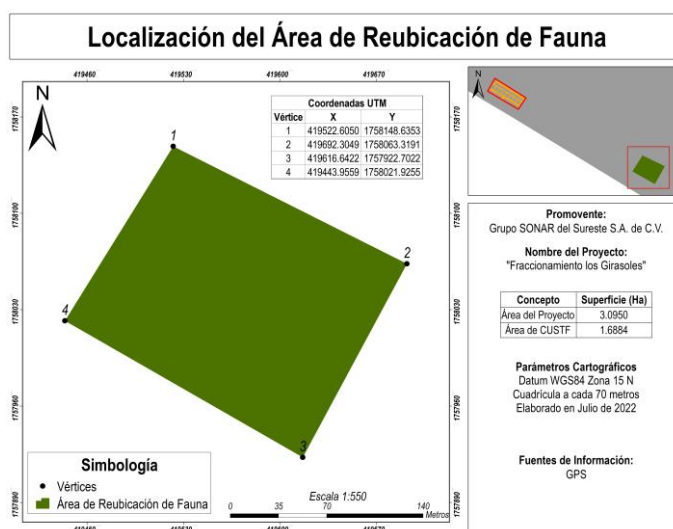


Figura 5. Ubicación del Área de Reubicación de Fauna.

Vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	419522.6050	1758148.6353
2	419692.3049	1758063.3191
3	419616.6422	1757922.7022
4	419443.9559	1758021.9255
Superficie: 3.00 Ha		

Tabla 14. Coordenadas UTM del Área de Reubicación de Fauna.

La selección del área de liberación se basó en:

- Vías de acceso disponibles.
- Su grado de aislamiento respecto de las actividades que se desarrollarán durante el Proyecto, pero a la vez presenta condiciones adecuadas para un control y vigilancia.
- Las características del microhábitat en cuanto a cobertura y oferta de recursos.

Es oportuno mencionar que la razón que justifica que el traslado de los ejemplares capturados no se realice a grandes distancias se relaciona con los siguientes aspectos:

- Procurar que el nuevo hábitat tenga condiciones abióticas similares a las del original.
- Evitar el traslado de individuos con configuraciones genéticas particulares a otros ambientes.
- Evitar que los individuos permanezcan capturados por largos periodos.

Los animales serán trasladados en cajas acondicionadas a los sitios previamente seleccionados y liberados en puntos separados por lo menos a 20 metros uno del otro, con el fin de evitar la interacción durante el periodo crítico, inmediatamente posterior a la liberación.

11.2.8. Programa General de Evaluación

Las actividades de rescate de especies iniciarán una semana antes del inicio de la ejecución del Proyecto y las acciones seguimiento serán de forma permanente durante su ejecución (Tabla 15):

Actividad	Diario (previo inicio de actividades)	Primer semana	Primer año	Años tras concluir el Proyecto
Recorrido previo para identificación de Fauna		X		
Recorrido para ubicar Fauna	X			
Acciones de Protección de Fauna			X	X
Seguimiento			X	X

Tabla 15. Cronograma de Actividades del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna.

11.2.9. Datos de la Persona que elabora el Programa

Nombre o Razón Social: Ing. José Rafael Ramos Moreno

RFC: RAMR690316M68.

Registro Forestal Nacional (RFN): Libro Chiapas, tipo UI volumen 2, número 4 de fecha 06 de noviembre del 2000, otorgado por la Delegación Federal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en Oficio SRN/2192/2000.

Dirección: Privada Mitla No. 298, Colonia Calichal
C.P. 29026, Municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Teléfono: (961) 65 5 47 89

Correo Electrónico: forestalmx@hotmail.com

Elaboró:

Ing. José Rafael Ramos Moreno

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL – MODALIDAD B

PROYECTO: “FRACCIONAMIENTO LOS GIRASOLES”

**PROMOVENTE: GRUPO SONAR DEL
SURESTE S.A. DE C.V.**

CAPÍTULO 12. PRONOSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS



**ELABORADO POR: ING. JOSÉ RAFAEL RAMOS
MORENO, PRESTADOR DE SERVICIOS
FORESTALES**

FECHA DE ELABORACIÓN: AGOSTO DE 2022

Contenido

11. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas 1

 11.1. Descripción y análisis del escenario 1

 11.1.1. Escenario sin Proyecto..... 1

 11.1.2. Escenario con Proyecto 2

 11.1.3. Escenario considerando las Medidas de Mitigación 3

 11.4. Pronóstico Ambiental 4

 11.5. Programa de Manejo Ambiental..... 5

 11.6. Seguimiento y control 6

Índice de Tablas

<i>Tabla 1. Especies de Fauna del Área del Proyecto enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.....</i>	<i>2</i>
<i>Tabla 2. Actividades del Programa de Manejo Ambiental.</i>	<i>6</i>
<i>Tabla 3. Cronograma de Actividades de la Supervisión Ambiental.</i>	<i>8</i>

12. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas

El **Pronóstico Ambiental** del Proyecto constituye una herramienta importante que permite crear un borrador sobre el escenario resultante de la implementación de un proyecto. Se elabora bajo la perspectiva de alcanzar la compatibilidad entre las actividades a realizar con la protección y conservación del medio ambiente, además de su monitoreo, en especial de aquellos componentes físicos y bióticos que por su valor ecológico sean importantes en el mantenimiento de la biodiversidad local y de los ciclos biogeoquímicos.

- El análisis expuesto en este Capítulo pretende sintetizar de manera coherente el escenario ambiental esperado por el desarrollo del Proyecto, con base en información derivada de:
- El inventario y diagnóstico ambiental del área de interés del Proyecto.
- El reconocimiento y caracterización de los impactos ambientales potenciales de las actividades pretendidas.
- El conocimiento de las medidas de prevención, mitigación y control ambiental propuestas, asumiendo su efectividad respecto de los objetivos para las cuales han sido recomendadas.

Se considera que existen impactos positivos y negativos como resultado de la implementación del Proyecto, siendo los últimos mitigables con la aplicación de las medidas de mitigación y prevención propuestas. Se siguen los criterios técnicos y ambientales necesarios que permitan la menor afectación negativa hacia el entorno.

A continuación, se presentan las descripciones de los escenarios finales del sistema (sin y con el Proyecto), mostrando la reducción en la calidad ambiental por el Proyecto y la aplicación de las medidas de mitigación cuyo fin es prever, atenuar y compensar los cambios en el sistema ecológico.

12.1. Descripción y análisis del escenario

12.1.1. Escenario sin Proyecto

Actualmente, el área del Proyecto se encuentra en un estado rústico, sin ningún tipo de intervención antropogénica. La zona costera en la que se ubica el Proyecto, no se ha impactado, por lo que sus componentes han continuado con su ciclo natural.

La Flora del sitio del Proyecto corresponde a **Vegetación de Dunas Costeras y Vegetación de Dunas Costeras (Matorral)**, tal y como se pudo identificar durante los muestreos realizados en campo. En cuanto a la Fauna, se encontraron individuos de diversas especies dentro de los grupos faunísticos de aves y reptiles. La Flora y la Fauna dentro del área del Proyecto **no** presentan indicios de impactos por terceras personas, sin embargo, existen especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010** y su **Anexo Normativo III**; mismas que se ven en la Tabla 1:

Clase	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Categoría
Aves	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro Frente Blanca	A

Clase	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Categoría
Reptiles	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana Espinosa Rayada	A
Aves	Psittacidae	<i>Amazona auropalliata</i>	Loro Nuca Amarilla	P
Aves	Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico Frente Naranja	Pr
Aves	Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña Americana	Pr
Aves	Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza Tigre	Pr

Tabla 1. Especies de Fauna del Área del Proyecto enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El paisaje se encuentra altamente definido por la presencia del sistema costero que se desarrolla a pocos metros del sitio, siendo el principal y primordial atractivo visual del área, dado que la vegetación dentro del sistema queda definida por las especies de los estratos arbustivo y herbáceo en su mayoría.

Sin embargo, el paisaje se encuentra en su estado nativo, ofreciendo vistas naturales sin perturbación alguna de cualquier tipo de infraestructura. Por esta misma razón, el sitio del Proyecto no tiene uso activo en la actualidad, por lo que no aporta ingresos o servicios de alta importancia para la sociedad ni para el sector económico.

12.1.2. Escenario con Proyecto

El Proyecto comprende el **Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)** para la construcción, operación y mantenimiento de un Fraccionamiento, ubicado en la Localidad de Playa del Sol, en el Municipio de Tonalá, Chiapas. Asimismo, cuenta con una superficie total de **30,950.9300 m²** para el desarrollo inmobiliario y un área de **16,884.3561 m²** para la implementación de las actividades de CUSTF.

El entorno ambiental que rodea al sitio del Proyecto cuenta con una gran cantidad de turistas periódicamente, por lo que, el descuido de las instalaciones y la omisión de las medidas de mitigación y prevención de los impactos ambientales generados por la obra, llegarían a ocasionar afectaciones negativas en la calidad del paisaje, así como molestias o inconformidades con los terrenos vecinos. De acuerdo con lo anterior, el no llevar a cabo una regularización ambiental también afectaría a la integridad y conservación de la Tortuga Marina, ya que el Proyecto se encuentra cercano a su zona de anidación. De igual manera, se tendrían gastos económicos muy fuertes en cuestiones de multas, reparaciones extensivas, proliferación de Fauna nociva, etc.; y, por consiguiente, se perdería el atractivo del Proyecto para los propietarios, ya que no cumpliría con las condiciones para ser un lugar apto para establecerse y gozar de un sitio de descanso, recreación y ocio.

La implementación del Proyecto causará impactos ambientales, principalmente sobre el recurso hídrico y al suelo por el cual la maquinaria realizará los movimientos necesarios para el derribo y despalme de la vegetación; así como el componente aire, por la constante dispersión de polvos y partículas y las emisiones de gases derivadas del desplazamiento de la maquinaria y el uso de vehículos.

Además, el ruido causado por las actividades de construcción, operación y mantenimiento producirá el desplazamiento de la Fauna del sitio del Proyecto hacia zonas con menos perturbación en busca de un hábitat más agradable. El aumento en el ruido afectará de manera temporal a los terrenos vecinos por la ejecución de las actividades sobre la obra civil.

Con respecto al paisaje, este se verá impactado no solo por la constante presencia de trabajadores, sino también por la disminución de vida silvestre en el sitio. Con la ejecución del Proyecto se eliminarán especies de sucesión vegetal.

Aun así, el establecimiento del Fraccionamiento servirá para satisfacer la demanda de espacios que funcionen como asentamientos humanos, debido al incremento en la tasa poblacional de los últimos años. Asimismo, se podrá ver una mejora en la economía de los trabajadores que participarán en el Proyecto, además del aporte que dará el establecimiento de una obra de este tipo para el aumento en la calidad de vida de las personas a través de un lugar apto para la vivienda.

12.1.3. Escenario considerando las Medidas de Mitigación

A pesar de que el Proyecto trae consigo una serie de impactos negativos, se cuenta con diversas medidas de prevención, mitigación y compensación que pretenden disminuir estos impactos de manera importante, con el fin de que dichas acciones negativas no dañen de manera permanente e irreparable al medio natural, promoviendo un aprovechamiento sustentable y una regeneración constante a mediano plazo. Dichas medidas se encuentran detalladas en el **Capítulo 10** del presente documento.

Se mantendrá la obra en constante mantenimiento para evitar el aumento innecesario de ruido derivado de las composturas realizadas por los trabajadores, así como de fugas de contaminantes hacia el medio ambiente.

A lo largo de la ejecución del Proyecto, quedará prohibida la caza y captura de cualquier especie de Fauna que pueda encontrarse en el área, procurando su ahuyentamiento y/o reubicación. A su vez, no se podrá retirar del sitio ninguna de las especies de Flora nativa de importancia que residan en él; a menos que se trate de las acciones de rescate y reubicación que se lleven a cabo en conformidad con los **Programas de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna**.

Se evitará que el atractivo visual del entorno se vea afectado de manera negativa, con la instalación de contenedores para residuos, previniendo el desecho de estos en los alrededores del Proyecto, además del retiro de las instalaciones provisionales al finalizar la etapa de construcción.

Por consiguiente, con la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación, se alcanzará un equilibrio entre la ejecución de las actividades del Proyecto y el medio natural en el que se encuentra inmerso. Asimismo, el mantener

en buen estado el área del Proyecto, ayudará a la calidad visual de este y, por lo tanto, cumplirá con su objetivo de establecerse como un sitio para los asentamientos humanos.

Aunado a lo anterior, por medio de la implementación de las **Obras de Conservación de Suelos y Agua**, se compensarán y mitigarán los efectos del aumento de la erosión y el déficit en el volumen de infiltración, que serán ocasionados por la pérdida de la cobertura vegetal. Del mismo modo, la aplicación de estas obras servirá como acción contra la disminución en la captura de Carbono. Derivado de lo anterior, y en conformidad con el análisis realizado en Capítulos anteriores, el uso de estas obras funciona como medida para atenuar los impactos ambientales que tendrán mayor repercusión en el sitio del Proyecto.

De la misma manera, considerando que el Proyecto se ubica en un ecosistema costero cercano a la zona de anidación de la Tortuga Marina, se llevarán a cabo las acciones que garanticen su seguridad, conservación y preservación de forma concreta y con la supervisión correspondiente.

12.4. Pronóstico Ambiental

Teniendo en cuenta los escenarios presentados, se puede concluir que el Proyecto trae consigo una cantidad de impactos tanto negativos como positivos, considerados como incompatibles o moderados y mitigables. Los elementos que se ven más afectados, como se ha mencionado anteriormente, son la vegetación (arbustiva y herbácea, en su mayoría), el aire (por el aumento de ruido), la Fauna Silvestre, el suelo y el agua. Para poder disminuir o prevenir estos daños, se establecen diversas medidas de mitigación, aunadas a las que, en su momento, señale la autoridad.

En el sitio **no** se encontraron especies de Flora, enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** ni en su **Anexo Normativo III**, por lo que el Proyecto **no** pone en peligro a especies de alto valor ecológico, además de que se cuentan con diversas medidas precautorias que evitarán el daño a las especies que se encuentren aledañas a la zona.

Sin embargo, se identificaron especies de Fauna enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, por lo que se tendrá especial interés en la integridad y seguridad de cualquier individuo cercano al área del Proyecto; sobre todo con la Tortuga Marina. Lo anterior, será implementado a través del **Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre**.

En cuanto a los beneficios del Proyecto, se garantiza un lugar óptimo para la vivienda y el ocio en un equilibrio con el medio ambiente; cumpliendo así con el objetivo principal, y sin afectar al entorno en general y a ninguno de sus componentes ambientales. A su vez, se garantiza el impulso en la economía local con la generación de empleos a lo largo de la duración del Proyecto y se aporta a la infraestructura

para la vivienda, satisfaciendo una necesidad vital para las comunidades de hoy en día.

Por lo anterior, se concluye como resultado del estudio, que el presente Proyecto es **VIABLE** desde la perspectiva ambiental, minimizando los posibles impactos ambientales generados a través de la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, y las que imponga la Secretaría.

12.5. Programa de Manejo Ambiental

Todo trabajo requiere de actividades de supervisión para un mejor desempeño en el mismo, por lo cual se deben implementar procedimientos para vigilar la implementación de las medidas de mitigación propuestas para la realización del Proyecto en cuestión. La eficiencia del presente Programa se apoyará en los reportes o bitácoras elaborados por el personal y el consultor ambiental encargado de la vigilancia, en donde se registrarán de manera minuciosa los aspectos, incidencias o accidentes y las acciones de respuesta.

De esta manera, se plantea un análisis de bitácora y revisión de programas con una periodicidad semanal; para ello la información básica deberá de ser registrada en los formatos, anexando los reportes de:

- Cumplimiento de condicionantes
- Accidentes presentados
- Respuesta a accidentes.

Para lo anterior, los criterios fundamentales son:

- Control total de derrames de aceites o combustible.
- Limpieza del área afectada.

Conforme a lo anterior, en la Tabla 2 se enlistan las actividades que comprenden el **Programa de Manejo Ambiental**:

Actividad	Descripción	Periodo de Ejecución
Capacitación y Concientización Ambiental	Se llevará a cabo la capacitación y concientización en el manejo y almacenamiento de residuos peligrosos, a fin de cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes, en caso de su generación dentro del área del Proyecto, así como para el cuidado y preservación de la Flora y Fauna, y de los recursos naturales. A su vez, se instalarán letreros alusivos a dichas temáticas.	Antes de iniciar las actividades del Proyecto y durante el mismo
Manejo Integral de Residuos	Se colocarán contenedores para el almacenamiento de cada uno de los tipos de desechos que se generen. Cada contenedor estará debidamente rotulado para especificar su clasificación y promover su separación. Para el caso de	Durante todo el Proyecto

Actividad	Descripción	Periodo de Ejecución
	los Residuos Peligrosos , se buscarán los servicios de una Empresa autorizada en el rubro.	
Mantenimiento de Maquinaria y Equipos	Se contará con un manual que cuente con los lineamientos a seguir en caso de algún tipo de derrame. A su vez, se tendrá especial vigilancia sobre el buen estado de las máquinas para evitar cualquier fuga y/o accidente manual.	Durante todo el Proyecto
Programa de Conservación de Suelos y Agua	Como medida compensatoria hacia los efectos de la erosión de suelos y el déficit de aguas, se implementarán 20 obras de conservación consistentes en Acomodo de Material Vegetal Muerto , utilizando el material producto de las actividades del CUSTF. Se realizarán los informes correspondientes (fotografías) y se les dará el debido mantenimiento de ser el caso.	Después de la ejecución del CUSTF
Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna	Para garantizar la conservación y preservación de las especies silvestres que se habitan en sitios cercanos al área del Proyecto, se realizarán las acciones de rescate y reubicación en un área que mantenga las condiciones naturales de su lugar de origen. Se llevará a cabo con ayuda de personal especializado en la materia.	Antes de iniciar las actividades del Proyecto y durante el mismo

Tabla 2. Actividades del Programa de Manejo Ambiental.

12.6. Seguimiento y control

Habrà una constante vigilancia en el àrea durante el desarrollo de las actividades de preparaci3n del sitio y CUSTF en menci3n, con el prop3sito de evitar las malas pràcticas que pongan en riesgo la integridad del medio ambiente. En la Tabla 3 se exhibe un cronograma de trabajo referente a este apartado:

Actividades	Meses						
	1	2	3	4	5	6	7-12
Año 1							
Supervisi3n Ambiental:							
Bitàcora de Actividades	X	X	X	X	X	X	X
Informes de Actividades			X			X	X
Vigilancia y Monitoreo:							
Capacitaci3n y Concientizaci3n Ambiental	X						
Manejo Integral de Residuos	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de Maquinaria y Equipos	X	X	X	X	X	X	X
Seguridad e Higiene	X	X	X	X	X	X	X
Aplicaci3n a las Normas Oficiales Mexicanas	X	X	X	X	X	X	X
Obras de Conservaci3n de Suelo y Agua						X	
Programa de Rescate y Reubicaci3n de Flora	X	X					
Programa de Rescate y Reubicaci3n de Fauna	X	X	X	X	X	X	X
Supervisi3n Ambiental:							
Bitàcora de Actividades	X	X	X	X	X	X	X

Grupo SONAR del Sureste S.A. de C.V.
Documento Técnico Unificado (DTU) Modalidad B para el
Proyecto: "Fraccionamiento Los Girasoles"



Actividades	Meses						
	1	2	3	4	5	6	7-12
Informes de Actividades			X			X	X
Vigilancia y Monitoreo:							
Capacitación y Concientización Ambiental	X						
Manejo Integral de Residuos	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de Maquinaria y Equipos	X	X	X	X	X	X	X
Seguridad e Higiene	X	X	X	X	X	X	X
Aplicación a las Normas Oficiales Mexicanas	X	X	X	X	X	X	X
Obras de Conservación de Suelo y Agua						X	
Programa de Rescate y Reubicación de Flora	X	X					
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	X	X	X	X	X	X	X
Año 3							
Supervisión Ambiental:							
Bitácora de Actividades	X	X	X	X	X	X	X
Informes de Actividades			X			X	X
Vigilancia y Monitoreo:							
Capacitación y Concientización Ambiental	X						
Manejo Integral de Residuos	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de Maquinaria y Equipos	X	X	X	X	X	X	X
Seguridad e Higiene	X	X	X	X	X	X	X
Aplicación a las Normas Oficiales Mexicanas	X	X	X	X	X	X	X
Obras de Conservación de Suelo y Agua						X	
Programa de Rescate y Reubicación de Flora	X	X					
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	X	X	X	X	X	X	X
Supervisión Ambiental:							
Bitácora de Actividades	X	X	X	X	X	X	X
Informes de Actividades			X			X	X
Vigilancia y Monitoreo:							
Capacitación y Concientización Ambiental	X						
Manejo Integral de Residuos	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de Maquinaria y Equipos	X	X	X	X	X	X	X
Seguridad e Higiene	X	X	X	X	X	X	X
Aplicación a las Normas Oficiales Mexicanas	X	X	X	X	X	X	X
Obras de Conservación de Suelo y Agua						X	
Programa de Rescate y Reubicación de Flora	X	X					
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	X	X	X	X	X	X	X
Año 5							
Supervisión Ambiental:							
Bitácora de Actividades	X	X	X	X	X	X	X
Informes de Actividades			X			X	X
Vigilancia y Monitoreo:							
Capacitación y Concientización Ambiental	X						
Manejo Integral de Residuos	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de Maquinaria y Equipos	X	X	X	X	X	X	X
Seguridad e Higiene	X	X	X	X	X	X	X
Aplicación a las Normas Oficiales Mexicanas	X	X	X	X	X	X	X

Actividades	Meses						
	1	2	3	4	5	6	7-12
Obras de Conservación de Suelo y Agua						X	
Programa de Rescate y Reubicación de Flora	X	X					
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	X	X	X	X	X	X	X

Tabla 3. Cronograma de Actividades de la Supervisión Ambiental.

En conformidad con lo anterior, se ha establecido un periodo de **5 años** para las actividades de supervisión ambiental, derivado de lo reglamentado para los trabajos correspondientes al **Programa de Rescate y Reubicación de Flora**; ya que se verificará que se haya alcanzado el porcentaje de sobrevivencia de las especies trasplantadas.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL – MODALIDAD B

PROYECTO: “FRACCIONAMIENTO LOS GIRASOLES”

**PROMOVENTE: GRUPO SONAR DEL
SURESTE S.A. DE C.V.**

**CAPÍTULO 13. IDENTIFICACIÓN DE LOS
INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y TÉCNICOS
QUE SUSTENTANTAN LA INFORMACIÓN
SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES**



**ELABORADO POR: ING. JOSÉ RAFAEL RAMOS
MORENO, PRESTADOR DE SERVICIOS
FORESTALES**

FECHA DE ELABORACIÓN: AGOSTO DE 2022

Contenido

13. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.....	1
13.1. Presentación de la información	1
13.1.1. Cartografía	1
13.1.2. Fotografías	2
13.1.3. Referencias Bibliográficas	2
13.2. Otros Anexos	5

13. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores

13.1. Presentación de la información

Para el **Documento Técnico Unificado del Trámite Unificado de Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad B (DTU-B)** del Proyecto denominado "**Fraccionamiento Los Girasoles**", se presentan Cartas Topográficas, Edafológicas, Climáticas, Fisiográficas, Geológicas, entre otras; adaptadas y modificadas para señalar la ubicación del predio y el área del Proyecto con respecto a cada tema abordado en los diferentes capítulos.

De acuerdo con lo establecido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), se entrega un ejemplar impreso del DTU-A para su evaluación. Asimismo, todo el estudio está grabado en 3 discos compactos (CD) y dos unidades extraíbles (USB), incluyendo los Anexos, bases de datos y archivos de georreferenciación.

13.1.1. Cartografía

En el **Anexo 3** se integran todos los planos georreferenciados referentes a la información contenida en los capítulos correspondientes. Asimismo, se adjuntan imágenes satelitales obtenidas por medio del software libre Google Earth.

Se utilizaron las coberturas digitales de las siguientes cartas temáticas generadas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y descargadas desde su sitio web oficial:

- *Unidades Climáticas, Escala 1:250,000 (2008).*
- *Red Hidrográfica, Escala 1:50,000 Edición 2.0 (2010).*
- *Modelo Digital de Elevación del Estado de Chiapas (2013).*
- *Carta geológica, Escala 1:250,000 (2001).*
- *Carta edafológica, Serie II, Escala 1:250,000 (2014).*
- *Aguas Subterráneas, Escala 1:250,000 Serie II.*
- *Sistemas de topoformas, Escala 1:1'000,000 (2001).*
- *Provincias fisiográficas, Escala 1:1'000,000 (2001).*
- *Subprovincias fisiográficas, Escala 1:1'000,000 (2001).*
- *Uso de Suelo y Vegetación, Serie VII, Escala 1:250,000 (2021).*

Se obtuvieron las siguientes coberturas digitales para las áreas de importancia ecológica, generadas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO):

- *Áreas Naturales Protegidas Federales, Escala 1:50,000 (2021).*
- *Áreas Naturales Protegidas Estatales, Escala 1:50,000 (2015).*
- *Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAS), Escala 1:250,000 (2015).*
- *Sitios RAMSAR de México (2016).*
- *Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), Escala 1:4'000,000 (2011).*
- *Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Escala 1:1'000,000 (2008).*
- *Regiones Marinas Prioritarias (RMP), Escala 1:4'000,000 (2008).*
- *Provincias Biogeográficas, Escala 1:4'000,000 (2001).*

Además, se utilizaron las coberturas digitales siguientes para la vinculación del Proyecto con los ordenamientos jurídicos:

- *Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Chiapas (2012).*
- *Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (2012).*

13.1.2. Fotografías

En el **Anexo 4** se incluye una serie de fotografías referentes a los estudios de Flora y Fauna del DTU-B, así como a vistas de la superficie del Proyecto en su estado actual.

13.1.3. Referencias Bibliográficas

Canter, L.W. (1998). *Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto*. McGraw-Hill, Segunda edición. España.

Comisión Nacional Forestal – CONAFOR. (2009). *Inventario Nacional Forestal y de Suelos de México 2009 – 2014. Una herramienta que da certeza a la planeación, evaluación y el desarrollo forestal de México*. 1ª Ed. Zapopan, Jalisco, México. 22 pp.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2012). *Manual de Conservación de Suelos*.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2012). *Manual y Procedimientos para el muestreo en Campo*. CONAFOR.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2010). *Dunas Costeras*. En línea en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/dunasCosteras>

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2020). Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua en el Acuífero Arriaga-Pijijiapan (0711), Estado

de Chiapas. 18 pp. En línea en:

https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/chiapas/DR_0711.pdf

Conesa Fernández-Vitora, V. (2000). *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*. Editorial Mundi-Prensa. 3a. Edición. España.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Última reforma publicada el 28 de mayo de 2021. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. 354 pp.

Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Chiapas. Última reforma publicada el 30 de agosto de 2018. Secretaría General de Gobierno. 122 pp.

Duchaufour, P.H. (1984). *Edafología. Edafogénesis y clasificación*. Ed. Masson, España. 493 pp.

Durán, R.; Torres, W. y Espejel, I. (2008). *Ecosistemas y Comunidades: Vegetación de Dunas Costeras*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Mérida, Yucatán. En línea en: <https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap3/04%20Vegetacion%20de%20dunas.pdf>

Estevan, M.T. (1990). *Las Evaluaciones de Impacto Ambiental*. CIFCA. España.

Figueroa, S.B.; A. Amante O.; H.G. Cortés T.; J. Pimentel L.; E.S. Osuna C.; Rodríguez O. J. M., y Morales F.F.J. (1991). *Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión*. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre (SARH). Colegio de Postgraduados. Centro regional para estudios de zonas áridas y semiáridas. 150 pp.

FIRCO. (2016). *Microcuencas hidrológicas*. Consultado en: <http://sig-geek.blogspot.com/2016/02/descarga-de-datos-geograficos-mexico.html>.

Fragoso, L. P. I. (2003). *Estimación del contenido y captura de carbono en biomasa aérea del predio "Cerro Grande" Municipio de Tancítaro, Michoacán*. México, DF, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

García Álvarez, A. (1994). *Guía práctica de Evaluación del Impacto Ambiental*. Amaru Ediciones. Madrid, España.

Gómez, D. (1992). *Evaluación de Impacto Ambiental*. Edit. Agrícola Española, S.A. España.

Gottle, A. y Sène, E.H. (1997). *Funciones protectivas y ambientales de los bosques*. Unasylva, Vol. 48, Núm. 190-191. Consultad en: <http://www.fao.org/3/w6251s/w6251s06.htm>

Jain, R.K, Urban, L.V. Stacey, G.S. (1977). *Environmental impact analysis*. Ed. Van Nostrand Reinhold Company. USA.

Ley, C., Gallego, J. y Vidal, C. (2007). *Manual de Restauración de Dunas Costeras*. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Costas. 1ª Edición. Colombia. 258 pp.

Ley Ambiental para el Estado de Chiapas. Última reforma publicada el 05 de agosto de 2020. Periódico Oficial Núm. 120. Decreto Núm. 253. 108 pp.

Ley de Aguas Nacionales (LAN). Última reforma publicada el 24 de marzo de 2016. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. 110 pp.

Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA). Publicada el 07 de junio de 2013. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. 17 pp

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). Última reforma publicada el 26 de abril de 2021. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. 72 pp.

Ley General de Vida Silvestre. Última reforma publicada el 19 de enero de 2018. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. 72 pp.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Última reforma publicada el 21 de octubre de 2021. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. 135 pp.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). Última reforma publicada el 19 de enero de 2018. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. 53 pp.

Lithgow, D.; Martínez, M. L.; Moreno-Casasola, P.; Espejel, I.; Infante, D. y Jiménez-Orocio, O. (2013). *Restauración de Dunas Costeras.* Instituto de Ecología (INECOL). México. 14 pp.

Moreno, A.I. (1982). *Transporte de sedimentos en corrientes Naturales.* Universidad de Medellín. Medellín, Colombia.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO. (1982). *Carta Mundial de los Suelos.* 8 pp. En línea en: <http://www.fao.org/3/az897s/az897s.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2015). Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Informes sobre Recursos Mundiales. 218 pp. En línea en: <https://www.fao.org/3/i3794es/I3794es.pdf>

Pagiola, S.; Bishop, J. y Landell-Mills, N. (2006). *La venta de servicios ambientales forestales: Mecanismos basados en el mercado para la conservación y el desarrollo.* INE-SEMARNAT. 2ª Edición. México. 464 pp.

Posada, L. (1994). *Transporte de sedimentos.* Universidad Nacional de Colombia. Medellín.

Rau, J.G y D.C. Wooten. (1980). *Environmental impact analysis handbook.* McGraw-Hill. USA.

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). Publicado el 09 de diciembre de 2020. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. 87 pp.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA). Última reforma publicada el 31 de octubre de 2014. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. 29 pp.

Ríos, B. (1987). *Efecto de la cobertura vegetal en el proceso erosivo*. Tesis de Maestría. Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 226 pp.

Rzedowski, J. (1994). *Vegetación de México*. Ed. Limusa, México. 432pp.

Secretaría de la Convención de Ramsar. (2006). *Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971)*. 4ª Ed. Gland, Suiza. 124 pp.

Servicio Geológico Mexicano (SMN). (2015). *Atlas de Peligros del Estado de Chiapas*. 134 pp. En línea en: https://www.ceieg.chiapas.gob.mx/productos/files/RPSGM/informe_final_peligros_chiapas.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2012). *Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Chiapas (POETCH)*. Periódico Oficial Tomo III, No. 405.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2013). *Manejo de Ecosistemas de Dunas Costeras, Criterios Ecológicos y Estrategias*. 1ª Edición, México, D.F. 99 pp.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2014). *Glosario: Tierras frágiles*. Consultado en línea en: https://www.geiawf.semarnat.gob.mx:8080/approot/compendio_2019/RECUADROS_INT_GLOS/D3_GLOS_SUELO.htm

Torres, J. y Guevara, A. (2002). *El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico*. Gaceta Ecológica. 63:40-59 pp.

Ven Te Chow, Maidment D. y Mays L. (1994). *Hidrología Aplicada*. Editorial McGraw-Hill. Ciudad de México. 327 pp.

13.2. Otros Anexos

Se adjunta de forma digital la siguiente información:

- *Coordenadas del Predio Rústico y del área sujeta a CUSTF.*
- *Base de datos de Flora y Fauna.*
- *Cálculos de Volumen y Costos Económicos de la Vegetación Forestal.*
- *Cálculos de Erosión e Infiltración del Sistema Ambiental y del área sujeta a CUSTF.*

- *Índices de diversidad de Flora y Fauna del Sistema Ambiental y del área sujeta a CUSTF.*
- *Cálculo de Obras de Conservación de Suelo y Agua.*

De igual forma, en el **Anexo 1** y **Anexo 2** se adjunta la documentación legal necesaria para el trámite en cuestión.